

EVALUASI DAN STRATEGI MENINGKATKAN KINERJA ORDER PICKING DI GUDANG RITEL AKSESORIS ELEKTRONIK MENGUNAKAN SIMULASI FLEXSIM

Stevanus Abadi Johan¹⁾, Oki Sunardi²⁾

Program Studi Teknik Industri Universitas Kristen Krida Wacana
e-mail: ¹⁾stevanus.2018ti004@civitas.ukrida.ac.id, ²⁾oki.sunardi@ukrida.ac.id

ABSTRAK

Pertumbuhan ekonomi yang berbasis *economic sharing* mendorong transaksi *e-commerce* semakin meningkat. Seiring dengan hal tersebut, kebutuhan proses distribusi yang efektif juga semakin meningkat, agar dapat memenuhi pesanan dengan cepat dan tepat. Penelitian ini dilakukan terhadap departemen logistik pada salah satu perusahaan ritel penyedia perlengkapan elektronik dan aksesoris elektronik. Pengamatan awal menunjukkan tingginya tingkat lembur yang dialami oleh karyawan pada departemen logistik, serta tingginya tingkat kesalahan pengiriman produk pesanan, yang berakibat tingginya keluhan dari pelanggan. Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi kinerja proses pengambilan barang (*order picking*) yang dilakukan oleh perusahaan saat ini, serta merumuskan pendekatan yang cocok diterapkan oleh perusahaan. Penelitian dilakukan dengan pendekatan simulasi diskrit, dengan software Flexsim v2022. Pembuatan model diawali dengan membuat entitas sesuai dengan spesifikasi gudang yang sebenarnya. Setelah itu, model dikembangkan dengan penentuan *process flow* atau alur simulasi, dengan memasukkan parameter seperti jumlah pesanan, waktu, dan lokasi rak. Hasil simulasi menunjukkan, pendekatan *wave picking* yang dilakukan saat ini belum optimal. Simulasi menunjukkan bahwa strategi *sequential zone picking* diestimasi dapat menghasilkan penurunan waktu pengambilan barang dan jarak tempuh yang dialami oleh petugas, sehingga dapat menjadi strategi yang dapat menurunkan tingkat lembur dan kesalahan pengambilan barang.

Kata kunci: Pengelolaan Gudang, Pengambilan Barang, Simulasi Diskrit, Sequential Zone Picking

ABSTRACT

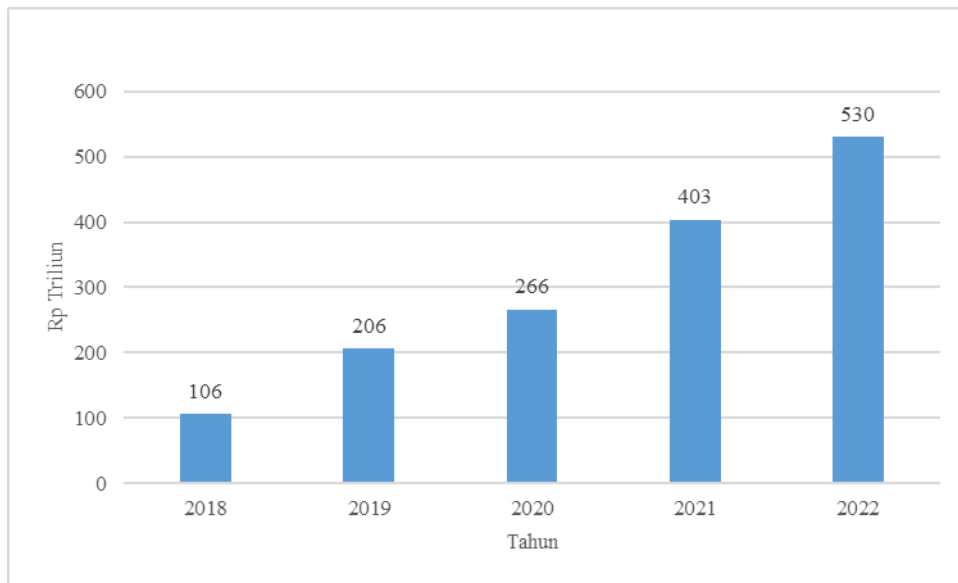
Economic growth based on *economic sharing* encourages *e-commerce* transactions to increase. Along with this, the need for an effective distribution process is also increasing, in order to fulfill orders quickly and accurately. This study was conducted on the logistics department at one of the retail companies providing electronic equipments and accessories. Preliminary observations indicate the high level of overtime experienced by employees in the logistics department, as well as the high rate of errors in delivery of ordered products, which results in high complaints from customers. The aim of the study is to evaluate the performance of the order picking process that is currently being carried out by the company, and to formulate a suitable approach to be applied by the company. The research was conducted with a discrete simulation approach, using Flexsim v2022. Modeling begins with creating entities according to the actual warehouse specifications. After that, the model is developed by determining the process flow or simulation flow, by entering parameters such as the number of orders, time, and shelf location. The simulation results show that the current *wave picking* approach is not optimal. The simulation shows that the *sequential zone picking* strategy is estimated to result in a decrease in the time of order pickings and the distance experienced by the officers, so that it can be a strategy that can reduce the rate of overtime and errors in order pickings.

Keywords: Warehouse management, Order Picking, Discrete Simulation, Sequential Zone Picking

PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi berbasis *economic sharing* diprediksi akan meningkat dua kali lipat antara tahun 2017 hingga tahun 2022 [1]. *Economic sharing* merupakan suatu model bisnis yang memungkinkan terjadinya pertukaran atau penggabungan dari beberapa sumber daya, sehingga membentuk suatu ekosistem yang melibatkan beberapa pihak dalam proses

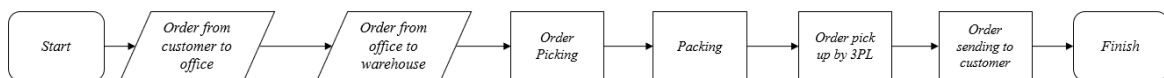
bisnis. Salah satu contoh model bisnis berbasis *economic sharing* yaitu *e-commerce*, terutama di Indonesia yang juga mengalami pertumbuhan cukup pesat (Gambar 1).



Gambar 1. Perkembangan Transaksi *E-Commerce* di Indonesia (2018-2022)

Data transaksi *e-commerce* di Indonesia dari tahun 2018-2022 diproyeksikan meningkat hingga senilai Rp 530 triliun, meningkat sebesar 31,51% dari tahun 2021 yang memiliki nilai transaksi sebesar Rp 403 Triliun [2]. Dalam proses transaksi di *e-commerce* tersebut, dibutuhkan struktur distribusi fisik atau proses logistik yang efektif agar produk dapat diterima oleh konsumen dengan baik. Proses distribusi secara umum dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu melalui pihak ketiga atau langsung dilakukan oleh pihak produsen [3].

PT XYZ, sebagai salah satu perusahaan ritel yang berfokus pada penyediaan produk-produk elektronik dan aksesoris seperti *powerbank*, kipas *portable*, *earphone*, *headset*, *speaker*, *keyboard*, dan lampu meja. Model bisnis yang dijalankan oleh PT XYZ yaitu berbasis *e-commerce* yang berarti kegiatan transaksi bisnis dilakukan secara dalam jaringan, serta melibatkan jasa pengiriman melalui teknologi komunikasi jaringan untuk meningkatkan kolaborasi bisnis [1], melalui internet di sebuah *platform marketplace*. Tahapan proses bisnis yang dilakukan oleh PT XYZ, dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Alur Proses Bisnis PT XYZ

Alur proses yang digambarkan pada Gambar 2, menjelaskan proses bisnis yang dimulai dari penerimaan pesanan dari pelanggan, setelah itu pesanan tersebut diteruskan oleh petugas kantor pusat kepada petugas administrasi yang berada di gudang. Kedua tahapan tersebut disebut dengan istilah *receiving order*/penerimaan pesanan. Pada proses tersebut, pesanan akan dikumpulkan dan dibagi menjadi dua *shift*, yaitu pagi hari dan sore hari sebelum diteruskan ke gudang. Setelah pesanan diterima oleh petugas administrasi di gudang, maka label pengiriman akan dicetak. Kemudian *picker*/petugas pengambil barang akan melakukan pengambilan barang sesuai dengan pesanan, serta menempelkan label pengiriman ke barang tersebut. Setelah proses pengambilan barang selesai, selanjutnya barang tersebut akan dikemas oleh *packer*/petugas pengemasan dan diperiksa ulang, sebelum dikirimkan kepada pihak pengiriman ketiga, untuk selanjutnya dikirimkan ke pelanggan. Berdasarkan data pengamatan dari seluruh tahapan proses bisnis, serta wawancara dari

karyawan PT XYZ, ditemukan bahwa terdapat beberapa kali lembur/*overtime* yang terjadi selama periode Oktober 2021 – Maret 2022, yang dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 1. Data Aktivitas Lembur PT XYZ

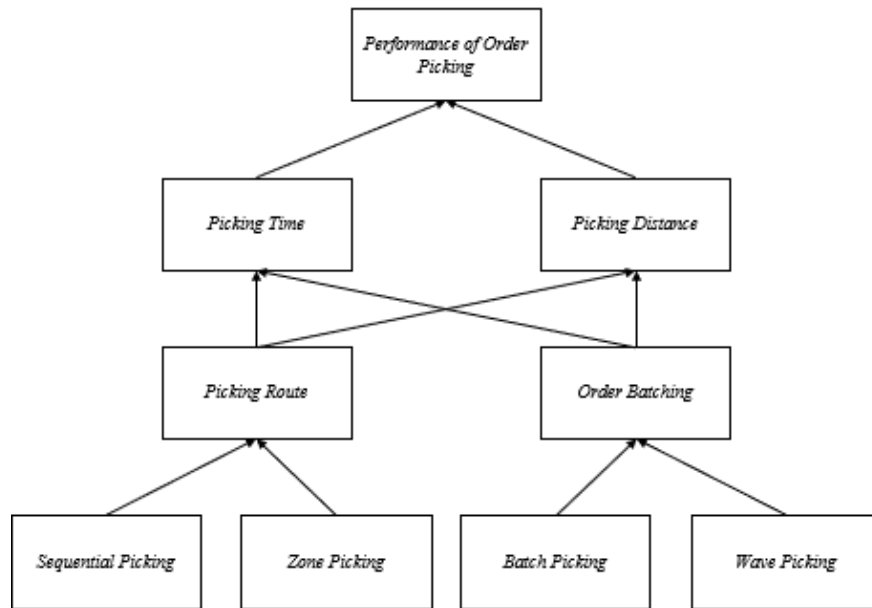
No	Bulan	Jumlah Transaksi	Jumlah Hari Lembur	Rata-rata Waktu Lembur / Hari (Menit)	Jumlah Hari Kerja	Durasi Waktu Kerja / Hari (Menit)	Persentase Waktu Lembur / Bulan
1	Oktober 2021	2037	5	120	18	480	6.94%
2	November 2021	3976	8	120	18	480	11.11%
3	Desember 2021	3526	5	120	22	480	5.68%
4	Januari 2022	1900	2	120	20	480	2.50%
5	Februari 2022	1115	2	120	18	480	2.78%
6	Maret 2022	2007	3	120	22	480	3.41%
Total		14561	25	720	118	2880	32%

Tabel 1 menunjukkan adanya aktivitas lembur dengan total selama enam bulan dengan periode Oktober 2021 – Maret 2022 yaitu sebesar 32% atau rata-rata sebesar 5,40% dalam satu bulan di PT XYZ dibandingkan dengan jumlah hari kerja karyawan, dengan rata-rata durasi lembur yang dialami karyawan selama dua jam per hari. Berdasarkan penjelasan kepala gudang yang bertugas, lembur disebabkan karena beberapa faktor. Namun faktor yang paling berpengaruh yaitu proses pengambilan barang/*order picking* yang belum terstruktur, sehingga kinerja pengambilan barang yang kurang dan rute pengambilan barang dari rak ke rak terjadi secara acak. Hal tersebut berdampak terhadap waktu pengambilan barang yang tidak efisien dikarenakan petugas pengambil barang melakukan pengambilan barang ke beberapa rak yang sama secara berulang.

Berdasarkan temuan masalah yang terjadi di PT XYZ, terlihat bahwa proses *order picking* merupakan faktor penyebab masalah yang paling dominan. Walaupun terdapat faktor lain yang seperti kualitas sumber daya manusia, dan teknologi. Penelitian ini akan berfokus pada proses *order picking* sebagai salah satu inti dari proses yang terjadi dan memiliki posisi penting di seluruh gudang penyimpanan [4]. Proses pengambilan barang merupakan bagian vital dari proses pemenuhan pesanan yang memakan biaya total operasi sebesar 50-70% serta 60% dari beban dari tenaga kerja [5]. Kesalahan dalam sistem *order picking* dapat berdampak terhadap kenaikan biaya dan kekecewaan pelanggan [6]. Hal tersebut terjadi di PT XYZ dimana perusahaan menerima keluhan dan harus menanggung biaya pengiriman kembali barang yang tidak sesuai dari pelanggan. Selain itu, kesalahan *order picking* yang terjadi juga berdampak terhadap waktu kerja karyawan, sehingga beberapa kali karyawan diharuskan lembur dengan rata-rata waktu lembur selama kurang lebih dua jam.

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan di PT XYZ, maka dapat dirumuskan masalah yaitu “strategi *order picking* seperti apa yang efektif dan efisien yang dapat diterapkan di PT XYZ agar meningkatkan kinerja *order picking*?”

Sebagai tolak ukur kinerja *order picking* yang dilakukan, maka penelitian akan berfokus pada waktu pengambilan pesanan yang mencakup waktu rata-rata penyelesaian seluruh proses pengambilan [7] yang merupakan waktu yang dibutuhkan petugas pengambil barang, untuk mengambil suatu barang di lokasi sesuai dengan pesanan yang diminta [8]. Hal tersebut dikarenakan waktu pengambilan pesanan dianggap sebagai faktor yang paling penting dan paling memungkinkan untuk diperbaiki dalam mengurangi biaya operasi [9]. Selain itu, jarak tempuh petugas pengambil barang juga diamati, sehingga dapat dijadikan tolak ukur dalam menilai kinerja proses *order picking* [10]. Maka dari itu, dapat digambarkan kerangka konseptual dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut:



Gambar 3. Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual pada Gambar 3 menjelaskan bahwa kinerja *order picking* dapat diteliti dari dua aspek yang terdapat dalam penelitian sebelumnya dan yang diterapkan pada PT XYZ, yaitu terkait rute pengambilan/*picking route*, dan pengelompokan pesanan/*order batching*. *Picking route* menjadi aspek yang paling banyak diteliti pada penelitian sebelumnya terkait masalah dalam proses *order picking*. Berdasarkan penelitian [6], dari 92 artikel yang diteliti terkait pemmasalahan dalam proses *order picking*, 54 artikel diantaranya membahas tentang *picking route*. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses *picking route* merupakan dasar dari penelitian kesalahan *order picking* [6]. Berkaitan dengan strategi *picking route*, strategi *order batching* memiliki tujuan untuk mengelompokkan pesanan dari pelanggan menjadi suatu kelompok pengambilan sehingga total jarak dari rute pengambilan dapat diminimalkan [11].

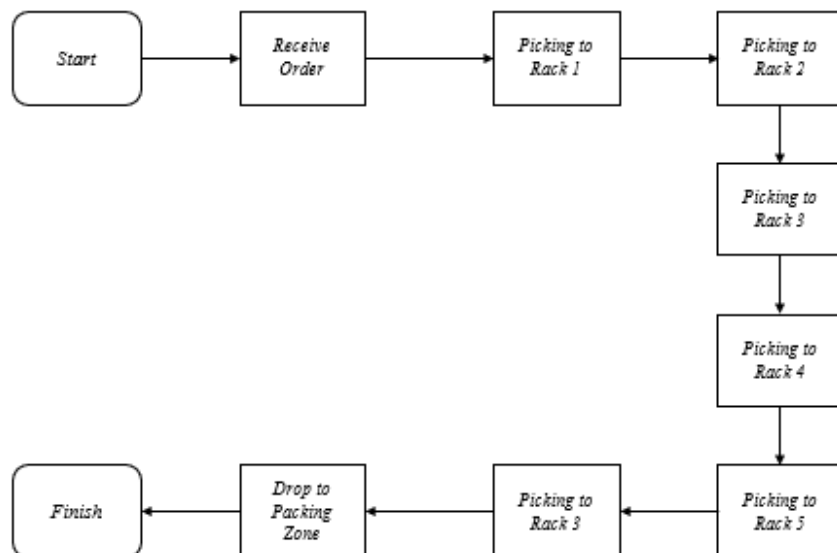
Picking route merupakan istilah yang mengacu pada alur atau rute yang ditempuh oleh petugas pengambil barang untuk mengambil barang yang dipesan di lokasi penyimpanan [12]. Strategi *picking route* yang baik memiliki dampak positif terhadap proses *order picking*, misalnya bentuk rute pengambilan yang konsisten dapat menghindari kebingungan dan kesalahan [12]. Strategi *picking route* memiliki tujuan yaitu meminimalkan waktu pengambilan dan jarak dan yang ditempuh oleh petugas pengambil barang. Untuk menghitung jarak dan waktu dari petugas pengambil barang, umumnya pada penelitian sebelumnya menggunakan metode pemrograman dan matematis.

Penelitian [12] menggunakan metode pemrograman *Travelling Salesman Problem* (TSP) untuk membandingkan jarak tempuh operator dalam empat strategi *picking route* yaitu *S-Shape*, *Largest Gap*, *Return*, dan *Composite* yang umum digunakan pada gudang penyimpanan dengan tata letak rak yang tersusun sejajar. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa strategi rute pengambilan *Largest Gap* dan *Composite*, memiliki keunggulan dalam hal jarak tempuh yang minimal dibanding dengan strategi lainnya. Namun, strategi *picking route* yang bersifat heuristik seperti itu, hampir tidak dapat diterapkan ke dalam gudang yang memiliki tata letak yang tidak geometris atau tidak sejajar [13], sehingga diusulkan strategi lain yaitu *sequential* atau strategi pengambilan barang secara berurutan dengan urutan tetap berdasarkan zona atau rak yang sudah ditetapkan sebelumnya. Hasil dari penelitian [13], memperlihatkan bahwa adanya peningkatan terhadap kinerja *order picking* hingga 27% dengan menerapkan strategi urutan dalam proses *order picking* di gudang distribusi perangkat elektronik. Selain itu, strategi ini juga umum

digabungkan dengan strategi *zone picking* karena mudah untuk diterapkan [14]. *Zone picking* merupakan metode pengambilan barang berdasarkan pembagian area tertentu, sehingga hanya petugas pengambil barang yang ditunjuk yang boleh mengambil barang pesanan yang terdapat dalam area tersebut. Keuntungan dari metode ini yaitu tingkat *output* dan fleksibilitas tinggi yang dapat digunakan saat volume permintaan besar maupun kecil [15].

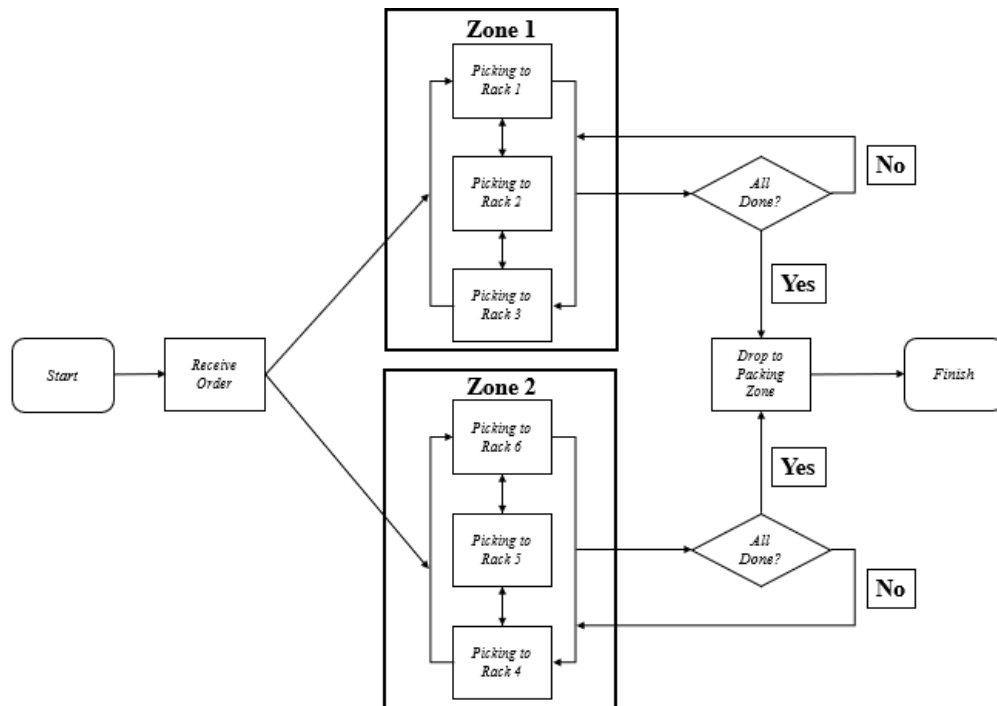
Dalam proses *order picking*, pengelompokan pesanan/*order batching* telah digunakan secara luas untuk menghilangkan bagian yang tidak efisien dalam proses tersebut [16]. Kelompok pengambilan dilakukan berdasarkan kemiripan jenis pemesanan [17], yang dapat berupa jenis barang, SKU, waktu, dan lain sebagainya. Pengelompokan pesanan dapat meningkatkan efisiensi waktu dan jarak pengambilan barang seperti hasil dari penelitian sebelumnya [18], yang menunjukkan penurunan terhadap jarak pengambilan sebesar 4,80% dibandingkan dengan tidak menerapkan pengelompokan terhadap pesanan yang ada. Terdapat beberapa strategi yang paling umum digunakan dalam mengelompokkan pesanan yaitu *wave picking* & *batch picking*. *Wave picking* merupakan pengelompokan pesanan berdasarkan waktu pengambilan yang sudah ditetapkan. Strategi ini yang saat ini diterapkan oleh PT XYZ dengan membagi waktu pesanan menjadi dua sesi dalam satu hari. Sedangkan *batch picking* yang dimaksud merupakan pengelompokan pesanan berdasarkan SKU atau nama barang.

Terdapat beberapa strategi pengambilan barang yang dapat diuji coba dan diterapkan. Namun dalam penelitian ini, strategi pengambilan barang yang umum digunakan dan banyak terdapat dalam penelitian sebelumnya yaitu strategi *sequential picking*, *zone picking*, *sequential zone picking*, yang merupakan bagian dari strategi *picking route*, serta dikarenakan kondisi *layout* gudang PT XYZ yang kurang memungkinkan untuk diteliti menggunakan strategi heuristik karena tidak sejajar. Strategi pengambilan juga digabungkan dengan strategi *order batching* yaitu *wave* & *batch picking*, dikarenakan terdapat banyak persamaan antar pesanan baik nama, jenis, dan jumlah produk yang dipesan. Perbedaan dari antar strategi *picking route* di atas, dapat terlihat pada gambar berikut:



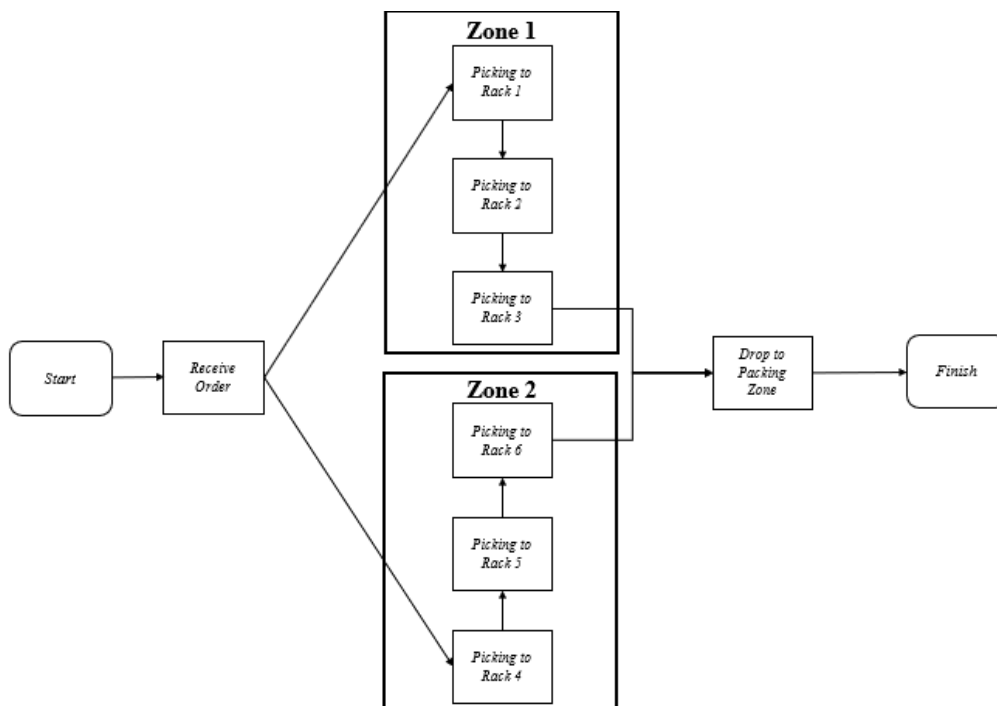
Gambar 4. Alur Proses Strategi *Sequential Picking*

Gambar 4 menjelaskan bahwa strategi pengambilan barang *sequential picking* dimulai dengan penerimaan pesanan, dan dilanjutkan dengan mengambil barang sesuai dengan urutan rak yang tersedia. Petugas pengambil barang akan berjalan menghampiri rak pertama hingga rak terakhir sesuai urutan, dan mengambil barang sesuai label pesanan yang ada di masing-masing rak.



Gambar 5. Alur Proses Strategi *Zone Picking*

Gambar 5 menjelaskan bahwa strategi pengambilan barang *zone picking* dimulai dengan penerimaan pesanan, dan dilanjutkan dengan proses pengambilan barang yang dilakukan oleh dua atau lebih petugas yang dibagi sesuai dengan zona area yang ditetapkan. Pada contoh Gambar 5, terdapat dua zona yang berbeda yaitu zona pertama yang berisi rak 1, rak 2, rak 3, yang merupakan wilayah pengambilan barang petugas pertama. Sedangkan zona kedua berisi rak 4, rak 5, rak 6, yang merupakan wilayah pengambilan barang milik petugas kedua. Rute pengambilan dari masing-masing petugas dilakukan secara acak untuk menuju rak yang ada dalam zona pengambilan, sesuai dengan label pesanan yang tidak dikelompokkan sebelumnya.

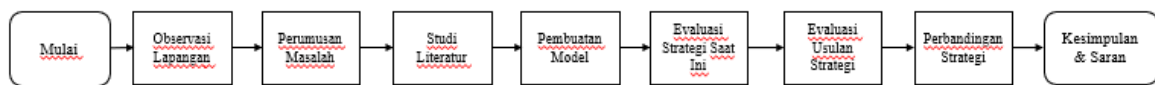


Gambar 6. Alur Proses Strategi *Sequential Zone Picking*

Gambar 6 menjelaskan bahwa strategi pengambilan barang *sequential zone picking* dimulai dengan penerimaan pesanan, dan dilanjutkan dengan proses pengambilan barang yang dilakukan oleh dua atau lebih petugas yang dibagi sesuai dengan zona area yang ditetapkan. Pada contoh Gambar 6, terdapat dua zona yang berbeda yaitu zona pertama yang berisi rak 1, rak 2, rak 3, yang merupakan wilayah pengambilan barang petugas pertama. Sedangkan zona kedua berisi rak 4, rak 5, rak 6, yang merupakan wilayah pengambilan barang milik petugas kedua. Rute pengambilan dari masing-masing petugas dilakukan secara urut sesuai nomor rak yang ada, sehingga mencegah petugas menuju ke rak yang sama berulang kali.

METODE PENELITIAN

Dalam proses evaluasi kinerja strategi *order picking* yang diterapkan saat ini oleh PT XYZ, serta strategi usulan yang ada, metode pemodelan sistem simulasi diskrit digunakan dalam penelitian ini. Hal tersebut dikarenakan metode tersebut memungkinkan untuk melakukan uji coba dan evaluasi yang tidak dapat atau sulit dilakukan pada model sebenarnya dikarenakan keterbatasan waktu dan biaya yang tinggi [19], mengingat uji coba dan evaluasi kinerja *order picking* di PT XYZ membutuhkan waktu lebih dari satu hari. Pemodelan sistem yang dibuat dalam penelitian ini menggunakan *software* Flexsim v2022, yang memiliki keunggulan yaitu kelengkapan *tools* atau *function* yang dapat digunakan, serta bersifat *object oriented* [20]. Selain itu, *software* ini memiliki modul khusus yaitu *warehouse management system*, sehingga dapat menggambarkan secara jelas dan lebih akurat untuk spesifikasi model gudang dan alur proses PT XYZ. Penelitian ini dilakukan selama periode Oktober 2021-Maret 2022 yang berlokasi di gudang penyimpanan PT XYZ cabang Dadap, Tangerang, dengan alur penelitian sebagai berikut:



Gambar 7. Alur Penelitian

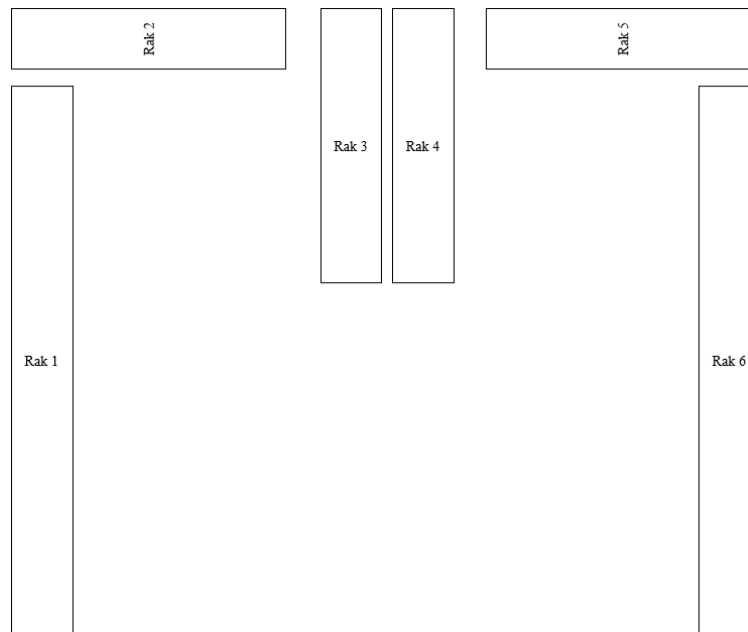
Gambar 7 menjelaskan alur penelitian yang diawali dengan melakukan observasi dan mengumpulkan data yang dimiliki oleh PT XYZ. Setelah itu, perumusan masalah dan studi literatur dilakukan untuk mengetahui tujuan dari penelitian, serta mencari acuan untuk solusi dari masalah yang relevan, berdasarkan penelitian sebelumnya. Langkah selanjutnya yaitu pembuatan model simulasi untuk menggambarkan *layout* dan proses logistik yang terjadi di PT XYZ, berdasarkan spesifikasi yang ada, untuk melihat kinerja pada proses *order picking* yang terjadi saat ini dan kinerja proses *order picking* berdasarkan strategi yang diusulkan. Setelah itu, hasil kinerja akan dianalisis dan dibandingkan untuk dijadikan usulan bagi PT XYZ untuk mengambil langkah perbaikan terkait strategi *order picking*.

Pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi untuk mencari tahu spesifikasi dari alur proses, *layout* atau denah gudang berupa dimensi gudang, ukuran rak, dan jumlah rak. Berikut ini merupakan data dimensi rak penyimpanan yang dimiliki PT XYZ:

Tabel 3. Dimensi Rak Penyimpanan

Rak	Dimensi (m)			Jumlah Bay	Jumlah Tingkatan / Level
	P	L	T		
1	9	1	2	6	2
2	4.5	1	2	3	2
3	4.5	1	2	3	2
4	4.5	1	2	3	2
5	4.5	1	2	3	2
6	9	1	2	6	2

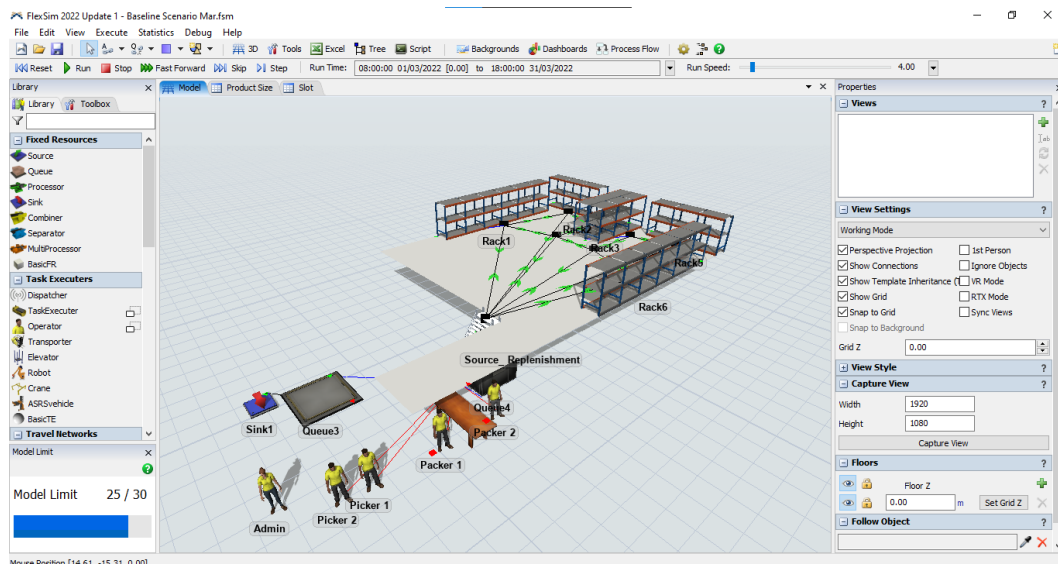
Terdapat enam rak penyimpanan yang dimiliki PT XYZ yang terletak di lantai dua gudang setinggi dua setengah meter seperti yang ditunjukkan Tabel 3. Berikut merupakan denah tampak atas rak penyimpanan yang dimiliki PT XYZ:



Gambar 8. Denah Rak Penyimpanan

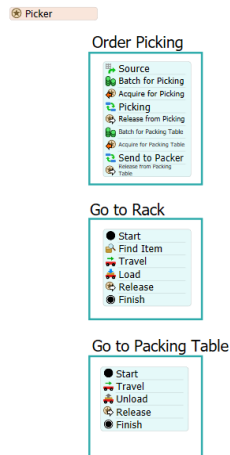
Gambar 8 menunjukkan bahwa bentuk *layout* atau denah rak penyimpanan di PT XYZ menyerupai huruf “M”. Selain itu, data yang diambil juga berupa data transaksi per bulan, strategi pengambilan barang yang dilakukan saat ini, serta spesifikasi produk berupa nama produk, dimensi produk, serta tata letak produk di rak penyimpanan. Hal tersebut dilakukan untuk dijadikan parameter untuk membuat model simulasi, sehingga model dapat dibuat semirip mungkin dengan kondisi gudang yang sebenarnya.

Setelah data yang diperlukan sudah terpenuhi, maka langkah selanjutnya yaitu melakukan pembuatan model simulasi dengan menggunakan *software* Flexim v2020. Berikut merupakan gambaran dari pembuatan model simulasi gudang PT XYZ:



Gambar 9. Pembuatan Model Gudang PT XYZ

Pembuatan model diawali dengan membuat denah rak penyimpanan yang terletak di lantai dua gudang setinggi dua setengah meter seperti Gambar 9. Setelah itu, dilanjutkan dengan memasukkan entitas lain seperti meja pengemasan, lantai penyimpanan barang, operator, dan lain-lain, dengan ukuran dan posisi yang sesuai dengan kondisi yang sebenarnya.

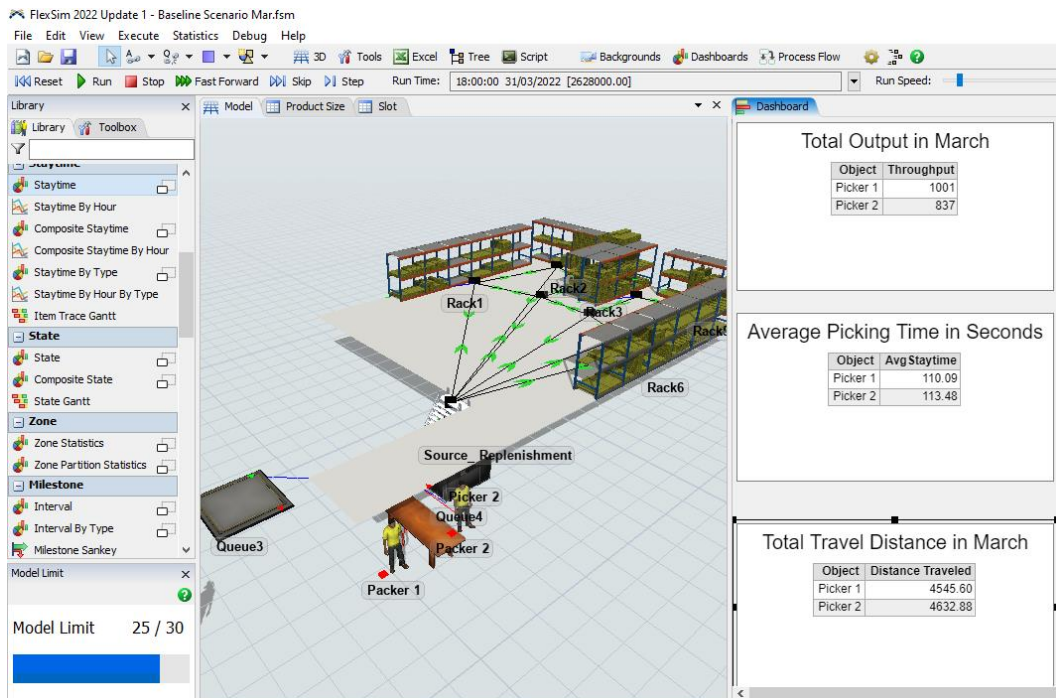


Gambar 10. *Process Flow* Simulasi

Selain pembuatan model simulasi, langkah berikutnya yaitu pembuatan *process flow* atau alur program simulasi dari *software* tersebut seperti yang terlihat pada Gambar 10, serta memasukkan parameter berupa data transaksi masa lalu dan kedatangan stok barang yang berisi tanggal, waktu, nama barang, SKU, kuantiti, dan lain sebagainya. Setelah pembuatan model selesai, maka selanjutnya menjalankan simulasi pertama dengan parameter dan strategi yang diterapkan PT XYZ saat ini, dilanjutkan dengan menjalankan simulasi dengan mengubah parameter sesuai dengan strategi usulan. Langkah terakhir yaitu membandingkan dan menganalisis *output* dari program simulasi tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah menjalankan beberapa simulasi dengan parameter yang berbeda-beda, berikut hasil dari *output* empat strategi yaitu strategi saat ini (*wave picking*), dan tiga strategi usulan yaitu *sequential picking*, *zone picking*, *sequential zone picking*, yang ketiganya sudah digabungkan dengan strategi *order batching* (*wave batch picking*):734SDS.

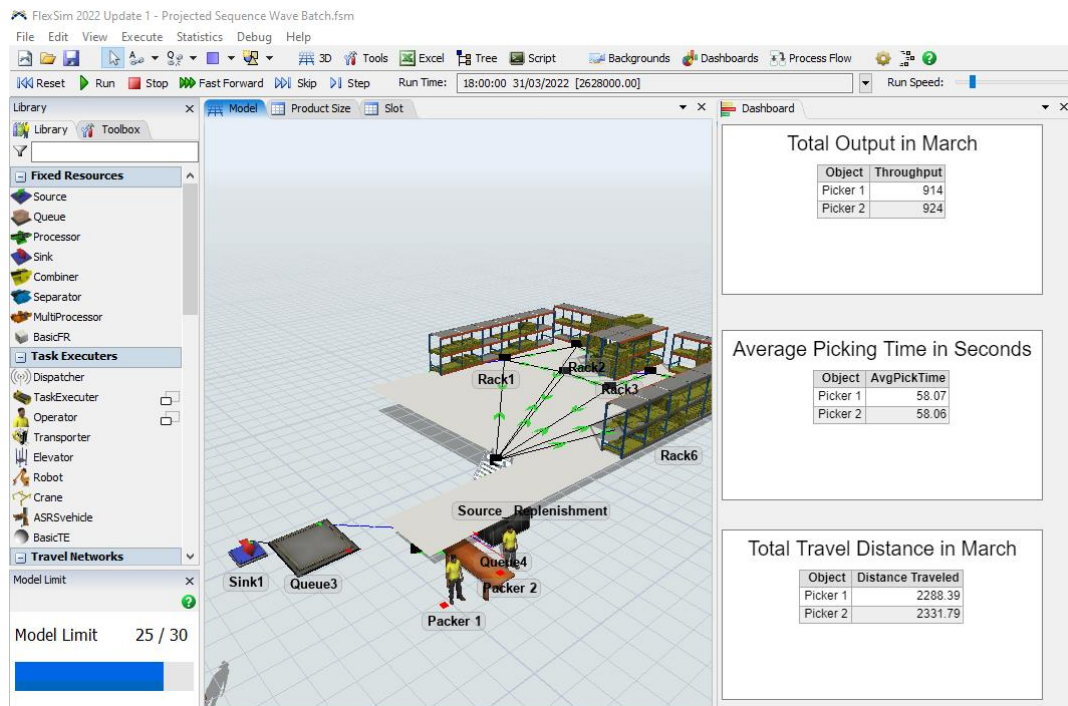


Gambar 11. Hasil Simulasi Strategi *Wave Picking*

Hasil simulasi pertama menunjukkan strategi *order picking* yang diterapkan PT XYZ saat ini menghasilkan waktu rata-rata pengambilan barang selama 110,09 detik atau 1,83

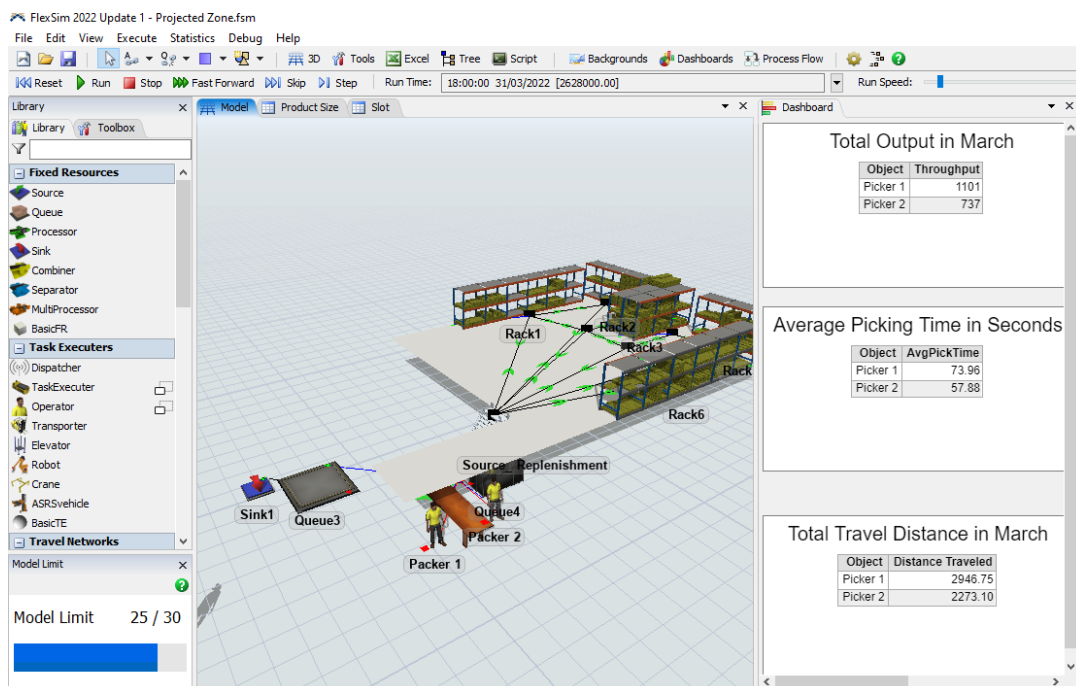
Evaluasi dan Strategi Meningkatkan Kinerja Order Picking di Gudang Ritel Aksesoris Elektronik Menggunakan Simulasi Flexsim
Stevanus Abadi Johan, Oki Sunardi

menit untuk petugas pertama, serta 113,49 detik atau 1,89 menit untuk petugas kedua, dengan total jarak yang ditempuh masing-masing petugas untuk melakukan proses *order picking* selama bulan Maret 2022 yaitu 4545,60 meter atau 4,55 kilometer dan 4632,88 meter atau 4,63 kilometer seperti yang terlihat pada Gambar 11.



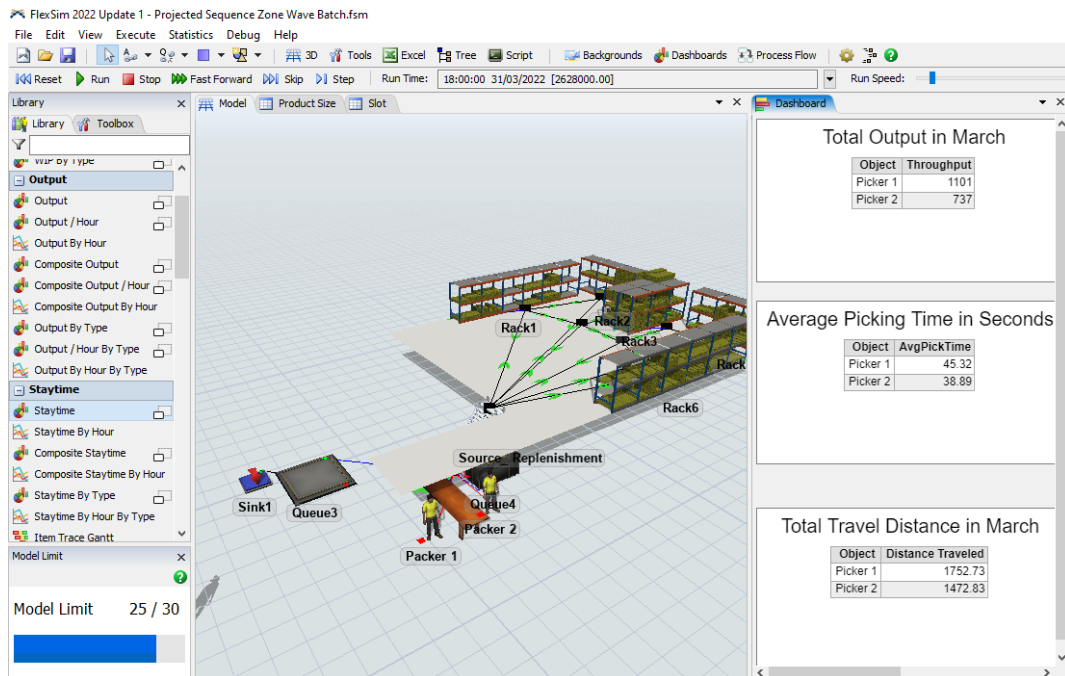
Gambar 12. Hasil Simulasi Strategi *Sequential Picking*

Gambar 12 menunjukkan hasil simulasi kedua, menggunakan strategi usulan *sequential picking* menghasilkan penurunan waktu rata-rata pengambilan barang dari masing-masing petugas sebesar 47% dan 49% dibandingkan strategi pertama serta penurunan total jarak yang ditempuh masing-masing petugas sebesar 50% atau separuh dari total jarak yang ditempuh pada strategi pertama.



Gambar 13. Hasil Simulasi Strategi *Zone Picking*

Bedasarkan hasil simulasi menggunakan strategi usulan kedua yang terlihat pada Gambar 13, yaitu strategi *zone picking*, diperoleh penurunan waktu rata-rata pengambilan barang dari masing-masing petugas sebesar 33% dan 49% dibandingkan strategi pertama serta penurunan total jarak yang ditempuh masing-masing petugas sebesar 35% dan 51% dibandingkan dengan strategi pertama. Hal tersebut berarti total penurunan yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan strategi usulan sebelumnya yaitu *sequential picking*.



Gambar 14. Hasil Simulasi Strategi *Sequential Zone Picking*

Hasil simulasi dengan strategi usulan ketiga yaitu *sequential zone picking* yang merupakan gabungan dari strategi usulan pertama dan kedua menghasilkan penurunan waktu rata-rata pengambilan barang dari masing-masing petugas sebesar 59% dan 66% dibandingkan strategi pertama. Selain itu, Gambar 14 juga menunjukkan penurunan total jarak yang ditempuh masing-masing petugas sebesar 61% dan 68% dibandingkan dengan strategi pertama. Hal tersebut berarti dampak penurunan yang dihasilkan lebih besar dibandingkan ketiga metode sebelumnya.

Tabel 3. Hasil Simulasi

Condition	Picking Strategy	Object	Total Output in March (items)	Average Picking Time (s)	Total Travel Distance (m)
Current	Wave	Picker 1	1001	110.09	4545.60
		Picker 2	837	113.49	4632.88
	Sequential	Picker 1	914	58.07	2288.39
		Picker 2	924	58.06	2331.79
Projection	Zone	Picker 1	1101	73.96	2946.75
		Picker 2	737	57.88	2273.10
	Sequential Zone	Picker 1	1101	45.32	1752.73
		Picker 2	737	38.89	1472.83

Tabel 3 menunjukkan hasil simulasi bahwa strategi awal yang diterapkan di PT XYZ, yaitu *wave picking* menghasilkan waktu rata-rata pengambilan barang yang dilakukan cukup lama dan jarak tempuh yang cukup jauh. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan rute pengambilan yang acak atau tidak beraturan, tergantung dari urutan label pesanan yang dibawa, serta tidak adanya pengelompokan jenis pesanan sehingga membuang waktu dan menambah jarak tempuh petugas karena diharuskan untuk bolak-balik ke area atau rak yang sama hingga seluruh pesanan selesai diambil.

Tabel 4. Rata-rata Waktu Lembur (Menit) dengan Strategi *Wave Picking*

Month	Average Overtime
Oct	118.50
Nov	80.75
Dec	12.00
Jan	9.00
Feb	0.00
Mar	0.00
Total Average	36.71

Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan rata-rata waktu lembur yang terjadi saat ini menggunakan waktu rata-rata pengambilan barang dari hasil simulasi, ditambah dengan waktu rata-rata pengemasan sebesar 50 detik/paket, total lembur yang terjadi saat ini di PT XYZ memiliki durasi rata-rata sebesar 36,71 menit.

Tabel 5. Pengurangan Waktu Penyelesaian Pesanan (Menit) Per Bulan di PT XYZ

Strategy	Month						Average	Percentage
	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar		
<i>Sequential</i>	84.66	55.40	80.36	96.70	99.05	93.72	84.98	17.70%
<i>Zone</i>	66.50	22.10	60.54	85.00	88.70	80.22	67.18	14.00%
<i>Sequential Zone</i>	99.94	60.00	83.59	98.75	100.82	95.81	89.82	18.71%

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan waktu rata-rata pengambilan barang dari masing-masing strategi, ditambah dengan waktu rata-rata pengemasan sebesar 50 detik/paket, terdapat pengurangan waktu penyelesaian pesanan per bulan dengan rata-rata sebesar 89,82 menit jika menggunakan strategi pengambilan *sequential zone*, seperti yang ditunjukkan Tabel 5. Urutan kedua strategi pengambilan dengan pengurangan waktu terbesar yaitu strategi *sequential* sebesar 84,98 menit, dan yang terakhir strategi *zone* dengan rata-rata pengurangan waktu sebesar 67,18 menit.

KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan dari hasil simulasi yang dilakukan, kinerja *order picking* yang dilakukan PT XYZ saat ini belum optimal dan perlu ditingkatkan karena memberikan dampak terhadap durasi waktu penyelesaian pesanan, sehingga menyebabkan karyawan mengalami lembur dengan rata-rata waktu selama 36,71 menit. Hal tersebut dikarenakan saat ini PT XYZ hanya mengaplikasikan strategi *order picking* yang sederhana dan yang paling sering digunakan yaitu *wave picking*, yang mana pesanan diambil hanya berdasarkan sesi waktu tertentu, tanpa dikolaborasikan dengan pengelompokan pesanan/*order batching* dan rute pengambilan barang ke rak yang bersifat acak. Setelah melakukan simulasi strategi pengambilan barang yang melibatkan dua parameter, yaitu rute pengambilan dan pengelompokan pesanan, maka dapat diperoleh penurunan waktu penyelesaian pesanan seperti yang sudah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Dengan menerapkan strategi *zone picking*, terjadi penurunan waktu pesanan selama 67,18 menit, 84,98 menit jika menerapkan strategi *sequential picking*, serta yang paling signifikan dalam menurunkan waktu rata-rata penyelesaian pesanan yaitu strategi *sequential zone picking* yang mencapai 89,82 menit. Strategi *sequential zone picking* merupakan gabungan dari dua metode lainnya dan temuan tersebut sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa gabungan dari beberapa strategi pengambilan barang memungkinkan untuk memberikan hasil yang lebih optimal dalam meningkatkan kinerja *order picking* [21]. Walaupun beban kerja yang diterima oleh operator pertama lebih besar atau tidak seimbang, namun perbedaan beban kerja tersebut dapat dialihkan oleh petugas kedua yaitu memanfaatkan waktu untuk melakukan tugas lainnya seperti memeriksa ulang dan memastikan pesanan yang diambil

dan membantu petugas pertama untuk melakukan tugasnya. Hal tersebut mengindikasikan bahwa strategi *sequential zone picking* memberikan dampak optimasi atau peningkatan kinerja *order picking* dan menjadi usulan strategi baru yang dapat diterapkan oleh PT XYZ di masa mendatang. Selain itu, PT XYZ juga dapat mengambil langkah peningkatan kinerja *order picking* menggunakan metode lainnya seperti melibatkan penggunaan teknologi terbaru, penambahan karyawan, pengaturan tata letak gudang, dan lain sebagainya, yang dapat menjadi saran untuk penelitian selanjutnya. Selain itu, penelitian selanjutnya juga bisa membahas terkait dampak yang ditimbulkan dalam mengaplikasikan strategi yang diajukan pada sistem nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Mourtzis, J. Angelopoulos, and N. Panopoulos, "A survey of digital B2B platforms and marketplaces for purchasing industrial product service systems: A conceptual framework," in *Procedia CIRP*, Vol. 97, pp. 331–336, 2020, doi: 10.1016/j.procir.2020.05.246.
- [2] M. A. Rizaty and A. Mutia, "Transaksi E-Commerce Indonesia Diproyeksikan Capai Rp 403 Triliun pada 2021," *Databoks*, Nov. 25, 2021. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/11/25/transaksi-e-commerce-indonesia-diproyeksikan-capai-rp-403-triliun-pada-2021> (accessed May 29, 2022).
- [3] J. H. R. van Duin, W. de Goffau, B. Wiegman, L. A. Tavasszy, and M. Saes, "Improving Home Delivery Efficiency by Using Principles of Address Intelligence for B2C Deliveries," in *Transportation Research Procedia*, Vol. 12, pp. 14–25, 2016, doi: 10.1016/j.trpro.2016.02.006.
- [4] X. Shen, H. Yi, and J. Wang, "Optimization of picking in the warehouse," in *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1861, No. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1861/1/012100.
- [5] M. Urzúa, A. Mendoza, and A. O. González, "Evaluating the impact of order picking strategies on the order fulfilment time: A simulation study," *Acta Logistica*, Vol. 6, No. 4, pp. 103–114, 2019, doi: 10.22306/al.v6i4.129.
- [6] A. R. A. Keshavarz, D. Jaafari, M. Khalaj, and P. Dokouhaki, "A survey of the literature on order-picking systems by combining planning problems," *Applied Sciences (Switzerland)*, Vol. 11, No. 22, MDPI, Nov. 01, 2021, doi: 10.3390/app112210641.
- [7] M. Klodawski, R. Jachimowski, I. Jacyna-Golda, and M. Izdebski, "Simulation analysis of order picking efficiency with congestion situations," *International Journal of Simulation Modelling*, Vol. 17, No. 3, pp. 431–443, 2018, doi: 10.2507/IJSIMM17(3)438.
- [8] S. Moons, K. Ramaekers, A. Caris, and Y. Arda, "Integration of order picking and vehicle routing in a B2C e-commerce context," *Flexible Services and Manufacturing Journal*, Vol. 30, No. 4, pp. 813–843, 2018, doi: 10.1007/s10696-017-9287-5.
- [9] M. Kordos, J. Boryczko, M. Blachnik, and S. Golak, "Optimization of warehouse operations with genetic algorithms," *Applied Sciences (Switzerland)*, Vol. 10, No. 14, 2020, doi: 10.3390/app10144817.
- [10] J. A. Cano, Gomez, Rodrigo A, Salazar, and Fernando, "Routing policies in multi-parallel warehouses: an analysis of computing times Políticas de ruteo en almacenes con pasillos paralelos: análisis de tiempos de computación."
- [11] A. Scholz and G. Wäscher, "Order Batching and Picker Routing in manual order picking systems: the benefits of integrated routing," *Central European Journal of Operations Research*, Vol. 25, No. 2, pp. 491–520, 2017, doi: 10.1007/s10100-017-0467-x.

- [12] J. Alejandro Cano, A. Alberto Correa-Espinal, and R. Andrés Gómez-Montoya, "An Evaluation of Picking Routing Policies to Improve Warehouse Efficiency," *International Journal of Industrial Engineering and Management (IJIE)*, Vol. 8, No. 4, pp. 229–238, 2017, [Online]. Available: www.iim.ftn.uns.ac.rs/ijiem_journal.php
- [13] K. Moeller, "Increasing warehouse order picking performance by sequence optimization," in *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 20, pp. 177–185, 2011, doi: 10.1016/j.sbspro.2011.08.023.
- [14] Y. C. Ho and J. W. Lin, "Improving order-picking performance by converting a sequential zone-picking line into a zone-picking network," *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 113, pp. 241–255, 2017, doi: 10.1016/j.cie.2017.09.014.
- [15] J. P. van der Gaast, R. B. M. de Koster, I. J. B. F. Adan, and J. A. C. Resing, "Capacity analysis of sequential zone picking systems," *Operations Research*, Vol. 68, No. 1, pp. 161–179, 2020, doi: 10.1287/OPRE.2019.1885.
- [16] H. Li, J. Lyu, L. Zhen, and D. Zhuge, "A joint optimisation of multi-item order batching and retrieving problem for low-carbon shuttle-based storage and retrieval system," *Cleaner Logistics and Supply Chain*, Vol. 4, p. 100042, 2022, doi: 10.1016/j.clscn.2022.100042.
- [17] N. Yang, "Evaluation of the Joint Impact of the Storage Assignment and Order Batching in Mobile-Pod Warehouse Systems," *Mathematical Problems in Engineering*, Vol. 2022, pp. 1–13, 2022, doi: 10.1155/2022/9148001.
- [18] F. Hofmann and S. Visagie, "Picking location metrics for order batching on a unidirectional cyclical picking line," *ORiON*, Vol. 35, No. 2, pp. 161–186, 2019, doi: 10.5784/35-2-646.
- [19] S. Forrai, B. Ludanyi, I. P. Szabó, J. Smagowicz, and C. Szwed, "Research method for management of thermoplastics production improvement in rubber industry with the use of 3D simulation modeling," *Foundations of Management*, Vol. 13, No. 1, pp. 21–34, 2021, doi: 10.2478/fman-2021-0002.
- [20] G. V. Mouafo Nebot and H. Wang, "Port Terminal Performance Evaluation and Modeling," *Logistics*, Vol. 6, No. 1, p. 10, 2022, doi: 10.3390/logistics6010010.
- [21] T. van Gils, K. Ramaekers, K. Braekers, B. Depaire, and A. Caris, "Increasing order picking efficiency by integrating storage, batching, zone picking, and routing policy decisions," *International Journal of Production Economics*, Vol. 197, pp. 243–261, 2018, doi: 10.1016/j.ijpe.2017.11.021.