

## OPTIMALISASI TATA LETAK GUDANG – AREA SIMPAN: STUDI KASUS DI PT.GMS

**Agung Chandra**

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Mercu Buana Jakarta

Email: [agungchandra\\_07@yahoo.co.uk](mailto:agungchandra_07@yahoo.co.uk)

### ABSTRAK

Salah satu benefit dari tata letak yang optimal adalah bisa menghasilkan ruang yang tidak boros. Penelitian yang dilakukan di PT.GMS dengan kondisi 24 lokasi simpan menghasilkan dimensi ruang simpan, panjang 4 m, lebar 12.6 m, lebar lorong 1.8 m, jumlah lorong 6 buah, dan produktivitas lorong sebesar 42.9%. Semakin banyak jumlah lokasi simpan, maka ruang simpan yang dibutuhkan akan semakin luas; dan semakin banyak jumlah lokasi simpan maka waktu untuk melakukan picking juga semakin bertambah.

**Kata Kunci:** tata letak optimal, dimensi ruang

### ABSTRACT

*One of the benefits optimal layout is to produce efficient space. The research conducted at PT.GMS with 24 picking locations shows that length of the main aisle 4 meter, width 12.6 meter, aisle width 1.8 meter, number of aisles is 6, and aisle space percentage is 42.9%. When the number of aisle increases, space needed becomes larger; and picking time also increases*

**Keywords:** *optimal layout, space dimension, number of location, space, picking time*

### PENDAHULUAN

Tata letak gudang mempengaruhi biaya pergudangan. Tata letak yang optimal bisa memberikan ruang yang optimal – ruang yang tidak boros dan memperlancar arus material (*material flow*). Dengan tidak borosnya ruang dan arus material yang lancar maka akan terjadi biaya yang optimal bagi perusahaan.

Pada penelitian ini berfokus pada tata letak gudang – area *picking*, hal ini dikarenakan picking merupakan aktivitas yang memiliki porsi paling besar dalam biaya pergudangan. Order picking mencakup sekitar 55% biaya operasional gudang karena jumlah tenaga kerja terbanyak dan waktu terbanyak dibandingkan dengan aktivitas pergudangan yang lain. Dalam merancang tempat simpan dan system pergudangan, hal yang ingin dicapai adalah:memaksimalkan penggunaan ruang, memaksimalkan penggunaan peralatan, memaksimalkan penggunaan buruh, memaksimalkan akses semua material, dan memaksimalkan proteksi semua material (Tompkins, et al, 2003). Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah merancang dimensi lokasi simpan dan jumlah lorong/*aisle* yang optimal di PT.GMS.

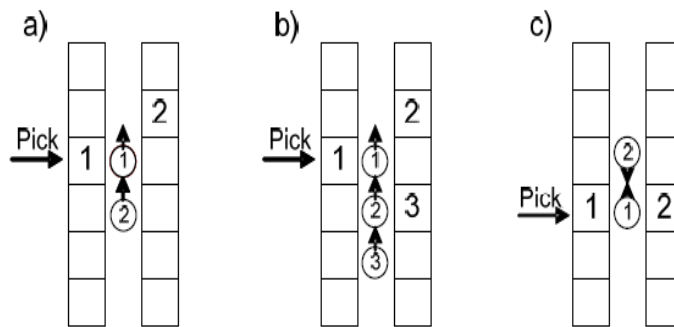
### TINJAUAN PUSTAKA

Ada 2 jenis permasalahan tata letak: posisi penempatan berbagai departemen seperti aktivitas utama pergudangan (*receiving, put away, storage, order picking, dan shipping*) dan penempatan peralatan / perlengkapan, ruang simpan, jalur, dan sebagainya. (De Koster, et al, 2007, Bartholdi & Hackman, 2008).

Model tata letak pergudangan bertujuan meminimalkan jarak tempuh untuk menyimpan (*storage*) dan mengambil (*order picking*) sebuah item barang, Jarak tempuh ini dipengaruhi oleh dimensi gudang, panjang lorong (*pick aisle dan cross aisle*), *picking method, material handling systems, supporting information technology infrastructure*.

**METODE PENELITIAN**

Untuk mendapatkan dimensi lokasi simpan dan jumlah lorong yang optimal maka diperlukan langkah – langkah sebagai berikut: Menentukan lebar lorong/*aisle width*. Menurut Tompkins, et al (2003) bahwa pengaturan lorong/*aisle arrangement* diperlukan untuk menghasilkan aliran yang efektif. Jika sebuah lorong dirancang terlalu sempit maka akan menimbulkan kemacetan / *congestion* yang bisa membuat waktu picking lebih lama dibandingkan dengan tidak adanya kemacetan/*congestion*. Kemacetan atau *congestion* dapat terjadi dengan kondisi sebagai berikut: Satu, dua atau lebih picker ingin mengambil barang pada lokasi yang sama. Dua, dua atau lebih picker dimana salah satunya menunggu untuk melewati picker yang sedang melakukan proses picking. Tiga, dua atau lebih picker yang saling berhadap – hadapan atau dengan kata lain picker tersebut sedang berlawanan arah.



Gambar 1. Situasi Kemacetan dalam Picking (Furmans, et al, 2009).

Namun sebaliknya jika sebuah lorong dirancang terlalu lebar maka akan menimbulkan pemborosan ruang dan dengan ruang yang semakin besar maka bisa menyebabkan semakin rendahnya *housekeeping*.

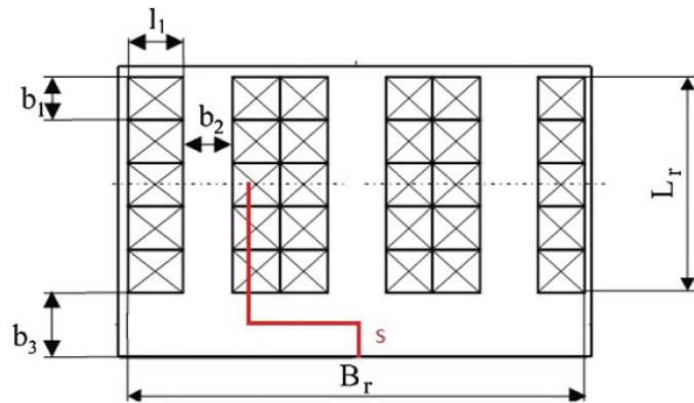
Hal terbaik adalah mendapatkan lebar lorong yang sesuai dengan kebutuhan, misalnya pada gudang tersebut menggunakan forklift, maka tentunya lebar lorong yang harus disediakan adalah lebar lorong yang memungkinkan untuk sebuah forklift melakukan perputaran.

Untuk lebar lorong, Tompkins, et al (2003) merekomendasikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Type of Flow and Aisle Width

Type of Flow	Aisle Width (ft)
Tractor	12
3-ton forklift	11
2-ton forklift	10
1-ton forklift	9
Narrow aisle truck	6
Manual platform truck	5
Personnel – doors opening from one side	6
Personnel – doors opening from two side	8

Cara perhitungannya adalah: Satu, menentukan lokasi simpan per layer (Q). Dua, menentukan dimensi (l1 dan b1) lokasi simpan seperti pada gambar berikut:



Gambar 2. Parameter Tata Letak  
(Sumber: Dukic & Opetuk, 2012)

Untuk formula d sampai f bersumber dari Dukic & Opetuk, 2012: Satu, menghitung jumlah lorong –  $n_1$  yang optimal untuk area simpan.

$$n_1 = \sqrt{\frac{Q \cdot b_1}{2 \cdot l_1 + b_2}}$$

Banyak atau sedikitnya jumlah lorong mempengaruhi waktu untuk melakukan order picking, karena semakin besar jumlah lorong yang harus dilalui maka waktu travel yang harus dihasilkan akan semakin besar juga. Hal yang harus dilakukan untuk meminimalkan order picking, salah satunya adalah dengan menerapkan routing method yang sesuai.

Ada berbagai macam routing method yakni: S – shape, Return, Optimal, Combined, Combined plus, dan Aisle to aisle.

Metode routing yang paling mudah diterapkan adalah metode S-shape dan Return. Untuk metode lainnya, seorang picker tidak bisa mengingatnya dengan mudah. Hasil perhitungan dengan menggunakan metode routing adalah sebagai berikut: Satu, Menghitung panjang aisle -  $L_r$

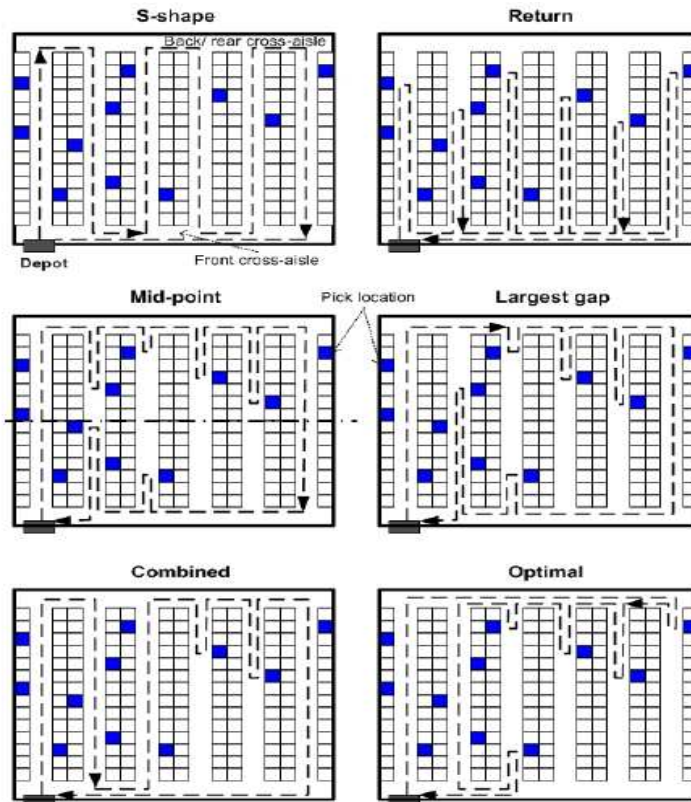
$$L_r = \frac{Q \cdot b_1}{2 \cdot n_1}$$

Menghitung lebar area simpan -  $B_r$

$$B_r = n_1 \cdot 2 \cdot l_1 + n_1 \cdot b_2$$

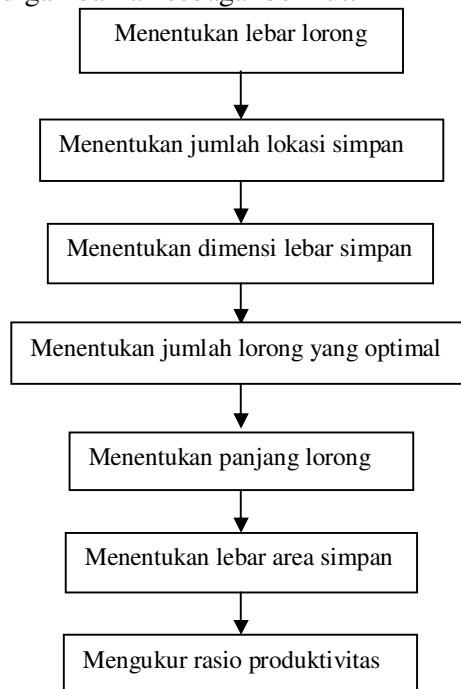
Mengukur ratio produktivitas – ASP (*Aisle Space Percentage*) –> 0.1 sampai 0.15 (Sule, D.R., 1994, p. 260) menggunakan rumus:

$$\frac{\text{Space yang ditempati oleh aisle}}{\text{Total space}}$$



Gambar 3. Metode Routing

Diagram alirnya dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4. Diagram Alir Metode Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Space**

PT. GMS saat ini memiliki 24 lokasi picking (Q) dan tiap lokasi yang tersedia bisa menampung pallet berukuran 1.2 meter ( $l_1$ ) x 1 meter ( $b_1$ ). Sedangkan lebar lorong picking diproyeksikan untuk *narrow aisle truck* ( $b_2$ ). Dengan demikian menghasilkan perhitungan sebagai berikut:

Jumlah lorong (aisle) –  $n_1$  dengan rumus:

$$n_1 = \sqrt{\frac{Q \cdot b_1}{2 \cdot l_1 + b_2}}$$

$$n_1 = \sqrt{\frac{24 \times 1}{2 \times 1.2 + 6 \times 0.3}} = 2.4 \approx 3 \text{ aisle}$$

Panjang lorong / length of aisle:

$$L_r = \frac{Q \cdot b_1}{2 \cdot n_1}$$

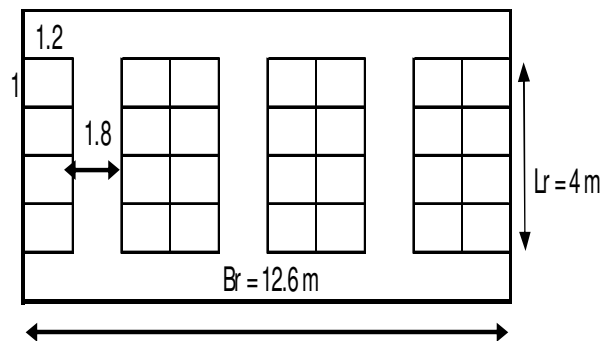
$$L_r = \frac{24 \times 1}{2 \times 3} = 4 \text{ m}$$

Lebar area simpan –  $B_r$ :

$$B_r = n_1 \cdot 2 \cdot l_1 + n_1 \cdot b_2$$

$$B_r = 3 \times 2 \times 1.2 + 3 \times 1.8 = 12.6 \text{ m}$$

Setelah didapatkan angka – angka ini, maka layout yang optimal dapat diplot seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Tata Letak Optimal – Area Simpan Untuk produktivitas - . ASP (*Aisle Space Percentage*) didapatkan:

$$\frac{n_1 \times L_r \times b_2}{L_r \times B_r} = \frac{3 \times 4 \times 1.8}{4 \times 12.6} = 0.429 = 42.9\%$$

Secara ASP, hasil ini tidak seproduktif seperti yang direkomendasikan atau dengan kata lain space yang ditempati aisle terlalu banyak.

Kemudian penulis juga memikirkan lokasi simpan beberapa tahun ke depan seiring dengan bertambahnya outlet maka secara otomatis diperlukan juga penambahan

lokasi simpan. Gambar 6 menunjukkan estimasi kebutuhan space dan layout yang memungkinkan.

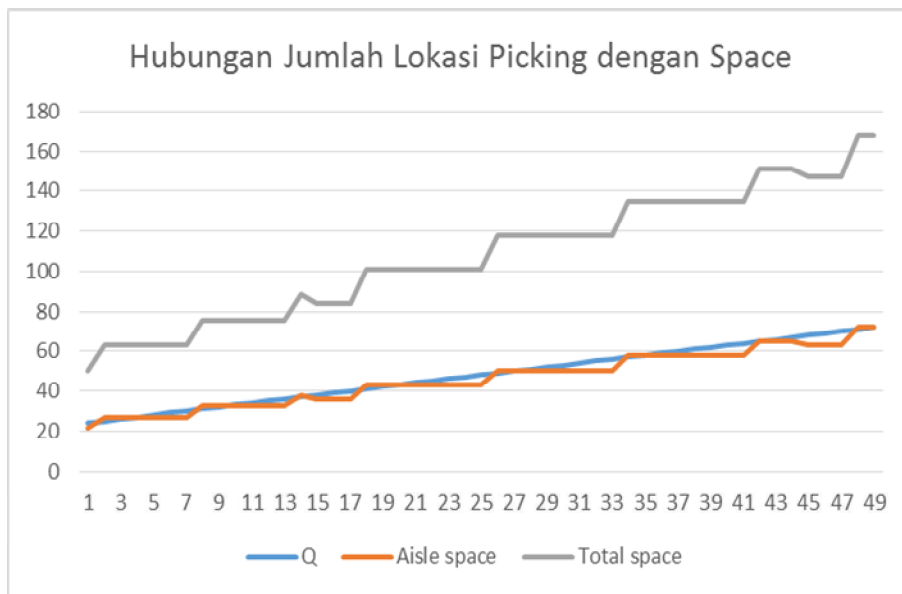
Q	b1 (m)	L1 (m)	b2(m)	n1	Lr (m)	Br (m)	Aisle Space (m2)	Total Space (m2)	ASP - %
24	1	1.2	1.8	3	4	12.6	21.6	50.4	42.9%
25	1	1.2	1.8	3	5	12.6	27	63	42.9%
26	1	1.2	1.8	3	5	12.6	27	63	42.9%
27	1	1.2	1.8	3	5	12.6	27	63	42.9%
28	1	1.2	1.8	3	5	12.6	27	63	42.9%
29	1	1.2	1.8	3	5	12.6	27	63	42.9%
30	1	1.2	1.8	3	5	12.6	27	63	42.9%
31	1	1.2	1.8	3	6	12.6	32.4	75.6	42.9%
32	1	1.2	1.8	3	6	12.6	32.4	75.6	42.9%
33	1	1.2	1.8	3	6	12.6	32.4	75.6	42.9%
34	1	1.2	1.8	3	6	12.6	32.4	75.6	42.9%
35	1	1.2	1.8	3	6	12.6	32.4	75.6	42.9%
36	1	1.2	1.8	3	6	12.6	32.4	75.6	42.9%
37	1	1.2	1.8	3	7	12.6	37.8	88.2	42.9%
38	1	1.2	1.8	4	5	16.8	36	84	42.9%
39	1	1.2	1.8	4	5	16.8	36	84	42.9%
40	1	1.2	1.8	4	5	16.8	36	84	42.9%
41	1	1.2	1.8	4	6	16.8	43.2	100.8	42.9%
42	1	1.2	1.8	4	6	16.8	43.2	100.8	42.9%
43	1	1.2	1.8	4	6	16.8	43.2	100.8	42.9%
44	1	1.2	1.8	4	6	16.8	43.2	100.8	42.9%
45	1	1.2	1.8	4	6	16.8	43.2	100.8	42.9%
46	1	1.2	1.8	4	6	16.8	43.2	100.8	42.9%
47	1	1.2	1.8	4	6	16.8	43.2	100.8	42.9%
48	1	1.2	1.8	4	6	16.8	43.2	100.8	42.9%
49	1	1.2	1.8	4	7	16.8	50.4	117.6	42.9%
50	1	1.2	1.8	4	7	16.8	50.4	117.6	42.9%
51	1	1.2	1.8	4	7	16.8	50.4	117.6	42.9%
52	1	1.2	1.8	4	7	16.8	50.4	117.6	42.9%
53	1	1.2	1.8	4	7	16.8	50.4	117.6	42.9%
54	1	1.2	1.8	4	7	16.8	50.4	117.6	42.9%
55	1	1.2	1.8	4	7	16.8	50.4	117.6	42.9%
56	1	1.2	1.8	4	7	16.8	50.4	117.6	42.9%
57	1	1.2	1.8	4	8	16.8	57.6	134.4	42.9%
58	1	1.2	1.8	4	8	16.8	57.6	134.4	42.9%
59	1	1.2	1.8	4	8	16.8	57.6	134.4	42.9%
60	1	1.2	1.8	4	8	16.8	57.6	134.4	42.9%
61	1	1.2	1.8	4	8	16.8	57.6	134.4	42.9%
62	1	1.2	1.8	4	8	16.8	57.6	134.4	42.9%
63	1	1.2	1.8	4	8	16.8	57.6	134.4	42.9%
64	1	1.2	1.8	4	8	16.8	57.6	134.4	42.9%
65	1	1.2	1.8	4	9	16.8	64.8	151.2	42.9%
66	1	1.2	1.8	4	9	16.8	64.8	151.2	42.9%
67	1	1.2	1.8	4	9	16.8	64.8	151.2	42.9%
68	1	1.2	1.8	5	7	21	63	147	42.9%
69	1	1.2	1.8	5	7	21	63	147	42.9%
70	1	1.2	1.8	5	7	21	63	147	42.9%
71	1	1.2	1.8	5	8	21	72	168	42.9%
72	1	1.2	1.8	5	8	21	72	168	42.9%

Gambar 6. Hasil Estimasi  $n_1$ ,  $L_r$ ,  $B_r$ , dan ASP

Pada gambar tersebut terlihat bahwa dengan semakin banyaknya lokasi picking maka baik aisle space maupun *total space* yang dibutuhkan akan semakin besar pula.

Korelasi antara jumlah lokasi picking dengan space dapat diilustrasikan dengan grafik dibawah ini: Dengan mengetahui hubungan antara lokasi picking dengan space, maka bisa ditentukan pula layoutnya, apakah menggunakan *dedicated layout* atau flexible layout. Jika *dedicated layout* tentunya akan menggunakan space yang lebih banyak lagi karena untuk setiap item atau setiap SKU memiliki lokasi picking yang sudah ditentukan, dengan kata lain lokasi tersebut hanya boleh digunakan untuk menyimpan SKU tertentu saja. Sedangkan untuk flexible layout bisa lebih menghemat space karena pada SKU atau item barang bisa menempati lokasi yang saat penyimpanannya sedang kosong atau dengan kata lain lokasi simpan untuk picking bisa berbeda – beda dari waktu ke waktu. Keuntungan dari *dedicated layout* yakni mempermudah untuk seorang picker dalam mengambil barang karena lokasi simpannya tidak berubah-ubah sehingga lebih mudah untuk dipelajari; sedangkan untuk fleksible layout lebih sulit untuk diingat karena lokasi simpannya berpindah – pindah terus sehingga waktu untuk melakukan picking akan lebih lama dibandingkan dengan *dedicated layout*.

Di PT. GMS ini, dengan lahan yang tidak luas maka lebih cocok untuk menggunakan metode layout yang flexible.



Gambar 7. Grafik Hubungan Jumlah Lokasi Picking dengan Space

Untuk kebutuhan ruang simpan tentunya harus mempertimbangkan juga lahan dan biaya lahan per meter persegi.

Untuk lokasi pabrik yang harga lahannya tidak terlalu mahal, maka perusahaan masih memungkinkan untuk memiliki lahan yang luas, hal ini berguna untuk investasi jangka panjang pada saat item yang dimilikinya kian tahun kian bertambah. Tapi untuk lokasinya di pusat kota, tentunya harga lahan juga semakin mahal, oleh karena itu factor menggunakan racking bertingkat bisa digunakan, dan dapat disesuaikan dengan tinggi bangunan. Level ketinggian bisa level 0, level 1, level 2, level 3, dan seterusnya.

Hal lain yang perlu disiapkan dalam menyimpan barang menggunakan racking adalah pembuatan table untuk jumlah item per palletnya, dan ini berguna pada saat proses receiving (penerimaan) sehingga operator atau petugas pada saat penerimaan barang bisa langsung melakukan proses stacking sesuai dengan ketinggian yang diijinkan pada saat proses storage.

Seperti diketahui bahwa waktu picking terdiri dari beberapa komponen proses aktivitas, yakni: Waktu picking, Waktu travel, dan Waktu menunggu yang biasanya disebabkan oleh adanya faktor kemacetan/*congestion*.

Dengan adanya tabel jumlah kemasan per pallet juga mempercepat operator / picker pada saat melakukan persiapan pengambilan (picking) item yang tercantum pada pick list. Picker bisa dengan cepat menghitung kebutuhan barang yang tercantum pada pick list. Dengan kata lain, waktu picking menjadi lebih cepat dibandingkan tanpa adanya table guidance.

Efek lain dengan semakin cepatnya waktu picking maka akan produktivitas picker dalam melakukan picking juga meningkat dan efek selanjutnya adalah terjadi penurunan biaya untuk proses picking di warehouse.

Untuk penelitian berikutnya perlu dikembangkan dengan mensimulasikan jumlah picker agar didapat waktu picking yang optimal dengan jumlah picker yang optimal juga terhadap layout yang optimal.

**Efek Tata Letak Terhadap Waktu Picking**

Pada table 2 akan dibuktikan juga pengaruh jumlah lokasi (Q) terhadap waktu picking. Disini akan diambil ilustrasi pada Q = 30 dan Q = 36. Waktu picking yang dihitung adalah dengan menggunakan metode routing S-Shape, Return dan Optimal. Kalkulasi waktu picking menggunakan software *Warehouse Real Time Simulator* (WRTS) dari Wroclaw University. Penggunaan software yang dipakai dihitung dengan menggunakan 1 (satu) orang picker saja. Dengan demikian belum menggunakan faktor *congestion*.



1	6	11	16	21	26
2	7	12	17	22	27
3	8	13	18	23	28
4	9	14	19	24	29
5	10	15	20	25	30

**Optimal route (time)**

15:48:42

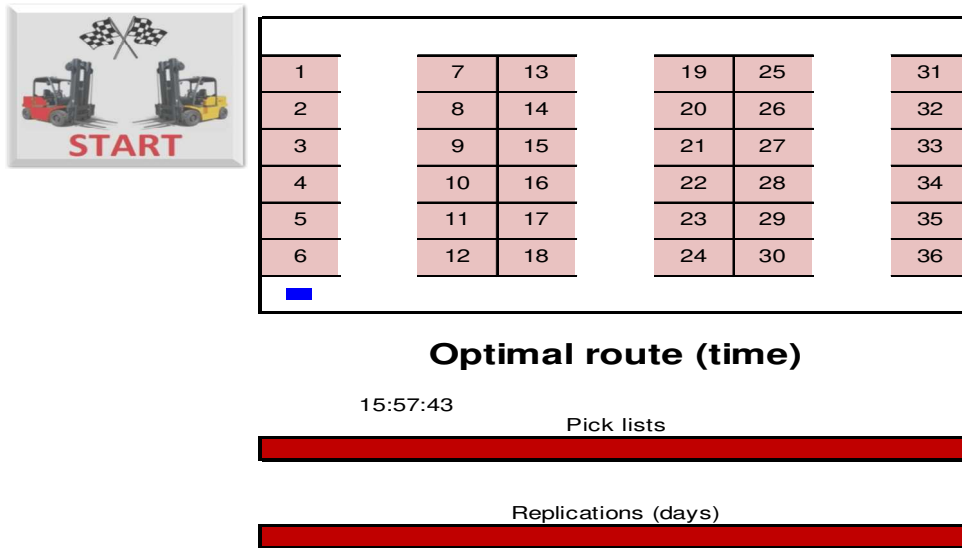
Pick lists



Replications (days)



Gambar 7. Layout dengan Q = 30



Gambar 8. Layout dengan Q = 36

Hasil dari kalkulasi untuk ketiga metode routing – S Shape, Return, dan Optimal time yang digunakan terdapat pada table 3.

Tabel 3. Waktu Picking untuk Metode Routing: S Shape, Return, dan Optimal

Day	Forklift number	Number of pick lists completed	Working time	Routing method	Number of slots in a rack
Day 1	1	67	7:05:01	S-shape	5
Day 1	1	67	7:34:18	Return	5
Day 1	1	67	6:40:44	Optimal (t)	5
Day 1	1	67	7:18:51	S-shape	6
Day 1	1	67	7:52:30	Return	6
Day 1	1	67	6:53:14	Optimal (t)	6

Pada table 3 diatas menunjukkan bahwa pada saat jumlah lokasi (*number of slots in a rack*) per kolom bertambah, maka waktu picking (*working time*) nya juga bertambah. Ambil contoh routing method dengan menggunakan Optimal; pada saat jumlah lokasinya berjumlah 5, total jumlah lokasi = 30, maka waktu pickingnya (*working time*) adalah 6:40:44; sedangkan pada saat jumlah lokasinya berjumlah 6; total jumlah lokasi = 36, maka waktu pickingnya (*working time*) adalah 6:53:14. Dari sini dapat diambil kesimpulan bahwa semakin banyak jumlah lokasi per kolomnya maka waktu pickingnya akan bertambah.

**PENUTUP****Kesimpulan**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dimensi untuk area simpan gudang di PT. GMS yang optimal dengan perencanaan 24 lokasi simpan adalah panjang lorong utama/main aisle ( $L_r$ ) = 4 m, lebar area simpan ( $B_r$ ) = 12.6 m, jumlah lorong ( $n_1$ ) = 6, lebar lorong ( $b_2$ ) = 6 feet  $\approx$  1.8 m. Untuk ASP (aisle productivity) sebesar 42.9%. Efek jumlah lokasi terhadap tata letak adalah pada saat jumlah lokasi picking (Q) bertambah maka space yang dibutuhkan juga akan semakin luas. Jika jumlah lokasi picking (Q) semakin banyak maka waktu pickingnya menjadi bertambah juga, hal ini ditunjukkan dengan menggunakan software simulasi: *Warehouse Real Time Simulator*.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Bartholdi, III, J and Hackman, S.T. 2008. Warehouse and Distribution Science. *The Supply Chain and Logistics Institute, School of Industrial and System Engineering, Georgia Institute of Technology*. Atlanta, Georgia, U.S.A. Also available online: [www.warehouse-science.com](http://www.warehouse-science.com).
- De Koster, R., Le-Duc, T., Roodbergen, K.J. 2007. Design and Control of Warehouse Order Picking: A Literature Review. *European Journal of Operations Research* 182 (2), p.481-501.
- Dukic, G., Opetuk, T. 2012. *Warehousing in the Global Supply Chain: Advanced Models, Tools, and Applications for Storage Systems: Chapter 3: Warehouse Layout*. Springer.
- Furmans, et al. 2009. Queueing Models for Manual Order Picking Systems with Blocking. *Logistics Journal*. ISSN 1860 5923.
- Roodbergen, K.J., I.F.A. Vis, A. 2006. A Model for Warehouse Layout. *IIE Transaction* 38 (10), p. 799 - 811
- Sule,, D.R. 1994. *Manufacturing Facilities: Location, Planning, and Design*. PWS publishing.
- Tarczynski, G. 2012. *Warehouse Real – Time Simulator: How to Optimize Order Picking Time*, Wroclaw Univesity of Economics.
- Tompkins, et al. 2003. *Facilities Planning*. John Wiley and Sons.