

Penerapan konsep *lean* untuk meningkatkan operasi *warehouse* di industri manufaktur

(Implementation of lean concept to improve warehouse operation in manufacturing industry)

M Syahri Nur Afif^{1#)}, Soemarsono Sudarto²

^{1,2} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Univeritas Mercu Buana

#) Corresponding author: msyahri996@gmail.com

Received 22 November 2021, Revised 13 March 2022, Accepted 18 April 2022, Published 13 May 2022

Abstrak. *Paper* ini membahas penerapan teknik *lean* di operasi *warehouse* pada industri manufaktur. Untuk memenuhi permintaan *customer*, aktivitas penyimpanan produk dan pengiriman produk menjadi hal utama untuk menunjang kepuasan pelanggan. *Paper* ini menyoroti upaya untuk meningkatkan operasi gudang dengan menghilangkan *waste* menggunakan alat *lean* seperti *value stream mapping* (VSM). Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pembenahan terhadap seluruh operasi *warehouse* dengan melakukan analisis dan minimalisasi *waste*. *Current state* VSM memperlihatkan *waste* dalam sistem yang ada. Saran perbaikan untuk meminimalkan waktu operasi *warehouse* melalui konsep *lean*. Hasil pengamatan melalui *current state value stream mapping* didapatkan total *lead time* 550 menit. Setelah dilakukan analisis *waste* dan merencanakan perbaikan diharapkan mampu menurunkan *lead time* menjadi 525 menit atau sebesar 4,5 % dan *value added time* turun dari 120 menit menjadi 90 menit atau sebesar 25% melalui pembuatan *future state value stream mapping* operasi *warehouse*.

Kata kunci: *lean warehouse, manajemen gudang, value stream mapping, analisis 7 waste, non value added activity, value added.*

Abstract. *This paper discusses the application of lean methods in warehouse operations in the manufacturing industry. To meet customer demand, product storage and product delivery activities are the main things to support customer satisfaction. This paper highlights efforts to improve warehouse operations by eliminating waste using value flow mapping (VSM). This study aims to make improvements to all warehouse operations by analyzing and minimizing waste. The current state of VSM represents a waste of the existing system. The proposed improvement to minimize warehouse operational time is by using the lean concept. The results of observations through current state value stream mapping obtained a total lead time of 550 minutes. After analyzing the waste and planning improvements, it is expected to reduce the lead time to 525 minutes or 4.5% and the value added time is reduced from 120 minutes to 90 minutes or 25% through mapping the future value flow of warehouse operations.*

Keywords: *lean warehouse, warehouse, value stream mapping, 7 waste analysis, non value added activity, value added.*

1 Pendahuluan

Industri manufaktur mendapat tekanan yang tinggi dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas (Baby et al., 2018). Industri manufaktur memainkan peran penting dalam pertumbuhan ekonomi Indonesia. Semua perusahaan bertujuan untuk menghasilkan keuntungan sebanyak mungkin. Perubahan positif sangat dibutuhkan untuk memberikan kontribusi bagi kemajuan perusahaan agar dapat bersaing di pasar domestik dan global. Menurut Tahboub & Salhie (2019) salah satu upaya untuk meningkatkan kinerja industri adalah dengan menerapkan *lean manufacturing* sehingga proses produksi dan produktivitas menjadi lancar dan terstruktur. *Lean Manufacturing* adalah

pendekatan sistematis yang digunakan oleh perusahaan untuk mengidentifikasi tingkat pemborosan atau *waste* agar dapat menekan atau mengurangi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (Dotoli et al., 2015; Setiawan et al., 2021). Menurut mantan presiden Toyota Fujio Cho, pemborosan hanyalah persyaratan minimum untuk alat, bahan, suku cadang, dan pekerja (jam kerja), yang sangat penting untuk produksi (Liker & Meier, 2006; Tahboub & Salhieh, 2019). Menurut Oey & Nofrimurti (2018) mengatakan pendekatan *lean manufacturing* mempromosikan fleksibilitas dalam sistem produksi yang dapat dengan cepat beradaptasi dengan perubahan kebutuhan pelanggan dalam sistem manufaktur ramping dengan tingkat persediaan yang rendah. Salah satu cara *lean* yang dapat diterapkan oleh adalah *value stream mapping* (VSM). Menurut Shah & Khanzode (2015), *value stream mapping* adalah alat perbaikan yang digunakan untuk membantu memvisualisasikan proses produksi secara menyeluruh dengan mempresentasikan aliran informasi dan material yang terjadi. Tujuan menggunakan VSM adalah untuk mengidentifikasi pemborosan yang ada di seluruh aliran produksi dan untuk membantu proses pengambilan keputusan guna meningkatkan dan menghindari pemborosan (Dotoli et al., 2015).

Penelitian ini dilakukan hanya pada operasi *warehouse* di PT. XYZ yang merupakan perusahaan yang memproduksi *plastic part* otomotif. *Waste* yang diidentifikasi pada penelitian ini antara lain adalah waktu *prepare delivery* dan waktu menunggu antar proses yang cukup panjang. Perusahaan ini perlu mengatasi *waste non value added activities* yang terjadi sehingga waktu menunggu dapat direduksi demi terjadinya efisiensi waktu pengiriman barang kepada pelanggan sehingga nama perusahaan tetap baik di mata pelanggan. Oleh sebab, itu penelitian ini dilakukan untuk analisis pengurangan *waste* pada operasi *warehouse* menggunakan metode *value stream mapping*.

Lean manufacturing adalah pendekatan sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi tingkat *waste* sehingga aktivitas yang tidak menambah nilai dapat dihilangkan atau dikurangi (Setiawan & Hernadewita, 2022; Irfan, 2018). Menurut Nallusamy & Ahamed (2017) Suatu kegiatan dapat diklasifikasikan sebagai nilai tambah jika nilai tersebut menghasilkan sesuatu yang dapat berubah bentuk, implementasi, dan fungsi, dari bahan, atau produk. Kegiatan yang tidak menambah nilai dikategorikan sebagai pemborosan yang harus dihilangkan atau diminimalkan untuk meningkatkan keuntungan selama proses (Affyadah et al., 2021).

Istilah *lean manufacturing* dikembangkan melalui konsep produksi *Just in Time* (JIT) yang dikembangkan oleh Toyota di Jepang. JIT pertama kali dikenal pada tahun 1970-an, tetapi beberapa filosofinya berkembang di Amerika Serikat pada tahun 1900-an (Czifra et al., 2019). Berdasarkan pada sistem produksi Toyota, *lean* memiliki 5 prinsip pendorong (Barros, 2015), yaitu:

1. Nilai yang mengidentifikasi nilai suatu produk dari sudut pandang pelanggan. Pelanggan menginginkan produk dengan kualitas terbaik dengan harga yang kompetitif dan pengiriman tepat waktu.
2. Rantai nilai untuk mengidentifikasi pemetaan proses dalam aliran nilai setiap produk.
3. *Pull* untuk membuang - limbah dari semua aktivitas di seluruh aliran produksi.
4. Aliran untuk mengatur bahan, informasi, dan produk sehingga mengalir dengan lancar dan efisien sepanjang proses.
5. *Kaizen*/Perbaikan berkelanjutan. Carilah berbagai teknik atau alat perbaikan berkelanjutan untuk mencapai keunggulan dan perbaikan berkelanjutan.

Untuk menerapkan *lean manufacturing*, upaya yang dilakukan adalah dengan mengurangi nilai *cycle time* (Caridade et al., 2017). Menurut Baby et al. (2018) *cycle time* adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan. Dalam aliran waktu siklus, terdapat aktifitas yang tidak memberi nilai tambah. Waktu tunggu yang dihasilkan selama proses ditambahkan ke total waktu siklus. Semakin tinggi nilai waktu tunggu suatu industri, maka semakin kurang responsif dan fleksibel industri tersebut. Sebaliknya, ketika bisnis memiliki nilai waktu siklus yang rendah, tidak hanya daya tanggap dan arus kas yang meningkat, tetapi peluang bisnis di masa depan juga meningkat (Czifra et al., 2019). Salah satu dari metode *lean* yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi waktu tunggu dan menghilangkan pemborosan adalah *value stream mapping* (Oey & Nofrimurti, 2018).

Menurut mantan presiden Toyota Fujio Cho, pemborosan hanyalah persyaratan minimum untuk alat, bahan, suku cadang, dan pekerja (jam kerja), yang sangat penting untuk produksi (Tahboub & Salhieh, 2019). Menurut pengembangan definisi Fujio Cho, Terdapat tujuh *waste* utama yang harus dihilangkan dari *supply chain*, yaitu *over production* (produksi berlebih), *lead time* (waktu tunggu), *transportation* (transportasi), *over processing* (proses berlebih). Pemborosan harus dihilangkan untuk meningkatkan nilai produk dan lebih meningkatkan nilai pelanggan (Rifqi et al., 2021). Tujuan utama dari sistem *lean* adalah mengurangi *waste* (Ebrahimi et al., 2019). *Waste* atau muda dalam bahasa Jepang adalah segala sesuatu yang tidak memiliki nilai. Pemborosan adalah sesuatu yang tidak ingin dibayar oleh pelanggan (Hartanti & Singgih, 2020). Menurut Pinto et al. (2019) menambahkan bahwa *waste* berarti *non-value adding activities* bagi pelanggan. Menurut Kihel et al. (2019) Ada dua jenis utama pemborosan, yaitu pemborosan tipe *one waste* dan pemborosan tipe *two waste*. Misalnya dari sudut pandang *lean*, kegiatan pemeriksaan dan pemilahan merupakan kegiatan yang tidak menciptakan nilai tambah dan oleh karena itu merupakan pemborosan, tetapi tidak dapat dihindari. Begitu juga misalnya mengamati orang adalah kegiatan yang tidak menambah nilai, namun saat ini kita tetap harus melakukannya karena orang tersebut baru saja direkrut oleh perusahaan dan belum memiliki pengalaman. Dalam kaitan ini, kegiatan pemeriksaan, klasifikasi, dan pemantauan digolongkan sebagai salah satu jenis pemborosan. Dalam jangka panjang, tipe *one waste* perlu dihilangkan atau dikurangi. Jenis pemborosan sering disebut sebagai kegiatan yang merupakan bagian dari kegiatan sekunder atau tidak bernilai tambah. Tipe *two waste* adalah aktivitas yang tidak berharga dan siap dibuang. Misalnya membuat produk yang cacat atau membuat kesalahan yang perlu segera diperbaiki. tipe *two waste* sering disebut sebagai *non value added* karena merupakan *waste* yang harus diidentifikasi dan segera dibuang. Terdapat tujuh jenis *waste* yang di definisikan menurut Kihel et al., (2019) diantaranya sebagai berikut:

1. *Over production* - Memproduksi lebih banyak dari kebutuhan pelanggan, atau memproduksi lebih cepat dari kebutuhan pelanggan, menyebabkan kelebihan stok.
2. *Defects*- yang diklasifikasikan sebagai cacat dapat berupa, misalnya, kesalahan dokumentasi, masalah dengan kualitas produk, atau kinerja pengiriman yang buruk.
3. *Unnecessary Inventory*- Penyimpanan dan keterlambatan bahan dan produk yang berlebihan mengakibatkan biaya yang lebih tinggi dan penurunan kualitas layanan bagi pelanggan.
4. *Inappropriate processing*- seperti kesalahan dalam penggunaan alat selama bekerja, sehingga terjadi kesalahan dalam proses produksi.
5. *Transportation*- hal ini dapat terjadi dalam bentuk waktu, tenaga dan biaya akibat pergerakan pekerja yang berlebihan, arus informasi dan/atau material produk.
6. *Waiting*- Lama tidak aktifnya (waktu tunggu) pekerja, informasi dan/atau barang, mengakibatkan alur proses yang buruk dan waktu pengiriman yang lama.
7. *Unnecessary motions*- pergerakan orang dan mesin yang tidak menambah nilai produk dan layanan yang diberikan kepada pelanggan, tetapi hanya meningkatkan biaya dan waktu. Atau kondisi kerja (tidak ergonomis) yang mengakibatkan pekerja melakukan gerakan yang tidak perlu.

2 Metode

Objek penelitian ini adalah operasional gudang PT. XYZ adalah industri otomotif. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif yang menggambarkan berbagai data kemudian menganalisisnya dengan menggunakan pendekatan *value stream mapping*. *Value Stream Mapping (VSM)* adalah alat peningkatan kualitas untuk penerapan metode *lean manufacturing* (Setiawan et al., 2021). VSM adalah kegiatan pemetaan proses dari bahan baku hingga produk jadi (Kihel et al., 2019).

Pemetaan proses yang baik harus menggambarkan keseluruhan proses, baik itu waktu tunggu, proses pengambilan keputusan, aktivitas yang tidak menambah nilai, dan pengerjaan ulang (Caridade et al., 2017). Membuat VSM dengan simbol khusus (Gambar 1) hingga menjelaskan proses, menunggu, penyimpanan, membuat keputusan, mengantre dan inspeksi (Dotoli et al., 2015). Bait et al. (2020) menemukan bahwa VSM merupakan metode *lean* yang dapat menutupi alur proses dengan pendekatan tiga langkah. Langkah pertama adalah menggambarkan peta

keadaan saat ini yang mewakili informasi aktual dan aliran material dalam proses. Kedua, mengidentifikasi penyebab dari masalah yang menghambat proses perbaikan, menentukan perbaikan proses apa yang dapat dilakukan dalam alur proses, dan kemudian menggambarkannya pada peta kondisi masa depan. Pada langkah ketiga, rencana implementasi untuk perbaikan yang telah dirumuskan sebelumnya dalam operasi gudang perusahaan ditetapkan. Namun, langkah-langkah yang diambil dalam penyelidikan ini hanya dimaksudkan untuk menggambarkan peta negara masa depan. VSM merupakan salah satu *tools* dari *lean manufacturing* yang pada awalnya berasal dari *Toyota production system (TPS)* yang dikenal dengan istilah "*material and information flow mapping*" (Barros, 2015). Menurut Abideen & Mohamad (2020) mendefinisikan VSM sebagai alat yang ampuh yang tidak hanya dapat mengidentifikasi inefisiensi dalam proses, tetapi juga berfungsi sebagai panduan untuk perbaikan. Lebih jauh (Kihel et al., 2019) menyebutkan bahwa VSM adalah proses pemetaan visual dari informasi dan aliran material yang bertujuan untuk mempersiapkan metode dan kinerja yang lebih baik dalam peta keadaan masa depan yang diusulkan. Informasi tentang fisik dan aliran informasi dalam sistem dapat diperoleh dari alat ini. Selanjutnya, kondisi sistem produksi, seperti waktu produksi yang dibutuhkan, juga dapat digambarkan dari sifat-sifat setiap proses yang dihasilkan. *Process activity mapping* pada dasarnya digunakan untuk merekam semua aktivitas dari suatu proses dan mencoba untuk mengurangi dan menyederhanakan aktivitas yang kurang penting untuk mengurangi pemborosan (Dotoli et al., 2015). Pada alat ini, kegiatan dibagi menjadi beberapa kategori, seperti: operasi, transportasi, inspeksi dan penyimpanan/penundaan. Saat menggunakan alat ini, peneliti harus memahami dan melakukan studi aliran proses, selalu ingat untuk mengidentifikasi pemborosan, memikirkan aliran proses yang sederhana, efektif, dan mengalir di mana hal ini dapat dilakukan dengan mengubah urutan proses atau mengubah proses.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan 3 cara, yaitu:

1. Penelitian Lapangan
 - a) Observasi, dalam hal ini peneliti menyatakan secara terbuka kepada sumber data pada saat mengumpulkan data bahwa sedang melaksanakan penelitian. Dengan cara ini, peneliti mengetahui aktivitas peneliti dari awal hingga akhir.
 - b) Wawancara adalah teknik pengumpulan data ketika peneliti ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan masalah yang diteliti dan juga mempelajari hal-hal yang lebih dalam dari responden.
2. *Studi literatur* (kajian pustaka) merupakan identifikasi sistematis, lokasi dan analisis dokumen yang memuat informasi tentang masalah penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah jurnal dan penelitian yang relevan.

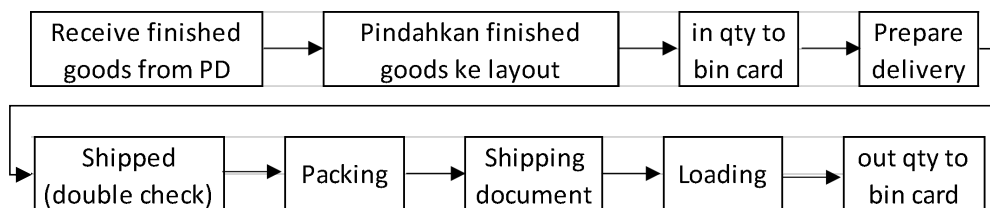
Metode Pengolahan Data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis statistik deskriptif. Menurut Sugiyono (2017), statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang terkumpul apa adanya, tanpa tujuan untuk menarik kesimpulan untuk umum atau membuat generalisasi. Teknik analisis kuantitatif dalam penelitian ini menggunakan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan aktivitas operasi *warehouse* dan waktu tunggu antar proses dalam aktivitas pergudangan untuk akhirnya mendapatkan analisis *future state value stream mapping* operasi *warehouse* PT. XYZ.

3 Hasil dan Pembahasan

Pemilihan *warehouse* bertujuan untuk mengidentifikasi area target untuk perbaikan dan memulai pemetaan. Keuntungan memilih *warehouse* adalah bahwa pengamatan dapat dilakukan dengan lebih presisi untuk menggambarkan keadaan informasi saat ini dan pergerakan fisik bahan mentah dan produk yang digunakan untuk menemukan *waste* dan pekerjaan perbaikan yang harus dilakukan. Proses operasi *warehouse* yang dijadikan objek penelitian adalah *warehouse finished goods injection* dan *warehouse finished goods teflon* dan operasi yang dilakukan merupakan operasi sebelum barang di kirim ke *customer*. Pada operasi *warehouse* PT. XYZ yang diteliti adalah semua *finished goods* untuk *customer* baik *export* maupun *local* yang sudah

diakumulasikan waktu yang dibutuhkan tiap operasinya. Gambar 1 merupakan alur proses operasi *warehouse* yang ada di PT. XYZ.



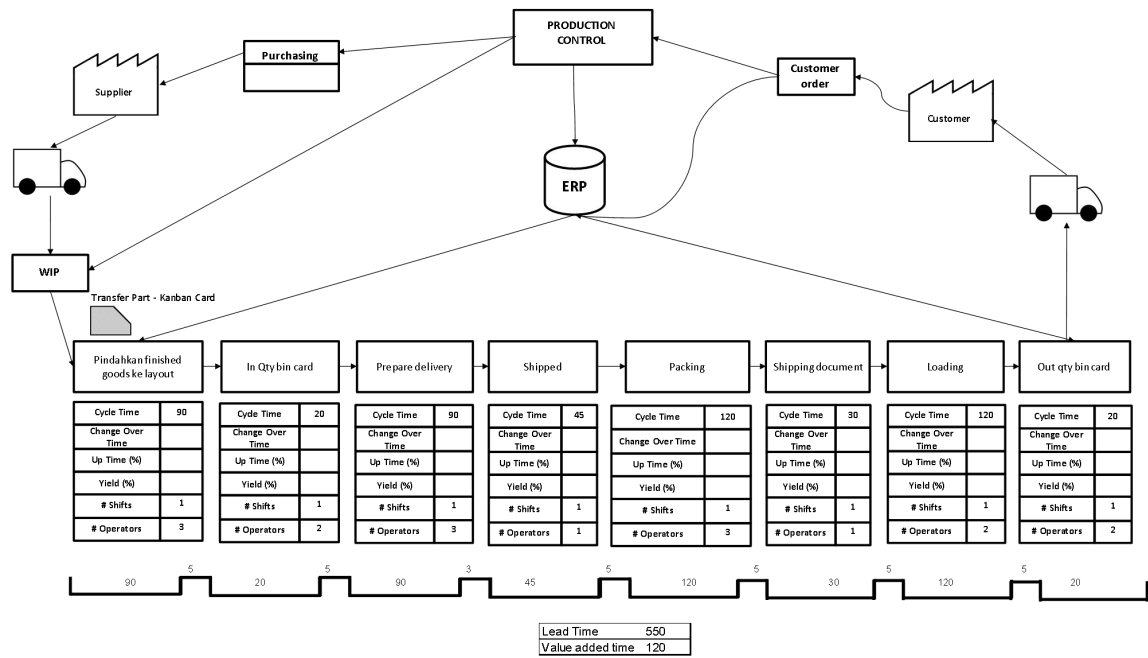
Gambar 1 Alur Proses Warehouse.

Operasi *warehouse* ini dimulai dari *receive finished goods* dari produksi, kemudian memindahkan *finished goods* dari *received finished goods area* ke *layout* kemudian catat lot produksi ke *bin card* untuk selanjutnya dilakukan transaksi pada *ERP*. Ketika akan melakukan *delivery*, pertama yang harus dilakukan adalah mencatat *lot* produksi pada lembar kerja *shipping order* diteruskan dengan memasang *kanban tag customer* pada box. Untuk memastikan *prepare delivery* benar maka dilakukan pengecekan atas *lot* produksi dan *quantity* yang akan di *delivery (shipped)*. Setelah semua benar maka *finished goods* akan di pindahkan dari *layout* ke *standby shipping area* untuk *packing*. Sebelum *finished goods* di *wrapping* perlu dilakukan pengecekan antara *finished goods* yang sudah dipacking dengan surat jalan. Setelah semua benar *finished goods* siap untuk di loading ke armada sesuai *trucking route*. Setelah *finished goods* di loading terakhir catat *out qty* pada *bin card* untuk kemudian transaksi di *ERP*. Deskripsi operasi *warehouse* PT. XYZ dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Deskripsi Operasi Warehouse PT. XYZ

No	Proses	Deskripsi	Jumlah Operator	Waktu (menit)
1	Pindahkan <i>finished goods ke layout</i>	Proses memindahkan <i>finished goods</i> ke <i>layout</i> , (per 2 trolley, 1 trolley = 4-6 box)	3	90
2	<i>In qty to bin card</i>	Proses mencatat <i>qty</i> yang dipindahkan ke <i>layout</i> di <i>bin card</i>	1	20
3	<i>Prepare delivery</i>	Proses mencatat lot produksi ke lembar <i>shipping order</i> dan memasang <i>tag kanban</i> serta cop <i>delivery date</i> pada <i>label delivery</i>	2	90
4	<i>Shipped</i>	Proses pengecekan ulang <i>finished goods</i> yang di <i>prepare</i> . (Operator harus berbeda dengan operator <i>prepare</i>)	1	45
5	<i>Packing</i>	Proses memindahkan <i>finished goods</i> ke <i>standby shipping area</i> untuk di susun pada pallet	3	120
6	<i>Shipping document</i>	Proses membuat surat jalan dari <i>ERP</i> dan pengecekan antara <i>actual finished goods</i> dengan surat jalan.	2	30
7	<i>Loading</i>	Proses memuat barang ke <i>truck</i> sesuai <i>trucking route</i>	1	120
8	<i>Out qty to bin card</i>	Proses mencatat <i>qty</i> yang dikeluarkan untuk <i>delivery</i> di <i>bin card</i>	1	20
9	<i>Input ke ERP</i>	Proses <i>input quantity move</i> di <i>syteline</i> dan <i>DCS (delivery control sheet)</i>	2	15

Berdasarkan deskripsi operasi *warehouse* pada Tabel 1, maka *current state mapping* VSM operasi *warehouse* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Current state value stream mapping operasi warehouse PT. XYZ.

Value stream Mapping

Alur proses pengiriman barang ke customer di PT. XYZ dimulai dari order dari customer ke perusahaan yang diterima oleh bagian sales, kemudian PIC warehouse akan memproses pengiriman barang dengan tahapan proses seperti *prepare*, *shipped*, *packing* dan *document shipment*, setelah proses tersebut selesai maka barang langsung dikirim oleh armada pengirim ke customer. Pada current state value stream mapping operasi warehouse PT. XYZ dapat diidentifikasi non value added operasi warehouse seperti pada tabel 2.

Tabel 2 Non value added operasi warehouse PT. XYZ

No	Type Waste	Description	Operasi
1	Unnecessary Motion	Staff sales berjalan dari office ke warehouse untuk mengantarkan shipping order, kanban tag customer dan surat jalan	Prepare delivery
2	Over Processing	PIC warehouse mencatat lot produksi in ketika barang diterima dari PD dan lot produksi out ketika barang terkirim	Prepare delivery
3	Waiting	Menunggu barang di transfer dari PD untuk di prepare delivery	Prepare delivery
4	Waiting	Proses loading menunggu semua barang dipacking	Packing
5	Transportation	Proses loading barang per pallet	Loading
6	Waiting	Penggunaan handlift harus begantian	Packing
7	Waiting	Menunggu kanban dari customer sebelum prepare delivery	Prepare delivery
8	Over production	Persediaan barang berlebih karena forecast besar, namun actual order tidak sebesar forecast karena customer menggunakan system kanban	Production

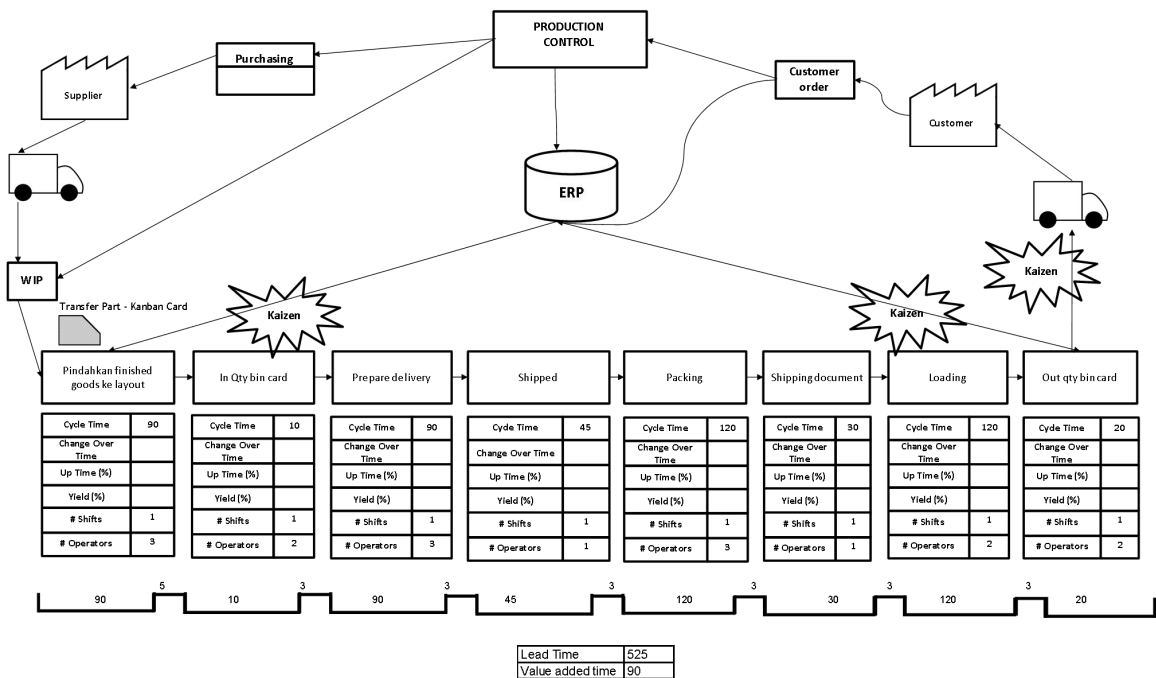
Identifikasi non value added operasi warehouse PT. XYZ.

Berdasarkan tabel diatas non value added operasi warehouse PT. XYZ meliputi:

1) *Unnecessary Motion*, aktivitas yang termasuk ke dalam jenis unnecessary motion, yakni staff sales berjalan dari office ke warehouse untuk mengantarkan shipping order, kanban tag customer dan surat jalan dengan waktu 3 menit setiap customer, sedangkan jumlah customer sebanyak 13. Dalam kondisi ini perbaikan yang bisa dilakukan adalah menempatkan printer di area warehouse agar semua aktivitas prepare delivery dilakukan di warehouse sehingga tidak ada waktu menunggu.

- 2) *Waiting*, ada 4 aktivitas yang termasuk ke dalam jenis *waiting*, meliputi:
1. Menunggu barang di *transfer* dari PD untuk di *prepare delivery*. Kondisi ini jika stok di *warehouse* kurang untuk *delivery* karena memang kapasitas produksi yang tidak cukup. Kondisi normalnya *prepare delivery* dilakukan H-1 *delivery*, jika barang kurang akan di *prepare* pada hari H dipagi hari dan ini akan berpotensi *wrong shipment* karena *prepare delivery* yang terkesan buru-buru.
 2. Proses *loading* menunggu semua barang di *packing*. Kondisi ini menyebabkan waktu *loading delay* 5-10 menit dari ETD (*estimate time of departure*).
 3. Penggunaan *handlift* harus begantian. Kondisi ini mengakibatkan waktu menganggur selama 3-6 menit untuk menunggu *handlift* siap digunakan. Perbaikannya menambah jumlah *handlift* yang semula 2 buah menjadi 3 buah dan membuat *layout* penyimpanannya agar dengan mudah digunakan.
 4. Menunggu *kanban* dari *customer* sebelum *prepare delivery*. Kondisi ini mengharuskan menunggu karena *customer* belum mengirimkan *kanban* karena jika tidak ada *kanban customer* maka tidak bisa dilakukan proses *prepare delivery* secara keseluruhan.
- 3) *Over Processing*, aktivitas yang termasuk ke dalam jenis *unnecessary motion*, yakni PIC *warehouse* mencatat lot produksi in ketika barang diterima dari PD dan *lot* produksi out ketika barang terkirim. Perbaikan yang akan dilakukan adalah mengganti proses mencatat *lot* secara manual dengan melakukannya dengan *scanning* sehingga waktu mencatat lot per *customer* semula 5-10 menit diharapkan berkurang menjadi 2-3 menit per *customer*.
- 4) *Over Production*, aktivitas yang termasuk ke dalam jenis *waste*, yakni persediaan barang berlebih karena *forecast* besar, namun *actual order* tidak sebesar *forecast* karena *customer* menggunakan *system Kanban*. Setiap bagian dari persediaan yang berlebihan membutuhkan uang, dan ini mengikat uang tunai, berdampak negatif pada arus kas *warehouse*.
- 5) *Transportation*, aktivitas yang termasuk ke dalam jenis *waste*, yakni Proses *loading* barang per pallet. *Waste* yang diakibatkan adanya perpindahan material, barang, informasi, maupun manusia yang menyebabkan terjadinya *waste* waktu, energi dan biaya. Perbaikan yang akan dilakukan adalah menambah *spatula extention forklift* agar dapat *loading* 2 pallet sekaligus. Ini akan menghemat waktu, biaya, dan energi yang dikeluarkan.

Berdasarkan identifikasi VSM diatas, maka dapat direncanakan *future state value stream mapping* operasi *warehouse* PT. XYZ sebagaimana Gambar 4.



Gambar 4 Future state value stream mapping operasi warehouse PT. XYZ.

4 Kesimpulan

Berdasarkan identifikasi waste terdapat 6 *non value added activity* yakni unnecessary motion, over processing, over production, transportation dan 4 waiting motion dengan total lead time 550 menit. Setelah dilakukan analisis waste dan merencanakan perbaikan diharapkan dapat menurunkan lead time menjadi 525 menit atau sebesar 4,5 % dan value added time turun dari 120 menit menjadi 90 menit atau sebesar 25% melalui pembuatan future state value stream mapping operasi warehouse PT. XYZ.

Referensi

- Abideen, A. Z., & Mohamad, F. B. (2020). Supply chain lead time reduction in a pharmaceutical production warehouse – a case study. *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing*, 14(1), 61–88. <https://doi.org/10.1108/IJPHM-02-2019-0005>
- Affydah, D., Rose, A., Rashid, M. A., & Mohamed, N. N. (2021). Review of Lean Manufacturing with IR4.0 in Automotive Industry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1874(1), 012050. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1874/1/012050>
- Baby, B., Prasanth, N., & Selwyn Jebadurai, D. (2018). Implementation of Lean Principles To Improve the Operations of. *International Journal of Technology*, 1, 46–54.
- Bait, S., Pietro, A. Di, & Schiraldi, M. M. (2020). Waste Reduction in Production Processes through Simulation and VSM. *Sustainability* 2020, Vol. 12, Page 3291, 12(8), 3291. <https://doi.org/10.3390/SU12083291>
- Barros, T. R. (2015). Applying value stream mapping as promotion of lean manufacturing in a warehouse of automotive replacement parts in the search for greater competitiveness. *International Journal of Business Performance and Supply Chain Modelling*, 7(2), 109–121. <https://doi.org/10.1504/IJBPSM.2015.069907>
- Caridade, R., Pereira, T., Pinto Ferreira, L., & Silva, F. J. G. (2017). Analysis and optimisation of a logistic warehouse in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 13, 1096–1103. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2017.09.170>
- Czifra, G., Szabó, P., Míkva, M., & Vaňová, J. (2019). Lean principles application in the automotive industry. *Acta Polytechnica Hungarica*, 16(5), 43–62. <https://doi.org/10.12700/APH.16.5.2019.5.3>
- Dotoli, M., Epicoco, N., Falagario, M., Costantino, N., & Turchiano, B. (2015). An integrated approach for warehouse analysis and optimization: A case study. *Computers in Industry*, 70(1), 56–69. <https://doi.org/10.1016/J.COMPIND.2014.12.004>
- Ebrahimi, M., Baboli, A., & Rother, E. (2019). The evolution of world class manufacturing toward Industry 4.0: A case study in the automotive industry. *IFAC-PapersOnLine*, 52(10), 188–194. <https://doi.org/10.1016/J.IFACOL.2019.10.021>
- El Kihel, Y., Amrani, A., Ducq, Y., & Amegouz, D. (2019). Implementation of Lean through VSM modeling on the distribution chain: Automotive case. *International Colloquium on Logistics and Supply Chain Management*, LOGISTIQUA 2019. <https://doi.org/10.1109/LOGISTIQUA.2019.8907282>
- Hartanti, R. S., & Singgih, M. L. (2020). Management of redpack shipping logistics services to reduce waste: PT. PELNI case study). *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 12(3), 283–296. <https://doi.org/10.22441/oe.2020.v12.i3.002>
- Irfan, M. (2018). Penyelesaian Travelling Salesman Problem (TSP) Menggunakan Algoritma Hill Climbing dan MATLAB. *Matematika*, 17(1), 13–20. <https://doi.org/10.29313/jmtm.v17i1.3090>
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook* (1st ed.). McGraw-Hill Education.
- Nallusamy, S., & Adil Ahamed, M. A. (2017). Implementation of lean tools in an automotive industry for productivity enhancement - A case study. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 29(1), 175–185. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.29.175>

- Oey, E., & Nofrimurti, M. (2018). Lean implementation in traditional distributor warehouse - A case study in an FMCG company in Indonesia. *International Journal of Process Management and Benchmarking*, 8(1), 1–15. <https://doi.org/10.1504/IJPMB.2018.088654>
- Pinto, G. F. L., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Casais, R. B., Fernandes, A. J., & Baptista, A. (2019). Continuous improvement in maintenance: a case study in the automotive industry involving Lean tools. *Procedia Manufacturing*, 38, 1582–1591. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2020.01.127>
- Rifqi, H., Zamma, A., Souda, S. B., & Hansali, M. (2021). Lean Manufacturing Implementation through DMAIC Approach: A Case Study in the Automotive Industry. *Quality Innovation Prosperity*, 25(2), 54–77. <https://doi.org/10.12776/QIP.V25I2.1576>
- Setiawan, I., & Hernadewita, H. (2022). Reducing production process lead time using Value Stream Mapping and Kaizen approaches: A case study in the musical instrument industry. *AIP Conference Proceedings*, April, 1–9. <https://doi.org/10.1063/5.0080159>
- Setiawan, I., Tumanggor, O., & Purba, H. H. (2021). Value Stream Mapping: Literature Review and Implications for Service Industry. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 23(2), 155–166. <https://doi.org/10.32734/jsti.v23i2.6038>
- Setiawan, Setiawan, I., Jaqin, C., Prabowo, H. A., & Purba, H. H. (2021). Integration of Waste Assessment Model and Lean Automation to Improve Process Cycle Efficiency in the Automotive Industry. *Quality Innovation Prosperity*, 25(3), 48–64. <https://doi.org/10.12776/qip.v25i3.1613>
- Shah, B., & Khanzode, V. (2015). A comprehensive review and proposed framework to design lean storage and handling systems. *International Journal of Advanced Operations Management*, 7(4), 274–299. <https://doi.org/10.1504/IJAOM.2015.075025>
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (1st ed.). CV Alfabeta.
- Tahboub, K. K., & Salhieh, L. (2019). Warehouse Waste Reduction Level and Its Impact on Warehouse and Business Performance. *Industrial and Systems Engineering Review*, 7(2), 85–101. <https://doi.org/10.37266/ISER.2019V7I2.PP85-101>