

Simulasi Optimasi Antrian Truk Pada Proses Loading Sembako Gudang PT.XYZ

Rahmad Inca Liperda^{1*}, Pramesti Adwinda Dianisa¹, Aulia Izzatunisa¹, Fera Dianita Utami¹, Marlene Hibatullah¹

¹Program Studi Teknik Logistik, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pertamina Jl. Teuku Nyak Arief Simprug, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan, 12220, Indonesia

*E-mail: inca.liferda@universitaspertamina.ac.id

ABSTRAK

Gudang memiliki peranan penting bagi perusahaan, tak terkecuali PT. XYZ yang berlokasi di Jakarta Utara. Salah satu kegiatan operasional yang dilakukan di gudang PT. XYZ adalah proses *loading* sembako ke truk angkut. Namun, waktu yang dibutuhkan oleh setiap truk angkut untuk melakukan proses *loading* sembako dapat mempengaruhi jumlah truk angkut yang menunggu untuk dilayani. Penelitian ini bertujuan untuk meminimasi waktu truk angkut pada proses *loading* sembako di gudang PT. XYZ menggunakan metode simulasi optimasi. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa jumlah truk angkut yang dapat dilayani dapat ditingkatkan dengan menambah jumlah *dock door*. Berdasarkan percobaan simulasi optimasi, penelitian ini mengusulkan 32 *dock door* untuk melayani kegiatan *loading* sembako di gudang PT. XYZ yang dapat mengurangi waktu rata-rata pelayanan truk Fuso dan truk CDD masing-masing sebesar 76.3 menit dan 73.45 menit. Selain itu, utilitas di *parking line 1* dapat berkurang hingga 9.2 % dan 48.39 % di *parking line 2*.

Kata kunci: Gudang, Simulasi Optimasi, Sistem Antrian

ABSTRACT

Warehouses have important role for companies, including PT. XYZ, a company located in North Jakarta. One of the operational activities carried out in the warehouse of PT. XYZ is the grocery loading process into the trucks. However, the time required for each truck to load the items affects to the number of trucks that have to wait to be served. This study aims to minimize the required time for trucks in the process of loading groceries at PT. XYZ by using simulation optimization method. The result indicates that the number of trucks served in the warehouse can be maximized by increasing the number of dock doors. Based on the simulation optimization experiments, 32 dock doors are proposed to serve the loading activities in the warehouse by decreasing the average time of Fuso trucks and CDD trucks in the systems to be 76.3 minutes and 73.45 minutes, respectively. In addition, the parking line utility can be reduced by 9.2% for parking line 1 and 48.39% for parking line 2.

Keywords: Warehouse, Simulation Optimization, Queuing System

1. PENDAHULUAN

Gudang merupakan satu atau banyak tempat yang berperan untuk menyimpan barang dalam jumlah besar untuk mengantisipasi permintaan konsumen yang relatif berfluktuasi (Heragu & Kusiak, 1991). Kegunaan lain dari gudang diantaranya sebagai tempat penyimpanan sementara berupa barang jadi, barang setengah jadi, bahan baku, suku cadang, peralatan, tempat penambahan nilai suatu barang, atau barang apa pun yang menunjang kegiatan suatu perusahaan (Zhang et al., 2017). Manajemen area pergudangan

yang baik dapat menghindari kerugian dan meminimalisasi biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan, serta mempercepat pelayanan dan kerja operasional pada gudang. Setiap gudang dirancang untuk memenuhi kebutuhan spesifik dari aktivitas rantai pasok perusahaan, maka operasinya bisa berbeda-beda antara satu bisnis dengan bisnis lainnya. Umumnya gudang memiliki beberapa proses yaitu receiving, reserve storage, order picking, sortation, collation and value-added, dan marshalling and dispatch (Rushton, A., Croucher, P. and Baker, 2014). Namun, penelitian hanya akan berfokus

pada aktivitas loading di mana barang yang telah disusun sesuai permintaan, akan dimuat ke dalam moda transportasi untuk didistribusikan.

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pangan, umumnya berupa bahan-bahan dasar pemenuh kebutuhan masyarakat seperti beras, minyak, gula, dan lain-lain. PT. XYZ memiliki gudang untuk menyimpan barang-barang tersebut. Namun, pada prosesnya masih ditemukan permasalahan yang menghambat aktivitas rantai pasok, terutama pada proses loading barang yang dilakukan di dock door gudang. PT. XYZ memegang dua jenis truk untuk melakukan distribusi sembako, yaitu truk muatan Fuso dan Colt Diesel Double (CDD) dengan sebanyak 16 dock door aktif. Ditemukan bahwa waktu rata-rata pelayanan truk cenderung lama dan kurang optimal. Akibatnya, truk berikutnya yang akan melakukan loading barang menjadi terhambat dan menyebabkan antrian. Antrian membludak di luar kapasitas yang dapat diterima oleh perusahaan akan berakibat kerugian biaya hingga penurunan customer satisfaction dikarenakan adanya kondisi yang dinamakan customer lost. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya kerugian adalah dengan menekan panjang antrian yang ada. Ada pun penelitian, akan menjelaskan tentang langkah awal untuk mengatasi hal tersebut dengan menganalisis ketidakefisienan sistem eksisting.

Permasalahan munculnya antrian dalam proses loading sembako di gudang PT. XYZ dapat dipecahkan melalui penelitian operasional (operational research) dengan pendekatan simulasi diskrit. Simulasi diskrit adalah perubahan representatif kejadian dengan model simulasi karena munculnya variabel pengubah diskrit (Fishman, 2001). Penggunaan simulasi diskrit dalam antrian truk proses loading sembako di gudang PT. XYZ dilandasi akibat adanya perubahan status pada titik tertentu, contohnya adalah perubahan jumlah truk yang datang dan harus mengantri terlebih dahulu pada waktu tertentu. Selain itu, aplikasi simulasi optimasi ditujukan, sebagai usaha menemukan skenario paling tepat dalam menyelesaikan masalah antrian truk di gudang PT. XYZ. Simulasi optimasi dengan software ProModel, secara otomatis akan

menghasilkan solusi paling optimal berdasarkan fungsi tujuan yang ditetapkan.

Penelitian bertujuan untuk meminimalisir antrian truk pada proses loading sembako di gudang PT. XYZ, Jakarta Utara dengan indikator pengurangan waktu rata-rata entitas dalam sistem (average time in system) melalui parameter penambahan jumlah dock door. Kemudian dilakukan perbandingan kinerja sistem eksisting dengan skenario usulan.

Guna mencapainya tujuan penelitian, penulisan karya terbagi menjadi lima bagian, diantaranya adalah pendahuluan yang memuat identifikasi masalah, landasan literatur yang dipergunakan, metodologi penelitian, pengolahan data menggunakan ProModel 10.6.36, dan pengambilan kesimpulan berdasarkan hasil penelitian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pendekatan simulasi kejadian diskrit memiliki kelebihan dalam memodelkan kejadian bersifat probabilistik dengan interval waktu yang bervariasi mengikuti suatu distribusi tertentu. Beberapa contoh penerapan dari simulasi diskrit ada pada sistem manufaktur, transportasi, antrian layanan, dan lain-lain. Pada jurnal penelitian dengan subjek perancangan manajemen logistik di unit layanan logistik pertanian di Bandung menggunakan software ProModel (Kusnandar & Perdana, 2014), penulis menjelaskan bahwa pendekatan simulasi kejadian diskrit dapat memenuhi permintaan pasar terstruktur sesuai dengan standar serta meningkatkan efisiensi dengan merancang pemodelan pada resources. Untuk perbaikan aktivitas logistiknya, digunakan analisis hasil dari nilai utilisasi guna mengidentifikasi bottleneck yang ada.

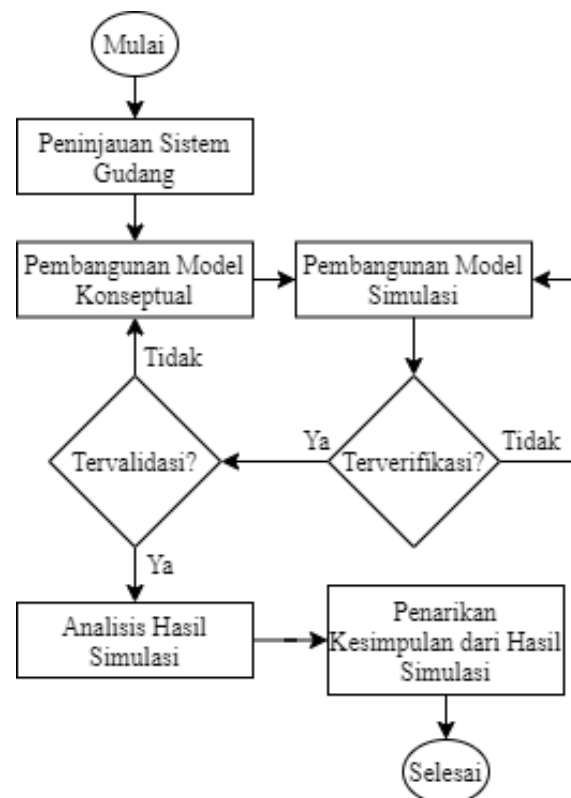
Sebuah jurnal berjudul "Modeling Cross-docking Operations Using Discrete Event Simulation" yang dipublikasikan oleh Old Dominion University (Arnaout et al., 2010), menunjukkan bahwa simulasi diskrit yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam aktivitas cross-docking berdasarkan empat skenario usulan dapat menghasilkan output yang berbeda. Penulis membandingkan satu skenario dengan skenario lainnya hingga mendapatkan hasil paling optimal yang disimpulkan bahwa truk dengan kapasitas lebih besar berpotensi memberikan service level yang baik untuk segala performa.

Sebagai pembanding lain dari masalah antrian menuju dock door, pada jurnal berjudul “Usulan Perbaikan Jalur Inbound dan Outbound Untuk Mengatasi Antrian di Gudang 2 PT WXY Menggunakan Pendekatan Teori Antrian dan Metode Simulasi” (Dwi & Rahadina, 2017). Untuk mengatasi kurangnya server berupa dock door dan mendapatkan perbaikan sebesar 19%, simulasi diskrit memberikan solusi untuk menambah sebanyak 1 buah server. Simulasi yang dilakukan berdurasi sehari dengan total jam kerja 9 jam, kemudian mereplikasi mobil supplier sebanyak jumlah kendaraan mobil dari perusahaan. Selain melakukan penambahan server, penulis juga memberikan usulan terhadap jadwal bongkar dari yang awalnya bersifat acak menjadi berpatokan pada waktu proses tercepat. Penambahan server berpengaruh pada peningkatan volume keberangkatan dari jumlah 11 ke 16 buah mobil per hari. Opsi tersebut juga akan diterapkan pada skenario pada kasus loading sembako di PT. XYZ. Skenario penambahan dock door aktif dapat berarti akan ada penambahan tenaga kerja, namun di saat yang sama akan menambahkan efisiensi dan efektivitas dalam melayani truk-truk di sistem.

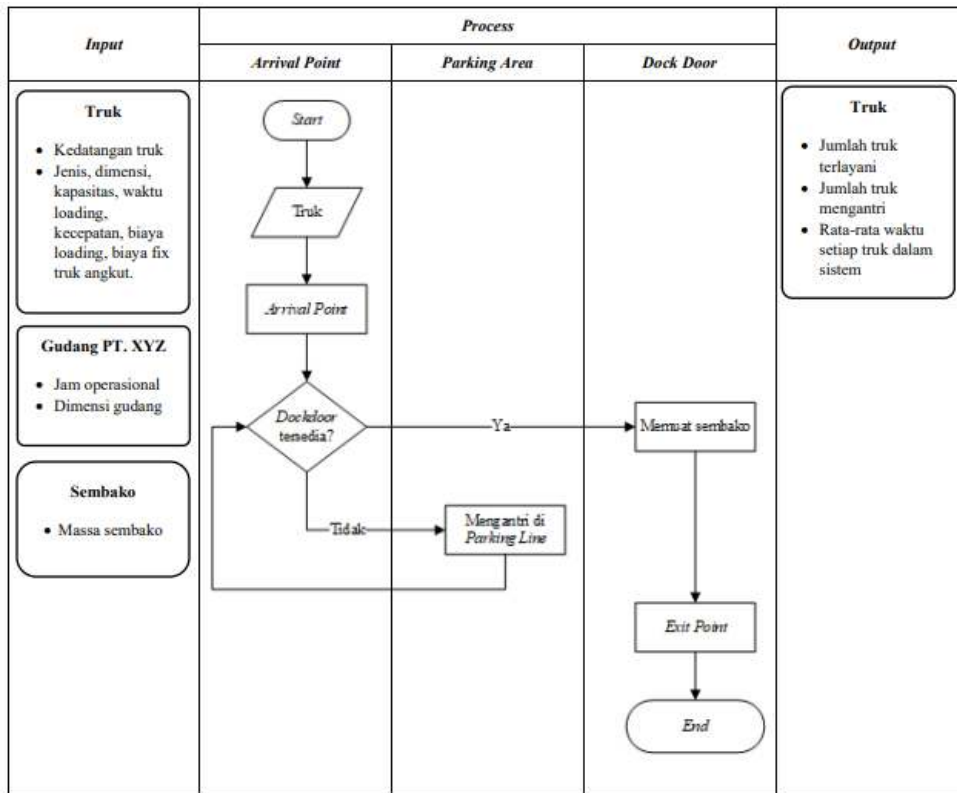
3. METODE PENELITIAN

Perancangan sistem loading sembako di Gudang PT. XYZ menggunakan metode simulasi dengan bantuan ProModel 10.6.36 dibentuk berdasarkan hasil tinjauan gudang dan model konseptual. Model konseptual adalah representasi dari sistem nyata yang akan digambarkan menggunakan simulasi dengan penerjemahan melalui bahasa komputasi menggunakan software ProModel. Simulasi menggunakan dasar model konseptual yang telah dibentuk perlu untuk diverifikasi terlebih dahulu. Apabila hasil model konseptual belum terverifikasi, maka

penerjemah perlu melakukan revisi. Model yang telah terverifikasi membutuhkan validasi kembali, apakah model dapat berjalan sesuai dengan sistem nyata atau tidak. Model simulasi yang telah tervalidasi, dikembangkan dengan melakukan penambahan beberapa skenario guna mengoptimalkan kinerja dari sistem nyata pada proses loading sembako di Gudang PT. XYZ. Hasil simulasi sistem nyata dan pengembangan skenario dianalisis kembali untuk mendapatkan kesimpulan dari penelitian. Diagram alir dari metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Penelitian



Gambar 2. Model Konseptual Sistem Loading di Gudang PT. XYZ, Jakarta Utara

Konsep yang akan disimulasikan dimulai dengan masuknya entitas ke dalam sistem, yaitu truk muatan Fuso dan CDD. Pergerakan truk akan mengikuti rute denah area gudang yang telah didefinisikan. Truk Fuso dan CDD akan langsung masuk ke dockdoor apabila dockdoor tersedia, guna dilakukannya proses loading sembako. Sebaliknya, jika dockdoor telah penuh, maka truk perlu mengantri di parking line terlebih dahulu, hingga akhirnya dapat dilakukan loading sembako ketika dockdoor telah kosong sesuai dengan kebijakan first available. Saat proses loading telah selesai, barulah truk Fuso dan CDD akan meninggalkan sistem. Namun, truk akan langsung meninggalkan sistem apabila lokasi dockdoor dan parking line telah terpenuhi. Model konseptual ini akan terus berulang selama 9 jam sehari, mulai pukul 08.00-17.00 WIB, sesuai dengan waktu operasi Gudang PT. XYZ, Jakarta Utara.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

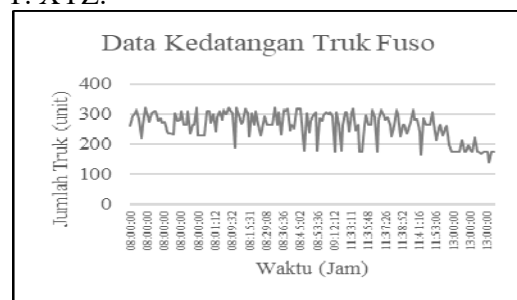
A. Pengumpulan Data

Kebutuhan data dalam perancangan simulasi adalah data kondisi lapangan dalam sistem loading mulai dari truk datang hingga

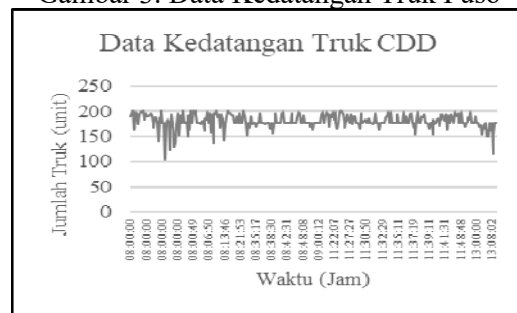
truk keluar dari sistem. Data kondisi lapangan yang dikumpulkan, berupa:

1. Data kedatangan truk angkut

Gambar 3 dan 4. Menggambarkan fluktuasi jumlah kedatangan truk Fuso dan CDD pada rentang jam operasional Gudang PT. XYZ.



Gambar 3. Data Kedatangan Truk Fuso



Gambar 4. Data Kedatangan Truk CDD

2. Data informasi gudang PT. XYZ

Tabel 1. Memuat informasi gudang PT.XYZ, Jakarta Utara yang terdiri dari jam operasional dan dimensi gudang.

Tabel 1. Data Informasi Gudang PT. XYZ

Depot	Jam Operasional	Dimensi
Gudang PT. XYZ	08.00-17.00 WIB	135*245 m

3. Data informasi truk angkut

Informasi truk angkut dirinci dalam Tabel 2, memuat ukuran, kapasitas, waktu loading, kecepatan kendaraan, biaya loading, dan biaya fix masing-masing truk.

Tabel 1. Data Informasi Truk Angkut

No	Jenis	Dimensi (p*l*t) (cm)	Kapasitas (ton)	Waktu Loading (detik/kg)	Kecepatan Kendaraan (meter/menit)	Biaya Loading (Rp/kg)	Biaya Fix (Rp/hari)
1	Truk CDD	300*160*160	5 ton	Triangular (0.337,	166.66	Rp 24,-	Rp
2	Truk Fuso	550*220*220	8 ton	0.360, 0.490)			385.215,-
							414.730,-

4. Data informasi sembako

Tabel 3. menjelaskan bahwa setiap paket sembako memiliki massa 25 kg.

Tabel 2. Data Informasi Sembako

Nama	Satuan	Massa Paket (kg)
Sembako	Paket	25

B. Pembangunan Model

Model simulasi proses *loading* sembako di Gudang PT. XYZ dibangun oleh beberapa elemen yang membantu dalam pendefinisian sistem nyata. Elemen pembangun sistem simulasi model eksisting proses *loading* sembako di Gudang PT. XYZ adalah sebagai berikut.

1. *Entities*

Entitas yang berasosiasi dalam sistem yang disimulasikan adalah Truk yang digunakan dalam proses *loading* sembako di Gudang PT. XYZ, yaitu truk Fuso dan CDD seperti dapat dilihat pada Gambar 5.

Icon	Name	Speed (mpm)	Stats
	Fuso_Truck	166.66	Time Series
	CDD_Truck	166.66	Time Series

Gambar 1. Entities

2. *Location*

Gambar 6. merinci lokasi, kapasitas, dan jumlah lokasi yang ada pada sistem simulasi model eksisting *loading* sembako. Lokasi tersebut diantaranya adalah *arrival point*, *warehouse*, *dock door*, *parking line*, *exit point*, lokasi *dummy* (untuk memudahkan jalannya entitas di ProModel), dan *road* (*road* dari *arrival point* ke *dockdoor*, *road* dari *arrival point* ke *parking line 1*, *road* dari *arrival point* ke *parking line 2*, *road* dari *parking line 1* ke *dockdoor*, *road* dari *parking line 2* ke *dockdoor*, *road* dari *dockdoor* ke *exit point*).

Name	Stage	Index	Type	Status	Location
Unloading_Fuso	0	0	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	1	1	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	2	2	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	3	3	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	4	4	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	5	5	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	6	6	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	7	7	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	8	8	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	9	9	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	10	10	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	11	11	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	12	12	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	13	13	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	14	14	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	15	15	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	16	16	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	17	17	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	18	18	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	19	19	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	20	20	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	21	21	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	22	22	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	23	23	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	24	24	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	25	25	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	26	26	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	27	27	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	28	28	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	29	29	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	30	30	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	31	31	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	32	32	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	33	33	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	34	34	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	35	35	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	36	36	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	37	37	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	38	38	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	39	39	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	40	40	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	41	41	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	42	42	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	43	43	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	44	44	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	45	45	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	46	46	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	47	47	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	48	48	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	49	49	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	50	50	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	51	51	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	52	52	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	53	53	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	54	54	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	55	55	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	56	56	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	57	57	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	58	58	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	59	59	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	60	60	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	61	61	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	62	62	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	63	63	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	64	64	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	65	65	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	66	66	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	67	67	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	68	68	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	69	69	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	70	70	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	71	71	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	72	72	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	73	73	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	74	74	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	75	75	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	76	76	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	77	77	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	78	78	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	79	79	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	80	80	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	81	81	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	82	82	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	83	83	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	84	84	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	85	85	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	86	86	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	87	87	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	88	88	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	89	89	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	90	90	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	91	91	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	92	92	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	93	93	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	94	94	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	95	95	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	96	96	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	97	97	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	98	98	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	99	99	Unloading	Unloading	Unloading
Unloading_Fuso	100	100	Unloading	Unloading	Unloading

Gambar 2. Location

3. User distribution

Data loading quantity dikelompokkan berdasarkan jenis truk dan diurutkan mulai dari waktu paling awal hingga paling akhir kedatangan menggunakan Microsoft excel. User distribution dari software ProModel 10.6.36 berguna untuk mendefinisikan data tersebut menjadi distribusi tertentu agar dapat dipanggil pada proses atau lokasi lain, dengan rincian pada Gambar 7.

ID	Type	Cumulative	Table...
LQ_CDD	Discrete	No	Defined
LQ_Fuso	Discrete	No	Defined
Qty_Fuso	Discrete	No	Defined
Qty_CDD	Discrete	No	Defined

Gambar 3. User Distribution

4. Arrival Cycle

Arrival cycle diatur menggunakan data kedatangan truk Fuso dan CDD dengan pengklasifikasian data dalam interval 1 jam. Berdasarkan kedatangan truk, data diklasifikasikan menjadi data kedatangan truk pukul 09.00-09.59, pukul 10.00-10.59, pukul 11.00-11.59, pukul 12.00-12.59, dan pukul 13.00-13.59 sesuai dengan Gambar 8.

ID	Qty / %	Cumulative	Table...
CDD_arrival	Quantity	No	Defined
Fuso_arrival	Quantity	No	Defined

Gambar 4. Arrival Cycle

5. Arrival

Proyeksi jumlah dan frekuensi kedatangan entitas ditentukan oleh user distribution dan arrival cycle, dengan total kedatangan 172 truk Fuso dan 327 Truk CDD yang dirinci pada Gambar 9. User distribution dan arrival cycle merupakan pengolahan data jumlah dan frekuensi kedatangan masing-masing truk yang telah dikategorikan berdasarkan waktunya.

Entity	Location	Step Name	Time	Quantity	Frequency
Fuso	Arrival	Qty_Fuso	1	172	172
CDD	Arrival	Qty_CDD	1	327	327

Gambar 5. Arrival

6. Processing

Gambar 10. menggambarkan *processing* sistem eksisting. Secara garis besar, proses *loading* sembako dimulai ketika entitas truk masuk ke sistem, kemudian dilakukan *loading* di *dock door*, selanjutnya keluar dari sistem. Sistem menjadi lebih kompleks apabila *dock door* tidak tersedia ketika terdapat entitas yang masuk, sehingga membuat truk harus mengantri terlebih dahulu. Oleh karena itu, pada operasinya digunakan *user condition if else* untuk menentukan jalur yang dilalui truk dari *arrival point* dan kebijakan *accessing locations first available* di kawasan *dock door*.

Gambar 6. Processing

7. Variabel

Pada Gambar 11. ditentukan beberapa variabel, diantaranya adalah:

- a) Entitas *parking line 1* dan entitas *parking line 2*, yang menggambarkan jumlah truk yang masuk di masing-masing *parking line*.
- b) *Truck loss*, yang menggambarkan jumlah truk yang harus meninggalkan sistem meskipun belum terlayani.
- c) Jumlah truk Fuso dan CDD, yang masing-masing andil dalam penentuan variabel biaya *loading* dan biaya fix setiap truk.

Entity	ID	Type	Value	Cost
Entity	jumlah_gara_1	Integer	60	Time Penalty, Time
Entity	jumlah_gara_2	Integer	60	Time Penalty, Time
Entity	jumlah_parking_fuso	Integer	60	Time Penalty, Time
Entity	jumlah_parking_cdd	Integer	60	Time Penalty, Time
Entity	jumlah_gara_fuso	Integer	60	Time Penalty, Time
Entity	jumlah_gara_cdd	Integer	60	Time Penalty, Time
Entity	jumlah_parking_fuso	Integer	60	Time Penalty, Time
Entity	jumlah_parking_cdd	Integer	60	Time Penalty, Time

Gambar 7. Variabel

8. Macros

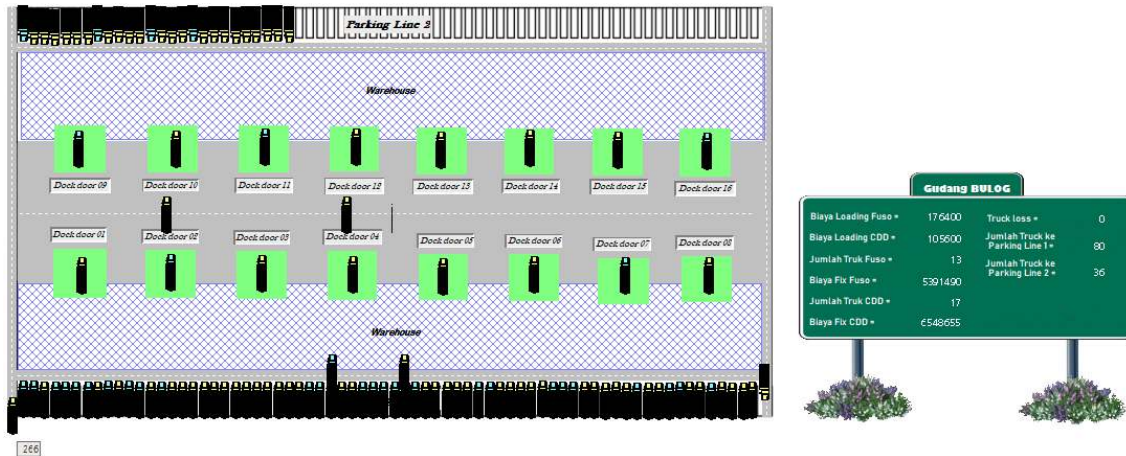
Macros digunakan untuk mendefinisikan parameter pengubah dalam memaksimalkan fungsi tujuan. Dalam simulasi optimasi sistem *loading* sembako di gudang PT. XYZ, rentang jumlah dockdoor 16 sampai 32 buah berfungsi sebagai macros yang ditampilkan pada Gambar 12.

ID	Text...	Options
Jumlah_dockdoor	16	Scenario

Gambar 8. Macros

C. Layout Model

Layout ditujukan untuk memudahkan penggambaran sistem eksisting proses *loading* sembako di Gudang PT. XYZ ketika disimulasikan menggunakan ProModel 10.6.36. Penggambaran *layout* telah memperhatikan dimensi dari denah aktual. Gambar 13 merupakan *layout* dari sistem eksisting proses *loading* sembako di Gudang PT. XYZ, Jakarta Utara. Berdasarkan *layout*, dapat diketahui bagaimana penempatan lokasi dan alur proses *loading* sembako.



Gambar 9. Layout Model

D. Replikasi

Penentuan jumlah replikasi diperlukan guna mengetahui minimal kebutuhan data yang wajib disediakan oleh sistem. Jumlah replikasi diperoleh dengan menggunakan data sampel dengan objek amatan yaitu rata-rata waktu yang dibutuhkan entitas setiap kali kedatangan ke *parking line*. Sampel awal yang digunakan menyesuaikan kriteria jumlah sampel minimal statistic yaitu berjumlah 30 buah. Menggunakan *confidence level* 95% dan *significance level* 5% diketahui jumlah replikasi yang tepat dalam melakukan simulasi sistem eksisting *loading* sembako di Gudang PT. XYZ adalah 44 kali replikasi.

Tabel 3. Perhitungan Replikasi

<i>Sample mean</i>	161,752
<i>Standard deviation</i>	10,150
<i>Confidence level</i>	0,95
<i>Significance level</i>	0,05
<i>Sample Size (n)</i>	30
n-1	29
$\alpha/2$	0,025
$t_{n-1, \alpha/2}$	2,045
Hw	3,789
<i>Lower limit</i>	157,962
<i>Upper limit</i>	165,541
E	3
n'	44

E. Verifikasi

Verifikasi model sistem eksisting proses *loading* sembako menggunakan fitur *tracing* dalam perangkat lunak ProModel 10.6.36. Proses verifikasi digunakan untuk memastikan keseragaman antara model yang digambarkan dengan model konseptual, yang kemudian disesuaikan dengan data dan kronologis kejadian. Pada gambar 14, diketahui *processing* truk CDD sebagai entitas pertama yang masuk ke sistem. Truk CDD yang datang di *arrival point* akan masuk ke *dummy loading* untuk kemudian bergerak mengikuti rute *loading* menuju *dock door*.


```

Trace
00:00.00 Filtered Trace Messages : Off
00:00.46 CDD_Truck (ID: 0) arrives at Arrival_Point by schedule.
00:00.46 CDD_Truck (ID: 1) arrives at Arrival_Point.
00:00.46 For CDD_Truck (ID: 1) at Arrival_Point:
00:00.46 CDD_Truck enters Arrival_Point.
00:00.46 Start move to Dummy>Loading.
00:00.46 CDD_Truck (ID: 1) arrives at Dummy>Loading.
00:00.46 For CDD_Truck (ID: 1) at Dummy>Loading:
00:00.46 CDD_Truck enters Dummy>Loading.
00:00.46 Start move to LoadingRoute1.
00:00.46 CDD_Truck (ID: 1) arrives at LoadingRoute1.
00:00.46 For CDD_Truck (ID: 1) at LoadingRoute1:
00:00.46 CDD_Truck enters LoadingRoute1.
00:01.26 For CDD_Truck (ID: 1) at LoadingRoute1:
00:01.26 Dockdoor is selected for routing.
00:01.26 The main entity is routed out as CDD_Truck.
00:01.26 Output is named as CDD_Truck.
00:01.26 Start move to Dockdoor.
00:01.26 CDD_Truck (ID: 1) arrives at Dockdoor.
00:01.26 For CDD_Truck (ID: 1) at Dockdoor:
00:01.26 CDD_Truck enters Dockdoor.
00:01.26 Wait 28.41 Min.
00:01.26 For CDD_Truck (ID: 1) at LoadingRoute1:
00:01.26 Process completed.
    
```

Gambar 10. Verifikasi Sistem Eksisting

F. Validasi

Validasi adalah cara memastikan model simulasi merupakan representasi dari sistem eksisting, dengan membandingkan hasil dari model simulasi dengan sistem eksisting. Objek amatan dalam validasi sistem adalah jumlah entitas yang datang ke *arrival point* Gudang PT. XYZ Pada konsep validasi melalui perhitungan kuantitatif sistem dikatakan tervalidasi apabila interval μ berada di jangkauan nilai 0. Validasi sistem *loading* sembako di Gudang Bulog PT. XYZ dengan indikator entitas truk yang masuk, dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Perhitungan Validasi

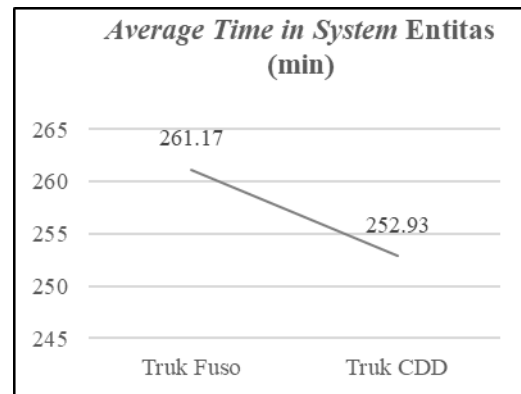
Mean	283,2667
Standard deviation	1130,488
Confidence level	0,95
α	0,05
n	30
n-1	29
$\alpha/2$	0,025
\sqrt{n}	6,6332
$t_{n-1, \alpha/2}$	2,045
hW	422,0839
Lower limit	-138,817
Upper limit	705,3506

Model simulasi sistem eksisting dikatakan telah valid karena interval μ mengandung nilai 0.

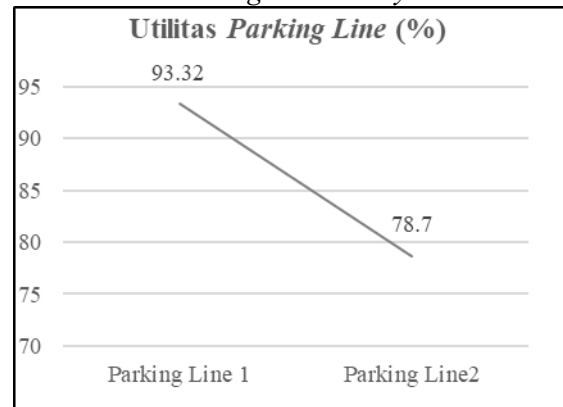
G. Hasil Simulasi Sistem Eksisting

Simulasi optimasi sistem eksisting proses *loading* sembako di PT. XYZ,

Jakarta Utara dilakukan dengan indikator berupa rata-rata waktu yang diperlukan setiap truk setiap kali masuk ke sistem (*average time in system*) mulai dari *start point* hingga ke *exit point* dan utilitas *parking line*.



Gambar 11. Average Time In System Entitas

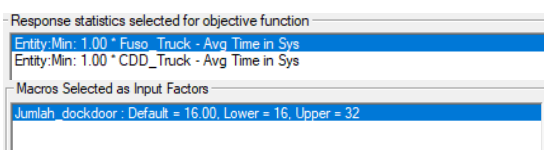


Gambar 12. Utilitas Parking Line

Rata-rata waktu truk Fuso dan CDD dalam sistem berturut-turut adalah 261,17 dan 252,93 menit. Utilitas *parking line* 1 mencapai 93,32% dengan waktu rata-rata entitas 212, 47 menit setiap kedatangan. Sedangkan, *parking line* 2 memiliki utilitas 78,70% dengan waktu rata-rata entitas 179,91 setiap kali kedatangan. Tingginya waktu setiap truk dan utilitas lokasi *parking line*, menandakan lamanya waktu pelayanan truk Fuso dan CDD karena mengantri terlebih dahulu sebelum terlayani di *dock door*. Oleh karena itu, pemaksimalan hasil skenario menggunakan simulasi optimasi dari sistem eksisting diusulkan, dengan tujuan meminimasi jumlah antrian melalui penurunan parameter waktu rata-rata entitas yang masuk ke sistem dengan penambahan jumlah *dock door* di PT. XYZ, Jakarta Utara.

H. Model Simulasi Skenario Usulan

Skenario usulan yang dikembangkan dengan tujuan meminimasi jumlah antrian melalui parameter persen utilitas dan waktu rata-rata entitas yang masuk ke sistem adalah dengan menambah jumlah *dock door* yang tersedia di Gudang PT. XYZ, Jakarta Utara. Rentang jumlah *dock door* yang mampu ditambah berkisar diantara 17 sampai 32 buah. Jumlah *dock door* yang tepat dan memberikan waktu rata-rata truk paling minimal, ditentukan menggunakan simulasi optimasi dengan bantuan *simrunner*. Oleh karena itu, fungsi tujuan yang didefinisikan adalah minimasi rata-rata entitas dalam sistem (*average time in system*). Pemilihan minimasi waktu rata-rata waktu entitas dalam sistem sebagai indikator berkurangnya jumlah antrian, didasarkan pada alasan bahwa semakin sedikitnya rata-rata waktu setiap truk di sistem menandakan semakin sigapnya *dock door* dalam melayani truk, sehingga berimbas pada sedikitnya jumlah antrian yang ada.



Gambar 13. Fungsi Tujuan dan Macros

Hasil optimalisasi jumlah *dock door* menggunakan *simrunner* ditampilkan pada gambar 18.

Entity	Class	Function	Fuso_Truck_Avg_Time_in_Sys	CDD_Truck_Avg_Time_in_Sys	JumlahDockdoor	Iter	MC
2	154.246	164.033	77.477	22.000	370.221	240.554	
1a	-111.846	145.271	71.117	18.000	478.071	181.817	
1b	399.087	200.033	70.024	30.000	417.533	281.320	
1c	-411.058	210.181	70.197	16.000	478.191	181.818	
6	417.770	210.000	210.860	25.000	425.540	207.257	
1d	-474.173	196.111	68.840	18.000	478.191	181.818	
8	492.220	210.320	110.200	22.000	446.970	422.587	
1	-461.967	176.291	77.126	17.000	476.551	178.949	
2	440.860	226.750	223.104	22.000	427.880	441.831	
1f	-494.104	210.181	71.117	18.000	477.191	179.518	
11	401.214	238.270	231.220	22.000	470.090	426.940	
9	-491.001	171.894	68.840	18.000	478.191	181.818	
5	493.504	222.020	240.681	18.000	266.351	424.540	
7	-501.167	176.191	74.810	16.000	478.191	181.818	
10	211.414	260.077	237.200	17.000	210.970	208.000	

Gambar 14. Hasil Optimalisasi Jumlah Dock Door dengan Simrunner

Minimasi waktu rata-rata setiap truk dalam sistem menunjukkan hasil paling optimal ketika dilakukan pembangunan 32 buah *dock door*. Untuk memperjelas perbandingan antara hasil optimalisasi *simrunner* dengan model eksisting

digunakan bantuan *scenario manager*, yaitu skenario *baseline* (eksisting) dan skenario 1 (*dock door* = 32 buah).

Tabel 5. Perbandingan Skenario

Name	Jumlah Dockdoor (buah)
Baseline (sistem eksisting)	16
Skenario 1	32

Tabel 6. Hasil Perbandingan Average Time In System

Name	Entitas	Average Time in System (min)
Baseline	Truk Fuso	261,17
	Truk CDD	184,87
Skenario 1	Truk Fuso	252,93
	Truk CDD	179,48

Tabel 7. Hasil Perbandingan Utilitas

Name	Location	Utilitas (%)
Baseline	Parking Line 1	93,32
	Parking Line 2	84,12
Skenario 1	Parking Line 1	78,70
	Parking Line 2	30,31

Tabel 7 dan 8. mengilustrasikan penurunan waktu rata-rata entitas dalam sistem (*average time in system*) di lokasi *parking line* Gudang PT. XYZ, Jakarta Utara dengan menggunakan skenario 16 buah *dock door* dan 32 buah *dock door*. Penurunan waktu rata-rata setiap truk berarti truk Fuso dan CDD lebih cepat terlayani dan semakin sedikitnya waktu yang dihabiskan truk di *parking line* untuk mengantri. Penurunan jumlah antrian ditandai oleh penurunan persen utilitas penggunaan lokasi *parking line* seperti yang tersaji pada gambar 10. Berdasarkan simulasi optimasi, pengaplikasian jumlah *dock door* 32 buah dinilai yang paling berhasil dalam mengatasi antrian truk Fuso

dan CDD dalam proses *loading* sembako di Gudang PT. XYZ dengan penurunan waktu rata-rata truk Fuso dan CDD dalam sistem sebesar 76,3 menit dan 73,45 menit dari skenario awal. Selain itu, utilitas berkurang sebesar 9,2 % di *parking line* 1 dan 48,39 % di *parking line* 2. Penurunan kedua parameter tersebut mengindikasikan antrian truk Fuso dan CDD menjadi lebih minimum dari skenario eksisting, hal ini ditandai dari semakin sedikitnya penggunaan *parking line* dan lebih sigapnya *dock door* dalam melayani entitas.

5. KESIMPULAN

Hasil simulasi optimasi dengan fungsi objektif minimasi waktu rata-rata yang dihabiskan oleh entitas setiap kali kedatangan di *parking line* menunjukkan penambahan *dock door* hingga berjumlah 32 buah adalah solusi optimal. Untuk memperjelas perbandingan waktu rata-rata setiap kedatangan truk dan utilitas di *parking line* maka dibuat skenario baseline dan skenario 1 (32 buah *dock door*) dengan replikasi sebanyak 44 kali. Perbandingan skenario tersebut dapat memperlihatkan secara jelas penurunan waktu rata-rata dan utilitas di *parking line*. Waktu rata-rata entitas dalam sistem (average time in system) mulai dari start point hingga exit point, mampu diturunkan sebesar 76,3 menit untuk truk Fuso dan 73,45 menit untuk truk CDD. Sedangkan, utilitas berkurang sebesar 9,2 % di *parking line* 1 dan 48,39 % di *parking line* 2. Oleh karena itu, penetapan jumlah *dock door* menjadi 32 buah atau melakukan penambahan 16 buah *dock door* dari skenario eksisting dapat menjadi solusi alternatif untuk mengurangi jumlah antrian pada proses *loading* sembako di PT. XYZ.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnaout, G., Rodriguez-Velasquez, E., Rabadi, G., & Musa, R. (2010). Modeling cross-docking operations using discrete event simulation. CEUR Workshop Proceedings, 601, 113–120.
- Barjis, J. (2010). 6 th International Workshop on Enterprise & Organizational Modeling and Simulation EOMAS 2010 CAiSE 2010 Workshop. 22nd International Conference on Advanced Information Systems Engineering, June, 7–8.
- Briesemeister, R., & Novaes, A. G. N. (2017). Comparing an Approximate Queuing Approach with Simulation for the Solution of a Cross-Docking Problem. Journal of Applied Mathematics, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/4987127>
- Buijs, P., Vis, I. F. A., & Carlo, H. J. (2014). Synchronization in cross-docking networks: A research classification and framework. European Journal of Operational Research, 239(3), 593–608. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.03.012>
- Dwi, R., & Rahadina, A. (2017). Usulan Perbaikan Jalur Inbound Dan Outbound Untuk Mengatasi Antrian Di Gudang 2 PT. WXY Menggunakan Pendekatan Teori Antrian Dan Metode Simulasi. e-Proceeding of Engineering, 2(3), 2804–2814.
- Fishman, G. S. (2001). Discrete-Event Simulation: Modeling, Programming, and Analysis. Springer-Verlag.
- Heragu, S. S., & Kusiak, A. (1991). Efficient models for the facility layout problem. European Journal of Operational Research, 53(1), 1–13. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(91\)90088-D](https://doi.org/10.1016/0377-2217(91)90088-D)
- Ilhamsyah. (2017). MATH unesa. Analisis Sistem Antrian Pada Loading Dock Bongkar Barang di PT Kamadjaja Logistics Gudang K-66 Contrac Logistic nestle, 2(6), 20–26.
- Kogler, C., Stenitzer, A., & Rauch, P. (2020). Simulating combined self-loading truck and semitrailer truck transport in the wood supply chain. Forests, 11(12), 1–15. <https://doi.org/10.3390/f11121245>
- Kusnandar, & Perdana, T. (2014). Simulasi Kejadian Diskret Pada Perancangan Manajemen Logistik Di Unit Layanan Logistik Pertanian: Studi Kasus Di Kecamatan Pangalengan Kabupaten Bandung. Sosiohumaniora, 16(1), 14. <https://doi.org/10.24198/sosiohumaniora.v16i1.5679>
- Rushton, A., Croucher, P. and Baker, P. (2014). Handbook of logistics and distribution management.

- Titarsole, J., & Camerling, B. J. (2017). ANALISIS SISTEM ANTRIAN PADA AREA PARKIR MOBIL TANGKI KE FILLING SHED DENGAN MENGGUNAKAN PROMODEL (Studi Kasus Di PT Pertamina Terminal BBM Wayame Ambon). *Arika*, 11(1), 67–82.
<https://doi.org/10.30598/arika.2017.11.1.67>
- Zhang, G., Nishi, T., Turner, S. D. O., Oga, K., & Li, X. (2017). An integrated strategy for a production planning and warehouse layout problem: Modeling and solution approaches. *Omega (United Kingdom)*, 68, 85–94.
<https://doi.org/10.1016/j.omega.2016.06.005>