

PERBAIKAN PRODUKTIVITAS *PICKING ORDER* DENGAN METODE *ROUTING HEURISTIC* DI GUDANG PUSAT SUKU CADANG OTOMOTIF

Mukhlisin¹ dan Lien Herliani Kusumah²

^{1,2} Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Mercu Buana

Corresponding author: mukhlisin.ckp07@gmail.com

Abstrak

Picking order adalah proses untuk memenuhi pesanan pelanggan, dengan waktu yang cepat dan memberikan kepuasan pelanggan yang tinggi. Proses picking order ini merupakan paling tinggi biayanya baik dalam sistem manual maupun otomatis, sehingga perlu untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbaikan peningkatan produktivitas picking order dengan memperpendek jarak tempuh. Dengan melakukan pemilihan metode routing heuristik menggunakan aplikasi program interactive warehouse, dihasilkan bahwa metode routing heuristik dapat memperpendek jarak tempuh picking. Dengan demikian metode routing heuristik tersebut dapat meningkatkan produktivitas picking order.

Kata kerja: *jarak tempuh, picking order, produktivitas, routing heuristik.*

Abstract

Order picking is a process to fulfill customer order, with fast timing and provide high customer satisfaction. The order picking process is the highest cost in both manual and automatic systems, so it is necessary to improve efficiency and productivity. This study is aims to improve the productivity of order picking by shortening the distance. By choosing heuristic method using the application of interactive warehouse program, it is found that heuristic routing method can shorten picking distance. So, the routing heuristic method can increase the productivity of picking orders.

Keywords: *order picking, productivity, routing heuristic, travel distance.*

1 Pendahuluan

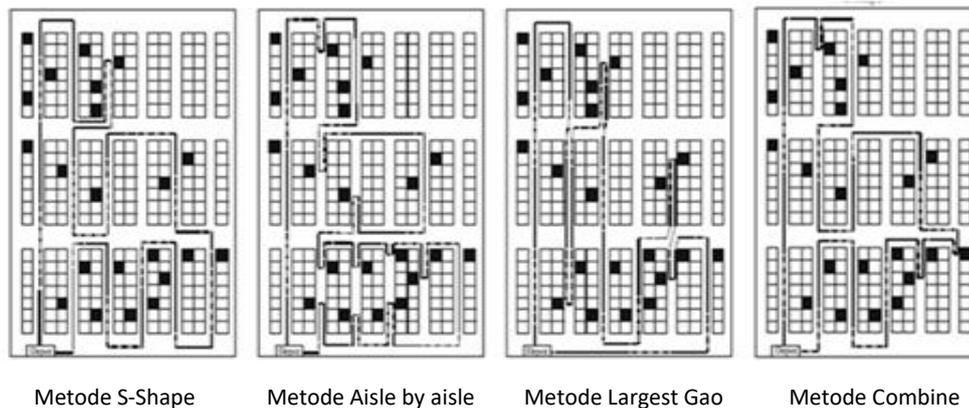
Pusat suku cadang merupakan salah satu fasilitas logistik dengan sistem pergudangan, yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan dan pendistribusian suku cadang ke seluruh dealer yang dimiliki. Pusat suku cadang juga merupakan salah satu pusat distribusi (DC) dalam sistem logistik yang mendukung layanan purna jual kendaraan. Keberadaan pusat suku cadang ini juga merupakan langkah yang diambil untuk menjawab permintaan atas ketersediaan suku cadang kendaraan yang terus meningkat. (<https://www.otosia.com>, 2014).

Gudang sangat penting dalam manajemen rantai suplai dan memainkan peran penting untuk kesuksesan bisnis dalam produksi, logistik dan perusahaan perdagangan. Gudang merupakan salah satu pengendali dari total biaya logistik (Dukic & Opetuk, 2008). Sebagai pusat pergudangan (DC), *picking order* merupakan aktivitas utama berkaitan dengan pemenuhan pesanan barang-barang yang diambil dari lokasi penyimpanan untuk pelanggan. Dalam pergudangan, *picking order* adalah proses mengambil item dari lokasi penyimpanan di gudang untuk memenuhi pesanan pelanggan, dengan waktu yang cepat dan memberikan kepuasan pelanggan yang tinggi (Grosse *et al.*, 2015).

Picking order merupakan proses yang paling tinggi biayanya, bisa mencapai sampai 65% dari total biaya operasional pergudangan (Theys *et al.* 2010). Dengan porsi yang sedemikian besarnya, maka jelas bahwa penanganan proses *picking* didalam pergudangan akan berpengaruh langsung terhadap efisiensi dan efektifitas operasional pergudangan secara umum (Frazelle, 2017).

Berkaitan dengan produktivitas picking order, di sebuah gudang pusat suku cadang otomotif di Indonesia yang melakukan proses picking order secara konvensional dengan metode *pick to part* mempunyai gap 25.1% dari target manajemen, dengan kata lain produktivitas *picking* yang terjadi hanya mencapai 74.9% dari target. Hal ini menginspirasi perusahaan tersebut baru melakukan relokasi dan perluasan gudang, dan peralihan aplikasi sistem SAP dalam operasionalnya. Produktivitas *picking order* diukur dengan *pick rate*, yaitu dari rata-rata jumlah *line item* yang di-picking per jam (Manikas & Terry, 2010). Peningkatan produktivitas pada proses *picking order* biasanya dalam bentuk pengurangan waktu tempuh, sehingga untuk meningkatkan produktivitas *picking* sebenarnya sangat sederhana yaitu dengan memperpendek waktu perjalanan menuju ke lokasi *picking* (Frazelle, 2017). Pada proses *picking order* yang dilakukan dengan cara konvensional, produktivitas *picking* berkaitan erat dengan jarak tempuh, sehingga dengan mengurangi jarak tempuh waktu tempuh akan berkurang, dengan berkurangnya waktu tempuh maka berarti pula produktivitas kerja dapat meningkat (Sadowsky & Hompel, 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk mencari solusi perbaikan peningkatan produktivitas yang hanya mencapai 74.9% dari 2,800 *line order*/hari. Peningkatan produktivitas *picking order* dilakukan dengan pemilihan metode *routing heuristic* yang sesuai, yaitu memberikan waktu dan jarak terpendek. Analisis dilakukan terhadap jarak yang ditempuh pada saat melakukan proses *picking*, dengan metode *routing heuristic: S-Shape, Aisle by aisle, Largest Gap, dan Combined* dengan aplikasi *software interactive warehouse* (Roodbergen, 2008) <http://www.roodbergen.com/warehouse>. Ilustrasi dari keempat metode *routing heuristic* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Metode Routing Heuristic
Sumber: Koster et al. (2007)

Pada penelitian ini tidak dibahas bagaimana program tersebut melakukan perhitungan, tetapi fokus pada apa yang dihasilkan oleh program tersebut sebagai *tools*. Penggunaan metode ini juga untuk menganalisis metode *picking order* yang paling meminimalkan jarak tempuh dan bisa mendapatkan waktu yang terpendek. Dengan demikian *service level* terhadap pesanan pelanggan bisa lebih cepat dan produktivitas gudang bisa ditingkatkan, sehingga mempunyai daya saing yang tinggi.

2 Metode

Penelitian ini merupakan studi kasus dengan jenis kuantitatif yang dilakukan terhadap pergudangan pusat suku cadang industri otomotif. Pada penelitian ini dilakukan perencanaan *routing* dengan metode *heuristic* untuk mendapatkan jarak tempuh terpendek dalam proses *picking order*. Hal ini, karena *routing* dapat menentukan urutan yang optimal dengan melakukan pengambilan item yang diminta atau yang dipesan secepat mungkin. Alasan perencanaan *routing* menggunakan metode *heuristic*, pertama karena penentuan rute *picking order* dengan metode *heuristic* dapat menghasilkan rute dengan struktur yang lebih sederhana dan mudah dipahami sehingga dapat mencegah terjadinya kesalahan rute yang ditempuh oleh *picker*. Kedua pada prakteknya masalah *picking order* di gudang sebagian besar diselesaikan dengan metode *heuristic* karena metode ini mudah dan logis (Koster et al., 2001).

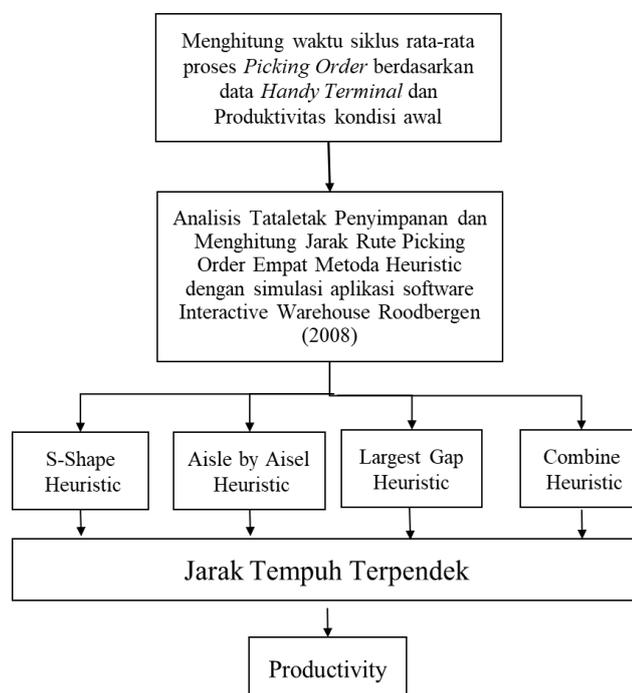
Sampel data diambil dari data rata-rata *picking order* (pencarian dan pengambilan) yang merupakan hasil rekaman *handy terminal* waktu *picking* periode Oktober 2016 sampai dengan September 2017 terhadap 8 zona penyimpanan.

Hal ini karena pada periode tersebut perusahaan baru melaksanakan migrasi sistem ke dalam SAP. Perencanaan *routing* dilakukan dengan sebelumnya melakukan pemilihan dari empat metode *heuristic* yang diperkenalkan oleh Roodbergen (2001), yaitu *S-Shape*, *Aisle by Aisle*, *Largest Gap*, dan *Combine*. Pemilihan dilakukan berdasarkan hasil simulasi dengan menggunakan aplikasi *software Interactive Warehouse* (Roodbergen, 2008). Metode *routing heuristic* yang terpilih, yaitu yang mempunyai jarak tempuh terpendek dijadikan sebagai alat bantu (*tools*) untuk melakukan perbaikan produktivitas. Asumsi untuk penelitian ini adalah barang pesanan dapat dilakukan dalam satu rute (Koster & Poort, 1998), pada kondisi lurus dan memiliki arah yang sama (Dukic, 2008). *Picker* bergerak secara satu dimensi dan frekuensi akses terdistribusi secara merata di semua lokasi, serta jumlah barang per pesanan lebih banyak dibandingkan dengan jumlah *aisle* yang ada proses *picking* (Sadowsky & Hompel, 2011).

Kerangka Penelitian

Penelitian dimulai dengan menghitung waktu siklus rata-rata *picking* berdasarkan dari data yang telah terekam dalam *handy terminal*. Berdasarkan waktu siklus tersebut kemudian dihitung berapa besar produktivitas yang ada sekarang, sebagai produktivitas awal yang akan dibandingkan terhadap produktivitas hasil simulasi dari keempat metode *routing* yang digunakan. Langkah selanjutnya adalah melakukan analisis tata letak penyimpanan yang dibutuhkan untuk menghitung jarak dalam pemilihan metode *routing heuristic*. Penghitungan jarak tempuh mengacu pada tata letak gudang yang ada berdasarkan simulasi dengan menggunakan aplikasi *software Interactive Warehouse* dari Roodbergen (2008).

Hasil simulasi tersebut kemudian dipolar metode yang menghasilkan jarak tempuh paling pendek. Dari metode yang terpilih kemudian dilakukan perhitungan produktivitas untuk melihat hasil perbaikan produktivitas dari sebelumnya. Secara singkat kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Kerangka Penelitian
Sumber: Modifikasi Penelitian (2018).

Dari metode yang terpilih kemudian dilakukan perhitungan produktivitas untuk melihat hasil perbaikan dari sebelumnya.

3 Hasil dan Pembahasan

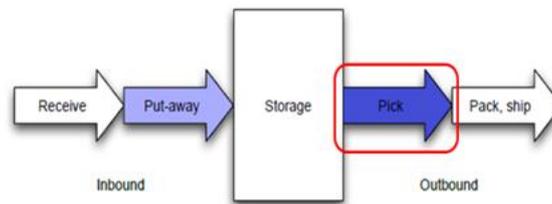
Picking Order

Menurut Dukic & Opetuk (2008) bahwa *picking order* merupakan proses pengambilan barang dari lokasi simpan berdasarkan permintaan pelanggan. Sedangkan Koster et al. (2007) mengemukakan bahwa *picking order* merupakan suatu aktivitas pengambilan barang dari tempat penyimpanan karena adanya pesanan dari pelanggan. Proses ini merupakan wujud pelayanan gudang kepada para pemakai dan pelanggan. Tujuan paling umum dari *picking order* adalah memaksimalkan tingkat layanan pada keterbatasan sumber daya seperti tenaga kerja, mesin, dan modal (Goetschalckx dan Ashayeri, 1989). Menurut Koster et al. (2007) karakteristik umum *picking order* adalah *picker* berjalan melalui area sambil melakukan beberapa penghentian untuk mengambil produk dari rak (warna hitam) pada Gambar 1

Untuk teknik analisis data proses *picking* dilakukan dari proses cetak *picking list* yang merupakan permintaan order dari pelanggan terhadap suku cadang yang ada, proses persiapan, pengambilan barang, sampai menyimpan barang tersebut ke area *depot*. Penghitungan waktu dilakukan melalui penggunaan alat bantu kerja *picker* yaitu *handy terminal* yang melakukan pencatatan secara otomatis. Hasil dari perhitungan waktu tersebut selanjutnya akan digunakan sebagai salah satu variabel dari produktivitas. Berdasarkan pada data hasil penelitian didapat produktivitas yang sekarang ada, dengan jam kerja 7,5 jam/hari, dan operator *picker* 9 orang dengan jumlah *picking order* 2,096 line order/hari dari target manajemen sebesar 2,800 line order/hari. Ini berarti rata-rata waktu siklus perline item adalah 115 detik, atau dengan kata lain produktivitas yang dihasilkan pada saat ini sebesar: 31 line item/MP/Jam ($2,096/(7,5 \times 9MP)$).

Tata Letak Gudang

Menurut Bartholdi & Hackman (2017), secara garis besar aktifitas utama di gudang dibagi atas proses *inbound* dan *outbound*. Proses *inbound* terdiri atas penerimaan yang mencakup *unloading* dan pengecekan barang masuk, dan penyimpanan barang pada lokasi yang sesuai. Proses *outbound* terdiri atas pengambilan barang pesanan pelanggan, pengecekan dan pengepakan barang yang akan dikirim ke pelanggan, serta pengiriman. Pada penelitian ini difokuskan hanya pada proses *picking*, mengingat keterbatasan waktu dan untuk melihat *relevansi* dari *fenomena* yang terjadi. Berikut fokus dari penelitian Gambar 3.



Gambar 3 Fokus penelitian
Sumber: (Bartholdi & Hackman, 2017)

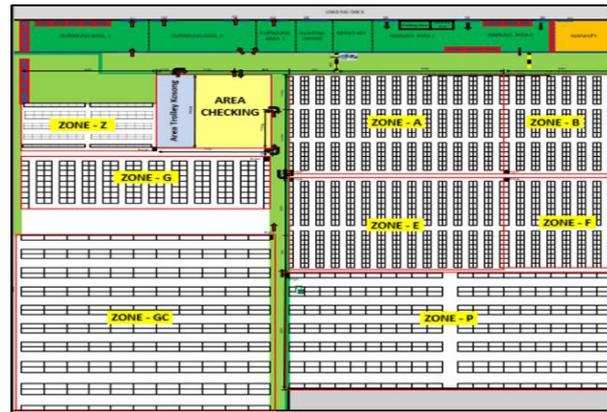
Tata letak gudang adalah suatu pemetaan tata letak penyimpanan yang umumnya berkaitan dengan sistem *racking* dan operasional. Teknik ini meliputi pemetaan tata letak gudang untuk mengetahui ukuran *racking*, jumlah lorong (*aisle*), jumlah *bin* dalam lorong, lebar lorong, panjang lorong, dan data-data teknik lainnya yang dapat digunakan untuk analisis terhadap variabel waktu dan jarak (Bartholdi & Hackman, 2017). Pada penelitian ini penyimpanan dilakukan dengan pengelompokan produk yang sama, dimana produk serupa berada di wilayah penyimpanan yang sama (*product family*), dan menerapkan sistem penyimpanan acak (*random*), yaitu setiap barang yang masuk (atau sejumlah produk serupa) diberi lokasi di gudang yang dipilih secara acak dari semua lokasi kosong yang memenuhi syarat dengan probabilitas yang sama (Petersen & Aase, 2016).

Metode ini menghasilkan pemanfaatan ruang yang tinggi (atau kebutuhan ruang rendah) dengan mengorbankan jarak tempuh yang meningkat (Choe dan Sharp, 1991). Berikut tata letak gudang (Gambar 4) dan ukuran rak yang digunakan di gudang pusat suku cadang pada Tabel 1.

Tabel 1 Data ukuran rak

Zona	Panjang Rak (Meter)	Lebar Rak (Meter)	Lebar Gang (Meter)
A	1,0	0,5	2,0
B	1,0	0,5	2,0
E	1,0	0,5	2,0
F	1,0	0,5	2,0
G	1,0	1,0	3,0
P	2,8	1,0	4,0
Z	1,0	0,5	2,0
GC	2,8	1,0	4,0

Sumber: Data Penelitian (2018)

Gambar 4 Tataletak gudang pusat suku cadang
Sumber: Gudang pusat suku cadang otomotif (2017)

Simulasi Routing

Tujuan dari kebijakan *routing* adalah untuk mengurutkan barang dalam *picking list* untuk memastikan rute yang baik yang dilewati dalam proses *picking* atau dengan kata lain meminimalkan jarak yang ditempuh *picker*. Metode yang dapat digunakan untuk mengurangi waktu berjalan selama aktivitas *picking order* adalah dengan melakukan perbaikan yang berkaitan dengan rute. Penentuan rute *picking order* yang baik dapat mengurangi waktu berjalan selama aktivitas *picking order* sebesar 17% - 34% (Roodbergen, 2001).

Menurut Roodbergen (2001), beberapa metode *heuristik* yang dapat digunakan untuk pemilihan rute pada proses *picking*, diantaranya metode *S-Shape*, yang merupakan metode *heuristic* paling sederhana, dimana setiap lorong yang setidaknya terdapat satu lokasi pengambilan akan dilewati seluruhnya. Lorong yang tidak terdapat lokasi pengambilan tidak dimasuki. Setelah pengambilan pada lokasi yang terakhir *picker* akan kembali ke *depot*. Metode *Largest Gap*, proses dimulai dari berjalan menuju blok terjauh dan berjalan terus ke blok per blok sampai pada bagian depan gudang. Metode ini serupa dengan metode *midpoint*, hanya *picker* harus memasuki lorong sejauh jarak terbesar. Metode ini membagi lokasi pengambilan kedalam dua set. Set pertama merupakan set lokasi pengambilan yang diakses dari bagian belakang *cross aisle*, dan set kedua merupakan set lokasi pengambilan yang di akses dari bagian depan *cross aisle*.

Metode *Aisle by Aisle*, dimana rute *picking order* ini hanya akan melewati setiap lorong satu kali, dimulai dari *depot*. Untuk setiap *cross aisle*, jarak dari *depot* dihitung kemudian mengambil semua item pada lorong pengambilan pertama dan keluar dari lorong pengambilan tersebut melalui *cross aisle* yang sama. Selanjutnya mengambil semua item pada lorong pengambilan kedua dan keluar dari lorong pengambilan kedua melalui *cross aisle* berikutnya yang merupakan jarak terpendek apabila berpindah dari lorong pengambilan pertama ke pengambilan kedua melalui *cross aisle* yang sama sebelumnya. Proses ini terus berulang sampai semua lorong dilalui, dan *picker* kembali ke *depot*.

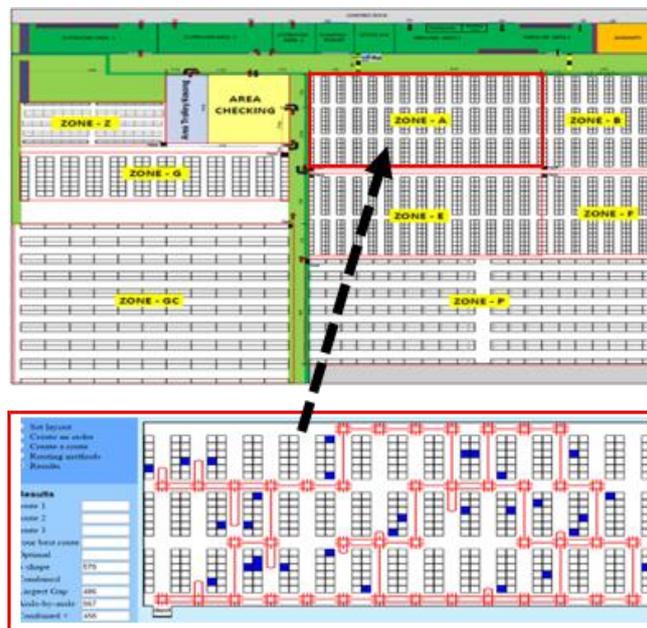
Metode *Combined* disebut juga *komposit heuristik*, semua lorong yang akan *dipick* seluruhnya dilalui atau dimasuki sampai selesai dan akan kembali pada ujung yang sama. Namun, untuk setiap lorong yang dikunjungi, pilihannya dibuat dengan menggunakan pemrograman dinamis, yaitu *Interactive Warehouse* (Roodbergen, 2008). Dengan melakukan simulasi sebanyak 30 *picking carts* (300 line order) setiap *storage*

area (zona penyimpanan) berdasarkan pesanan yang diterima dari pelanggan. Pemilihan metode dilakukan berdasarkan jarak minimal, karena akan berkorelasi dengan waktu yang dibutuhkan. Semakin kecil jarak yang dihasilkan, semakin kecil waktu yang dibutuhkan dan sebaliknya.

Untuk sistem manual *picking order*, waktu tempuh akan meningkat seiring dengan meningkatnya jarak. Ada dua tipe jarak tempuh yang banyak digunakan dalam literatur *picking order* (Koster et al. 2007) yaitu jarak tempuh *picking tour/overage tour length* dan total jarak tempuh. Dalam sistem manual *picking order low-level picker-to part*, petugas *picker* berjalan secara fisik ke lokasi penyimpanan untuk mengambil barang berdasarkan *picking list*. Untuk sistem *picking order* yang manual, waktu tempuh akan naik seiring dengan jarak tempuh, sehingga sering dipertimbangkan sebagai tujuan utama dalam merancang dan mengoptimasi gudang (Koster et al. 2007). Seperti yang dijelaskan sebelumnya perhitungan jarak ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi software interactive warehouse Roodbergen (2008) <http://www.roodbergen.com/warehouse> sehingga tidak dilakukan perhitungan secara manual.

Pemilihan ini dilakukan dengan membandingkan 4 metode *heuristic* yaitu *S-Shaft*, *Largest Gap*, *Aisle by Aisle*, dan *Combine*, untuk mendapat salah satu metode yang paling optimal, yaitu dengan jarak tempuh dan waktu yang paling minimal. Dengan mengikuti langkah-langkah yang disyaratkan yaitu:

- Set lay out*: menentukan jumlah blok, *aisle*, dan bin lokasi di setiap *aisle*.
- Create an order*: penentuan secara acak pengambilan barang dari lokasi penyimpanan, dengan asumsi bahwa semua lokasi mempunyai kesempatan yang sama. Pada penelitian ini dilakukan dengan pengujian pesanan secara acak sebanyak 30 *trolley (300 line order)* yang tersebar secara acak,
- Create a route*: membuat rute sesuai dengan pada hasil *create order* yang telah dibuat, untuk melihat rute atau perjalanan *picker* dalam mengambil barang di lokasi,
- Create routing method*: pemilihan rute dengan membandingkan 4 metode yang telah tersedia pada software *Interactive Warehouse* dengan kondisi saat ini, pada langkah ini akan ditunjukkan juga *mapping route* dari proses *picking*. Gambar 5 adalah salah satu contoh simulasi dengan *routing combine*



Gambar 5 Contoh simulasi routing combine

Sumber: Simulasi interactive warehouse (2018)

Seorang *picker* akan berjalan sesuai dengan rute yang telah buat melalui *software interactive warehouse*, yang telah memperhitungkan kondisi stok dan pergerakan suku cadang.

- Result*: merupakan langkah akhir *Interactive Warehouse*, dimana pada langkah tersebut akan ditunjukkan nilai *effisiensi* dari metode yang telah dibuat.

Tabel 2 Data rata-rata jarak tempuh 4 metode *routing heuristic*

Zona	Metode			
	S-shape (M)	Aisle by aisle (M)	Largest Gap (M)	Combine (M)
A	559,1	527,1	483,4	447,9
B	377,2	362,1	336,5	316,3
E	360,9	332,3	316,3	294,7
F	230,3	219,5	215,2	205,2
G	106,8	100,9	99,8	97,9
P	682,3	658,6	653,2	618,6
Z	123,7	123,3	135,2	122,0
GC	305,6	282,1	290,5	282,1
Rata-rata Jarak tempuh	343,2	325,7	316,3	298,1

Sumber: Simulasi *interactive warehouse* (2018)

Besarnya waktu *picking order* dipengaruhi oleh besarnya jarak yang ditempuh oleh seorang *picker*. Waktu tempuh merupakan *waste*, karena menimbulkan biaya jam kerja buruh tetapi tidak memberikan nilai tambah, oleh karena itu merupakan kandidat untuk perbaikan *warehouse*. (Bartholdi & Hackman, 2008). Berkaitan dengan data waktu siklus *picking order* merupakan hasil dari simulasi, maka untuk mendapatkan waktu acuan yang mendekati waktu *picking* secara wajar pada kondisi kerja tertentu diperlukan faktor penyesuaian. Sutalaksana (2006) menyatakan bahwa penyesuaian dilakukan dengan mengalikan waktu siklus rata-rata atau waktu elemen rata-rata dengan suatu harga (p) yang disebut faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran (i). Metode penyesuaian yang digunakan adalah metode *Westinghouse*.

Perhitungan waktu standar (waktu baku)

$$W_n = W_s \times p \quad (1)$$

dimana :

p = faktor penyesuaian *Westinghouse*

$(1 + \sum \text{faktor } \textit{Westinghouse})$

W_s = waktu siklus (waktu hasil simulasi)

$$W_b = W_n \times i \quad (2)$$

dimana :

i = faktor kelonggaran

$(100\% / (100\% - \text{faktor kelonggaran}))$

W_n = waktu normal

Pada penelitian ini, faktor-faktor yang mempengaruhi waktu siklus *picking order* adalah *skill* (kemampuan) pekerja rata-rata ($D = 0,00$), *effort* (usaha) dalam mempertahankan irama kerja sepanjang hari cukup bagus ($C_2 = +0,03$), dengan kondisi kerja baik ($C = +0,02$) dengan penataan tata letak yang baik, suhu normal, adanya *ventilasi* dan tidak bising, dan konsistensi yang bagus karena bekerja sesuai dengan ketentuan yang berlaku ($C = +0,01$).

Tabel 3 Faktor kelonggaran

Faktor Kelonggaran	Kelonggaran (%)
a. Kebutuhan pribadi	2,5
b. Tenaga yang dikeluarkan ringan (3-5 kg)	10,0
c. Berjalan ditumpu dua kaki	2,5
d. Bekerja dengan gerakan terbatas	5,0
e. Pandangan terputus	6,0
f. Temperatur 28 derajat celcius	5,0
g. Ventilasi cukup	5,0
h. Lingkungan kerja bersih	0,0
i. Hambatan tak terhindarkan	5,0

Sumber: Sutalaksana (2002)

Selanjutnya Broulias et al. (2005) menjelaskan bahwa komponen waktu *picking* meliputi waktu persiapan, waktu tempuh untuk menuju lokasi area penyimpanan barang (*travel time*), waktu untuk mencari barang setelah berada di area lokasi (*search time*), waktu pengambilan barang sampai meletakkan barang ke *trolley* (*retrieval time*), dan waktu untuk membawa barang yang sudah diambil ke *depot* penyimpanan (*return time*).

Karena penelitian ini berfokus pada waktu tempuh, komponen waktu yang lainnya dianggap sama. Dari rata-rata proses *print out picking list* 2 detik/lembar, dan waktu berjalan *picker* 2 detik/meter, maka rata-rata waktu persiapan 164,8 detik (print out + ambil *trolley* kosong sampai ke *depot*), waktu pencarian dan pengambilan 63,6 detik, dan waktu kembali 50,4 detik (dari *depot* ke area *checking*). Waktu tempuh dapat dihitung berdasarkan pada Tabel 2 dikalikan dengan rata-rata waktu *picker* berjalan akan diperoleh waktu tempuh pada Tabel 4.

Tabel 4 Rata-rata waktu metode *ruting heuristic*

Zona	Metode			
	S-shape (detik)	Aisle by aisle (detik)	Largest Gap (detik)	Combine (detik)
A	1.118,2	1.054,2	966,8	895,8
B	754,5	724,2	673,0	632,6
E	721,7	664,5	632,7	589,3
F	460,5	439,1	430,4	410,4
G	213,5	201,7	199,5	195,7
P	1.364,6	1.317,2	1.306,5	1.237,2
Z	247,5	246,5	270,4	244,0
GC	611,2	564,2	581,0	564,2
Rata-rata				
Waktu tempuh	686,5	651,5	632,5	596,2

Sumber: Simulasi *Interactive Warehouse* (2018)

Dari Tabel 4 dan komponen waktu dan hasil simulasi 30 *trolley* dapat dihitung waktu siklus rata-ratal *picking order* seperti pada Tabel 5

Tabel 5 Waktu siklus rata-rata *picking order*

Aktivitas (Waktu)	Metode			
	S-Shape	Aisle by aisle	Largest Gap	Combine
Waktu Persiapan	164.8	164.8	164.8	164.8
Waktu Pencarian dan Pengambilan	63.6	63.6	63.6	63.6
Waktu Tempuh	686.5	651.5	632.5	596.2
Waktu Kembali	50.4	50.4	50.4	50.4
Rata-rata waktu siklus/line item	32.2	31,0	30.4	29.2

Sumber: Simulasi *interactive warehouse* (2018)

Lebih lanjut dengan mempertimbangkan faktor penyesuaian dan kelonggaran Tabel 3, dapat dihitung waktu siklus total *picking* standar seperti pada Tabel 6

Tabel 6 Waktu siklus total *picking order*

Metode	Waktu Siklus (detik)	Rating Faktor	Waktu Normal	Kelonggaran(%)	Waktu Standar
S-Shape	32.2	1.06	34.1	41.0	57.8
Aisle by aisle	31.0	1.06	32.9	41.0	55.7
Largest Gap	30.4	1.06	32.2	41.0	54.6
Combine	29.2	1.06	30.9	41.0	52.4

Sumber Data: Simulasi *interactive warehouse* (2018)

Produktivitas *Picking*

Produktivitas dalam *picking order* diukur dengan *pick rate*, yaitu dari rata-rata jumlah *line* item yang *dipicking* per jam. Waktu tersebut adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengambil produk secara fisik dari

lokasi dengan metode *picking* yang digunakan. Peningkatan produktivitas biasanya dalam bentuk pengurangan waktu tempuh (Koster et al. 2007). Sedangkan menurut Frazelle (2017) bahwa peningkatan produktivitas biasanya dalam bentuk pengurangan waktu tempuh. Sehingga untuk meningkatkan produktivitas *picking* sebenarnya sangat sederhana yakni dengan memperpendek waktu perjalanan menuju ke lokasi *picking*.

Produktivitas *picking order* dinyatakan jumlah produk yang di-*picking* per jam kerja dalam aktivitas *picking order* (Staud, 2014; Manikas & Terry, 2010).

$$\text{Pick}_p = \frac{\text{OrdLi Pick}}{\text{WH Pick}} \left(\frac{\text{orderline}}{\text{LaborHour}} \right) \quad (3)$$

Dimana :

OrdLi Pick = Jumlah line order
 WH Pick = Jumlah jam kerja *picking* (jam/menit)
 Sumber: Staud (2014)

Berdasarkan pada perhitungan waktu siklus total *picking order* Tabel 6, jam kerja yang sama : 7,5 jam/hari, jumlah tenaga kerja: 9 orang/hari maka dengan menggunakan Persamaan 2.3 diperoleh produktivitas dari masing-masing metode *ruting heuristic* pada Tabel 7

Metode	Productivity	Line Order
<i>S-Shape</i>	62	4.204
<i>Aisle by aisle</i>	65	4.362
<i>Largest Gap</i>	66	4.454
<i>Combine</i>	69	4.638

Sumber: Penelitian (2018)

Pada hasil perbandingan metode *ruting heuristic* pada Tabel 2 menunjukkan bahwa metode *ruting combine* mempunyai jarak tempuh terpendek diantara keempat metode yang disimulasikan, yaitu 298,1 meter, 6% lebih pendek dari metode *Largest Gap*, 9% lebih pendek dari *Aisle by aisle*, dan 15% lebih pendek dari *S-shape*. Ini memberikan gambaran bahwa pemilihan metode *ruting heuristic* yang tepat dapat meningkatkan produktivitas. Peningkatan terjadi karena pendeknya jarak tempuh yang mengakibatkan kecilnya waktu tempuh, sehingga secara total *lead time picking* menjadi kecil (52.4 detik/*Line order*).

Selanjutnya pada Tabel 4 menunjukkan waktu tempuh memberikan kontribusi besar terhadap waktu siklus *picking order* secara total. Pada metode *ruting heuristic S-Shape* kontribusi waktu tempuh sebesar 686,5 detik atau 71,12% dari total waktu siklus. Pada metode *ruting heuristic Aisle by Aisle* kontribusi waktu tempuh tersebut adalah sebesar 651,5 detik atau 70,0% dari total waktu siklus. Sedangkan metode *ruting heuristic Largest Gap* besarnya waktu tempuh mencapai 632,5 detik atau 69,4%, dan metode metode *ruting heuristic Combine* mencapai 596,2 detik atau 68,1%.

Dalam hal produktivitas pada Tabel 7, dengan menggunakan metode *ruting* yang optimal (*ruting combine*) dapat meningkatkan produktivitas *picking* dari 31 menjadi 69 *line item/manpower/jam* atau mampu meningkatkan produktivitas melebihi target management sebesar 54% (dari 42 menjadi 69 *line item/manpower/jam*).

4 Kesimpulan

Tujuan umum dari *picking order* adalah memaksimalkan tingkat layanan pada keterbatasan sumber daya seperti tenaga kerja, mesin, dan modal. Keterkaitan yang sangat penting antara *picking order* dan tingkat layanan adalah semakin cepat pesanan bisa diambil, maka lebih cepat pengiriman ke pelanggan.

Besarnya waktu *picking order* dipengaruhi oleh besarnya jarak yang ditempuh oleh seorang *picker*. Waktu tempuh merupakan *waste*, karena menimbulkan biaya jam kerja buruh tetapi tidak memberikan nilai tambah, sehingga harus dihilangkan. Berdasarkan pada penelitian ini diperoleh bahwa penerapan suatu metode dalam menentukan rute *picking* sangat dibutuhkan dalam upaya peningkatan produktivitas *picking order*. Hal ini ditunjukkan oleh keempat metode yang disimulasi memberikan peningkatan produktivitas rata-rata 56% dibandingkan dengan kondisi yang ada saat ini.

Untuk pemilihan suatu metode ruting tidaklah mutlak, sangat tergantung pada tata letak gudang, sistem penyimpanan dan karakteristik barang yang disimpan, sehingga suatu metode belum tentu optimal disuatu pergudangan walaupun di pergudangan lain sangat optimal.

Berkaitan dengan gudang pusat suku cadang otomotif yang di teliti, untuk saat ini metode *Routing Combine* merupakan metode yang paling optimal dibanding *S-Shape*, *Aisle by aisle*, dan *Largest Gap*. Akan tetapi akan mengalami perubahan sesuai dengan perkembangan bisnis, dan *fluktusai* pesanan dari dealer. Agar tetap mendapatkan performace produktivitas *picking order* yang optimal untuk penelitian berikutnya perlu dikaji masalah keterkaitan antara metode yang akan digunakan dengan perencanaan tata letak gudang dan pembagian lokasi dalam sistem penyimpanan.. Efisiensi dan produktivitas pergudangan sekarang telah menjadi kompetensi inti, sebuah senjata strategis yang banyak digunakan perusahaan untuk meningkatkan posisi mereka.

Referensi

- Bartholdi, J. J., & Hackman, S. T. (2008). *Warehouse & Distribution Science: Release 0.89*. Supply Chain and Logistics Institute.
- Broulias, G. P., Marcoulaki, E. C., Chondrocoukis, G. P., & Laios, L. G. (2005). Warehouse management for improved order picking performance: an application case study from the wood industry. *Department of Industrial Management & Technology, University of Piraeus*
- De Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European journal of operational research*, 182(2), 481-501.
- De Koster, R., & Van Der Poort, E. (1998). Routing order pickers in a warehouse: a comparison between optimal and heuristic solutions. *IIE transactions*, 30(5), 469-480
- De Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European journal of operational research*, 182(2), 481-501
- Dukic, G., & Opetuk, T. (2008). Analysis of order- picking in warehouses with fishbone layout. *Proceedings of ICIL*,
- Frazelle, E. (2017). *Supply chain strategy, second edition*. McGraw Hill.
- Grosse, E. H., Glock, C. H., & Neumann, W. P. (2015). Human factors in order picking system design: content analysis. *IFAC-Papers OnLine*, 48(3), 320-325
- Goetschalckx, M., & Ashayeri, J. (1989). Classification and design of order picking. *Logistics World*, 2(2), 99-106
- Manikas, I., & Terry, L. A. (2010). A case study assessment of the operational performance of a multiple fresh produce distribution centre in the UK. *British Food Journal*, 112(6), 653-667
- Petersen, C. G., & Aase, G. R. (2016). Improving Order Picking Efficiency with the Use of Cross Aisles and Storage Policies. *Open Journal of Business and Management*, 5(01), 95.
- Roodbergen, K. J., Sharp, G. P., & Vis, I. F. (2008). Designing the layout structure of manual order picking areas in warehouses. *IIE Transactions*, 40(11), 1032-1045.
- Roodbergen, K. J., & Koster, R. (2001). Routing methods for warehouses with multiple cross aisles. *International Journal of Production Research*, 39(9), 1865-1883.
- Sadowsky, V., M. Ten Hompel. (2011). *Calculation of the Average Travel Distance in a Low-level Picker-to-Part System considering any Distribution Function within the Aisles*. *Logistics Journal Reviewed – ISSN 1860-7977*
- Sharp, G. P., Il-Choe, K., & Yoon, C. S. (1991). Small parts order picking: analysis framework and selected results. In *Material Handling'90* (pp. 317-341). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Staudt, F. H., Di Mascolo, M., Rodriguez, Alpan, G., C. M. T., Warehouse Performance Measurement : Classification and Mathematical Expressions of Indicators, *ILS 2014 - 5th International Conference in Information Systems, Log__stics and Supply Chain, Aug 2014, Breda, Netherlands. pp.1-9, 2014*

- Sutalaksana, I. Z., Anggawisastra, R., & Tjakraatmadja, J. H. (2006). Teknik perancangan sistem kerja. *Bandung: ITB*.
- Theys, C., Bräysy, O., Dullaert, W., & Raa, B. (2010). Using a TSP heuristic for routing order pickers in warehouses. *European Journal of Operational Research*, 200(3), 755-763
<https://www.otosia.com>, 2014.