

PERANCANGAN ULANG TATA LETAK PRODUK PADA GUDANG UNTUK MENGURANGI BIAYA PENANGANAN MATERIAL

Mirna Lusiani¹, Rahmad Inca Liperda²

^{1,2}Teknik Logistik, Universitas Pertamina
Jl. Teuku Nyak Arief, Simprug, Jakarta 12220, Indonesia
¹mirna.lusiani@universitaspertamina.ac.id
²inca.liferda@universitaspertamina.ac.id

ABSTRAK

Logistik memiliki peran penting bagi perusahaan. Beberapa aktivitas logistik seperti memastikan kondisi barang yang akan dikirim ke konsumen sudah dalam kuantitas, kualitas, tempat, dan waktu yang tepat menjadi faktor dalam meningkatkan kepuasan konsumen. Fasilitas yang mendukung dari aktivitas tersebut adalah gudang. Untuk meningkatkan produktivitas gudang diperlukan penanganan *material* yang baik. Penelitian ini dilakukan pada perusahaan produsen kaca lembaran dengan berbagai jenis dan ukuran. Permasalahan yang terjadi pada perusahaan adalah penyimpanan produk akhir kaca pada gudang tidak diatur sesuai perputaran penjualannya sehingga menghambat proses *order picking* di gudang. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk merancang ulang tata letak produk pada gudang untuk mengurangi biaya penanganan material. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Class Based Storage*, *Dedicated Storage*, *Cube per Order Index*, dan Simulasi. Diperoleh 27 skenario usulan hasil simulasi dari segi tata letak, *arrival*, dan jumlah *forklift*. Berdasarkan hasil perhitungan *Performance Management* maka dipilih tata letak dengan kebijakan *Dedicated Storage* dan jumlah *forklift* sebesar satu *forklift storage* dan satu *forklift delivery*.

Kata Kunci: Gudang, Penanganan Material, *Class Based Storage*, *Dedicated Storage*, Simulasi

ABSTRACT

Logistics has an important role in the company. Several activities in logistics such as ensuring the condition of goods to be sent to customers is in the right quantity, quality, place, and time become a factor that increase customer satisfaction. Facility that support the activities is warehouse. To increase warehouse productivity requires the right material handling in the warehouse. This research is conducted in a glass company that produce glass sheet in many types and sizes. The problem in the warehouse is that the company did not consider the Input/Output (I/O) rate. In results, many glass sheets with high I/O rate is located in non-convenient location. Therefore, this research is focused on redesigning the product layout at the warehouse to reduce material handling cost. The methods that is used for this research are *Class Based Storage*, *Dedicated Storage*, *Cube per Order Index*, and Simulation. There will be 27 scenarios for the simulation which consider the storage policy, the arrival, and the number of forklifts resources. According to the measurement of *Performance Management*, *Dedicated Storage* is chosen among those three policies, with one storage forklift and one delivery forklift.

Keywords: Warehouse, Material Handling, *Class Based Storage*, *Dedicated Storage*, Simulation.

PENDAHULUAN

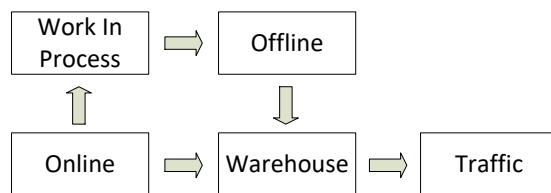
Dalam dunia industri, performa perusahaan sangat ditentukan oleh beberapa faktor, seperti kualitas produk, dan kemampuan perusahaan untuk memenuhi pesanan yang dijanjikan, sehingga kebutuhan pelanggan dapat terpenuhi dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Dalam hal pemenuhan kepuasan pelanggan, seluruh bagian yang berada di perusahaan harus saling bekerja sama untuk melakukan proses produksi, penjualan, pengiriman, penyimpanan dan sebagainya.

Pada proses penjualan, pengiriman, dan penyimpanan peran rantai pasok sangatlah krusial (Corina *et al.*, 2013).

Rantai pasok memiliki peran untuk mengirimkan barang yang tepat, dengan jumlah yang tepat, pada konsumen yang tepat, di tempat yang tepat, waktu yang tepat, pada kondisi baik, dan harga yang tepat (Richards, 2014). Pada hal ini, gudang memiliki peran yang signifikan. Mengirim barang yang tepat dengan jumlah yang tepat bergantung pada

kegiatan *picking* dan *dispatching* di gudang. Mengirimkan pada konsumen yang tepat, tempat yang tepat, dan waktu yang tepat membutuhkan ketepatan dalam memberikan label produk dan proses pengangkutan pada kendaraan yang tepat dengan waktu yang cukup untuk memenuhi *deadline* pengiriman. Kondisi baik berarti gudang harus memastikan produk keluar dari gudang dengan bersih dan tanpa kerusakan. Terakhir, harga yang tepat membutuhkan operasi yang efisien dalam hal biaya. Untuk meningkatkan produktivitas dari gudang diperlukan pengurangan *picking time*, dan disaat yang sama meningkatkan utilisasi dari ruangan (Richards, 2014).

Perusahaan yang menjadi objek penelitian merupakan produsen dibidang manufaktur kaca yang memproduksi berbagai macam jenis kaca. Penelitian dilakukan di divisi *float* yang memproduksi kaca lembaran dengan berbagai jenis dan ukuran. Pada rantai produksi tersebut, dapat dilihat alur dari pekerjaan pembuatan kaca lembaran secara sederhana adalah sebagai berikut:

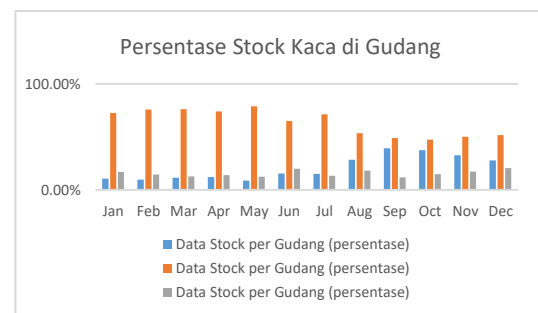


Gambar 1. Alur Proses Bisnis Sederhana

Berdasarkan gambar 1, dapat dilihat bahwa gudang (*warehouse*) memiliki peran yang sangat penting karena terhubung pada hampir semua proses-proses yang krusial bagi perusahaan. *Online* merupakan proses pembuatan kaca dari awal sampai dengan barang jadi yang bekerja selama 24 jam, jika hasil produksi sudah memenuhi kriteria barang jadi, maka akan dikirim ke gudang, tetapi jika belum memenuhi kriteria barang jadi, maka akan dimasukkan ke dalam penyimpanan *Work In Process* (WIP). Jika barang masuk penyimpanan WIP, maka selanjutnya akan diproses di bagian *Offline* yang bekerja berdasarkan shift dimana bagian *Offline* bertugas untuk memperbaiki hasil produksi agar bisa memenuhi kriteria barang jadi dan bisa masuk ke gudang. Selanjutnya, hasil-hasil produksi yang ada di gudang akan dikirimkan sesuai dengan pesanan yang

masuk dan dipindahkan ke bagian *Traffic*, yang bertugas untuk melakukan pengiriman barang kepada konsumen.

Sistem pekerjaan di perusahaan saat ini menggunakan sistem *push* dimana produksi akan dilakukan terus menerus tanpa henti selama 24 jam karena beberapa faktor tertentu yang justru akan menyebabkan kerugian bagi perusahaan jika produksi tidak dilakukan selama 24 jam. Hal ini membuat peranan gudang pada perusahaan semakin krusial dalam keberlangsungan perusahaan dan menjadi salah satu alasan dilakukannya penelitian di gudang pada divisi *float*. Divisi *float* memiliki 3 rantai produksi yaitu rantai produksi F1, F2, dan F3. Berikut merupakan grafik yang menunjukkan stok di gudang pada masing-masing rantai produksi yang disajikan dalam bentuk persentase pada gambar 2.



Gambar 2. Persentase Stok Kaca pada Rantai Produksi F1, F2, F3

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa rantai produksi F2 memiliki stok yang paling banyak setiap bulannya sepanjang tahun 2017 dengan rata-rata 63.83%, sedangkan rata-rata stok gudang pada rantai produksi F1 hanya 20.71% dan F3 hanya 15.46%. Hal ini yang membuat penelitian dilakukan pada gudang di rantai produksi F2 (*Warehouse Float 2/WHF2*).

Gudang pada rantai produksi F2 saat ini memiliki luas 30.933 m² dimana luas gudang yang digunakan untuk penyimpanan adalah 25.452 m². Gudang rantai produksi F2 memiliki 4 kolom lokasi secara umum, yaitu lokasi A, B, C, dan SS. Tiap lokasi dibedakan kembali berdasarkan nomor, yaitu nomor 01 sampai dengan 07 untuk kolom A, nomor 01 sampai 14 untuk kolom B dan C, dan terakhir nomor 01 sampai 16 untuk kolom SS. Penempatan kaca pada gudang saat ini hanya dibedakan berdasarkan tujuan pengiriman

kaca, dimana kaca lokal ditempatkan pada lokasi A dan B, kaca ekspor ditempatkan pada lokasi B dan C, dan lokasi SS digunakan untuk menyimpan kaca *Strip Stock* yaitu kaca yang tidak dibungkus dengan *box*. Kaca pada lokasi ini hanya diletakkan pada pallet dan dibungkus dengan plastik.

Pergerakan kaca pada lokasi A, B, dan C saat ini menggunakan *forklift* yang dijalankan oleh 2 operator, dimana satu operator bertugas untuk mengendarai *forklift* dan yang lainnya membantu mengarahkan jalan. Sedangkan pada lokasi SS pergerakan kaca dilakukan oleh *Hoist Crane* yang digerakkan oleh operator. Kaca yang masuk pada gudang dimulai dari *Transit Area*, lalu operator gudang melakukan pencatatan dan pemberian nama atau kode pada pallet maupun *box* kaca yang masuk. Kemudian kaca dibawa masuk dengan menggunakan *forklift* dan disimpan pada lokasi-lokasi yang tersedia.

Jumlah *forklift* yang terdapat pada gudang saat ini ada 5, dimana *forklift* tersebut dialokasikan pada bagian penyimpanan 1 buah, bagian pengiriman 3 buah, dan *stock keeper* 1 buah. Bagian penyimpanan adalah bagian yang bertugas untuk membawa kaca yang masuk di *Transit Area* ke dalam lokasi penyimpanan. Bagian pengiriman adalah bagian yang bertugas mengambil kaca yang terdapat pada lokasi penyimpanan ke *Loading Deck*, pada bagian pengiriman terdapat 3 *forklift* yang ditugaskan untuk memasukkan kaca dari *Loading Deck* ke dalam container, mengambil barang ekspor ke *Loading Deck*, dan mengambil barang lokal ke *Loading Deck*. Bagian yang terakhir adalah bagian *Stock Keeper* yang bertugas untuk memperbaiki kaca yang rusak dan menjaga kaca yang ada pada lokasi penyimpanan. *Stock Keeper* juga memiliki lokasi sendiri yaitu dibelakang lokasi B14 dan lokasi C14.

Forklift pada masing-masing bagian memiliki tempat parkir nya sendiri, yaitu untuk *forklift* penyimpanan memiliki tempat parkir di *Transit Area*, *forklift* pengiriman memiliki tempat parkir di *Loading Deck*, dan yang terakhir, *forklift Stock Keeper* memiliki tempat parkir di area *Stock Keeper* itu sendiri. Permasalahan yang terdapat pada perusahaan adalah kondisi gudang perusahaan yang terlalu acak dan tidak seragam. Selain itu

kaca-kaca tidak disusun berdasarkan tingkat *Input/Output (I/O)* nya sehingga banyak kaca yang memiliki tingkat I/O justru malah terdapat di bagian gudang yang sulit dijangkau oleh operator.

Perusahaan menerapkan sistem *Randomized Storage* dikarenakan belum ada kebijakan tata letak yang dijalankan oleh perusahaan. Tetapi saat ini perusahaan sudah sedikit membedakan lokasi penyimpanan berdasarkan tujuan pengiriman. Selain itu, perusahaan belum menerapkan prinsip penyimpanan gudang yang dapat digunakan untuk membagi kriteria-kriteria hasil produksi lain seperti warna kaca, ukuran kaca, ketebalan kaca, kualitas kaca, tipe *packaging*, dan sebagainya.

Penerapan prinsip *Randomized Storage* ini dapat mengakibatkan beberapa hal seperti stok kaca yang tidak seragam, atau stok kaca yang seragam berada pada lokasi yang berbeda, dan juga perusahaan membutuhkan perangkat lunak (*software*) yang canggih untuk mendeteksi lokasi dari hasil produksi. Hal-hal ini menyebabkan operator tidak dapat mempelajari lokasi dari hasil produksi dan mengalami kesulitan dalam mencari barang yang ingin dikirim. Akibatnya, operator yang menggerakkan *forklift* membutuhkan waktu yang lama dalam melakukan pengiriman. Selain itu, pada saat mencari hasil produksi, operator tentu mengendarai *forklift* dan akibatnya, menimbulkan biaya pengiriman barang yang lebih tinggi karena *forklift* berputar-putar untuk mencari hasil produksi di gudang.

Selain masalah mengenai tata letak gudang, peneliti juga mendapati banyak *forklift* yang menganggur selama proses penelitian, oleh karena itu peneliti melakukan perbaikan jumlah sumber daya *forklift* baik dari bagian penyimpanan (*Storage*) maupun pengiriman (*Delivery*). Seperti yang dilakukan oleh Šaderová *et al* (2018) yang mencari jumlah sumber daya *forklift* yang optimal dengan menggunakan simulasi.

Penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan *Warehouse Management System* dan simulasi diantaranya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Cimino, Longo dan Mirabelli (2010), Norman *et al.* (2012), Alejandra *et al.*

(2013), Kostrzewski (2016), dan Šaderová, Marasová dan Galliková (2018), yang melakukan penelitian pada gudang dengan metode simulasi. Selain itu Camacho (2011) melakukan penelitian pada gudang dengan metode Analisis ABC, Ouhood, Guezzen dan Sari (2016) melakukan penelitian pada gudang dengan metode *Class Based Storage*, Chang dan Ho (2016) melakukan penelitian pada gudang dengan metode *Class Based Storage* dan *Cube per Order Index*. Ekren, Sari dan Lerher (2015) dan Peixoto *et al.* (2016) melakukan penelitian pada gudang dengan menggabungkan dua metode yaitu *Class Based Storage* dan simulasi. Shihai dan Zhiqiang (2016) juga melakukan penelitian dengan objek gudang menggunakan dua metode, yaitu RFID dan simulasi. Fumi, Scarabotti dan Schiraldi (2013) juga melakukan penelitian di gudang dengan metode *Dedicated Storage* dan Simulasi.

Zhang (2016) melakukan penelitian dengan tiga metode pada gudang, yaitu *Full Turnover Storage*, Analisis ABC, dan SCAS. Terakhir, Chan dan Chan (2011) melakukan penelitian pada gudang dengan metode *Class Based Storage*, *Cube per Order Index*, dan simulasi. Berdasarkan penjelasan di atas, peneliti melakukan penelitian saat ini dengan 3 konsep kebijakan penyimpanan pada *Warehouse Management System* yaitu *Class Based Storage*, *Dedicated Storage*, dan *Cube per Order Index*. Selain itu peneliti juga menambahkan metode simulasi yang akan diterapkan pada ketiga konsep tata letak tersebut dengan perangkat lunak *ProModel*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan observasi awal yang dilakukan langsung di lantai produksi yang terdapat pada objek penelitian. Dilanjutkan dengan pendahuluan dimana identifikasi masalah ditentukan, perumusan masalah dan tujuan serta manfaat penelitian. Kemudian dilakukan studi literatur yang berhubungan dengan masalah diiringi dengan tinjauan pustaka atas literatur yang diambil. Penelitian dilanjutkan dengan pengumpulan data baik data primer maupun sekunder, dimana data primer diambil melalui observasi langsung dan wawancara dengan pihak-pihak terkait. Kemudian data primer yang dikumpulkan diuji kecukupannya, jika cukup akan dilanjutkan ke tahap penentuan distribusi

data, jika tidak maka akan dilakukan pengumpulan data kembali.

Tahap berikutnya dilanjutkan dengan pembuatan model simulasi. Model simulasi ini disesuaikan dengan sistem nyata saat ini. Berikutnya dilakukan verifikasi model, jika model sudah terverifikasi maka dilanjutkan ke tahap validasi model. Setelah model valid, dilanjutkan ke tahap pengukuran biaya dan *picking time*.

Selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap beberapa konsep dalam kebijakan penyimpanan berdasarkan *Warehouse Management System*, seperti konsep *Class Based Storage* yaitu membagi produk menjadi beberapa kelas dan mengalokasikannya pada tiap lokasi berdasarkan kelasnya, *Dedicated Storage* yaitu penyimpanan produk yang mengalokasikan produk berdasarkan jenisnya, luas penyimpanan setiap jenis item ditentukan berdasarkan nilai maksimum penyimpanan, dan *Cube per Order Index* yaitu sebuah nilai untuk mengalokasikan produk pada suatu kelas tertentu, berdasarkan rasio dari kebutuhan ruang dari tiap produk dibagi dengan jumlah pengiriman dari suatu periode yang ditentukan. Dilanjutkan dengan pembuatan sistem simulasi usulan dan pengukuran biaya dan *picking time* dari sistem usulan yang kemudian dianalisis. Terakhir, dibuat kesimpulan dan saran bagi penelitian selanjutnya.

Adapun beberapa metode yang digunakan dalam penelitian ini, diantaranya yaitu metode observasi dan wawancara yang dilakukan dalam pengumpulan data primer, seperti data waktu *forklift* dan operator-operator gudang, data kecepatan *forklift*, data kapasitas *forklift* dan sebagainya. Selain itu pengumpulan data lain seperti data *Carry In*, *Delivery* dan stok rata-rata perhari diberikan langsung oleh perusahaan sehingga tergolong data sekunder. Konsep kebijakan penyimpanan berdasarkan *Warehouse Management System*, seperti konsep *Class Based Storage*, *Dedicated Storage*, dan *Cube per Order Index*. Simulasi yang dilakukan adalah simulasi yang bersifat diskrit, dengan bantuan perangkat lunak *ProModel*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 3 merupakan gambar *layout* pada gudang lantai produksi F2. Seperti yang sudah dijelaskan pada latar belakang sebelumnya, gudang ini memiliki luas 30.933 m² dan luas gudang yang digunakan untuk penyimpanan adalah 25.452 m².



Gambar 3. Layout Gudang F2

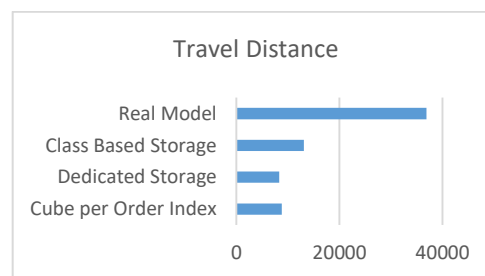
Hasil dari penerapan metode-metode yang diusulkan sebelumnya, dirangkum pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil Skenario Usulan

Kode Skenario	Jarak Tempuh (m)	Biaya Konsumsi Solar (Rupiah)
CBSH11	16330	255,576.04
CBSH12	15625	244,985.41
CBSH21	17165	262,781.13
CBSN11	12594	193,831.04
CBSN12	13469	198,985.04
CBSN21	13286	204,964.72
CBSL11	9956	147,560.14
CBSL12	9455	139,404.19
CBSL21	10101	150,654.96
DCSH11	10496	232,024.72
DCSH12	10274	227,870.03
DCSH21	10654	233,724.55
DCSN11	8392	183,678.49
DCSN12	8093	178,811.17
DCSN21	8661	188,422.67
DCSL11	5991	129,764.42
DCSL12	5794	130,271.14
DCSL21	6270	135,201.05

Kode Skenario	Jarak Tempuh (m)	Biaya Konsumsi Solar (Rupiah)
COIH11	10796	228,019.42
COIH12	11179	232,509.23
COIH21	11367	238,157.83
COIN11	9004	186,835.90
COIN12	8817	185,624.62
COIN21	8929	183,089.00
COIL11	6219	131,589.42
COIL12	6377	131,353.22
COIL21	6623	134,353.15
Sekarang	36900	307,844.79

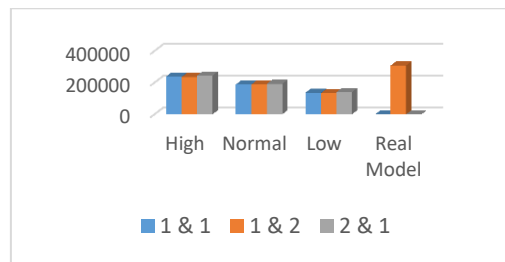
Simulasi sistem usulan akan dibuat menjadi 27 skenario. Skenario-skenario tersebut dibuat dengan mengkombinasikan kebijakan tata letak yang digunakan, seperti *Class Based Storage*, *Dedicated Storage*, dan *Cube per Order Index*. Kombinasi lain untuk membuat skenario tersebut adalah *Arrival* yang dibuat berbeda-beda berdasarkan Tabel 1. Kombinasi terakhir adalah dengan kombinasi jumlah *forklift* baik itu *forklift Storage* maupun *forklift Delivery*. Skenario-skenario yang sudah dibuat tersebut kemudian dibuatkan menjadi kode-kode skenario yang merupakan singkatan dari kombinasi skenario. Seperti contoh CBSH11 berarti skenario yang menggunakan kebijakan tata letak *Class Based Storage*, dengan *Arrival High* dan jumlah *forklift Storage* dan *Delivery* masing-masing 1 buah.



Gambar 4. Grafik Travel Distance

Jika dilihat dari segi Tata Letak, maka kebijakan penyimpanan yang memberikan rata-rata jarak tempuh yang paling kecil adalah *Dedicated Storage* dengan rata-rata jarak tempuh sebesar 8291.667 meter (delapan ribu dua ratus sembilan puluh satu koma enam ratus enam puluh tujuh meter) dibandingkan dengan *Class Based Storage* dengan rata-rata jarak tempuh 13109 meter (tiga belas ribu seratus sembilan meter) dan *Cube per Order Index* dengan rata-rata Jarak Tempuh 8812.333 meter (delapan ribu delapan ratus

dua belas koma tiga ratus tiga puluh tiga meter).



Gambar 5. Grafik Material Handling Cost

Jika dilihat dari segi biaya bahan bakar maka pada saat *Arrival High* kombinasi jumlah *forklift* yang optimal adalah 1 *forklift Storage* dan 2 *forklift Delivery* dengan rata-rata biaya bahan bakar Rp 235,121,00 dibandingkan dengan 1 *forklift Storage* dan 1 *forklift Delivery* dengan rata-rata biaya bahan bakar Rp 238,540,00 dan 2 *forklift Storage* dan 1 *forklift Delivery* dengan rata-rata biaya bahan bakar Rp 244,887,00. Jika dilihat dari segi biaya bahan bakar, maka pada saat *Arrival Normal* kombinasi jumlah *forklift* yang optimal adalah 1 *forklift Storage* dan 2 *forklift Delivery* dengan rata-rata biaya bahan bakar Rp 187,806,00 dibandingkan dengan 1 *forklift Storage* dan 1 *forklift Delivery* dengan rata-rata biaya bahan bakar Rp 188,115,00 dan 2 *forklift Storage* dan 1 *forklift Delivery* dengan rata-rata biaya bahan bakar Rp 192,158,00. Jika dilihat dari segi biaya bahan bakar, maka pada saat *Arrival Low* kombinasi jumlah *forklift* yang optimal adalah 1 *forklift Storage* dan 2 *forklift Delivery* dengan rata-rata biaya bahan bakar Rp 133,676,00 dibandingkan dengan 1 *forklift Storage* dan 1 *forklift Delivery* dengan rata-rata biaya bahan bakar Rp 136,304,00 dan 2 *forklift Storage* dan 1 *forklift Delivery* dengan rata-rata biaya bahan bakar Rp 140,069,00.

SIMPULAN DAN SARAN

Jarak Tempuh pada Simulasi Model Nyata adalah 36900 meter dengan total biaya bahan bakar pada model saat ini adalah Rp 307,944,00. Skenario yang diusulkan adalah kombinasi antara 3 metode tata letak, 3 jenis kedatangan (*high*, *normal*, dan *low*), serta 3 kombinasi jumlah *forklift*. Kombinasi-kombinasi tersebut menghasilkan 27 skenario usulan. Dilihat dari sisi biaya bahan bakar maka jumlah sumber daya *forklift* yang optimal adalah satu *forklift Storage* dan dua

forklift Delivery untuk setiap jenis *Arrival*, baik *High*, *Normal*, atau *Low*.

Berdasarkan hasil model usulan dan perhitungan *Performance Management* maka dipilih tata letak dengan kebijakan penyimpanan *Dedicated Storage* dan jumlah sumber daya *forklift* adalah satu *forklift Storage* dan satu *forklift Delivery* dengan rata-rata biaya bahan bakar pada model usulan Rp 181,822,00, rata-rata jarak tempuh sebesar 8293 meter.

Saran bagi penelitian yang akan datang adalah menambah objek penelitian sehingga tidak terbatas pada dimensi produk dan tujuan pengiriman sehingga usulan tata letak yang diberikan dapat lebih bermanfaat bagi perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alejandra, M., Hernandez, G., Felipe, A., & Uninove, H. L. (2013). *Reduction of the Inventory in a Packaging Industry Using Discrete Events Simulation*. 1–10.
- Anna Corina, C., Alberto DeMarco, C., & Rafele Sergio, V. (2013). Using System Dynamics in Warehouse Management: A Fast-Fashion Case Study. *Manufacturing Technology Management*, 22, 171–188.
- Camacho, M. V. (2011). *Warehouse Logistic and Internal Distribution Optimization*. 1–9.
- Chan, F. T. S., & Chan, H. K. (2011). Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 2686–2700.
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.08.058>
- Chang, E., & Ho, C. B. (2016). Constrained Clustering Method for Class-Based Storage Location Assignment in Warehouse. *Industrial Management & Data Systems*, 116(4).
- Cimino, A., Longo, F., & Mirabelli, G. (2010). A General Simulation Framework for Supply Chain Modeling: State of the Art and Case Study. 7(2). Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1004.3271>
- Ekren, B. Y., Sari, Z., & Lerher, T. (2015). Warehouse design under class-based storage policy of shuttle-based storage and retrieval system. *IFAC-PapersOnLine*, 28(3), 1152–1154.
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.239>
- Fumi, A., Scarabotti, L., & Schiraldi, M. M. (2013). *Minimizing Warehouse Space with a*

-
- Dedicated Storage Policy Regular Paper. 5, 1–8.*
- Kostrzewski, M. (2016). Application of Simulation Method in Analysis of Order-Picking Processes in a High-Rack Warehouse. *Research in Logistics and Production*, 309–319.
- Norman, A. De, Bateman, R., Ph, D., & Coca-cola, C. (2012). *Warehouse Simulation: Quick and Effective About the Authors*. 1–17.
- Ouhoud, A., Guezzen, A., & Sari, Z. (2016). Comparative Study between Continuous Models and Discrete Models for Single Cycle Time of a Multi-Aisles Automated Storage and Retrieval System with Class Based Storage. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 1341–1346.
- Peixoto, R., Dias, L., Carvalho, M. S., Pereira, G., & Geraldies, C. A. S. (2016). An automated warehouse design validation using discrete simulation. *IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Proceedings, ITSC*, 199–204.
<https://doi.org/10.1109/ITSC.2016.7795554>
- Richard, G. (2014). *Warehouse Management*. London: Kogan Page.
- Šaderová, J., Marasová, D., & Galliková, J. (2018). Simulation as logistic support to handling in the warehouse: Case study. *TEM Journal*, 7(1), 112–117.
<https://doi.org/10.18421/TEM71-13>
- Shihai, T., & Zhiqiang, W. (2016). Research on Simulation and Optimization of Tobacco Logistics Center Based on Flexsim. *International Journal of U- and e- Service, Science and Technology*, 9(5), 143–156.
- Zhang, Y. (2016). Correlated Storage Assignment Strategy to reduce Travel Distance in Order Picking. *IFAC-PapersOnLine*, 49(2), 30–35.
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.03.006>