

Penentuan Rute *Order Picking* dengan Menggunakan Metode Heuristik (Studi Kasus: PT "X")

Rienna Oktarina
Program Studi Teknik Industri – Universitas Widyatama
Jl. Cikutra 204 Bandung 40125
Email: rienna.oktarina@widyatama.ac.id

Wini
Program Studi Teknik Industri – Universitas Widyatama
Jl. Cikutra 204 Bandung 40125
Email: wini2401@gmail.com

Abstrak

Penentuan rute order picking bertujuan untuk meminimasi jarak tempuh selama aktivitas order picking sehingga waktu berjalan yang dilakukan oleh order picker dapat dikurangi. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menentukan rute order picking dengan menggunakan Metode Heuristik, pada penelitian ini akan digunakan 3 metode yaitu: s-shape heuristic, largest gap heuristic, dan aisle by aisle. Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa rute order picking dengan menggunakan metode Largest Gap Heuristic merupakan solusi yang lebih optimal dibandingkan dengan kedua metode yang lain, terbukti bahwa metode tersebut memberikan kontribusi jarak tempuh yang terpendek yaitu 470 meter, dan waktu yang tercepat yaitu 522.86 detik. Bila dibandingkan dengan kondisi existing di "PT X", metode ini memberikan penghematan jarak tempuh sebesar 61.25 meter dan penghematan waktu sebesar 68.14 detik.

Kata kunci: pergudangan, *order picking*, penentuan rute, metode heuristic.

Abstract

The common objective in routing problems is to develop a method that is capable of generating routes that are as short as possible to achieve walking time reduction. There are exist several heuristics method that can used to define order picking route, In this paper using 3 heuristic method, there are: s-shape heuristic, largest gap heuristic, and aisle by aisle. In this study, the optimal solution given by largest gap heuristic method. That method gives the best route with travel distance 470 meter and walking time 522.86 seconds. In comparison with the existing method at "PT X", routing policies appear to be possible to obtain reduction in travel distance and walking time. The largest gap heuristic method can achieve a reduction in travel distance and walking time of 61.25 meter and 68.14 seconds.

Keywords: warehousing, *order picking*, routing, heuristic method.

1. Pendahuluan

Secara umum, aktivitas pokok pada gudang meliputi *receiving*, *putaway*, *storage*, *order picking*, *sortation/packing* dan *shipping*. *Order picking* adalah suatu aktivitas pengambilan barang dari lokasi penyimpanannya karena adanya pesanan dari konsumen. *Order picking* ini merupakan salah satu aktivitas penting dalam gudang yang paling banyak menyerap tenaga kerja dan biaya. Dari seluruh biaya operasional gudang, 50% digunakan untuk aktivitas *order picking*, sedangkan sub aktivitas dalam aktivitas *order picking* yang paling banyak

mengonsumsi waktu adalah berjalan (*travelling*), yaitu sebesar 55% dari waktu total aktivitas *order picking* [1]. Berjalan merupakan aktivitas yang tidak efektif dan harus diminimasi.

Metode yang dapat digunakan untuk mengurangi waktu berjalan selama aktivitas *order picking* adalah dengan melakukan perbaikan pada kebijakan operasional *order picking* yang berkaitan dengan *routing*. Penentuan rute *order picking* bertujuan untuk menentukan rute yang dapat meminimasi jarak tempuh selama aktivitas *order picking* sehingga waktu berjalan yang digunakan oleh *order picker* dapat dikurangi. Dengan menentukan rute *order picking* yang baik dapat mengurangi waktu berjalan selama aktivitas *order picking* sebesar 17% sampai 34% [2]. Metode penentuan rute *order picking* dapat dibagi dalam dua kategori, yaitu dengan metode heuristik dan metode optimal [2]. Penentuan rute *order picking* dengan metode heuristik dapat menghasilkan rute dengan struktur yang lebih sederhana dan mudah dipahami sehingga dapat mencegah terjadinya kesalahan rute yang ditempuh oleh *order picker*. Metode heuristik terdiri dari empat metode yang dapat digunakan, yaitu *s-shape heuristic*, *largest gap heuristic*, *aisle by aisle*, dan *combined heuristic*. *S-shape* dan *largest gap heuristic* menggunakan sejumlah algoritma yang telah dikembangkan, sedangkan *aisle by aisle* dan *combined heuristic* akan memadukan algoritma tersebut dengan program dinamis untuk menghasilkan rute *order picking*. Metode optimal merupakan metode penentuan rute *order picking* yang mempertimbangkan semua kemungkinan rute yang dilalui dengan berdasarkan program dinamis untuk memperoleh rute dengan jarak terpendek.

Pada saat ini, PT “X” belum mempunyai suatu metode khusus dalam menentukan rute *order picking*. Rute yang ditempuh selama proses *order picking* hanya berdasarkan kebiasaan dan kemudahan suatu lorong untuk dilalui yang ditentukan oleh *order picker*. Berdasarkan hasil pengamatan serta pengukuran waktu terhadap aktivitas *order picking* di PT “X”, diperoleh hasil bahwa waktu berjalan pada *manual picking* sebesar 46.71% dari total waktu *manual picking*. Dengan demikian, dipandang perlu bagi PT “X” untuk menentukan rute *order picking* yang paling optimal, yaitu yang memberikan kontribusi waktu tempuh tercepat serta jarak tempuh terpendek.

2. Tinjauan pustaka

Order picking merupakan suatu aktivitas pengambilan barang dari tempat penyimpanan karena adanya pesanan dari konsumen. Proses ini merupakan wujud pelayanan gudang kepada para pemakai dan konsumennya. *Order picking* merupakan salah satu aktivitas penting dalam gudang yang paling banyak menyerap tenaga kerja dan biaya. Dari seluruh biaya pergudangan, 50% digunakan untuk aktivitas *order picking*, sedangkan sub aktivitas dalam aktivitas *order picking* yang paling banyak mengonsumsi waktu adalah berjalan (*traveling*), yaitu sebesar 55% dari waktu total untuk aktivitas *order picking* [1]. Terdapat prinsip-prinsip yang dapat digunakan untuk mengurangi waktu aktivitas *order picking* [2], yaitu (a) pemilihan peralatan (*equipment*), (b) penentuan area penyimpanan barang, (c) pertimbangan pada kebijakan operasional yang mencakup *zoning*, *batching* dan *routing*, dan (d) penentuan *layout* area penyimpanan.

Terdapat lima tahapan utama dalam proses *order picking* yang dilakukan oleh seorang *order picker* [2], yaitu:

- a. Konsumen menempatkan pesannya pada gudang, bisa melalui telpon, *e-mail*, *fax* atau sarana komunikasi lainnya,

- b. Pesanan diproses dengan *Warehouse Management System* (WMS) pada sistem komputer,
- c. Pencetakan *pick list/picking slip*, yaitu daftar yang berisi pesanan konsumen,
- d. Seorang *order picker* (orang yang bertanggungjawab atas pengambilan barang dari lokasi penyimpanannya) mengambil *picking slip* yang sudah dicetak beserta alat penanganan yang dibutuhkan dan melakukan proses pengambilan barang,
- e. Setelah semua barang sudah diambil, *order picker* meletakkan barang tersebut pada lokasi yang telah ditentukan (depot).

3. Pemetaan objek penelitian

Penelitian dilakukan di "PT X" yang merupakan perusahaan 3PL. Gudang "PT X" ini berbentuk persegi dengan dua blok (blok Y dan blok X), 14 lorong dan 66 lokasi penyimpanan per lorong, masing-masing 36 lokasi pada blok Y dan 30 lokasi pada blok X. Dimensi gudang "PT X" yang berkaitan dengan penentuan rute *order picking* ditunjukkan pada Tabel 1, dengan demikian maka dimensi gudang tersebut dapat digambarkan seperti tampak pada Gambar 1.

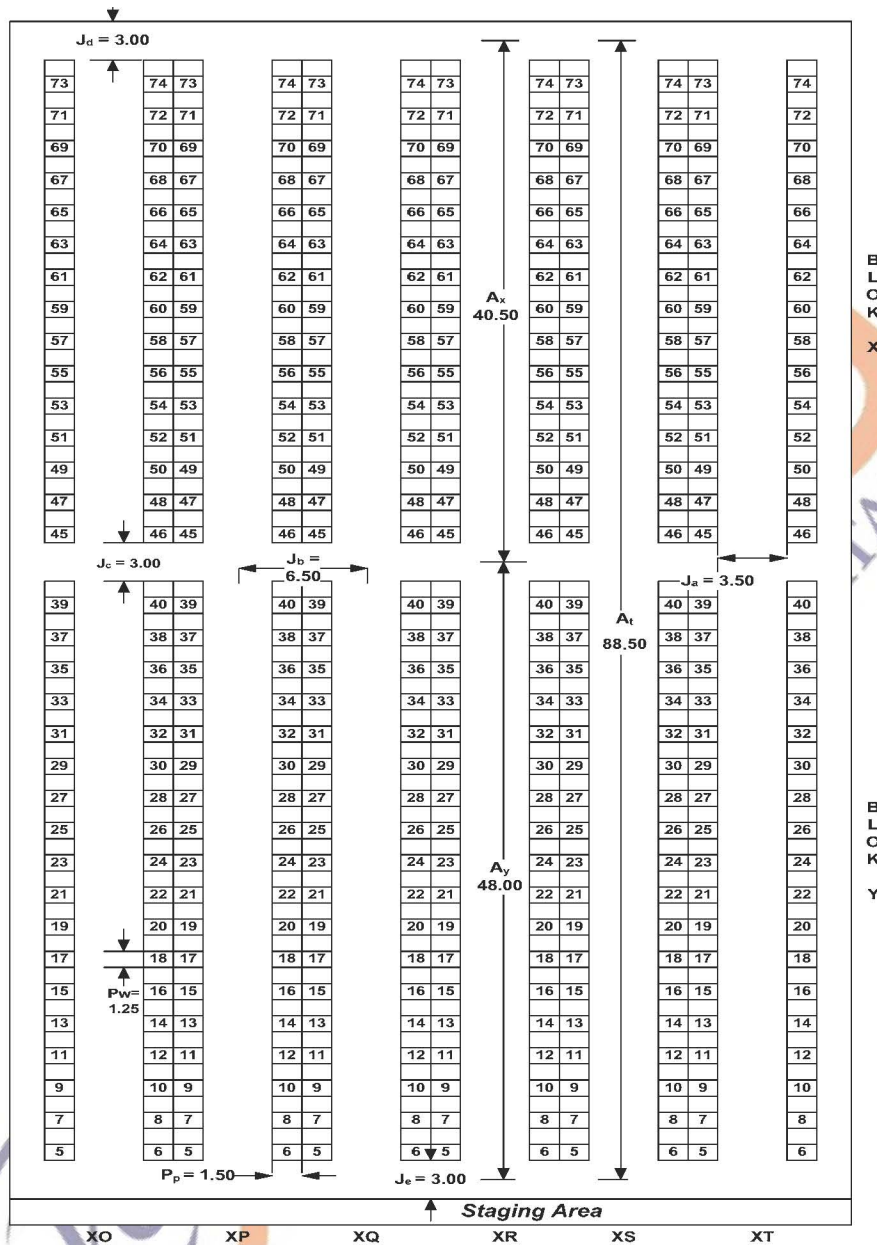
Tabel 1. Dimensi Gudang "PT X"

Deskripsi		Dimensi (m)
Lokasi Penyimpanan	• Panjang (P_p)	1.50
	• Lebar (P_w)	1.25
Jarak	• Antar lokasi penyimpanan (J_a)	3.50
	• Antar lorong (J_b)	6.50
	• Antar blok (J_c)	3.00
	• Antar blok X dengan bagian belakang gudang (J_d)	3.00
	• Antar blok Y dengan bagian depan gudang (J_e)	3.00
Lorong	• Panjang sublorong Y (A_y)	48.00
	• Panjang sublorong X (A_x)	40.50
	• Panjang total (A_t)	88.50

4. Deskripsi dan formulasi model yang digunakan

Rute *order picking* berkaitan dengan penentuan urutan pengambilan sejumlah barang yang harus diambil dari lokasi penyimpanannya dengan tujuan utama untuk meminimasi jarak tempuh dan waktu berjalan *order picker*. *Order picker* diasumsikan mampu untuk melewati/melintasi lorong dari dua arah dan mengubah arah di dalam lorong tersebut. Setiap pesanan terdiri dari sejumlah *item* yang biasanya menyebar pada sejumlah sublorong yang dapat atau akan diambil dalam satu rute tunggal. Perubahan lorong mungkin dilakukan pada setiap *cross aisle*.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk penentuan rute *order picking* adalah dengan menggunakan metode heuristik yang terdiri atas empat metode yaitu: *s-shape heuristic*, *largest gap heuristic*, *aisle by aisle*, dan *combined heuristic* [2]. Penentuan rute *order picking* pada penelitian ini hanya akan digunakan 3 metode, yaitu *s-shape heuristic*, *largest gap heuristic*, dan *aisle by aisle*. Penjelasan untuk masing-masing metode yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Dimensi Gudang "PT X"

a. S-Shape Heuristic

Pada dasarnya, setiap sublorong yang memiliki setidaknya satu lokasi pengambilan akan dilintasi sepanjang sublorong tersebut. Sublorong tanpa *item* yang harus diambil tidak akan dimasuki. Langkah penentuan rute *order picking* dengan *S-shape heuristic* adalah:

- (1) Menentukan lorong pengambilan paling kiri atau kanan yang memiliki setidaknya satu lokasi pengambilan (lorong pengambilan kiri atau kanan) dan menentukan blok paling jauh dari depot yang memiliki setidaknya satu lokasi pengambilan (blok terjauh).
- (2) Rute dimulai dari depot menuju bagian depan lorong pengambilan kiri atau kanan yang memiliki jarak terdekat dari depot.

- (3) Melintasi lorong pengambilan kiri atau kanan sampai bagian depan *cross aisle* dari blok terjauh.
- (4) Berjalan ke sebelah kiri atau kanan sepanjang bagian depan *cross aisle* dari blok terjauh sampai pada sublorong yang ada pengambilan. Apabila sublorong ini merupakan satu satunya sublorong pada blok ini yang memiliki lokasi pengambilan, maka mengambil semua item dan kembali ke bagian depan *cross aisle* blok tersebut. Apabila terdapat dua atau lebih sublorong dengan lokasi pengambilan di blok ini, maka melintasi sepanjang sublorong.
- (5) Pada titik ini, *order picker* berada pada bagian belakang *cross aisle* dari blok ini yang disebut *current block*. Terdapat dua kemungkinan:
 - Masih ada lokasi pengambilan yang tersisa pada *current block* (yang tidak diambil pada langkah sebelumnya). Menentukan jarak dari posisi sekarang ke sublorong paling kiri dan paling kanan yang memiliki lokasi pengambilan. Berjalan ke arah yang lebih dekat di antara keduanya. Melintasi sepanjang sublorong dan lanjutkan ke langkah 6.
 - Tidak ada item yang harus diambil lagi pada blok ini. Pada kasus ini, lanjutkan pada lorong pengambilan yang sama (lorong pengambilan terakhir yang dikunjungi pada langkah 7 atau langkah ini) untuk mencapai *cross aisle* selanjutnya dan lanjutkan dengan langkah 8.
- (6) Apabila masih ada item yang tersisa pada blok ini, maka melintasi *cross aisle* menuju sublorong selanjutnya yang memiliki lokasi pengambilan dan melintasi sepanjang sublorong. Ulangi langkah ini sampai hanya terdapat satu sublorong yang memiliki lokasi pengambilan pada *current block*.
- (7) Berjalan menuju sublorong terakhir yang memiliki lokasi pengambilan pada *current block*. Mengambil item dari sublorong terakhir dan menuju bagian depan *cross aisle* dari *current block*. Langkah ini menghasilkan dua jalan yang berbeda dalam melintasi sublorong, yang pertama melintasi sepanjang sublorong dan yang kedua adalah memasuki dan meninggalkan sublorong dari sisi yang sama.
- (8) Apabila blok terdekat dengan depot belum dipertimbangkan, maka kembali ke langkah 5.
- (9) Terakhir, kembali ke depot.

b. Largest Gap Heuristic

Largest gap heuristic dimulai dari berjalan menuju blok terjauh dan berjalan terus blok per blok sampai tiba pada bagian depan gudang. *Gap* berarti jarak antara dua lokasi pengambilan terdekat dalam satu sublorong atau antara *cross aisle* dengan lokasi pengambilan terdekat. *Largest gap* adalah *gap* terbesar di antara semua *gap* dalam satu sublorong. Metode ini membagi lokasi pengambilan ke dalam dua *set*. *Set* pertama merupakan *set* lokasi pengambilan yang diakses dari bagian belakang *cross aisle* dan *set* kedua merupakan *set* lokasi pengambilan yang diakses dari bagian depan *cross aisle*. Kedua *set* ini mungkin saja kosong, artinya tidak ada lokasi pengambilan pada *set* tersebut sehingga tidak perlu dimasuki. Langkah penentuan rute *order picking* dengan *largest gap heuristic* adalah sebagai berikut:

- (1) Menentukan lorong pengambilan paling kiri atau kanan yang memiliki setidaknya satu lokasi pengambilan (lorong pengambilan kiri atau kanan) dan menentukan blok paling jauh dari depot yang memiliki setidaknya satu lokasi pengambilan (blok terjauh).
- (2) Rute dimulai dari depot menuju bagian depan lorong pengambilan kiri atau kanan yang memiliki jarak terdekat dari depot.

- (3) Melintasi lorong pengambilan kiri atau kanan sampai bagian depan *cross aisle* dari blok terjauh.
- (4) Berjalan ke sebelah kiri atau kanan sepanjang bagian depan *cross aisle* dari blok terjauh sampai pada sublorong yang ada pengambilan. Apabila sublorong ini merupakan satu-satunya sublorong pada blok ini yang memiliki lokasi pengambilan, maka mengambil semua item dan kembali ke bagian depan *cross aisle* blok tersebut. Apabila terdapat dua atau lebih sublorong dengan lokasi pengambilan di blok ini, maka melintasi sepanjang sublorong.
- (5) Pada titik ini, *order picker* berada pada bagian belakang *cross aisle* dari blok ini yang disebut *current block*. Terdapat dua kemungkinan:
 - Masih ada lokasi pengambilan yang tersisa pada *current block* (yang tidak diambil pada langkah sebelumnya). Menentukan sublorong terjauh pada *current block* yang memiliki lokasi pengambilan dari posisi sekarang. Sublorong ini disebut sublorong terakhir dari *current block*. Lanjutkan ke langkah 6.
 - Tidak ada item yang harus diambil lagi pada *current block*. Lanjutkan pada lorong pengambilan yang sama (lorong pengambilan terakhir yang dikunjungi pada langkah 7, langkah 8 atau langkah ini) untuk mencapai *cross aisle* selanjutnya dan lanjutkan dengan langkah 9.
- (6) Mengikuti rute terpendek sepanjang bagian belakang *cross aisle* dimulai dari posisi sekarang, mengunjungi semua sublorong yang harus dimasuki dari bagian belakang dan berakhir pada sublorong terakhir dari *current block*. Setiap sublorong yang dilalui harus dimasuki sampai pada *largest gap*.
- (7) Melintasi sepanjang sublorong terakhir dari *current block* untuk mencapai bagian depan *cross aisle*.
- (8) Dimulai dari sublorong terakhir dari *current block* dan bergerak melewati semua sublorong pada *current block* yang masih ada lokasi pengambilan. Memasuki semua sublorong ini sampai pada *largest gap* untuk mengambil item.
- (9) Apabila blok terdekat dengan depot belum dipertimbangkan, maka kembali ke langkah 5.
- (10) Terakhir, kembali ke depot.

c. *Aisle by Aisle Heuristic*

Rute *order picking* yang dihasilkan metode ini hanya akan melewati setiap lorong satu kali. Program dinamis digunakan untuk menentukan *cross aisle* terbaik untuk berpindah dari lorong pengambilan satu ke lorong pengambilan yang lain.

Rute *order picking* dimulai dari depot. Untuk setiap *cross aisle* i , jarak dari depot dihitung, kemudian mengambil semua *item* pada lorong pengambilan pertama dan keluar dari lorong pengambilan tersebut melalui *cross aisle* i . Selanjutnya mengambil semua item pada lorong pengambilan dua dan keluar dari lorong pengambilan dua melalui *cross aisle* j yang merupakan jarak terpendek apabila berpindah dari lorong pengambilan pertama ke lorong pengambilan kedua melalui *cross aisle* i . Proses ini terus berulang sampai semua lorong pengambilan sudah dipertimbangkan, kemudian *order picker* kembali ke depot.

a. Transisi

Transisi merupakan cara *order picker* melakukan perpindahan di dalam gudang yang akan digunakan untuk melakukan perhitungan dengan program dinamis. Roodbergen (2001) mengelompokkan transisi ini ke dalam dua kelompok, yaitu:

- Transisi yang digunakan untuk berpindah dari satu sublorong/lorong ke sublorong/lorong yang lain,
- Transisi yang digunakan untuk mengambil semua item pada sublorong/lorong.

Pada metode *aisle by aisle heuristic* terdiri dari tiga transisi yang dapat digunakan untuk berpindah dari lorong yang satu ke lorong yang lain, yaitu: t_a melewati bagian belakang lorong, t_b melewati bagian tengah lorong, t_c melewati bagian depan lorong. Selanjutnya, terdapat tujuh transisi yang dapat digunakan untuk melakukan pengambilan pada lorong, yaitu: t_1 melintasi sepanjang lorong, t_2 tidak memasuki lorong ini sama sekali, t_3 memasuki dan meninggalkan lorong dari *node* a_j , t_4 memasuki dan meninggalkan lorong dari *node* b_j , t_5 memasuki dan meninggalkan lorong dari *node* c_j , t_6 memasuki dari *node* a_j dan meninggalkan lorong dari b_j atau sebaliknya, t_7 memasuki dari *node* b_j dan meninggalkan lorong dari c_j atau sebaliknya.

b. Program Dinamis

Program dinamis pada *aisle by aisle heuristic* menggunakan notasi sebagai berikut:

- n jumlah lorong pengambilan
- a_j bagian belakang lorong j untuk setiap $j = 1, \dots, n$
- b_j bagian tengah lorong j untuk setiap $j = 1, \dots, n$
- c_j bagian depan lorong j untuk setiap $j = 1, \dots, n$
- L_j^a rute parsial yang berakhir pada bagian belakang lorong j
- L_j^b rute parsial yang berakhir pada bagian tengah lorong j
- L_j^c rute parsial yang berakhir pada bagian depan lorong j

Langkah 1

- L_ℓ^a rute yang berawal dari *node* c_ℓ , berakhir pada *node* a_ℓ dan terdiri dari transisi t_1
- L_ℓ^b rute yang berawal dari *node* c_ℓ , berakhir pada *node* b_ℓ dan terdiri dari transisi t_7
- L_ℓ^c rute yang berawal dari *node* c_ℓ , berakhir pada *node* c_ℓ dan terdiri dari transisi t_5

Langkah 2

Untuk setiap lorong j selanjutnya menentukan L_j^a , L_j^b dan L_j^c sebagai berikut:

- Apabila lorong j memiliki item yang harus diambil, maka:

$$L_j^a = \min \left\{ \begin{array}{l} L_{j-1}^a + t_a + t_3 \\ L_{j-1}^b + t_b + t_6 \\ L_{j-1}^c + t_c + t_1 \end{array} \right\} \quad L_j^b = \min \left\{ \begin{array}{l} L_{j-1}^a + t_a + t_6 \\ L_{j-1}^b + t_b + t_4 \\ L_{j-1}^c + t_c + t_7 \end{array} \right\} \quad L_j^c = \min \left\{ \begin{array}{l} L_{j-1}^a + t_a + t_1 \\ L_{j-1}^b + t_b + t_7 \\ L_{j-1}^c + t_c + t_5 \end{array} \right\}$$

- Apabila lorong j tidak memiliki item yang harus diambil, maka:

$$L_j^a = L_{j-1}^a + t_a \quad L_j^b = L_{j-1}^b + t_b \quad L_j^c = L_{j-1}^c + t_c$$

Langkah 3

Untuk lorong terakhir, menentukan:

$$L_r^c = \min \left\{ \begin{array}{l} L_{j-1}^a + t_a + t_1 \\ L_{j-1}^b + t_b + t_7 \\ L_{j-1}^c + t_c + t_5 \end{array} \right\}$$

5. Hasil dan pembahasan

Pada bagian ini akan dilakukan perbandingan antara jarak tempuh dan waktu berjalan yang dihasilkan oleh ketiga metode heuristik. Perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui besarnya selisih (*performance gap*) antara jarak tempuh dan waktu berjalan yang dihasilkan oleh metode heuristik terhadap kondisi *existing*. Hasil perbandingan antara masing-masing metode heuristik dan kondisi *existing* ditunjukkan pada Tabel 2.

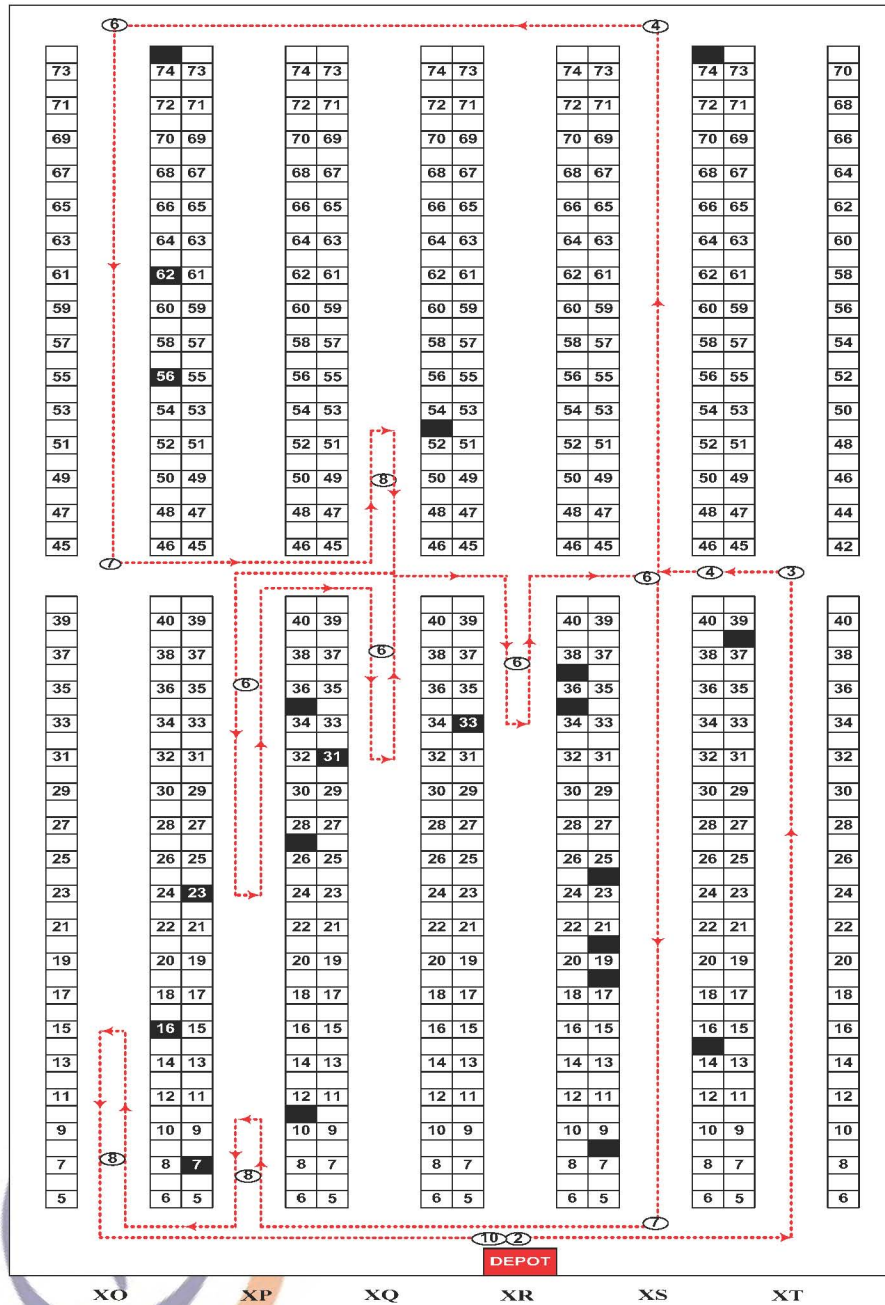
Tabel 2. Dimensi Gudang "PT X"

Metode	Jarak Tempuh (m)	Waktu (dtk)	Selisih		% Selisih
			Jarak	Waktu	
<i>Largest Gap Heuristic</i>	470	522.86	61.25	68.14	11.53%
<i>S-Shape Heuristic</i>	523.75	582.66	7.5	8.34	1.41%
<i>Aisle by Aisle Heuristic</i>	528.25	587.66	3	3.34	0.56%
<i>Existing</i>	531.25	591	-	-	-

Dari tabel tersebut diperoleh hasil bahwa rute *order picking* dengan menggunakan metode *Largest Gap Heuristic* merupakan solusi yang lebih optimal dibandingkan dengan metode yang lain, terbukti bahwa metode tersebut memberikan kontribusi jarak tempuh yang terpendek yaitu 470 meter, dan waktu yang tercepat yaitu 522,86 detik. Bila dibandingkan dengan kondisi *existing*, metode ini memberikan penghematan jarak tempuh sebesar 61,25 meter dan penghematan waktu sebesar 68.14 detik. Rute yang diperoleh dengan menggunakan metode *Largest Gap Heuristic* ini ditunjukkan pada Gambar 2 (angka dalam gambar merupakan urutan langkah-langkah penentuan rute *order picking*).

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dari ketiga metode yang dipertimbangkan untuk diimplementasikan di "PT X", memberikan hasil bahwa rute *order picking* dengan menggunakan metode *Largest Gap Heuristic* merupakan solusi yang lebih optimal dibandingkan dengan metode yang lain, terbukti bahwa metode tersebut memberikan kontribusi jarak tempuh yang terpendek yaitu 470 meter, dan waktu yang tercepat yaitu 522,86 detik. Bila dibandingkan dengan kondisi *existing*, metode ini memberikan penghematan jarak tempuh sebesar 61,25 meter dan penghematan waktu sebesar 68.14 detik. Dengan demikian, maka metode yang direkomendasikan untuk diimplementasikan dalam penentuan rute *order picking* di "PT X" adalah dengan menggunakan metode *Largest Gap Heuristic*.



Gambar 2. Rute dengan metode *Largest Gap Heuristic*

7. Daftar rujukan

- [1] Frazelle, Edward H, 2002, *World Class: Warehousing and Material Handling*, McGraw-Hill.
- [2] Roodbergen, K.J., 2001, *Layout and Routing Methods for Warehouses*, ERIM Ph.D. series Research in Management 4.
- [3] Mulcahy, David E., 1994, *Warehouse Distribution and Operation Handbook*, Singapore: McGraw Hill.