

# Pengaruh Formasi Penyimpanan Metode *Volume Based* Terhadap Unjuk Kerja Strategi *Routing Order Picking* Menggunakan Strategi *Midpoint* dan *Largespap*

Kurniawan Eka Syuhada

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura  
kurniawanekasyuhada12@gmail.com

Abstrak – Aktivitas pengambilan produk (*order picking*) menjadi salah satu masalah dalam pergudangan, mahalnya biaya dan jarak tempuh yang panjang menjadi permasalahan utama. Efektivitas dan efisiensi jarak tempuh menjadi poin penting dalam meminimalisir biaya pergudangan, salah satunya dengan menggunakan strategi *routing* yang tepat dan metode penyimpanan yang tepat. Penelitian ini merupakan eksperimen berbasis simulasi menggunakan Netlogo untuk mengukur pengaruh kinerja aktivitas gudang dalam hal *order picking*, penelitian ini menggunakan 2 strategi *routing midpoint* dan *larges gap* yang dikombinasikan dengan 4 model penyimpanan *volume based (diagonal, within-aisle, cross-aisle dan perimeter)* berdasarkan hukum pareto dengan menggunakan 4 level proporsi penyimpanan produk. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan didapatkan hasil perbandingan rata-rata jarak terpendek sebagai berikut formasi *diagonal* menggunakan *strategy midpoint* dengan rata-rata jarak terpendek 116,67, formasi *within aisle* menggunakan *strategy midpoint* dengan rata-rata jarak terpendek 127,01, formasi *cross aisle* menggunakan *strategy larges gap* dengan rata-rata jarak terpendek 91,64 dan formasi *perimeter* menggunakan *strategy midpoint* dengan rata-rata jarak terpendek 123,88. Pemilihan strategi yang tepat dan model penyimpanan yang tepat dapat mengoptimalkan aktivitas *order picking* di Gudang karena dapat mempersingkat jarak dan waktu pengambilan barang.

Kata kunci: *Formasi* penyimpanan *volume-based*, *order picking*, *routing*, simulasi netlogo.

## 1. Pendahuluan

Pergudangan dalam dunia industri telah menjadi salah satu faktor yang memegang peranan penting dalam rantai pasok, namun tidak sedikit dari perusahaan mengabaikan peran gudang itu sendiri, padahal apabila gudang dikelola dengan baik maka akan sangat memberi keuntungan tersendiri bagi perusahaan, lewat penghematan biaya dari aktivitas-aktivitas gudang yang tidak efisien. Umumnya, aktivitas gudang terdiri dari aktivitas penerimaan (*receiving*), penyimpanan (*storage*), mengambil (*picking*), kemas (*packing*) dan pengiriman (*shipping*) dari kelima proses operasi gudang tersebut yang memiliki biaya yang paling mahal ialah pada aktivitas

mengambil (*picking*) tercatat pada study Tompkins et al. (1996) dalam Roodbergen, K. (2001) yang menyatakan bahwa 55% biaya dari seluruh aktivitas pergudangan ialah biaya mengambil (*picking*). Hal ini dikarenakan pada proses mengambil (*picking*) dilakukan secara terus-menerus sehingga biaya angkut produk saat mengambil akan terus bertambah.

Biaya mengambil (*picking*) akan lebih mahal jika letak penyimpanan dan rute pengambilan produk dilakukan dengan tidak efisien. Sebuah studi di United Kingdom pada tahun 1988 menyatakan bahwa yang paling mempengaruhi aktivitas *order picking* ialah waktu perjalanan yakni sebanyak 50% dibandingkan waktu aktivitas lain dalam proses *order picking*.

Merujuk pada penelitian terdahulu yang telah dilakukan Januari (2017) penelitian tersebut menggunakan 2 strategi *routing* dalam pengambilan produk, yaitu strategi *s-shape* dan strategi *return*. Strategi tersebut dikombinasikan dengan pola penyimpanan *volume based storage* yang memiliki 4 model penyimpanan yaitu *diagonal, within aisle, cross aisle dan perimeter*, model penyimpanan tersebut memiliki karakteristik dan keunikan masing-masing. Berdasarkan hukum pareto yang membagi aktivitas gudang berdasarkan level aktivitas *storage* dan *retrieval* (S/R) dalam gudang, yaitu 80% aktivitas pergudangan (S/R) diberikan pada 20% dari jumlah item di gudang, 15% aktivitas pergudangan (S/R) diberikan pada 30% dari jumlah item di gudang, dan yang terakhir 5% aktivitas pergudangan (S/R) diberikan pada 50% dari jumlah item digudang. Berdasarkan hukum pareto aktivitas (S/R) pada produk turnover tinggi akan memiliki aktivitas yang tinggi pula. Pada penelitian tersebut berdasarkan hukum pareto membagi 3 jenis produk yang dibagi ke dalam kategori produk A memiliki *turnover* tinggi, produk B kategori *turnover* sedang dan produk C memiliki kategori *turnover* rendah. Hukum pareto juga digunakan dalam penelitian tersebut dalam membagi luas lokasi rak penyimpanan produk sesuai dengan volume masing-masing yang telah ditentukan. Penelitian tersebut membagi level proporsi produk ke dalam 4 level dengan total jumlah produk sebanyak 38 buah, level pertama jumlah produk item A = 19, B = 11 dan C = 8, level kedua jumlah produk item A = 30, B = 6, dan C = 2, level ketiga jumlah produk item A = 33, B = 5 dan C = 0, kemudian level keempat jumlah

produk item A = 35, B = 0 dan C = 3. Berdasarkan beberapa aspek tersebut dilakukan eksperimen percobaan pada masing-masing strategi *routing s-shape* dan *return* yang di kombinasikan dengan model penyimpanan dan level proporsi produk dan dilakukan *running* data menggunakan *software* Netlogo dengan 100 kali repetisi. 100 kali repetisi dipilih karena pola data bersifat *steady state*, setelah dilakukan repetisi sebanyak 100 kali kemudian dicari hasil rata-rata jarak terpendek dari masing-masing strategi tersebut.

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian yang dilakukan Januari (2017). Penelitian ini mengambil rujukan dari penelitian sebelumnya dari jenis penyimpanan, jumlah produk, level proporsi dan jumlah eksperimen yang dilakukan dengan menggunakan strategi yang berbeda. Penelitian ini menggunakan 2 strategi *routing* yang belum digunakan pada penelitian sebelumnya yaitu strategi *routing midpoint* dan strategi *routing larges-gap*. Penelitian ini menggunakan metode penyimpanan *Volume Based Storage* yang memiliki 4 model penyimpanan kemudian dilakukan eksperimen berupa simulasi *order picking* pada tiap-tiap model penyimpanan menggunakan 2 strategi *routing* dan menggunakan 4 jenis proporsi penyimpanan produk yang mana tiap formasi, strategi dan model penyimpanan tersebut akan dilakukan uji coba simulasi sebanyak 100 kali untuk mendapatkan hasil optimal dari masing-masing strategi tersebut. Untuk mendapatkan hasil yang akurat simulasi dilakukan menggunakan *tools* berupa sebuah aplikasi berbasis *agent* yaitu Net-Logo dan menggunakan metode MASIM dalam membantu membangun simulasi tersebut. Metode MASIM digunakan sebagai panduan dalam menentukan langkah-langkah proses awal simulasi sampai pada fase akhir simulasi. Penelitian ini membandingkan hasil penelitian dari simulasi *order picking* yang dilakukan oleh Januari (2017) yang menggunakan strategi *s-shape* dan *return* dengan strategi *midpoint* dan strategi *larges-gap* untuk mendapatkan hasil yang paling optimal dari tiap-tiap strategi *order picking* pada berbagai formasi proporsi penyimpanan dan model penyimpanan produk di gudang. Berdasarkan berbagai pernyataan diatas maka penulis mengambil penelitian dengan judul **“Pengaruh Formasi Penyimpanan Metode Volume Based Terhadap Unjuk Kerja Strategi Routing Order Picking Menggunakan Strategi Midpoint dan Larges Gap”**. Fokus dari penelitian ini ialah menguji *strategy routing order picking* yang paling optimal dari berbagai *formasi* penyimpanan metode *volume based* dan membandingkan dengan hasil penelitian Januari (2017).

Tujuan dari penelitian ini merupakan pemecahan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya adapun tujuan dari penelitian ini ialah Menciptakan simulasi aktivitas di dalam gudang menggunakan netlogo, untuk mengetahui pengaruh *formasi* penyimpanan metode *volume-based* terhadap unjuk kerja *strategy routing order picking* dan

membandingkan seberapa besar pengaruh *formasi* penyimpanan metode *volume-based* terhadap jarak tempuh pengambilan berdasarkan beberapa *strategy routing order picking Midpoint* dan *Larges Gap*. Penelitian ini Membandingkan tiap-tiap strategi *order picking midpoint* dan *larges gap* dengan strategi *s-shape* dan *return* yang digunakan pada penelitian sebelumnya untuk mengetahui efektifitas dan untuk mendapatkan strategi yang paling optimal digunakan dan memberikan rekomendasi *strategy routing order picking* yang paling optimal pada tiap *formasi* penyimpanan metode *volume based*.

## 2. Teori Dasar

### Gudang

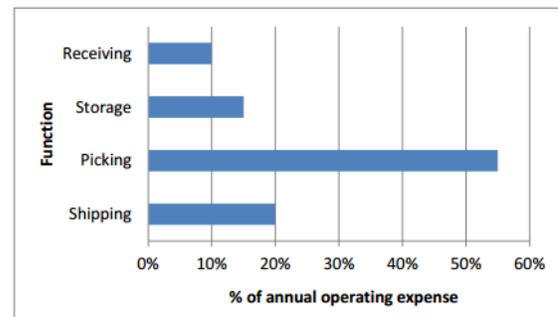
Menurut Lambert (2001) pengertian gudang didefinisikan sebagai berikut: “Gudang adalah bagian dari sistem logistik perusahaan yang menyimpan produk-produk (*raw material, port, goods inprocess, finished goods*) pada dan antara titik sumber (*point-of-origin*) dan titik konsumsi (*Point-ofconsumption*), dan menyediakan informasi kepada manajemen mengenai status, kondisi, dan disposisi dari item-item yang disimpan.”

### Aktivitas-Aktivitas Pergudangan

Hompel, M.t and Schmidt, T. (2007) banyak aktivitas yang dilakukan di dalam gudang namun operasi yang paling khas pada pergudangan ialah menerima, penyimpanan, *picking, packing* dan pengiriman.

### Order picking

*Order picking* merupakan salah satu aktivitas yang terdapat pada gudang dan merupakan aktivitas termahal dibandingkan dengan aktivitas-aktivitas lain dalam gudang. Tercatat pada study Tompkins (1996) yang menyatakan bahwa 55% biaya dari seluruh aktivitas pergudangan ialah biaya *picking*, hal ini dikarenakan pada proses *picking* dilakukan secara terus-menerus.



**Gambar 1.** Pengaruh Aktivitas Dalam Pergudangan Terhadap Biaya

(Sumber :Tompkins et al. 1996 ).

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi waktu aktivitas *order picking*, aktifitas-aktifitas yang berpengaruh terhadap waktu aktivitas *order picking* tersebut ialah *other, setup, pick, search* dan *travel*. Sebuah study di United Kingdom pada tahun 1988 menyatakan bahwa yang paling mempengaruhi aktivitas *order picking* ialah waktu perjalanan yakni sebanyak 50% dibandingkn waktu akativitas lain dalam proses *order picking*.

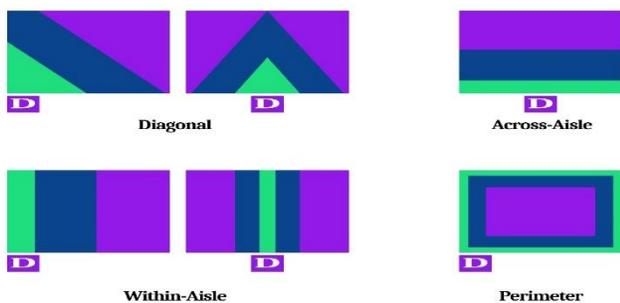
**Metode Penyimpanan**

Terdapat metode atau jenis-jenis penyimpanan pada gudang yang sering digunakan (Hompel, M.t and Schmidt, T. 2007), metode-metode tersebut antara lain ialah *random, closest-open-location, COI-based, volume-based, class-based, inteligen storage, the cloud, groub affinity*.

**Metode Penyimpanan Volume Based**

*Volume based* merupakan salah satu metode penyimpana yang terdapat pada aktivitas pergudangan. Charles (1999) mengatakan bahwa ada beberapa pola yang berbeda dari metode penyimpanan *volume based* diantaranya ialah *diagonal* (miring), *within-aisle* (dalam lorong), *across aisle* (lintasan lorong), *perimeter* (garis lingkaran). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah.

Berdasarkan pada hukum Pareto dengan memperhatikan level aktivitas *storage* dan *retrieval* (S/R) dalam gudang, yaitu 80% aktivitas S/R diberikan pada 20% dari item, 15% aktivitas S/R diberikan pada 30% dari item dan yang terakhir 5% aktivitas S/R diberikan pada 50% dari item. Item yang masuk diklasifikasikan pada tiga kelas sebagai A, B, dan C berdasarkan level aktivitas S/R dari tinggi ke rendah. Untuk meminimumkan waktu dan jarak yang dihabiskan dalam *storage* dan *retrieval*, kelas A diletakkan dekat dengan *input/output point* selanjutnya kelas B dan kelas yang terjauh C.



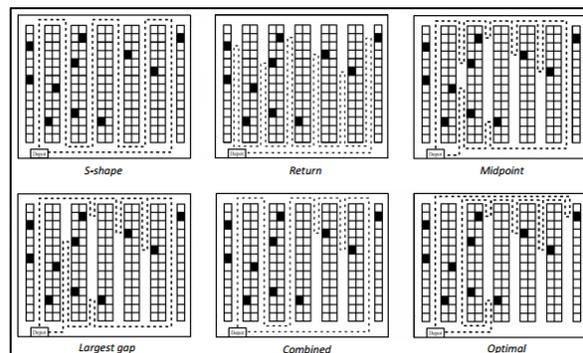
**Gambar 2. Formasi Penyimpanan Pada Metode Volume Based**

(Sumber : Petersend and Schmenner, 1999)

**Strategy Routing Order Picking**

Ada beberapa *Strategy routing* dalam pergudangan, dari berbagai metode-metode tersebut memiliki tujuan yang sama yakni meminimalakan jarak tempuh sehingga dapat mengurangi waktu tempuh dan biaya *order picking*. Ada beberapa *strategy routing* yang sering digunakan

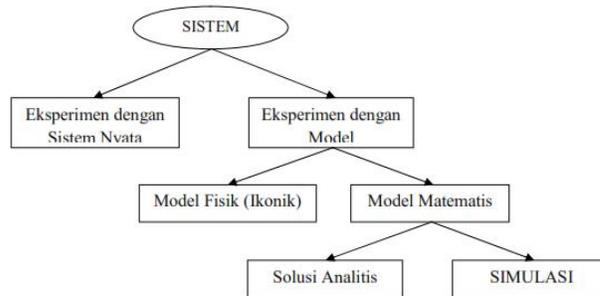
diantaranya ialah *s-shape or transversal strategy, return strategy, midpoint strategy, largest-gap strategy, composite strategy, combined strategy* dan *optimal strategy*.



**Gambar 3. SrtategyRouting Order Picking**  
(Sumber : Hompel, M.t and Schmidt, T. 2007).

**Pemodelan Sistem dan Simulasi**

Sebuah sistem merupakan kombinasi dari beberapa komponen yang bekerja bersama-sama. Konsep sistem yang digunakan berupa gejala-gejala abstrak dan dinamis seperti yang dijumpai dalam “sistem” harus dapat di interprestasikan untuk dapat menyatakan sistem fisik, biologi, ekonomi, dan sebagainya (Arif 2017:12). Pemodelan sistem adalah suatu langkah awal yang di lakukan untuk pembuatan suatu rekayasa perangkat lunak dari sebuah sistem yang akan di simulasikan. Apabila formulasi model dilakukan maka tahap selanjutnya akan dilakukan evaluasi model sistem diantaranya adalah: ketelitian, ketersediaan taksiran atas variable, interpretasi, dan validasi. Dalam hal ini formulasi model senantiasa dilakukan berdasarkan teori-teori yang berlaku diwilayah dimana sistem berada. Berikut ini adalah gambaran dari aneka cara mempelajari sistem.



**Gambar 4. Klasifikasi Sistem**  
(Sumber : Law and Kelton, 1991 : 4 )

**Netlogo**

Netlogo dibuat oleh Uri Wilensky pada tahun 1999 dan sejak saat itu terus dikembangkan di-Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling. Netlogo adalah software yang digunakan untuk pemodelan yang dapat diprogram untuk mensimulasikan fenomena

social dan natural. Wilensky (2007) mengatakan bahwa Netlogo dikembangkan dengan maksud untuk memberikan kemudahan bagi para peneliti dan siswa dalam membangun simulasi.

### Metode MASIM

Campos et.al. (2004) MASIM merupakan suatu metode yang difokuskan pada pengembangan simulasi berbasis agen. Konsep agen digunakan dalam metode MASIM terutama untuk memodelkan peran, interaksi dan ketergantungan dari tiap entitas dalam lingkungan simulasi. MASIM terbagi menjadi 5 fase yaitu *Requirments, Modeling, Design dan Architectural, implementation dan Verifikation, Validation dan Accreditation.*

### 3. Hasil Eksperimen

Eksperimen yang dilakukan menggunakan model simulasi. Simulasi ini ialah simulasi sistem pergudangan lebih khususnya pada aktivitas saat pengambilan barang (*order picking*), dalam simulasi tersebut akan memunculkan *interface* berupa pekerja, rak penyimpanan produk dengan berbagai *formasi* berdasarkan metode penyimpanan *volume-based*, lorong diantara rak untuk akses pengambilan barang, produk yang akan diambil dan depot. Untuk pengujian eksperimen dilakukan dengan menggunakan 2 *strategy routing order picking* yaitu *Midpoint*, dan *larges-gap* terhadap tiap *formasi* penyimpanan dari metode *volume-based (diagonal, within aisle, cross aisle dan perimeter)*, dengan menggunakan 4 proporsi level produk yang dibagi ke dalam 3 kelas produk yaitu produk A dengan *turnover* tinggi berada dekat dengan depot, selanjutnya produk B *turnover* sedang dan yang paling jauh produk C dengan *turnover* rendah. dengan total produk digudang sebanyak 38 buah produk. dari hasil pengujian ini akan menghasilkan perbandingan berupa *strategy* yang paling optimal dari berbagai *formasi* penyimpanan tersebut. Parameter yang dapat mempengaruhi jarak perjalanan saat mengambil adalah panjang lorong, jumlah gang yang dilalui, jumlah produk dari tiap item, *formasi* penyimpanan dan *strategy routing*.

Analisa yang dilakukan ialah dengan melakukan perbandingan dari tabel hasil variabel pengujian yang dilakukan pada *strategy routing order picking* pada tiap *formasi* penyimpanan *volume-based*. Perbandingan dilakukan secara independen sebanyak sebelas kali dari tiap kondisi yang terjadi pada gudang. Perbandingan yang dilakukan secara independen dilakukan sebagai berikut:

1. Membandingkan jarak terpendek jika gudang menggunakan *formasi* penyimpanan *diagonal*.
2. Membandingkan jarak terpendek jika gudang menggunakan *formasi* penyimpanan *within-aisle*.
3. Membandingkan jarak terpendek jika gudang menggunakan *formasi* penyimpanan *cross-aisle*.

4. Membandingkan jarak terpendek jika gudang menggunakan *formasi* penyimpanan *perimeter*.
5. Membandingkan jarak terpendek saat *picker* mengambil produk dengan kondisi proporsi pertama.
6. Membandingkan jarak terpendek saat *picker* mengambil produk dengan kondisi proporsi ke-dua.
7. Membandingkan jarak terpendek saat *picker* mengambil produk dengan kondisi proporsi ke-tiga.
8. Membandingkan jarak terpendek saat *picker* mengambil produk dengan kondisi proporsi ke-

**Tabel 1.** Hasil Persamaan Variabel Penguji

X ijk	i							
	Midpoint				Larges gap			
k/ j	1	2	3	4	1	2	3	4
1	173,81	117,66	94,27	80,95	184,03	126,02	103,48	86,62
2	181,81	125,47	101,09	99,65	189,38	136,62	115,28	113,6
3	164,39	103,2	102,34	77,97	170,86	109,54	0	86,14
4	166,7	115,69	92,31	120,82	176,02	124,94	100,96	131,9

empat.

Hasil beberapa percobaan terhadap strategi *routing* dan terhadap *formasi* penyimpanan dan proporsi produk dapat dilihat pada tabel 1 di atas. Hasil ini merupakan output dari eksperimen yang dilakukan dengan menggunakan simulasi net-logo.

Berikutnya perbandingan dilakukan secara keseluruhan dengan merata-ratakan seluruh data. Perbandingan ini dilakukan untuk melihat pengaruh dari tiap *formasi* penyimpanan terhadap jarak tempuh *routing order picking* dan dapat menemukan *strategy routing order picking* yang sesuai dari tiap *formasi* penyimpanan *volume-based* secara keseluruhan.

**Tabel 2.** Hasil Rata-Rata Routing

	Strategi	
	midpoint	largesgap
diagonal	116,67	125,04
within-aisle	127,01	138,72
cross-aisle	111,98	91,64
perimeter	123,88	133,46

Perbandingan yang dilakukan secara keseluruhan sebagai berikut:

1. Membandingkan jarak tempuh rata-rata dari keseluruhan proporsi pada tiap *formasi* saat menggunakan strategi *midpoint*. Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui *formasi* yang cocok untuk digunakan pada strategi

*midpoint*, dari tabel 2 memberikan hasil jarak perjalanan sebagai berikut:

- *formasi diagonal* = 116,67
- *formasi within-aisle* = 127,01
- *formasi cross-aisle* = 111,98
- *formasi perimeter* = 123,88

Data tersebut menunjukkan bahwa bahwa strategi *midpoint* sangat optimal bila digunakan pada *formasi* penyimpanan *cross aisle* karena memiliki jarak tempuh yang paling minimum.

2. Membandingkan jarak tempuh rata-rata dari keseluruhan proporsi pada tiap *formasi* saat menggunakan strategi *larges gap*.

Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui *formasi* yang cocok untuk digunakan pada strategi *larges gap*, dari tabel 10 memberikan hasil jarak perjalanan sebagai berikut:

- *formasi diagonal* = 125,04
- *formasi within aisle* = 138,72
- *formasi cross-aisle* = 91,64
- *formasi perimeter* = 133,46

Data tersebut menunjukkan bahwa strategi *larges gap* sangat optimal bila digunakan pada *formasi* penyimpanan *cross-aisle* karena memiliki jarak tempuh yang paling minimum.

3. Membandingkan selisih jarak tempuh rata-rata dari keseluruhan proporsi pada tiap *formasi* saat menggunakan strategi *midpoint* dan strategi *larges gap*. Jarak tempuh terkecil dari rata-rata tiap metode *roting* terhadap 4 *formasi* penyimpanan adalah sebagai berikut :

- *Formasi diagonal* menggunakan strategi *midpoint* dengan rata-rata jarak terpendek 116,67.
- *Formasi within aisle* menggunakan strategi *midpoint* dengan rata-rata jarak terpendek 127,01.
- *Formasi cross aisle* menggunakan strategi *larges gap* dengan rata-rata jarak terpendek 91,64.
- *Formasi perimeter* menggunakan strategi *midpoint* dengan rata-rata jarak terpendek 123,88.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan analisa hasil penelitian yang dilakukan menggunakan simulasi didapat beberapa kesimpulan, kesimpulan tersebut yaitu :

1. *Formasi* penyimpanan *volume-based* memiliki pengaruh terhadap unjuk kerja *strategy routing order picking* hal ini dibuktikan bahwa jarak tempuh yang paling minimum dari tiap *formasi* penyimpanan pada tiap proporsi produk selalu berubah saat *strategy routing* diubah. Saat menggunakan *strategy midpoint* jarak tempuh minimum ialah dengan menggunakan *formasi cross-aisle*, sedangkan saat menggunakan *strategy larges gap* jarak tempuh minimumnya ialah dengan menggunakan *formasi cross-aisle*.

2. Perbandingan efektifitas strategi *routing order picking* menggunakan strategi *midpoint* dan *larges-gap* terbukti jauh lebih optimal ketika digunakan dibandingkan dengan strategi *s-shape* dan *return* yang digunakan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Azan Januari (2017). Perbandingan dilakukan dengan mengambil rata-rata jarak terpendek masing-masing *routing* terhadap penyimpanan dan proporsi produk. Setelah dilakukan semua jarak terpendek didapat ketika menggunakan strategi *midpoint* dan *larges-gap* dan tidak ada satupun jarak terpendek yang didapatkan dari penelitian sebelumnya. Sebagai contoh dapat diambil salah satu perbandingan ketika menggunakan *formasi* penyimpanan *cross aisle* pada proporsi produk ke-1, ketika menggunakan strategi *s-shape* jarak tempuh terpendek rata-rata sebesar 199,3 ketika menggunakan strategi *return* jarak tempuh rata-rata sebesar 220,8 namun ketika dilakukan menggunakan strategi *midpoint* dan *larges-gap* mendapatkan hasil yang lebih efektif yaitu memiliki nilai rata-rata jarak terpendek masing-masing sebesar 164,39 dan 170,86. Perbedaan yang sangat besar jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya sehingga strategi *midpoint* dan *larges-gap* lebih efektif untuk digunakan sebagai strategi pengambilan barang di gudang.

3. Dari beberapa percobaan yang telah dilakukan dapat direkomendasikan beberapa *strategy routing* yang tepat terhadap metode penyimpanan *volume based storage* yaitu :

- *Formasi diagonal* menggunakan *strategy midpoint* dengan rata-rata jarak terpendek 116,67.
- *Formasi within aisle* menggunakan *strategy midpoint* dengan rata-rata jarak terpendek 127,01.
- *Formasi cross aisle* menggunakan *strategy larges gap* dengan rata-rata jarak terpendek 91,64.
- *Formasi perimeter* menggunakan *strategy midpoint* dengan rata-rata jarak terpendek 123,88.

#### Referensi

- [1] Arif, Muhammad. 2017. *Pemodelan Sistem*. Yogyakarta, Indonesia : Deepublish.
- [2] Averill M. Law. & Kelton, D. 1991. *Simulation Modeling & Analysis Second Edition*. Boston : McGraw-Hill.
- [3] Bartholdi, III, John and Hackman, Steven T. 2014. *Warehouse and Distribution Science*. Atlanta, USA : The Supply Chain and Logistics Institute School of Industrial and Systems Engineering Georgia Institute of Technology.
- [4] Campos, A., Canuto, A., Fernandes, J. & de Moura, E. 2004. MASIM: a methodology for the development of agent-based simulations. *Gyorgy Lipovszky, Istvan Molnar, Proceedings 16th European Simulation Symposium, SCS Press*.

- [5] Charles G. Petersen II. 1999. The impact of routing and storage policies on warehouse efficiency. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 19 Iss 10 pp. 1053 – 1064.
- [6] De Koster, R., T. Le-Duc, K.J. Roodbergen. 2007. Design and control of warehouse order picking. *Literature Review. European Journal of Operational Research* 182, p.481-501.
- [8] Hompel, M. and Schmidt, T. 2007, Functions in warehouse systems. *Warehouse Management: Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems*, Springer, pp. 20-45.
- [9] Lambert DM & Stock JR. (2001). *Strategic Logistic Management Fourth Edition*. Singapore, McGrawHill Irwin.
- [10] Petersen II, C.G. and Schmenner, R.W. (1999). An Evaluation of Routing and Volume-based Storage Policies in an Order Picking Operation. *Decision Sciences*, Vol. 3, No. 2, pp. 488-490.
- [12] Roodbergen, K.J. and De Koster, R. (2001). Routing methods for warehouses with multiple cross aisles. *International Journal of Production Research*, 39(9), 1865-1883.
- [13] Wilensky, U., Blikstein, P. & Abrahamson, D. (2007). Classroom model computer supported methodology for investigating collaborative-learning pedagogy. *Proceedings of the Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) Conference* (hal 46 – 55).

## **Biografi**

**Kurniawan Eka Syuhada**, lahir di Padang Tikar Kecamatan Batu Ampar Kabupaten Kubu Raya pada tanggal 30 Oktober 1994. Menyelesaikan Pendidikan S-1 di Universitas eTanjungpura Pontianak Tahun 2018.