

Reduksi pemborosan di gudang suku cadang distributor alat berat dengan perbaikan tata letak

Vincentius Niko Klana Jati, Hadisantono*

Departemen Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia;
email: vincentius.niko21@gmail.com, hadi.santono@uajy.ac.id

* Corresponding author

Abstrak

Pemborosan merupakan kegiatan yang menghambat proses di gudang sehingga operator tidak dapat memenuhi targetnya. Pemborosan dengan jenis transportasi, waktu tunggu, inventori, serta gerakan banyak ditemui di area gudang sehingga memperlambat proses yang ada. Solusi yang ingin diterapkan oleh perusahaan ialah dengan membangun sistem baru, namun perlu adanya solusi penunjang yaitu perbaikan tata letak serta tata kelola barang di gudang. Metode yang digunakan dalam melakukan analisis pemborosan adalah value stream mapping (VSM) dan process activity mapping (PAM). Dengan menggunakan VSM dan PAM, ditemukan empat jenis pemborosan terbanyak yaitu kegiatan bolak-balik operator, delay antar proses, dead stock, serta transportasi. Hal tersebut dapat dikurangi dengan melakukan perencanaan tata kelola barang menggunakan metode class-based storage sesuai dengan ranking pergerakan barang dan pembuatan tata letak dengan menggunakan software Blocplan. Setelah dilakukan implementasi berupa pembuatan tata letak, dapat diketahui kegiatan bolak-balik operator berkurang. Dengan tata kelola barang baru dan dilakukan simulasi proses di gudang, dapat diketahui terjadi penurunan waktu proses. Waktu incoming turun dari awalnya 27,62 menit menjadi 8,23 menit, sedangkan waktu outgoing turun dari awalnya 164,79 menit menjadi 114,94 menit.

Kata Kunci: gudang, pemborosan, VSM, Blocplan, class-based storage

Abstract

[Waste reduction in a heavy equipment distributor spare parts warehouse by improving the layout] In a warehouse, waste can hinder the operators from achieving their targets. This waste can come in the form of transportation, waiting time, inventory, and movements, which can all slow down the processes. To address this issue, the company is planning to implement a new system, but it's important to also improve the layout and management of goods in the warehouse to support this solution. The methods used in analyzing waste are value stream mapping (VSM) and process activity mapping (PAM). By using VSM and PAM, the four most common types of waste were found, such as operator commute, delay between processes, dead stock, and transportation. This can be reduced by planning goods management using the class-based storage method according to the ranking of goods movements and making a layout using Blocplan software. After the layout implementation, the operator's back-and-forth activities declined. Then, with the new management of goods and process simulations in the warehouse, there has been a decrease in processing time. Incoming time decreased from 27.62 minutes to 8.23 minutes, while outgoing time decreased from 164.79 minutes to 114.94 minutes.

Keywords: warehouse, waste, VSM, Blocplan, class-based storage

Received: 04-10-2023; Revised: 11-11-2023; Accepted: 26-11-2023

DOI: <https://doi.org/10.24002/jtimr.v1i2.8048>

Saran format untuk sitasi artikel ini (APA style):

Jati, V. N. K., & Hadisantono, H. (2023). Reduksi pemborosan di gudang suku cadang distributor alat berat dengan perbaikan tata letak. *Jurnal Teknik Industri dan Manajemen Rekayasa*, 1(2), 117-132.

1. Pendahuluan

Gudang merupakan salah satu aspek kritis dalam keberlangsungan rantai pasok dalam dunia industri. Jika sebuah proses di dalam gudang terganggu, maka akan berpengaruh ke dalam proses lain dalam rantai pasok. Perusahaan yang dibahas dalam artikel ini bergerak dalam bidang agrikultur, industri, konstruksi, dan penghasil energi, dengan berbagai lini bisnis seperti penjualan unit, penyewaan, perbaikan, dan penjualan suku cadang. Terdapat tiga gudang yang memiliki fungsi berbeda: Gudang A sebagai *cross-docking*, Gudang B untuk penyimpanan unit, dan Gudang C sebagai tempat penyimpanan suku cadang. Penelitian ini berfokus pada Gudang C yang memiliki 3.429 jenis suku cadang berbeda, yang disimpan dengan berbagai metode. Kegiatan di gudang meliputi proses *incoming* dan *outgoing* yang saling terkait.

Analisis masalah dilakukan dengan observasi dan wawancara terhadap *stakeholder* seperti operator gudang, manajer *business development*, dan *supervisor*. Masalah utama meliputi target operator yang tidak tercapai, penempatan barang yang acak, tujuan bisnis gudang yang tidak sesuai, penggunaan area penyimpanan yang tidak efisien, dan jumlah barang yang melebihi kapasitas gudang. Terdapat beberapa faktor yang mengakibatkan terjadinya hal tersebut, salah satu faktornya adalah waktu antar proses mengalami penundaan (*delay*) sehingga ada barang yang menumpuk. Masalah lainnya adalah fungsi gudang yang tidak sesuai, karena terdapat beberapa barang yang seharusnya dimiliki oleh cabang lain, namun dititipkan di dalam Gudang C. Oleh karena barang-barang tersebut bukan merupakan lini bisnis dari gudang C, maka barang-barang tersebut jarang mengalami pergerakan (*dead stock*). Terdapat satu sumber masalah lain yang sedang diperbaiki oleh perusahaan supaya waktu pemrosesan dapat berjalan dengan lancar, yaitu penggunaan alat yang dapat terhubung dengan sistem informasi perusahaan yaitu SAP (*System Application and Product*). Saat ini sistem manajemen gudang masih manual sehingga setiap kegiatan gudang masih lambat dan tertinggal dibandingkan gudang lain.

Menurut beberapa penelitian terdahulu, terdapat masalah terkait dengan keterlambatan waktu proses sehingga perlu dilakukan perbaikan agar proses yang dilakukan lebih efisien dan waktunya memenuhi target. Pada penelitian Hutami dkk. (2021) dilakukan identifikasi pemborosan dengan mengkategorikan jenis pemborosan dan dilakukan pengukuran dengan *value stream mapping (VSM)*, sehingga dapat diketahui waktu total proses dan kegiatan-kegiatan yang tidak menambah nilai dapat dipercepat. Pada penelitian yang dilakukan oleh Kusnadi dkk. (2018), yang terkait dengan waktu pencarian dan transportasi yang terlambat, dilakukan analisis masalah menggunakan *fishbone diagram* sehingga setiap masalah dapat diselesaikan dengan menggunakan *5S+Safety* dan perbaikan tata letak.

Masalah serupa yang terkait dengan proses yang terhambat karena gudang tidak melakukan pembaruan juga ditemukan dalam penelitian Muharni dkk. (2022). Permasalahan tersebut terkait dengan produktivitas gudang yang terkendala karena kondisi gudang sekarang tidak mengikuti perkembangan. Solusi yang diberikan ialah dengan melakukan perbaikan tata letak gudang dengan menggunakan *activity relationship chart (ARC)* serta *Blocplan*, supaya setiap area dapat memenuhi kebutuhan penyimpanan terbaru. Pada

penelitian Firmansyah dan Lukmandono (2020) terdapat keterlambatan pengiriman karena kegiatan *loading* semakin tinggi setiap harinya dan perusahaan tidak dapat memenuhinya. Solusi yang diberikan adalah dengan memperbaiki tata letak menggunakan metode *weighted distance* supaya waktu perpindahan barang dapat dilakukan lebih cepat.

Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan oleh Zaenuri (2018) terdapat permasalahan terkait penempatan barang yang tidak teratur dan rapi sehingga menyebabkan proses perpindahan produk yang tidak efektif. Pada penelitian tersebut dilakukan perbaikan tata letak barang yang lebih efektif untuk melakukan perpindahan *material handling*. Sama seperti penelitian yang dilakukan oleh Johan dan Suhada (2018) pada gudang bahan baku kain, terjadi permasalahan penataan kain yang kurang baik. Tata letak kain tersebut membuat pergerakan operator terganggu, karena operator meletakkan kain di area gang. Solusi yang diberikan oleh Johan dan Suhada (2018) adalah perbaikan peletakan barang dan juga perbaikan tata letak keseluruhan gudang. Pada penelitian Johan dan Suhada (2018) metode yang digunakan dalam penataan barang ialah *class-based storage* dengan melakukan pengelompokan jenis barang. Selain itu, dilakukan pembuatan tata letak gudang keseluruhan.

Menurut Fajri (2021), operasional gudang dalam klasifikasi produk, tata letak, sistem perpindahan material merupakan rantai operasional produktivitas perusahaan. Hasil penelitian menunjukkan adanya permasalahan serupa, penempatan material yang tidak efisien menyebabkan perpindahan material menjadi jauh dan menambahkan biaya *material handling*. Dengan permasalahan serupa pada gudang *finish good*, solusi yang diberikan dalam penelitian Giyatssabri (2019) ialah dengan menganalisis perpindahan material, frekuensi perpindahan, hingga perhitungan biaya perpindahan, untuk dibuatkan perancangan tata letak usulan. Serangkaian analisis tersebut merupakan langkah dalam metode *systematic layout planning*.

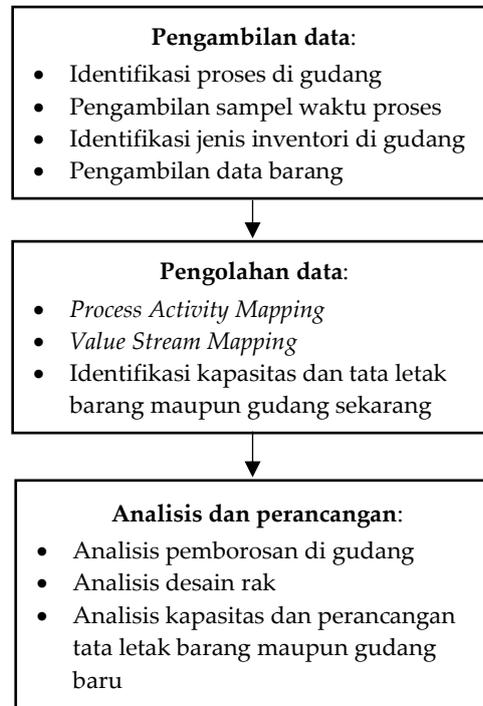
Berdasarkan tinjauan pustaka di atas, masalah keterlambatan proses, banyaknya barang menumpuk di area jalan, gerakan yang tidak efektif, serta *dead stock* dapat diselesaikan secara terpisah. Dalam penelitian ini, semua permasalahan tersebut akan diselesaikan dengan solusi terintegrasi, yaitu perbaikan tata letak gudang. Keunikan pada penelitian ini adalah fungsi gudang yang tidak hanya menyimpan barang milik perusahaan cabang Jakarta saja namun juga terdapat barang dari cabang lain. Selain itu, penelitian ini melibatkan varian produk yang dijual oleh perusahaan dalam jumlah beragam, mulai dari produk *generator set* hingga traktor. Oleh karena itu suku cadang yang disimpan juga sangat beragam dan semua disimpan dalam satu gudang yang sama. Penelitian ini dilakukan untuk memperbaiki tata kelola barang di gudang, serta mereduksi pemborosan sehingga kegiatan *incoming* dapat dilakukan dalam waktu kurang dari 20 menit dan *outgoing* dalam waktu kurang dari 120 menit.

2. Metode

Penelitian dilakukan di Gudang C yaitu gudang suku cadang, dengan melakukan identifikasi pemborosan pada setiap kegiatan di gudang. Analisis pemborosan dilakukan dengan menggunakan beberapa *tools* seperti *value stream mapping* dan *process activity mapping*. Kegiatan yang akan dianalisis dimulai dari proses *incoming*, yaitu penerbitan bukti acara serah terima (BAST), *unloading*, *purchase order (PO) validation*, *quality inspection*, *sort in*, hingga *put away*. Proses selanjutnya merupakan proses *outgoing*, yaitu *pick tag*, *picking*, *quality control*, *packing*, *traffic*, hingga proses *loading*. Setelah mengetahui letak pemborosan terbesar, maka dapat dilakukan proses pembuatan tata letak dengan menggunakan *Blocplan* dan tata kelola

barang dengan metode *class-based storage* agar dapat mereduksi pemborosan di setiap kegiatan.

Tahap pengambilan data hingga analisis dan perancangan solusi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahap pengambilan data hingga analisis dan perancangan solusi

2.1. Pemborosan

Menurut Reynata (2022), sebuah proses bisnis yang tidak memiliki nilai tambah (*value*) sepanjang prosesnya disebut sebagai pemborosan (*waste*). Terdapat 7 jenis/kategori pemborosan (*waste*), yaitu *over production*, *waiting*, *transportation*, *over processing*, *movement*, *inventory*, dan *defect part*.

2.2. *Process activity mapping*

Menurut Hines dan Rich (1997), *process activity mapping* (PAM) melibatkan beberapa langkah, yang pertama ialah analisis awal pada setiap proses diikuti dengan *detail item* yang terdapat pada setiap proses tersebut. *Detail item* yang dimaksud seperti mesin yang digunakan, jarak, waktu proses, pekerja, dan jenis kegiatannya. Terdapat lima jenis pekerjaan yaitu operasi, transportasi, inspeksi, penyimpanan, dan *delay*. Gambar 2 menunjukkan contoh tabel PAM.

2.3. *Cycle time*

Menurut Groover (2015), *cycle time* (T_c) adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu operasi, baik proses atau perakitan. T_c merupakan waktu individual komponen yang dikeluarkan pada saat proses permesinan. Namun dalam realitanya, dalam satu proses permesinan terdapat proses lain yaitu waktu penanganan komponen, dan penanganan peralatan per komponen, sehingga untuk menghitung *cycle time* dilakukan dengan menambahkan waktu aktual proses, waktu penanganan, dan waktu penanganan alat.

#	STEP	FLOW	AREA	DIST (M)	TIME (MIN)	PEOPLE	O	T	I	S	D	COMMENTS
							P	R	A	N	S	
							E	R	A	N	S	
							A	T	I	O	R	
							T	I	O	R		
1	DRIVER TAKES PAPERWORK TO OFFICE	T	OUTSIDE/OFFICE	50M	0.5	1	O	T	I	S	D	
2	CHECK BOOKED IN/ISSUE TICKET	I	OFFICE	40	1	1(+1)	O	T	I	S	D	(DRIVER)
3	DRIVER TO VEHICLE	T	OFFICE/OUTSIDE	50M	0.5	1	O	T	I	S	D	
4	OPEN BACK OF TRUCK	O	OUTSIDE		1	1	O	T	I	S	D	
5	BACK ON TO BAY	T	OUTSIDE/BAY	30M	1	1	O	T	I	S	D	
6	WAIT FOR PUMP TRUCK	D	BAY		15	1	O	T	I	S	D	
7	UNLOAD LORRY	T	SPLITTING	25M	1	1(+1)	O	T	I	S	D	
8	WAIT FOR TOTAL UNLOADING	D	SPLITTING		20	2(+1)	O	T	I	S	D	10 PALLETS
9	WAIT FOR PAPERWORK	D	SPLITTING		10	(1)	O	T	I	S	D	DRIVER (TOTAL 30)
10	DRIVER TO OFFICE FOR PAPERWORK	T	OUTSIDE/OFFICE	20M	0.5	1	O	T	I	S	D	
11	GET PAPERWORK	I	OFFICE		3	1(+1)	O	T	I	S	D	
12	DELAY TO START SPLITTING	D	SPLITTING		120		O	T	I	S	D	
13	SPLITTING	O	SPLITTING		50	2	O	T	I	S	D	
14	MOVE PALLET TO QUANTIFICATION	T	QUANTIFICATION	20M	1	1	O	T	I	S	D	PUMP TRUCK
15	DELAY TO QUANTIFY	D	QUANTIFICATION		240		O	T	I	S	D	
16	QUANTIFY	I	QUANTIFICATION		10	1	O	T	I	S	D	
17	MOVE TO LIFT & LOAD	T	INSPECTION/LIFT	3M	2	1	O	T	I	S	D	
18	MOVE TO WIP	T	LIFT TO WIP	5M	0.3		O	T	I	S	D	
19	DELAY	D	LIFT TOP		5		O	T	I	S	D	
20	REMOVE FROM LIFT	T	LIFT TOP	2M	2	1	O	T	I	S	D	
21	PLACE IN STORAGE AREA	T	FLOOR	10M	1	1	O	T	I	S	D	
22	STORAGE	D	FLOOR		2880		O	T	I	S	D	
23	COLLECT PRODUCTION ORDER	T	TO OFFICE	25M	15	1	O	T	I	S	D	
24	PULL STOCK TO PRODUCTION AREA	T	TO PACKING	10M	2	1	O	T	I	S	D	HAND PUMP
25	DELAY	D	PACKING		15		O	T	I	S	D	SETUP
26	LOAD MACHINE & CYCLE	O	PACKING	2M	0.1	1	O	T	I	S	D	
27	PLACE IN TOTE	T	PACKING	0.5M	0.1	(1)	O	T	I	S	D	
28	WAIT FOR BATCH	D	PACKING		30		O	T	I	S	D	
29	LOAN CONVEYOR	T	PACKING TO CONVEYOR	12M	0.5	1	O	T	I	S	D	
30	TRAVEL TO CRANE	T	TO CRANE	150M	5		O	T	I	S	D	
31	WAIT FOR CRANE	D	CRANE		5		O	T	I	S	D	
32	PUT INTO MAIN STORE	T	CRANE/STORE	75M	1	1	O	T	I	S	D	
33	STORE	D	STORE		155,4 33.6		O	T	I	S	D	
	TOTAL			489.5 M	158,8 84.1	29						
	OPERATIONS				51.1	4						
	PERCENTAGE OPERATIONS				322 MPM	13.8%						

Gambar 2. Contoh tabel process activity mapping (Sumber: Hines dkk., 1998)

Cycle time dapat dihitung dengan persamaan (1):

$$T_c = T_o + T_h + T_i \quad (1)$$

dengan,

T_c = cycle time (menit/unit)

T_o = waktu aktual proses (menit/unit)

T_h = handling time (menit/unit)

T_i = average tool handling time (menit/unit)

2.4. Manufacturing lead time

Menurut Groover (2015), manufacturing lead time (MLT) merupakan total waktu yang dibutuhkan untuk memproses sebuah produk, termasuk waktu tunggu, perpindahan

komponen, waktu antrian dan lainnya. Suatu proses produksi biasanya tidak hanya terdiri dari 1 operasi, namun merupakan kumpulan beberapa operasi. Di antara operasi tersebut terdapat elemen non produktif yang menghabiskan waktu, sehingga dalam sebuah aktivitas produksi dapat digolongkan menjadi dua, yaitu waktu operasi dan non operasi. *Manufacturing lead time* dapat dihitung dengan persamaan (2):

$$MLT = n_o(T_{su} + QT_c + T_{no}) \quad (2)$$

dengan,

MLT = *manufacturing lead time* (menit)

n_o = hari kerja (hari/minggu)

T_{su} = waktu *setup* (menit)

Q = jumlah komponen (unit)

T_{no} = waktu non operasi (menit)

2.5. *Work in process*

Menurut Groover (2015), *work in process* (WIP) merupakan kuantitas dari sebuah komponen atau produk yang sedang diproses atau berada di antara proses operasi. WIP dapat dikatakan sebagai sebuah persediaan dalam sebuah proses mengubah bahan mentah menjadi produk jadi. Jumlah WIP dapat dihitung menggunakan persamaan (3):

$$WIP = R_{pph}(MLT) \quad (3)$$

dengan,

WIP = *work in process* (unit)

R_{pph} = *production rate per hour* (unit/jam)

MLT = *manufacturing lead time* (jam)

2.6. *Value stream mapping*

Value stream mapping (VSM) adalah semua kegiatan (*value added* atau *non-value added*) yang dibutuhkan untuk membuat produk melalui aliran proses produksi utama (Dewi, 2018). VSM merupakan salah satu metode penelitian untuk melakukan pemetaan aliran sebuah proses atau aktivitas. Melalui pemetaan tersebut dapat diketahui waktu tidak produktif di dalam masing-masing proses atau aktivitas tersebut. Setiap proses atau aktivitas dapat digolongkan ke dalam beberapa jenis, yaitu *value added* (VA), *necessary non-value added* (NNVA), dan *non-value added* (NVA). *Value added* merupakan sebuah aktivitas yang menambahkan sebuah nilai kepada konsumen atau penerimanya. *Necessary non-value added* merupakan sebuah kegiatan yang tidak memberikan dampak langsung kepada konsumen, namun sebenarnya harus dilakukan. *Non-value added* adalah kegiatan yang tidak harus dilakukan, karena hanya menambahkan waktu pemrosesan.

2.7. *Blocplan*

Blocplan merupakan sebuah metode yang dikembangkan oleh Donaghey dan Pire (Tompkins dkk., 2010). *Blocplan* menggunakan *relationship chart* dan *from to chart* sebagai *input*. Perhitungan biaya pada algoritma ini dapat diukur berdasarkan jarak atau kedekatan objektif. Setiap departemen pada algoritma *Blocplan* berbentuk persegi dan menempati satu posisi.

Blocplan menggunakan campuran antara algoritma *construction* dan algoritma *improvement*. *Input* lain yang dimasukkan adalah ukuran dari setiap departemen, oleh sebab itu *Blocplan* akan melakukan perhitungan lebar yang sesuai dan membagi luas total setiap departemen dalam suatu posisi tertentu. Setelah dilakukan beberapa iterasi, maka setiap formasi tata letak yang dihasilkan dapat dihitung nilainya dan dibandingkan hasil terbaiknya.

2.8. Class-based storage

Terdapat beberapa metode penyimpanan yang dapat digunakan, salah satunya adalah *class-based storage*. Metode *class-based storage* merupakan salah satu metode penempatan bahan baku dan material berdasarkan spesifikasi atau jenis material tersebut ke dalam satu kelompok (Nur dan Maarif, 2018). Barang yang ditempatkan di dalam kelompok tersebut akan memiliki sebuah lokasi khusus di area gudang.

Tabel 1. Hasil perhitungan WIP

Step	Process	WIP (unit)	NNVA/NVA	Tc/NNVA (menit/unit)	Tc/NVA (menit)	Tc/NVA (per unit)
	Palet Incoming (WIP1)	33			4,77	0,32
1	BAST		NNVA	0,3		
	WIP2	10	NVA		3,3	0,1
2	Unloading		NNVA	0,5		
	WIP3	33	NVA		870,3	13,3
3	PO Validation		NNVA	0,10		
	WIP4	33	NVA		12,6	0,6
4	Quality Inspection		NNVA	4,8		
	WIP5	8	NVA		40,6	1,1
5	Sort In		NNVA	1,3		
	WIP6	5	NVA		7,1	0,3
6	Put Away		NNVA	3,9		
	STORE	33	NVA			
7	Delivery Order	36				
	WIP1	36	NVA		2,5	0,4
8	Pick Tag		NNVA	1,3		
	WIP2	0	NVA		0,3	0,0
9	Picking		NNVA	2,6		
	WIP3	1	NVA		4,5	0,5
10	Quality Control		NNVA	0,2		
	WIP4	36	NVA		44,0	2,0
11	Packing		NNVA	2,3		
	WIP5	11	NVA		25,8	0,6
12	Traffic		NNVA	1,5		
	WIP6	36	NVA		6330,6	153,2
13	Loading		NNVA	0,2		

3. Hasil dan Pembahasan

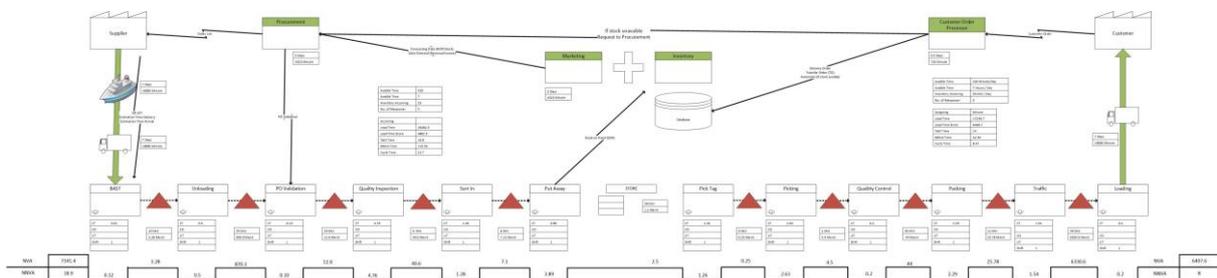
Proses analisis pemborosan (*waste*) dilakukan dengan menggunakan *process activity mapping*, dengan dilakukannya pengelompokan jenis pemborosan untuk setiap kegiatan *incoming* dan *outgoing*. Setelah mengetahui jenis pemborosan untuk setiap kegiatan, dapat dilakukan pengambilan waktu kerja untuk setiap kegiatan. Pengambilan waktu dilakukan dengan menggunakan *stopwatch* pada 33 barang untuk proses *incoming* dan 36 barang untuk

proses *outgoing*. Total waktu *incoming* didapatkan sebesar 1657,37 detik atau 27,62 menit untuk satu barang, sedangkan waktu *outgoing* didapatkan sebesar 9887,45 detik atau 164,79 menit untuk satu barang. Berdasarkan data tersebut, maka dapat dilakukan perhitungan WIP dengan menggunakan persamaan (2) untuk mengetahui keterlambatan proses. Hasil perhitungan WIP dapat dilihat pada Tabel 1, dengan rekapitulasi waktu NVA dan NNVA pada Tabel 2.

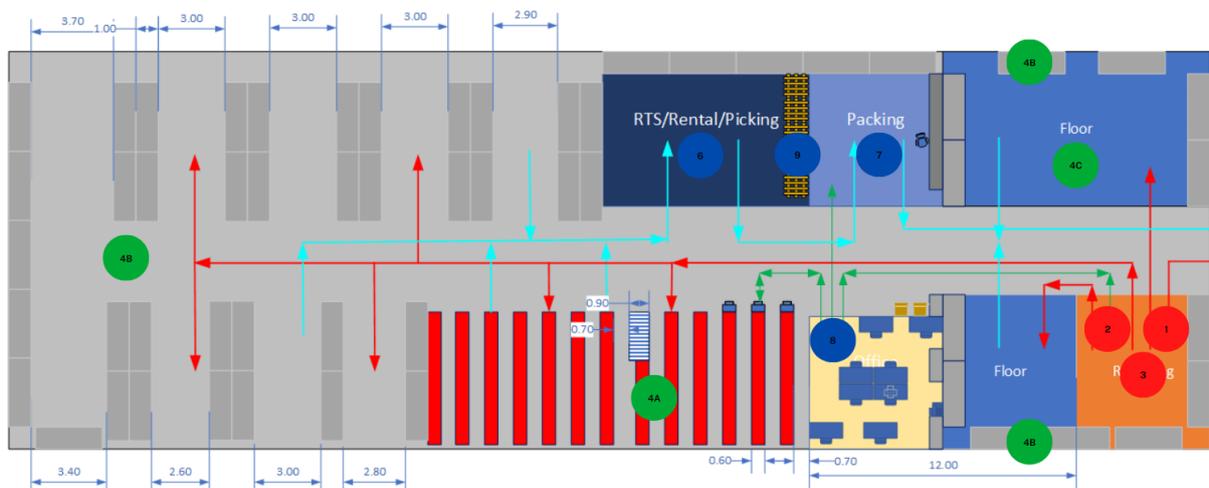
Tabel 2. Rekapitulasi waktu NVA dan NNVA

Proses	Waktu (menit)	
	NNVA	NVA
<i>Incoming</i>	10,9	938,6
<i>Outgoing</i>	8	6407,6
Total	18,9	7346,2

Setelah melakukan kategorisasi jenis pemborosan dan melakukan perhitungan WIP, maka dapat dilakukan pembuatan VSM. Hasil pembuatan VSM dapat dilihat pada Gambar 3. Gambaran VSM secara lebih jelas dapat dilihat melalui *link* yang tersedia. Setelah mengetahui kegiatan yang memiliki beberapa pemborosan, dapat dilakukan pembuatan tata letak untuk menyelesaikan masalah. Pembuatan tata letak dilakukan untuk menyesuaikan solusi perusahaan, yaitu penggunaan *portable data terminal* (PDT) dan *barcode scanner*. Tata letak gudang saat ini dapat dilihat pada Gambar 4, dengan keterangan pada Tabel 3.



Gambar 3. Value stream mapping



Gambar 4. Tata letak gudang

Tabel 3. Keterangan area gudang untuk Gambar 3

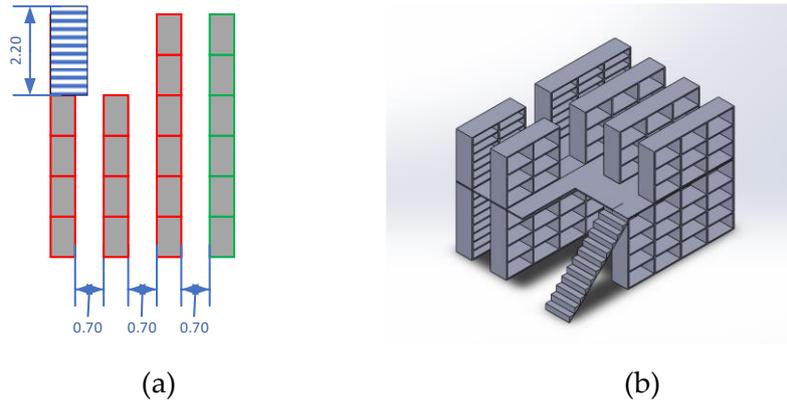
Nomor Area	Keterangan Area
1	<i>Receiving</i>
2	<i>Unpacking & QI</i>
3	<i>Ready to Bin (Sort In)</i>
4A	<i>Inventory Small Rack</i>
4B	<i>Inventory Heavy Duty (HD) Rack</i>
4C	<i>Inventory Floor</i>
5	<i>Production</i>
6	<i>Picking</i>
7	<i>QC dan Packing</i>
8	<i>Traffic</i>
9	<i>Ready to Ship</i>

Dalam tahap perancangan tata letak usulan, terdapat beberapa kondisi yang perlu diperhatikan, diantaranya solusi perusahaan berupa penggunaan alat PDT dan *barcode*, sehingga area kantor akan dihilangkan. Selain itu, karena perusahaan ingin mengembalikan fungsi gudang seperti awalnya, maka dilakukan filter untuk beberapa barang sehingga jumlahnya berkurang. Rekapitulasi jumlah barang yang disimpan di gudang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi data barang di gudang

Area penyimpanan	Floor	Pallet Rack HD	Dus 4	Dus 2	Grand Total
Data PA <i>Historical</i>	70	985	2373		3429
Data PA <i>To Be</i>	29	320	489		838
Hasil Analisis	56	284	335	143	818

Dari hasil analisis dan observasi untuk melihat satu per satu barang, ternyata terdapat beberapa barang yang tidak sesuai penempatannya. Dari Tabel 4 di atas, terdapat beberapa barang yang berpindah lokasi dari area *heavy duty* ke area *floor*. Hal ini dilakukan karena barang-barang tersebut memiliki dimensi atau kuantitas yang besar. Selain itu, pada area *small rack* dilakukan perubahan jenis dus, karena jumlah barang di area *small rack* menurun. Berdasarkan kondisi sekarang, di area lantai 2 rak tersebut masih terdapat area kosong, ataupun barang yang berdebu. Karena pengurangan jumlah barang tersebut maka dus 6 akan dihilangkan dari rak (tidak digunakan lagi), dan akan dialokasikan ke jenis dus 2 dan dus 4. Dengan demikian dapat dihitung bahwa jumlah kapasitas untuk dus 2 adalah sebesar 112 dus pada lantai 1 dan 66 dus untuk lantai 2, untuk menampung 143 barang. Pada area dus 4, total kapasitasnya adalah sebanyak 384 dus pada lantai 1 dan 240 dus pada lantai 2, untuk menampung 335 barang. Hasil perhitungan jumlah barang di area *small rack* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Area *small rack*: (a) Tampak atas; (b) Tampak samping.

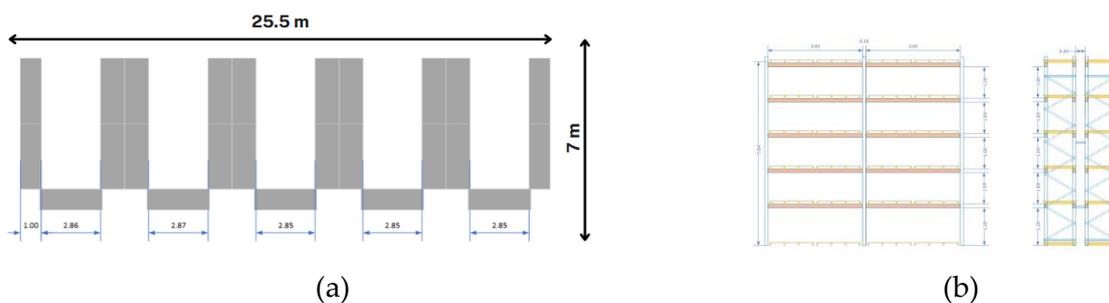
Pembuatan desain area *heavy duty rack* perlu mempertimbangkan jenis barang yang disimpan dalam palet. Seperti yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, terdapat tiga jenis penyimpanan palet, yaitu satu palet 1 barang, satu palet 2 barang, dan satu palet 3 barang. Setelah melakukan observasi langsung ke lapangan, terdapat 165 barang untuk palet 1, 12 barang untuk palet 2, dan 107 barang untuk palet 3. Namun, karena barang pada palet 2 terlalu sedikit, maka barang tersebut akan dimasukkan ke dalam palet 1. Berdasarkan hasil observasi didapatkan total kebutuhan palet sesuai dengan Tabel 5.

Setelah mengetahui jumlah palet yang harus disimpan di gudang, dapat dihitung berapa jumlah rak yang harus digunakan untuk menyimpan semua barang tersebut. Perhitungan ditentukan sesuai spesifikasi jenis rak untuk area *heavy duty*, karena kondisi sebelumnya terdapat varian jenis rak penyimpanan. Karena hanya terdapat tiga jenis barang dan kebutuhan kapasitas yang berkurang, maka akan dibuat satu varian jenis rak, yaitu rak dengan level penyimpanan sebanyak 6 level dengan tinggi 6 meter.

Perhitungan dilakukan dengan membagi jumlah palet yang akan disimpan dengan kapasitas palet pada 1 rak, maka total kebutuhan rak pada area *heavy duty* ialah sebanyak 18 rak. Namun dengan mempertimbangkan penambahan barang dan kuantitas yang tidak terduga, maka kapasitas rak ditambahkan menjadi 20 rak. Gambar area *heavy duty* dapat dilihat pada Gambar 6.

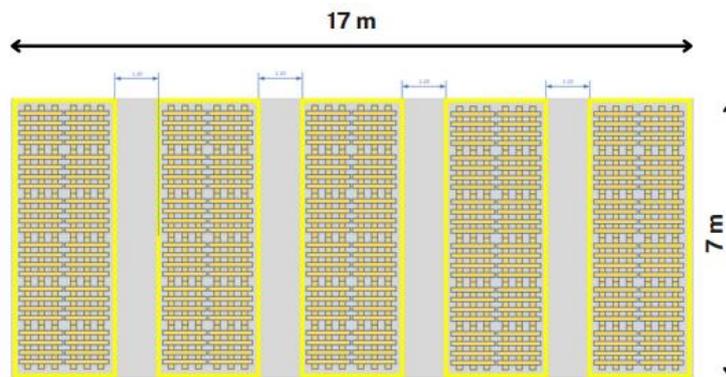
Tabel 5. Kebutuhan palet *heavy duty*

Jenis penyimpanan	Jumlah part number	Jumlah palet
1 palet	177	177
1/3 palet	107	36
Total	284	213



Gambar 6. Area *heavy-duty rack*: (a) Tampak atas; (b) Tampak samping

Bagian pengukuran kapasitas terakhir ialah pada area *floor*, dengan kapasitas yang harus terpenuhi di desain terbaru ialah sebanyak 56 barang. Oleh karena itu, dengan mempertimbangkan area yang ada di gudang, dengan hanya memiliki sisa lebar area sebesar 7 meter, maka jumlah palet yang dapat disusun ialah sebanyak 6 palet dengan perhitungan, jumlah kolom yang dibutuhkan ialah 10 kolom. Melalui analisis tersebut maka akan didapatkan total kapasitas di area *floor* ialah sebanyak 60 palet. Gambar area *floor* dapat dilihat pada Gambar 7.



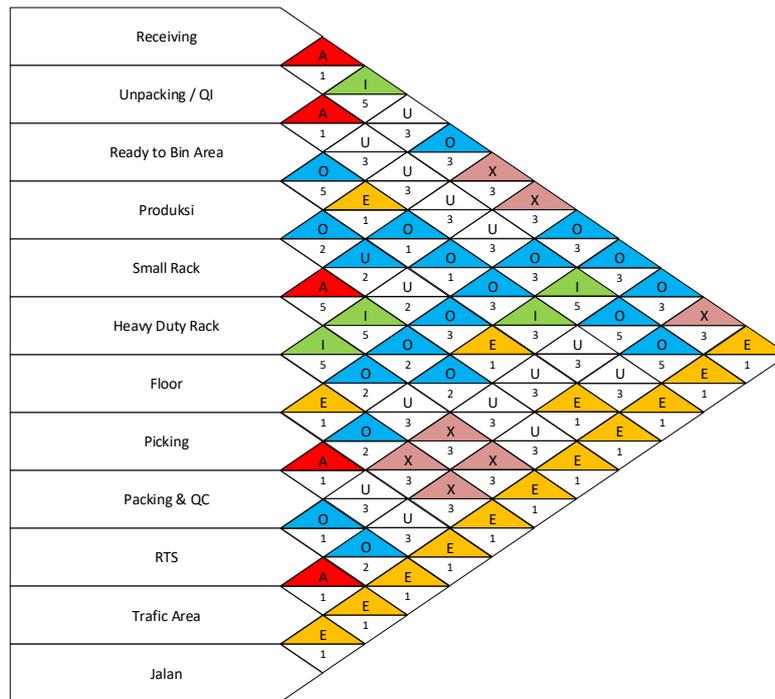
Gambar 7. Area *floor*

Melalui beberapa desain yang telah dibuat sebelumnya, didapatkan luasan kebutuhan area untuk setiap area penyimpanan. Terdapat hal yang perlu diperhatikan, karena terdapat usulan penerapan PDT untuk seluruh pekerja di area penyimpanan, maka area *office* akan dihilangkan dari area dalam gudang. Lalu berdasarkan permintaan salah satu *stakeholder* akan dilakukan penambahan area *production*, sedangkan area *receiving* dan *quality inspection* akan dipisah menjadi dua area. Luasan setiap area kerja akan disesuaikan dengan ukuran alat yang digunakan seperti meja, kursi, komputer, dan rak. Selain itu frekuensi perpindahan material juga menjadi salah satu faktor yang menentukan luasan. Faktor lain yang menjadi penting dalam pengukuran luas area kerja ialah jarak antar besi penyangga atap gudang sebesar 6 meter. Hasil rekapitulasi luasan keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data luas area usulan

No.	Nama ruangan	Ukuran		Luas (mm ²)	Luas (m ²)
		<i>p</i> (mm)	<i>l</i> (mm)		
1	<i>Receiving</i>	12.000	7.000	84.000.000	84
2	<i>Unpacking / QI</i>	6.000	7.000	42.000.000	42
3	<i>Ready to Bin</i>	6.000	7.000	42.000.000	42
4	Produksi	7.000	7.000	49.000.000	49
5	<i>Small Rack</i>	4.500	7.000	31.500.000	31,5
6	<i>Heavy Duty</i>	25.500	7.000	178.500.000	178,5
7	<i>Floor</i>	17.000	7.000	119.000.000	119
8	<i>Picking</i>	6.000	7.000	42.000.000	42
9	<i>Packing QC</i>	6.000	7.000	42.000.000	42
10	<i>Ready to Ship</i>	12.000	7.000	84.000.000	84
11	<i>Traffic Area</i>	6.000	7.000	42.000.000	42
12	Jalan	54.000	4.000	216.000.000	216

Selanjutnya, setelah mengetahui area apa saja yang akan digunakan di area gudang beserta dengan kegunaannya masing-masing, dapat dilakukan pembuatan *activity relationship chart* (ARC). Pembuatan ARC juga dilakukan dengan persetujuan pihak *stakeholder*, untuk mengetahui area mana saja yang perlu dibuat berdekatan. Berdasarkan hasil observasi di lapangan dan diskusi yang dilakukan bersama dengan *stakeholder* maka hasil akhir ARC dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil ARC

Setelah mengetahui 2 buah *input* yang akan digunakan dalam pembuatan tata letak baru, maka tahap selanjutnya ialah membuat tata letak menggunakan *software Blocplan*. Tahapan pertama adalah dengan memasukkan setiap area yang akan digunakan beserta luasan areanya. Selanjutnya memasukkan simbol-simbol hasil analisis ARC.

Setelah memasukkan nilai-nilai yang dibutuhkan, pembuatan tata letak dapat langsung dilakukan. Namun karena ada beberapa kondisi yang diperlukan, maka dilakukan pengaturan terlebih dahulu. Kondisi tersebut ialah area *receiving* dan *ready to ship* harus berada di depan gudang, supaya mempermudah pergerakan barang masuk atau pun keluar. Selain itu terdapat beberapa lokasi penyimpanan yang diletakkan di belakang gudang supaya setiap aliran pergerakan barang nantinya dapat teratur. Hasil pembuatan alternatif tata letak menggunakan *Blocplan* dapat dilihat pada Gambar 9 dengan keterangan area pada Tabel 7.

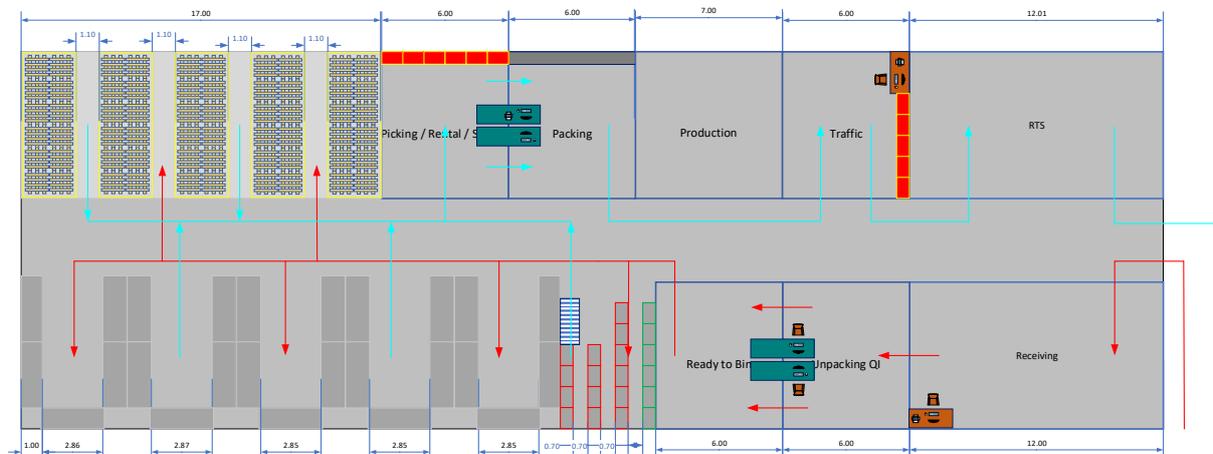
LAYOUT 16	7	8	9	4	11	10
SCORE 0.72	12			12		
Specified L/W Ratio 3.00	6		5	3	2	1

Gambar 9. Tata letak hasil *Blocplan* berdasarkan hasil ARC

Tabel 7. Keterangan area *blocplan*

Nomor Area	Keterangan Area
1	Receiving
2	Unpacking & QI
3	Ready to Bin
4	Produksi
5	Small Rack
6	Heavy Duty Rack
7	Floor
8	Picking
9	Packing & QC
10	Ready to Ship
11	Traffic
12	Jalan

Hasil analisis ARC pada Gambar 9 menghasilkan tata letak dengan nilai yang lebih tinggi, yaitu sebesar 0,72. Lebih lanjut, melalui hasil analisis menggunakan *software Blocplan*, dapat dilakukan pembuatan tata letak usulan beserta dengan aliran perpindahan barang yang ada di gudang. Hasil pembuatan tata letak baru dan aliran perpindahan barang dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Tata letak usulan

Setelah melakukan perbaikan tata letak, selanjutnya ialah melakukan tata kelola peletakan barang di area *small rack* dan *heavy duty*. Hal tersebut dilakukan untuk mereduksi pemborosan transportasi sehingga akan dilakukan penerapan metode *class-based storage* pada area inventori. Peletakan dengan metode *class-based storage* dilakukan berdasarkan peringkat seberapa sering barang tersebut bergerak dalam setahun. *Ranking* tidak diberikan untuk berapa kali barang tersebut bergerak, melainkan pada bulan apa saja barang tersebut bergerak. Frekuensi pergerakan barang sesuai *ranking* dapat dilihat pada Tabel 8. *Ranking A* adalah yang tertinggi, yaitu jenis barang yang tercatat memiliki pergerakan dalam 10 bulan atau lebih. Dengan demikian, seluruh barang di gudang dapat diletakkan di tempatnya masing-masing berdasarkan kelompok *ranking*, dengan *rank* tertinggi diletakkan di area yang

mudah dijangkau. Hasil pengelompokan barang dapat dilihat pada Tabel 9 dan 10. Masing-masing jenis dus dan palet memiliki hasil pengelompokannya dengan jumlah yang berbeda-beda.

Tabel 8. Frekuensi *ranking*

<i>Ranking</i>	Frekuensi gerak per tahun
A	Lebih dari 10 bulan
B	8 sampai 9 bulan
C	6 sampai 7 bulan
D	5 bulan
E	4 bulan
F	0 sampai 3 bulan

Tabel 9. Rekapitulasi *ranking small rack*

Dus	<i>Ranking</i>	Jumlah
2	A	27
2	B	19
2	C	26
2	D	18
2	E	17
2	F	36
4	A	19
4	B	31
4	C	45
4	D	58
4	E	56
4	F	126

Tabel 10. Rekapitulasi *ranking heavy duty rack*

Palet	<i>Ranking</i>	Jumlah
12	A	37
12	B	25
12	C	35
12	D	18
12	E	31
12	F	31
3	A	20
3	B	14
3	C	19
3	D	21
3	E	13
3	F	20

Melalui pemberian solusi dengan penggunaan PDT, pembuatan tata letak, dan tata kelola barang, dapat dilakukan simulasi pada tata letak terbaru. Simulasi dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel, dengan memperhatikan *material handling* yang digunakan. Berdasarkan hasil simulasi, didapatkan bahwa waktu transportasi ke area penyimpanan

berkurang, kegiatan bolak-balik kantor dapat dihilangkan, dan WIP pada beberapa proses dapat dikurangi. Total waktu proses *incoming* dapat dikurangi menjadi sebesar 494,13 detik atau 8,23 menit dan waktu proses *outgoing* menjadi sebesar 6896,37 detik atau 114,94 menit. Hasil ini menunjukkan penurunan waktu *travel* melalui perbaikan tata letak seperti pada Firmansyah & Lukmandono (2020). Melalui pembuatan VSM usulan, total waktu NVA dan NNVA dapat berkurang. Rekapitulasi waktu NVA dan NNVA dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Rekapitulasi waktu NVA dan NNVA usulan

Proses	Waktu (menit)	
	NNVA	NVA
<i>Incoming</i>	6,4	15,7
<i>Outgoing</i>	4,6	4501,5
Total	10,9	4517,2

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, sistem peletakan barang yang awalnya menerapkan sistem *randomized storage* dapat diubah menjadi *class-based storage* sehingga lebih mudah dijangkau. Dengan penerapan sistem *ranking* barang, mulai dari A hingga F, masalah fungsi gudang yang tidak sesuai, serta *dead stock* dapat diselesaikan. Oleh karena itu, seluruh pergerakan operator tidak terhalang oleh barang yang berserakan di area jalan. Melalui pembuatan tata letak gudang baru dengan mempertimbangkan sistem baru, alur pergerakan operator menjadi lebih rapi tanpa adanya kegiatan bolak-balik. Dengan penerapan sistem penyimpanan, penggunaan *ranking*, dan pembuatan tata letak, proses *incoming* dapat dilakukan dalam waktu 8,23 menit, sedangkan waktu *outgoing* dapat dilakukan dalam waktu 114,94 menit.

Dalam penelitian ini terdapat beberapa keterbatasan, seperti tidak mencakup seluruh proses pergudangan hingga pengiriman, tidak semua kegiatan dapat dilakukan analisis atau pemberian solusi, dan tidak semua implementasi dapat dilakukan karena waktu yang terbatas. Oleh karena itu pada penelitian selanjutnya, proses analisis dapat dilakukan secara keseluruhan hingga barang sampai ke gudang lain, pada proses *packing* dapat dicari solusi yang lebih optimal, dan proses implementasi dapat dilakukan dengan sistem nyata bukan hanya dengan menggunakan simulasi pada Microsoft Excel.

Daftar Pustaka

- Dewi, S. K. (2018). Analisis waste pada proses produksi dengan lean production. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA)*, 100-105. <https://doi.org/10.22219/SENTRA.V014.2417>
- Fajri, A. (2021). Perancangan tata letak gudang dengan metode systematic layout planning. *Jurnal Teknik Industri*, 7(1), 27-36. <http://dx.doi.org/10.24014/jti.v7i1.10533>
- Firmansyah, A., & Lukmandono, L. (2020). Warehouse relay layout design with weighted distance method to minimize time travel. *International Journal of Business Studies*, 3(1), 1-7. <https://doi.org/10.9744/ijbs.3.1.1-8>
- Giyatssabri, Y. (2019). *Usulan perbaikan tata letak area packing pada gudang finish good dengan metode systematic layout planning di PT Fukoku Tokai*. [Skripsi D3, Politeknik APP Jakarta]. Repository Poltekapp.
- Groover, M. P. (2015). *Automation, production systems and computer-integrated manufacturing* (4th Ed.). Pearson Education Limited.

- Hines, P. & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations and Production Management*, 17(1), 46-64. <https://doi.org/10.1108/01443579710157989>
- Hines, P., Rich, N., & Esain, A. E. (1998). Creating a lean supplier network: A distribution industry case. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 4(4), 235-246. [https://doi.org/10.1016/S0969-7012\(98\)00015-X](https://doi.org/10.1016/S0969-7012(98)00015-X)
- Hutami, F. A., Sudiarso, A., & Herliansyah, M. K. (2021). Identifikasi waste pada proses produksi batik tulis menggunakan pendekatan lean manufacturing dengan metode value stream mapping (Studi Kasus: Batik Tulis di Giriloyo). *Prosiding Seminar Nasional Industri Kerajinan dan Batik*, 3(1), 1-12.
- Johan, J., & Suhada, K. (2018). Usulan perancangan tata letak gudang dengan menggunakan metode class-based storage (Studi kasus di PT Heksatex Indah, Cimahi Selatan). *Journal of Integrated System*, 1(1), 52-71. <https://doi.org/10.28932/jis.v1i1.989>
- Kusnadi, K., Nugraha, E. A., & Wahyudin, H. (2018). Analisa penerapan lean warehouse dan 5s+safety di gudang PT. Nichirin Indonesia. *Jurnal Media Teknik & Sistem Industri*, 2(1), 1-13. <https://doi.org/10.35194/jmsti.v2i1.270>
- Muharni, Y., Febianti, E., & Vahlevi, I., R. (2022). Perancangan tata letak gudang pada hot strip mill menggunakan metode activity relationship chart dan blocplan. *Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, 8(1), 44-51. <https://doi.org/10.24014/jti.v7i2.11526>
- Nugraha, K. A., Safitriani, D., & Putong, C. A. (2022). Perancangan tata letak gudang dengan metode class based storage pada gudang beras Yayasan Dharma Bhakti Berau Coal. *Jurnal Sebatik*, 26(2), 753-760. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v26i2.2135>
- Nur, H. M., & Maarif, V. (2018). Perencanaan tata letak gudang menggunakan metode class based storage-craft pada distributor computer & office equipment. *Jurnal Evolusi*, 6(2), 36-42. <https://doi.org/10.31294/evolusi.v6i2.4425>
- Reynata, Y. T. (2022). Peningkatan produktivitas dengan perbaikan alokasi jumlah operator departemen produksi pada PT ABC. [Skripsi S1, Universitas Atma Jaya Yogyakarta]. UAJY Research Repository. <https://e-journal.uajy.ac.id/26886/>
- Tompkins, J. S., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A. (2010). *Facilities planning* (4th Ed.). John Wiley & Sons.
- Zaenuri, M. (2018). Evaluasi perancangan tata letak gudang menggunakan metode shared storage di PT International Premium Pratama Surabaya. *Jurnal MATRIK*, 15(2), 21-36. <http://dx.doi.org/10.30587/matrik.v15i2.539>