PENGARUH *FORMASI* PENYIMPANAN METODE *VOLUME BASED* TERHADAP UNJUK KERJA *STRATEGY ROUTING ORDER PICKING*

Azan [illegible] ri

Program Studi Teknik Ind[illegible] [illegible] Elektro,Fakultas Teknik,
Univ[illegible] [illegible]anak
azanjanuari@yahoo.co.id

Abstrak– **Pergudangan dalam dunia industri telah menjadi salah satu yang memegang peranan penting dalam rantai pasok, sehingga diperlukan manajemen khusus dalam penekanan biaya pada pergudangan ini, dikatakan 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. Hal yang paling mempengaruhi aktivitas *order picking* ialan waktu perjalanan yakni sebanyak 50% dibandingakn waktu akativitas lain dalam proses *order picking*, dengan demikian biaya mengambil (*picking)* akan lebih mahal jika letak penyimpanan dan rute pengambilan produk dilakukan dengan tidak efisien.**

Eksperimen yang dilakukan menggunakan model simulasi. Simulasi ini ialah simulasi sistem pergudangan lebih khususnya pada aktivitas saat pengambilan barang dalam gudang (*order picking*) yang dilakukan menggunakan alat bantu simulasi netlogo. Pengujian eksperimen dilakukan dengan menggunakan 2 *strategy routing order picking* yaitu *S-Shape*, dan *return* terhadap tiap *formasi* penyimpanan dari metode *volume-based*, dari hasil pengujian ini akan menghasilkan perbandingan berupa *strategy* yang paling optimal dari berbagai *formasi* penyimpanan tersebut.

Pengaruh jarak *formasi* penyimpanan *volume-based* terhadap jarak tempuh pengambilan rata-rata menggunakan *strategy routing order picking* cukup besar, seperti contoh pada *strategy S-shape* dengan *formasi* penyimpanan *diagonal* memiliki jarak tempuh 172,29 sedangkan dengan menggunakan *strategy return* pada *formassi* yang sama sebesar 189,02 hal ini menunjukan bahwa terdapat pengaruh yang cukup besar terhadap selisih jarak tempuh *routing order picking* yaitu sebesar 16,73. Hal ini dikatakan berpengaruh cukup besar dikarenakan dalam proses mengambil dilakukan secara terus-menerus sehingga apabila pemilihan *strategy* pada *formasi* penyimpanan tidak tepat, maka akan terus-menerus menambah selisih jarak perjalanan tersebut.

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

1. Pendahuluan

Dalam era perindustrian yang semakin berkembang pesat saat ini, setiap perusahaan saling berlomba dalam meminimalkan ongkos dan memaksimalkan keuntungan. Setiap perusahaan memiliki caranya tersendiri dalam mengoptimalkan ongkos oprasionalnya, salah satu yang sering dilakukan ialah pengoptimalan biaya di gudang penyimpanan produk.

Pergudangan dalam dunia industri juga telah menjadi salah satu 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)*, penyimpanaan *(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 study di United Kingdom pada tahun 1988 menyatakan bahwa yang paling mempengaruhi aktivitas *order picking* ialan waktu perjalanan yakni sebanyak 50% dibandingkan waktu akativitas lain dalam proses *order picking.*

Aktivitas *order picking* adalah aktivitas pengambilan produk yang diawali dengan proses identifikasi produk yang akan diambil, proses identifikasi ini biasa dilakukan denagan membaca list produk atau kanban produk, kemudian pekerja yang bertugas mengambil produk

mengklarifikasi lorong mana yang tardapat rak berisi produk yang akan diambil, setelah itu pekerja tersebut memasuki lorong-lorong yang telah terklarifikasi. Kebanyakan pekerja yang mengambil produk menggunakan *strategy routing* meskipun terkadang pekerja tersebut tidak menyadari bahwa dia sedang menggunakan *strategy routing*.

Meminimalkan biaya gudang tidak hanya dilakukan dengan cara memilih *strategy routing* yang ada saja namun bisa juga dengan memanfaatkan area gudang, mengetahui seberapa sering produk diambil dan mengelompokan produk, hal-hal tersebut dapat dijumpai dalam metode-metode penyimpanan dengan kata lain, metode penyimpanan juga dapat digunakan dalam meminimalkan biaya gudang.

Terdapat banyak metode-metode penyimpanan yang sering digunakan dalam dunia pergudangan, dari berbagai metode penyimpanan tersebut ada salah satu metode yang memiliki ciri khas yang berbeda yaitu pada bentuk posisi (*formasi*) penyimpanannya, metode penyimpanan tersebut ialah metode *volume-based.* Metode penyimpanan *volume-based* memiliki empat *formasi* penyimpanan yang berbeda, *formasi* tersebut ialah *diagonal, within-aisle, cross-aisle* dan *perimeter*. dari berbagai *formasi* penyimpanan yang ada pada metode penyimpanan *volume-based*, belum diketahui *strategi routing order picking* mana yang optimal dalam mengurangi jarak tempuh perjalanan.

Tujuan dari penelitian ini merupakan pemecahan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya adapun tujuan dari penelitian ini ialah

1. Menciptakan simulasi aktivitas di dalam gudanga menggunakan netlogo, untuk mengetahui pengaruh *formasi* penyimpanan metode *volume-based* terhadap unjuk kerja *srtategy routing order picking.*
2. Membandingkan seberapa besar pengaruh *formasi* penyimpanan metode *volume-based* terhadap jarak tempuh pengambilan berdasarkan beberapa *strategy routing order picking.*
3. Memberikan rekomendasi *strategy routing order picking* yang paling optimal pada tiap *formasi* penyimpanan metode *volume based*.

2. Teori Dasar

Gudang

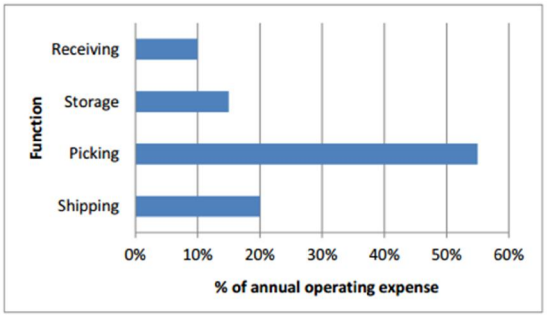
Menurut Lambert (2001) pengertian gudang didefinisikan sebagai berikut: "Gudang adalah bagian dari sistem logistik perusahaan yang menyimpan produk-produk (*raw material, port, goods inprocess, finished goods*) pada dan antara titik sumber (*point-of-origin*) dan titik konsumsi (*Point-ofconsumption*),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

Aktivitas-Aktivitas Pergudangan

Gonzalez (2014) 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 dikareankan pada proses *picking* dilakukan secara terus-menerus.



Gambar 1. Pengaruh Aktivitas Dalam Pergudangan Terhadap Biaya
(Gonzalez 2014).

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi waktu aktivitas *order picking,* aktihvitas-aktivitas 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* ialan waktu perjalanan yakni sebanyak 50% dibandingakn waktu akativitas lain dalam proses *order picking*.

Sadowsky (2011) waktu tempuh berkaitan erat dengan jarak tempuh karena dengan mengurangi jarak tempuh maka akan mengurangi waktu tempuh dan dengan berkurangnya waktu tempuh maka berarti seseorang bisa meningkatkan produktivitas kerja.

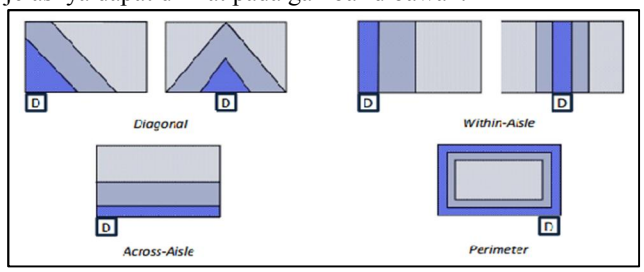
Metode Penyimpanan

Terdapat metode atau jenis-jenis penyimpanan pada gudang yang sering digunakan (Gonzalez, 2014), 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

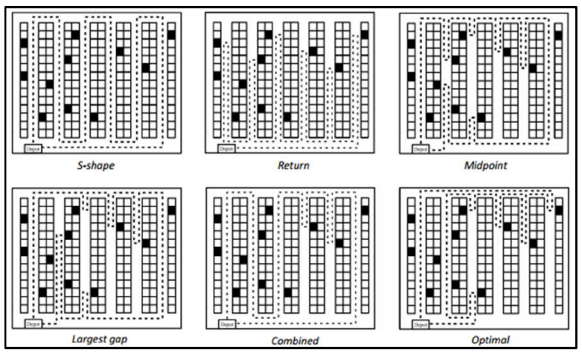
diagonal (miring), within-aisle (dalam lorong), across aisle (lintasan lorong), perimeter (garis lingkaran). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 2. *Formasi* Penyimpanan Pada Metode V*olume Based*
(Gonzalez 2014)

Strategy Routing Order Picking

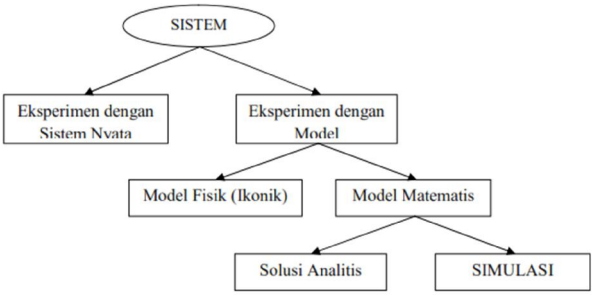
Ada beberapa *Strategy routing* dalam pergudangan, dari berbagai metode-metode tersebut memiliki tujuan yang sama yakni meminimalakan jarak tempuh sehingga dapat mengurangi waktu tempuh dan biaya *order picking.* Ada beberapa *strategy routing* yang sering digunakan diantaranya ialah *s-shape or transversal strategy, return strategy, midpoint strategy, largest-gap strategy,composite strategy, combined strategy* dan *optimal strategy.*



Gambar 3. *SrtategyRouting Order Picking*

Pemodelan Sistem dan Simulasi

Pemahaman tentang sistem merupakan kebutuhan mendasar jika ingin melakukan pemodelan simulasi ataupun pengaplikasian metode analitis, karena pendekatan yang dipakai untuk memecahkan masalah adalah pendekatan sistem (*system approach),* yaitu suatu pendekatan holistik terhadap suatu persoalan. Melakukan pemodelan adalah suatu cara untuk mempelajari sistem dan model itu sendiri dan juga bermacam-macam perbedaan perilakunya (Ekoanindiyo 2011) Berikut ini adalah gambaran dari aneka cara mempelajari sistem.



Gambar 4. Klasifikasi Sistem

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

Bata (2012) 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 lingkung 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 *S-Shape*, dan *return* terhadap tiap *formasi* penyimpanan dari metode *volume-based,* dari hasil pengujian ini akan menghasilkan perbandingan berupa *strategy* yang paling optimal dari berbagai *formasi* penyimpanan tersebut. Parameter yang dapat mempengaruhi jarak perjalann saat mengabil 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 penguji 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. Membandingakan 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 dengam kondisi proporsi ke-tiga.
8. Membandingkan jarak terpendek saat *picker* mengambil produk dengan kondisi proporsi ke-empat.

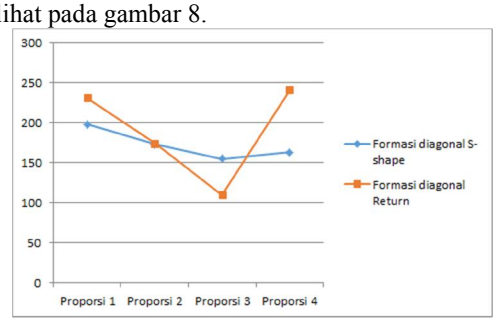
Tabel 1. hasil Persamaan Variabel Penguji

∑X Jkl	J							
	1				2			
1 k	1	2	3	4	1	2	3	4
1	197,88	173,12	155,16	162,99	231,13	174,112	109,85	241
2	189,86	148,16	102,12	120,53	246,04	184	140,79	242
3	199,3	186,98	181,2	180,12	220,28	141,34	101,72	243
4	205,92	205,36	205,28	198,69	277,32	274,56	267,82	244

Berikut analisa perbandingan yang dilakukan.

1. Membandingkan jarak terpendek jika gudang menggunakan *formasi* penyimpanan *diagonal*.

   Perbandingan ini dilakukan untuk mngetahui jarak perjalanan terpendek jika gudang menggunakan *formasi* penyimpanan *diagonal*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 5. Grafik Data Percobaan Menggunakan *Formasi* Penyimpanan *Diagonal.*

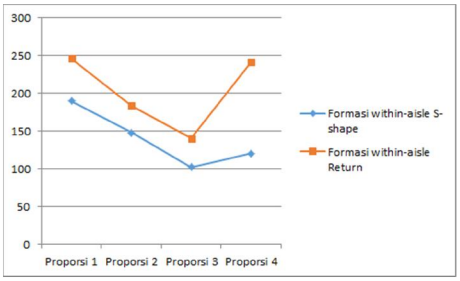
Grafik data percobaan menggunakan *formasi* penyimpanan *diagonal* menunjukan bahwa yang menghasilkan rute pengambilan terpendek ialah ketika menggunan *strategy return* pada proporsi ketiga, nilai rute pengambilan terpendek tersebut ialah sebesar 109,85 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Percobaan Menggunakan *Formasi* Penyimpanan *Diagonal.*

Formasi diagonal		
	S-shape	Return
Proporsi 1	197,88	231,13
Proporsi 2	173,12	174,112
Proporsi 3	155,16	109,85
Proporsi 4	162,99	241

2. Membandingkan jarak terpendek jika gudang menggunakan *formasi* penyimpanan *within-aisle.*

   Perbandingan ini dilakukan untuk mngetahui jarak perjalanan terpendek jika gudang menggunakan *formasi* penyimpanan *within-aisle*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik Data Percobaan Menggunakan *Formasi* Penyimpanan *within-aisle.*

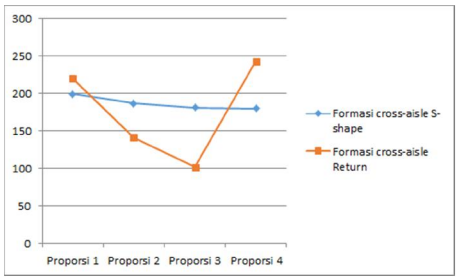
Grafik data percobaan menggunakan *formasi* penyimpanan *within-aisle* menunjukan bahwa yang menghasilkan rute pengambilan terpendek ialah ketika menggunan *strategy s-shape* pada proporsi ketiga, nilai rute pengambilan terpendek tersebut ialah sebesar 102,12 dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data Percobaan Menggunakan *Formasi* Penyimpanan *within-aisle.*

Formasi within-aisle		
	S-shape	Return
Proporsi 1	189,86	246,04
Proporsi 2	148,16	184
Proporsi 3	102,12	140,79
Proporsi 4	120,53	242

3. Membandingkan jarak terpendek jika gudang menggunakan *formasi* penyimpanan *cross-aisle.*

   Perbandingan ini dilakukan untuk mngetahui jarak perjalanan terpendek jika gudang menggunakan *formasi* penyimpanan *cross-aisle*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik Data Percobaan Menggunakan *Formasi* Penyimpanan *cross-aisle.*

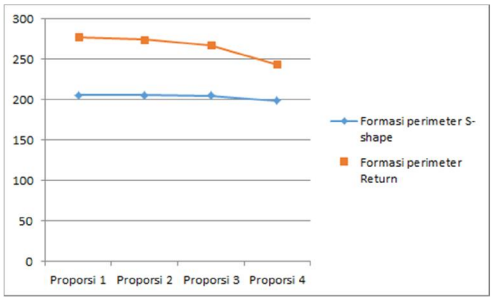
Grafik data percobaan menggunakan *formasi* penyimpanan *cross-aisle* menunjukan bahwa yang menghasilkan rute pengambilan terpendek ialah ketika menggunan *strategy return* pada proporsi ketiga, nilai rute pengambilan terpendek tersebut ialah sebesar 101,72 dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Data Percobaan Menggunakan *Formasi* Penyimpanan *cross-aisle.*

Formasi cross-aisle		
	S-shape	Return
Proporsi 1	199,3	220,28
Proporsi 2	186,98	141,34
Proporsi 3	181,2	101,72
Proporsi 4	180,12	243

4. Membandingkan jarak terpendek jika gudang menggunakan *formasi* penyimpanan *perimeter*.

Perbandingan ini dilakukan untuk mngetahui jarak perjalanan terpendek jika gudang menggunakan *formasi* penyimpanan *perimeter*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik Data Percobaan Menggunakan *Formasi* Penyimpanan *perimeter.*

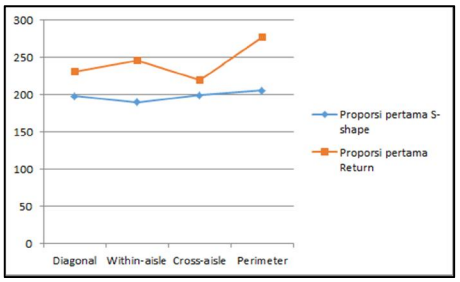
Grafik data percobaan menggunakan *formasi* penyimpanan *perimeter* menunjukan bahwa yang menghasilkan rute pengambilan terpendek ialah ketika menggunan *strategy s-shape* pada proporsi keempat, nilai rute pengambilan terpendek tersebut ialah sebesar 198,69 dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Data Percobaan Menggunakan *Formasi* Penyimpanan *perimeter.*

Formasi perimeter		
	S-shape	Return
Proporsi 1	205,92	277,32
Proporsi 2	205,36	274,56
Proporsi 3	205,28	267,82
Proporsi 4	198,69	244

5. Membandingakan jarak terpendek saat *picker* mengambil produk dengan kondisi proporsi pertama.

Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui jarak terpendek saat *picker* mengmbil produk dengan kondisi proporsi pertama, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik Data Percobaan Pada Kondisi Proporsi Pertama.

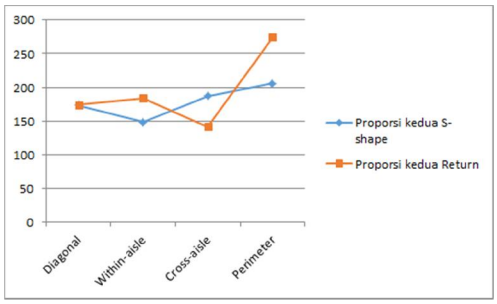
Grafik data percobaan pada kondisi proporsi pertama menunjukan bahwa yang menghasilkan rute pengambilan terpendek ialah ketika menggunakan *strategy s-shape* pada *formasi* penyimpanan *within-aisle*, nilai rute pengambilan terpendek tersebut ialah sebesar 189,86 dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Data Percobaan Pada Kondisi Proporsi Pertama.

Proporsi pertama		
	S-shape	Return
Diagonal	197,88	231,13
Within-aisle	189,86	246,04
Cross-aisle	199,3	220,28
Perimeter	205,92	277,32

6. Membandingkan jarak terpendek saat *picker* mengambil produk dengan kondisi proporsi kedua.

Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui jarak terpendek saat *picker* mengmbil produk dengan kondisi proporsi kedua, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Grafik Data Percobaan Pada Kondisi Proporsi kedua.

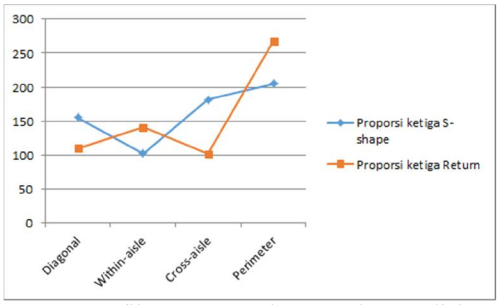
Grafik data percobaan pada kondisi proporsi kedua menujukan bahwa yang menghasilkan rute pengambilan terpendek ialah ketika menggunakan *strategy return* pada *formasi* penyimpanan *cross-aisle,* nilai rute pengambilan terpendek tersebut ialah sebesar 141,34 dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Data Percobaan Pada Kondisi Proporsi kedua.

Proporsi kedua		
	S-shape	Return
Diagonal	173,12	174,112
Within-aisle	148,16	184
Cross-aisle	186,98	141,34
Perimeter	205,36	274,56

7. Membandingkan jarak terpendek saat *picker* mengambil produk dengam kondisi proporsi ketiga.

   Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui jarak terpendek saat *picker* mengmbil produk dengan kondisi proporsi ketiga, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Grafik Data Percobaan Pada Kondisi Proporsi Ketiga.

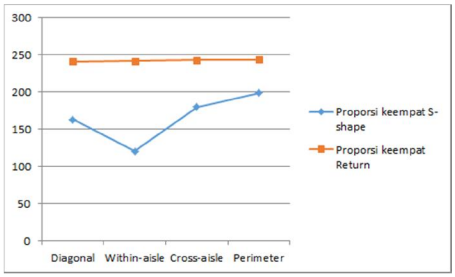
Grafik data percobaan pada kondisi proporsi ketiga menujukan bahwa yang menghasilkan rute pengambilan terpendek ialah ketika menggunakan *strategy return* pada *formasi* penyimpanan *cross-aisle,* nilai rute pengambilan terpendek tersebut ialah sebesar 101,72 dapat dilihat pada table 8.

Tabel 8. Grafik Data Percobaan Pada Kondisi Proporsi Ketiga.

Proporsi ketiga		
	S-shape	Return
Diagonal	155,16	109,85
Within-aisle	102,12	140,79
Cross-aisle	181,2	101,72
Perimeter	205,28	267,82

8. Membandingkan jarak terpendek saat *picker* mengambil produk dengan kondisi proporsi keempat.

   Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui jarak terpendek saat *picker* mengmbil produk dengan kondisi proporsi ketiga, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Grafik Data Percobaan Pada Kondisi Proporsi keempat.

Grafik data percobaan pada kondisi proporsi keempat menujukan bahwa yang menghasilkan rute pengambilan terpendek ialah ketika menggunakan *strategy s-shape* pada *formasi* penyimpanan *within-aisle,* nilai rute pengambilan terpendek tersebut ialah sebesar 120,53 dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Data Percobaan Pada Kondisi Proporsi keempat.

Proporsi keempat		
	S-shape	Return
Diagonal	162,99	241
Within-aisle	120,53	242
Cross-aisle	180,12	243
Perimeter	198,69	244

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. Perbandingan yang dilakuakan secara keseluruhan sebagai berikut:

1. Membandingkan selisih jarak tempuh rata-rata dari keseluruhan proporsi pada tiap *formasi* saat menggunakan *strategy s-shape* dengan saat menggunakan *strategy return.*

2. Membandingkan jarak tempuh rata-rata dari keseluruhan *formasi* penyimpanan saat menggunakan *strategy s-shape* dan saat menggunakan *strategy return,* untuk mengetahui pada proporsi seperti apa *strategy s-shape* dan *strategy return* dapat memberikan jarak yang paling minimum.

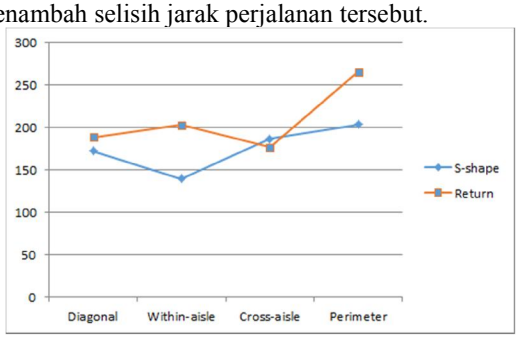
Tabel 4.10. hasil rata-rata tabel persamaan variabel penguji.

∑X	i									
Ijk	1					2				
k j	1	2	3	4	rata-rata	1	2	3	4	rata-rata
1	197,88	173,12	155,16	162,99	172,29	231,13	174,112	109,85	241	189,02
2	189,86	148,16	102,12	120,53	140,17	246,04	184	140,79	242	203,21
3	199,3	186,98	181,2	180,12	186,90	220,28	141,34	101,72	243	176,59
4	205,92	205,36	205,28	198,69	203,81	277,32	274,56	267,82	244	265,93
rata-rata	198,24	178,41	160,94	165,58		243,69	193,50	155,05	242,50	

Perbandingan yang dilakuakan secara keseluruhan sebagai berikut:

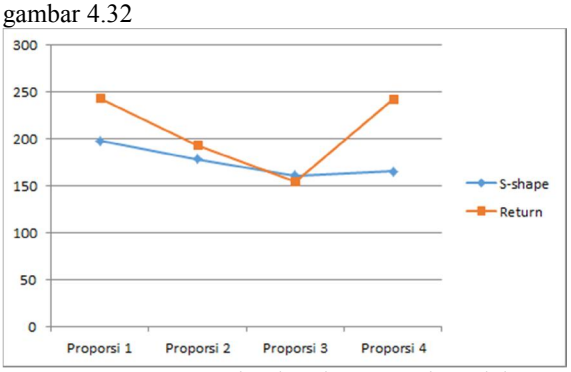
1. Membandingkan selisih jarak tempuh rata-rata dari keseluruhan proporsi pada tiap *formasi* saat menggunakan *strategy s-shape* dengan saat menggunakan *strategy return.*
   Jarak tempuh rata-rata dari keseluruhan proporsi pada tiap *formasi* saat menggunakan *strategy s-shape* dengan saat menggunakan *strategy return* memiliki selisih, selisih tersebut ialah sebagai berikut.
   - *formasi diagonal* menggunakan *strategy S-shape* memiliki selisih 16,74 lebih kecil dari *formasi diagonal* menggunakan *strategy return.*
   - *formasi within-aisle* menggunakan *strategy S-shape* memiliki selisih 63,04 lebih kecil dari *formasi within* menggunakan *aisle strategy return.*
   - *formasi cross-aisle* menggunakan *strategy S-shape* memiliki selisih 10,32 lebih besar dari *formasi cross-* menggunakan *aisle strategy return.*
   - *formasi perimeter* menggunakan *strategy S-shape* memiliki selisih 62,11 lebih kecil dari *formasi perimeter* menggunakan *strategy return.*

   Data tersebut menunjukan bahwa *strategy s-shape* memberikan selisih lebih kecil dari pada *strategy return* pada *formasi* penyimpanan *diagonal*, *within-aisle* dan *perimeter* sedangkan *strategy return* hanya memberikan selisih yang lebih kecil hanya pada *formasi cross-aisle.* Data tersebut juga menunjukan bahwa *strategy routing order picking* memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap *formasi* penyimpanan *volume-based.* Hal ini dikarena dalam proses mengambil dilakukan secara terus-menerus sehingga apabila pemilihan *strategy* pada *formasi* penyimpanan tidak tepat, maka akan terus-menerus menambah selisih jarak perjalanan tersebut.



Gambar 13. Grafik *Strategy Optimal* Terhadap *Formasi* Penyimpanan.

2. Membandingkan jarak tempuh rata-rata dari keseluruhan *formasi* penyimpanan saat menggunakan *strategy s-shape* dan saat menggunakan *strategy return.*
   Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui pada proporsi seperti apa *strategy s-shape* dan *strategy return* dapat memberikan jarak yang paling minimum, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.32



Gambar 14. Strategy Optimal Pada Proporsi produk.

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 *srategy routing* diubah. Saat menggunakan *strategy S-shape* jarak tempuh minimum ialah dengan menggunakan *formasi within-aisle*, sedangkan saat menggunakan *strategy return* jarak tempuh minimumnya ialah dengan menggunakan *formasi cross-aisle*.
2. Pengaruh jarak *formasi* penyimpanan *volume-based* terhadap jarak tempuh pengambilan rata-rata menggunakan *strategy routing order picking* cukup

besar, seperti contoh pada *strategy S-shape* dengan *formasi* penyimpanan *diagonal* memiliki jarak tempuh 172,29 sedangkan dengan menggunakan *strategy return* pada *formassi* yang sama sebesar 189,02 hal ini menunjukan bahwa terdapat pengaruh yang cukup besar terhadap selisih jarak tempuh *routing order picking* yaitu sebesar 16,73. Hal ini dikatakan berpengaruh cukup besar dikarenakan dalam proses mengambil dilakukan secara terus-menerus sehingga apabila pemilihan *strategy* pada *formasi* penyimpanan tidak tepat, maka akan terus-menerus menambah selisih jarak perjalanan tersebut.

Referensi

[1] Bata, julius. (2012). Simulasi Berbasis *Agen-Based Modeling (ABM) Menggunakan Net logo*. *Lab Pengembangan Simulasi dan Game Edukasi, PAUD Dunia Beta Jl. Angklung No. 16, Kupang – Nusa Tenggara Timur.*

[2] 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.

[3] Ekoanindiyo, Firman Ardiansyah. (2011). *Pemodelan Sistem Antrian dengan Menggunakan Simulasi*. Dosen Fakultas Teknik Universitas Stikubank. Semarang

[4] Gonzalez, David Sanchez. (2014). *Wearhouse Order Picking*. Universitat Politecnica de Catalunya.

[5] Lambert DM dan Stock JR. (2001). Strategic Logistic Management Fourth Edition. McGrawHill Irwin, Singapore.

[6] Roodbergen, K. (2001), Layout and Routing Methods for Warehouses, Ph.D. series Research in Management, Erasmus University Rotterdam, The Netherlands.

[7] 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 18607977.

[8] Wilensky, U., Blikstein, P. & Abrahamson, D. 2007. Classroom Model, Model Classroom: ComputerSupported Methodology for Investigating Collaborative-Learning Pedagogy. Dalam C. Chinn,G.Erkens& S. Puntambekar(Eds),*Proceedings of the Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) Conference* (hal 46 – 55) NJ: Rutgers University.

Biografi

Penulis lahir di Ketapang, pada tanggal 12 Januari tahun 1994, merupakan anak ketiga dari 7 bersaudara dari pasangan bapak Sapri dan ibu Suryani. Penulis memulai pendidikan di MIN Ketapang pada tahun 2000, dilanjutkan dengan MTsN 1 Ketapang pada tahun 2006 dan SMKN 2 Ketapang pada tahun 2009. Pada tahun 2012 penulis melanjutkan studi di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura dengan bantuan beasiswa penuh dari Comdev & Outreaching Universitas Tanjungpura.