



## Integrasi *Value Stream Mapping* dengan Simulasi Kejadian Diskrit: Studi Kasus *Lean Distribution*

Aster Aryati Rakhmasari\*, Indrani Dharmayanti

Program Studi Manajemen Logistik Industri Elektronika, Politeknik APP Jakarta, Jl. Timbul No.34, RW.5, Jakarta Selatan, 12630, Indonesia

### INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Artikel Masuk: 17 Januari 2022

Artikel direvisi: 25 Mei 2023

Artikel diterima: 9 Juni 2023

Kata kunci

Lean Distribution  
Pemetaan Rantai Nilai  
Simulasi Kejadian Diskrit.

### ABSTRAK

*Lonjakan permintaan produk pasca pandemi menyebabkan tidak tercapainya pemenuhan order sesuai dengan yang ditargetkan perusahaan. Berbagai upaya dilakukan PT X Indonesia untuk meningkatkan produktivitas dan kinerja perusahaan, diantaranya adalah dengan melakukan perampingan proses untuk meningkatkan efisiensi. Hasil observasi dengan menggunakan metode VSM memperlihatkan masih terdapatnya pemborosan dalam proses distribusi baik dalam hal waktu tunggu staf yang memakan waktu hingga proses, gerakan, dan atau transportasi yang tidak tepat/diperlukan. Perbaikan yang dilakukan sebagai luaran hasil analisis dapat memangkas pemborosan pada aktivitas pengiriman yaitu waiting, inappropriate processing, unnecessary motion dan transportation, hingga mengurangi waktu siklus sebesar 30%, namun hal tersebut belum dapat menjawab permasalahan target pemenuhan Purchase Order (PO). Simulasi kejadian diskrit dilakukan dengan beberapa skenario yang mengintegrasikan data proses distribusi perusahaan sehingga dapat terlihat waktu siklus keseluruhan produk yang sesuai dengan target pemenuhan PO. Hasil simulasi memperlihatkan bahwa skenario 3 yaitu melalui pengintegrasian proses 1 dan 2 (membuat invoice packing list dan dokumen pengiriman), sistem pembayaran pajak secara online, dan penambahan mesin produksi sebesar 25% dapat memberikan kinerja yang lebih baik, ditunjukkan dengan waktu tunggu PO, waktu tunggu karyawan dan waktu produksi yang paling pendek yaitu sebesar 9.47 jam. Kombinasi metode Value Stream Mapping (VSM) dengan Discrete Event Simulation (DES) mampu memperlihatkan hasil perbaikan secara terintegrasi, sehingga permasalahan pemenuhan PO dapat diselesaikan secara efisien dan efektif.*

### ABSTRACT

*The surge in product demand after the pandemic has failed to fulfill orders according to the company's target. PT X Indonesia has made various efforts to increase the productivity and performance of the company, including streamlining processes to increase efficiency. The results of observations using the VSM method show that there is still waste in the distribution process, including waiting time that takes time to process, movement and transportation that needs to be more appropriate/required. Improvements made as an output of the analysis results can cut waste on distribution activities, including inappropriate processing, unnecessary motion and transportation, to reduce cycle time by 30%, but this has not been able to answer the problem of targeting Purchase Order (PO) fulfillment. Discrete event simulations are carried out with several scenarios that integrate the company's distribution process data so that the overall production cycle time can be seen in accordance with PO fulfillment targets. The simulation results show that scenario 3, specifically in the integration of processes 1 and 2 (creating invoice packing lists and shipping documents), an online tax payment system, and the addition of a 25% production machine, can provide a better performance, indicated by PO waiting time, waiting time for employees and the shortest production time that is equal to 9.47 hours. The combination of the Value Stream Mapping (VSM) method with Discrete Event Simulation (DES) is able to show results of improvements in an integrated manner so that PO fulfillment problems can be resolved efficiently and effectively.*

Keywords

Lean Distribution  
Discrete Event Simulation  
Value Stream Mapping

\* Penulis Korespondensi

Aster Aryati Rakhmasari  
E-mail: [aster.aryati@poltekapp.ac.id](mailto:aster.aryati@poltekapp.ac.id)

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



© 2023. Some rights reserved

### 1. PENDAHULUAN

Sebagai respon terhadap meningkatnya permintaan sebagai efek dari pemulihan masa pandemi, setiap perusahaan melakukan berbagai upaya peningkatan produktivitas sebagai salah satu upaya untuk dapat mencapai target produksi dan meningkatkan keuntungan perusahaan baik dengan cara menekan ongkos maupun perbaikan sistem produksi. Filosofi *Lean* memiliki

reputasi yang telah terbukti baik pada efisiensi dan efektivitas proses (Solaimani et al., 2019), melalui peningkatan nilai bagi pelanggan dan pengurangan pemborosan pada proses industri (Momenitabar et al., 2020), khususnya pada pengurangan waktu tunggu (Paillin et al., 2021). Ada 5 (lima) prinsip *lean* yang harus diperhatikan yaitu : nilai produk, *value stream process mapping*, pemborosan, aliran proses, teknik dan metode

perbaikan (Melović et al., 2016). Proses penambahan nilai diperlukan untuk pencapaian target perusahaan (Sundar et al., 2014) sebagaimana telah dilakukannya penerapan *Value Stream Mapping (VSM)* pada perusahaan otomotif (Rohani & Zahraee, 2015), gelas (Atieh et al., 2016), dan lain sebagainya, namun demikian terdapat beberapa kelemahan *VSM* antara lain: kurangnya respon dalam identifikasi detail proses tingkat tinggi, variabilitas proses, variasi parameter untuk mengukur kunci indikator kinerja, dinamika proses, serta kelayakan potensi masa depan baik dari segi biaya maupun manfaat (Schmidtke et al., 2014), sehingga metode *VSM* perlu dikembangkan dan diintegrasikan ke dalam sistem (Bhamu & Singh Sangwan, 2014).

Literatur saat ini mengulas bahwa teknologi industri 4.0 memiliki efek langsung yang cukup signifikan terhadap efektivitas penerapan *lean* pada perusahaan serta kinerja organisasi yang berkelanjutan (Kamble et al., 2020). Teknik simulasi adalah salah satu teknologi industri 4.0 yang telah populer dipraktikkan di berbagai sektor industri antara lain industri karet (Antonelli & Stadnicka, 2018), industri alat kesehatan (Bal et al., 2017), dan lain sebagainya. Melengkapi metode *VSM* dengan metode *Discrete Event Simulation (DES)* untuk penerapan distribusi *lean*, menjadikan keputusan yang dihasilkan dalam merealisasikan distribusi *lean* pada sistem perusahaan dapat bersifat lebih andal untuk rentang waktu yang panjang (Jovanoski et al., 2022).

Studi kasus penelitian ini adalah *lean distribution* di perusahaan *rubber compound*, dimana permasalahan yang dihadapi adalah kurangnya respon perusahaan terhadap melonjaknya permintaan pasca pandemi yang menyebabkan keterlambatan pengiriman dan berdampak pada ketidakpuasan pelanggan dan tidak maksimalnya perolehan keuntungan bagi perusahaan. Penelitian ini mencoba memberikan solusi melalui penerapan metode *lean* yang dikombinasikan dengan metode *DES*. Tidak seperti penelitian-penelitian *lean* lainnya yang masih menyisakan kelemahan dalam penerapannya, dengan memadukan metode *lean* dan *DES* kelemahan pada metode *lean* dapat dipecahkan dengan metode *DES*, sehingga solusi yang dihasilkan

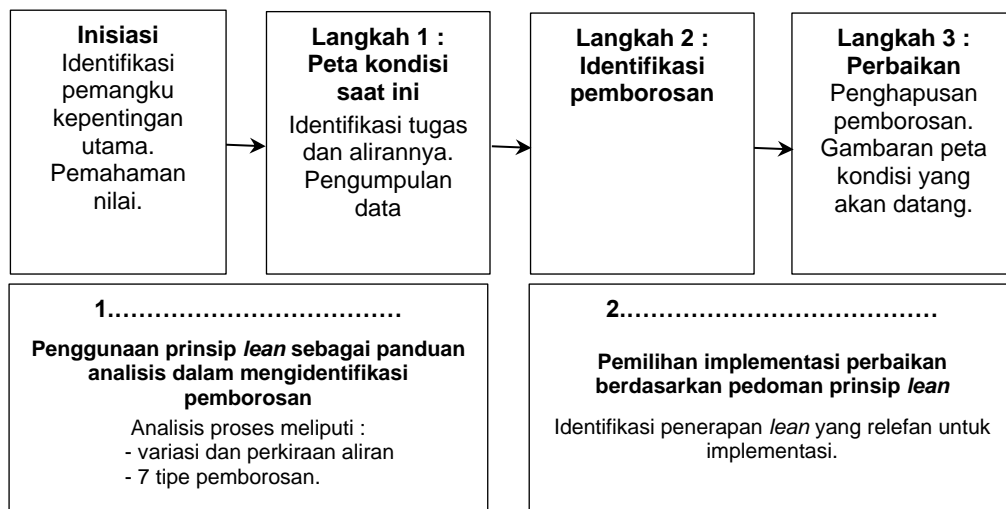
untuk peningkatan keuntungan perusahaan melalui perbaikan sistem operasi dapat bersifat lebih efektif dan efisien.

## 2. METODE PENELITIAN

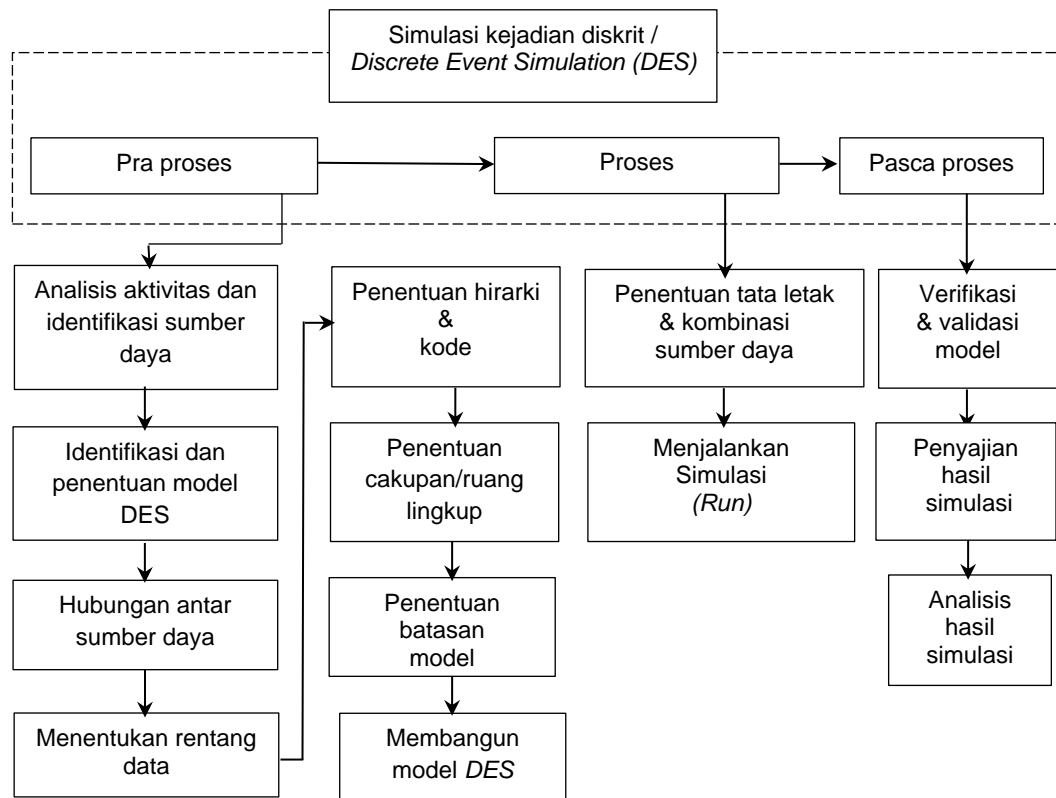
Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan dan wawancara langsung dengan para pihak yang terkait dengan topik penelitian meliputi data waktu siklus, waktu pemesanan, waktu penyelesaian, dsb. Data sekunder diperoleh dari kajian pustaka, laporan teknis, maupun dokumen perusahaan. Data sekunder dikumpulkan untuk memperoleh data proses meliputi proses distribusi, jenis dan jumlah produk, juga data sistem distribusi. Perolehan data sekunder dilakukan melalui pihak-pihak yang terkait utamanya pelaku distribusi *lean* yang dijadikan objek penelitian yaitu PT X Indonesia.

Pemetaan rantai nilai aktivitas distribusi kondisi saat ini dilakukan dengan mengidentifikasi aktivitas beserta pemborosan yang terdapat pada setiap aktivitas yang dilakukan oleh setiap pihak yang terkait. Analisis pemborosan meliputi 7 jenis pemborosan seperti produksi yang berlebihan, persediaan yang tidak perlu, menunggu, transportasi yang berlebihan, produk cacat, gerakan yang tidak efektif dan proses yang tidak tepat. Pemetaan aktivitas untuk kondisi masa yang akan datang dilakukan dengan membuang kegiatan/aktivitas yang tidak diperlukan mengganti dengan aktivitas-aktivitas yang efektif dan efisien. Tahapan/alur penggunaan *VSM* dapat dilihat pada Gambar 1.

Simulasi dilakukan dengan membagi ke dalam 3 tahapan yaitu praproses, proses, dan pascaproses. Pada tahapan praproses berbagai sumber daya yang terlibat diidentifikasi, dianalisis hubungan yang ada beserta data yang dikembangkan, untuk kemudian dilakukan pemodelan simulasi beserta batasannya. Pada tahapan pasca proses dilakukan verifikasi dan validasi model serta analisis hasil. Tahapan simulasi dapat dilihat pada Gambar 2 Proses simulasi kejadian diskrit.



Gambar 1. Alur penggunaan VSM (Ali et al., 2015)



Gambar 2. Proses simulasi kejadian diskrit (Hammad et al., 2018)

Data yang diperoleh selanjutnya diolah dengan menggunakan metode VSM dan dilanjutkan dengan metode DES. Simulasi digunakan untuk membantu dalam pengambilan keputusan dalam mengimplementasikan metode lean. Simulasi menyertakan data-data sistem produksi, penjadwalan, proses operasi, dan lain sebagainya hingga dapat dikuantifikasi manfaat penerapan metode lean. Eksperimen simulasi mengukur persyaratan dan kinerja sumber daya setiap sistem, dengan demikian manfaat penerapan prinsip-prinsip lean dapat diukur (Detty & Yingling, 2000).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Current State Mapping

PT. X Indonesia merupakan sebuah industri manufaktur yang memproduksi berbagai jenis ban. Salah satu produk dari PT X adalah *rubber compound*. *Rubber compound* adalah sebuah karet mentah yang sudah berbentuk barang setengah jadi untuk diproses lebih lanjut agar dapat menjadi sebuah ban. Departemen Exim memiliki peran penting dalam melakukan pengiriman produk untuk pasar lokal maupun non-lokal. Departemen Exim bertanggung jawab atas segala aktivitas pengiriman produk dari pesanan diterima sampai barang siap untuk dikirim. Selain itu, jika dokumen-dokumen seperti Surat Persetujuan Penge-luaran Barang (SPPB), dokumen pelengkap pengiriman, dokumen *invoice packing list*, dan surat jalan tidak dibuat atau tidak ada maka produk-produk yang telah dimuat ke dalam mobil atau truk tidak dapat dikirim.

Membaiknya kondisi pandemi telah mengembalikan jumlah permintaan yang sempat turun kembali naik.

Hal tersebut menuntut respon cepat dari perusahaan untuk dapat memenuhi permintaan pelanggan dengan tingkat kepuasan yang baik, terlebih dimana kondisi perusahaan yang belum bisa memenuhi permintaan pelanggan secara maksimal. Produk yang dikirim belum bisa memenuhi target pengiriman. Tidak jarang produk tertunda kirim dikarenakan padatnya proses produksi. Pengiriman untuk produk *rubber compound* yang dilakukan oleh PT X Indonesia ke salah satu perusahaan ban, dalam seminggu dilakukan dari hari Senin-Jumat dimana target frekuensi pengiriman per harinya adalah satu kali pengiriman, hal ini belum terpenuhi karena seringkali terjadi keterlambatan pengiriman (per 2 hari 1 kali pengiriman). Untuk mempercepat proses pengiriman *rubber compound* ke perusahaan sehingga dapat segera diproses lebih lanjut menjadi produk ban serta untuk meningkatkan efisiensi dalam rangka meningkatkan keuntungan perusahaan, maka harus dilakukan identifikasi aktivitas-aktivitas yang menyebabkan terjadinya pemborosan di sepanjang proses pengiriman.

Pemetaan dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan hingga aktivitas pengiriman barang. Hasil pemetaan kegiatan dapat dijadikan dasar dalam mengidentifikasi pemborosan (Dinis-Carvalho et al., 2019). Perhitungan waktu untuk setiap aktivitas pada proses pengiriman didapat dari hasil sampling stratifikasi dengan menggunakan *stopwatch*. Pengamatan dilakukan pada tanggal 1 Maret 2022, 9 Maret 2022 dan 11 maret 2022. Pada Gambar 3 Value Stream Mapping (VSM) aktual dapat dilihat aliran aktivitas pada proses pengiriman produk *rubber*

compound dengan total waktu yang diperoleh untuk *value added time* sebesar 90,26 menit, *cycle time* sebesar 144,74 menit, dimana *Process Cycle Efficiency (PCE)* masih rendah yaitu sebesar= 65% (belum memenuhi target perusahaan).

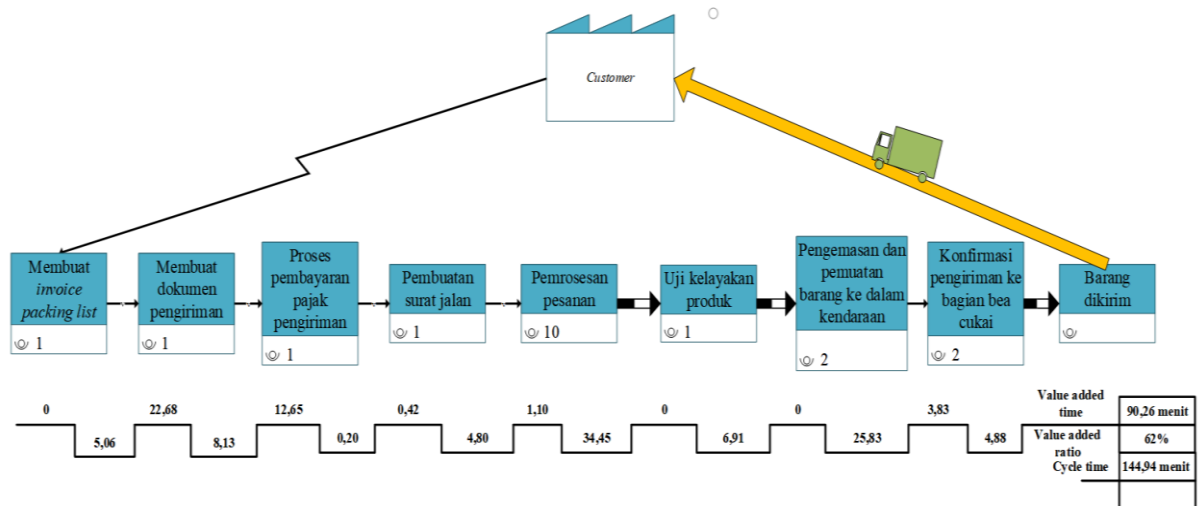
**Tabel 1** *Process Activity Mapping (PAM)* Aktual merupakan hasil pemetaan aktivitas aktual untuk proses pengiriman produk *rubber compound* dari PT X Indonesia ke PT Y. dengan rangkuman jenis aktivitas pada Proses pengiriman produk *rubber compound* terdapat 4 jenis *waste* yang berbeda (NVA) yaitu *waiting*, *inappropriate processing*, *unnecessary motion* dan *transportation*. Kategori *waiting* terdapat 2 aktivitas yang dapat menghambat proses pengiriman produk yaitu pada saat *staff* exim menunggu untuk mendapat nomor pendaftaran dokumen, nomor pengajuan dokumen, SPPB dan dokumen pengiriman. Selain itu, kategori *waste* tersebut juga terjadi pada aktivitas ketika operator menunggu perintah kerja dari *staff* exim.

Kategori *waste inappropriate processing* terdapat 1 aktivitas yang dapat menghambat proses pengiriman produk yaitu pada saat sopir mengambil surat jalan di ruangan *staff* exim yang berada di dalam ruang produksi di mana ruangan tersebut cukup jauh jika harus dijangkau oleh supir. Kategori *waste unnecessary motion* terdapat 1 aktivitas yang dapat menghambat proses pengiriman produk yaitu pada saat *staff* exim berjalan ke *printer* untuk mengambil dokumen yang sudah tercetak di mana letak *printer* tersebut terlalu jauh dari meja *staff* exim. Kategori *waste transportation* terdapat 2 aktivitas yang dapat menghambat proses pengiriman produk yaitu pada saat *staff* exim memberikan lembar *billing* yang sudah tercetak ke bagian *accounting* dan pada saat bagian *accounting* memberikan lembar bukti penerimaan negara ke *staff* exim mengingat jarak ruangan bagian *accounting* dan *staff* exim yang mengharuskan keduanya untuk berpindah dari 1 gedung ke gedung lainnya.

**Tabel 1.** *Process Activity Mapping (PAM)* Aktual

No	Aktivitas	Uraian	Aktivitas		Kelompok aktivitas (I/O/T/S/D)	TK
			t rata2 (menit)	Jenis		
1	Membuat <i>invoice packing list</i>	<i>Staff</i> exim menerima data <i>delivery order</i> dari <i>customer</i> .		mulai		
		<i>Staff</i> exim menunggu data <i>delivery order</i> dari <i>customer</i> terdownload.	0,82	NNVA	D	0
2	Membuat dokumen pengiriman	<i>Staff</i> exim membuat <i>invoice packing list</i> berdasarkan <i>delivery order customer</i> .	5,06	VA	O	1
		<i>Staff</i> exim masuk ke aplikasi modul TPB bea cukai.	0,33	VA	O	1
		<i>Staff</i> exim menginput data pesanan <i>customer</i> ke dalam sistem.	6,24	VA	O	1
		<i>Staff</i> exim mengirim data ke <i>server</i> pusat.	0,55	VA	O	1
		<i>Staff</i> exim menarik respon dari <i>server</i> pusat untuk mendapat <i>e-billing</i> .	0,65	VA	O	1
		<i>Staff</i> exim mencetak lembar <i>e-billing</i> .	0,36	VA	O	1
		<i>Staff</i> exim menunggu untuk mendapat nomor pendaftaran, pengajuan dokumen, dokumen pengiriman dan SPPB dari sistem.	22,68	NVA	D	0
		<i>Staff</i> exim memberikan lembar <i>billing</i> yang sudah tercetak ke bagian <i>accounting</i> .	6,32	NVA	T	1
3	Proses pembayaran pajak pengiriman	Bagian <i>accounting</i> memproses pembayaran ke bank.	10,03	NNVA	O	1
		Bagian <i>accounting</i> memberikan lembar bukti penerimaan negara ke <i>staff</i> exim.	6,33	NVA	T	1
		<i>Staff</i> exim mendapat nomor pendaftaran dokumen, nomor pengajuan, dokumen pengiriman dan SPPB dari sistem.	0,20	VA	O	0
4	Pembuatan surat jalan	<i>Staff</i> exim membuat surat jalan.	2,12	VA	O	1
		<i>Staff</i> exim mencetak <i>invoice packing list</i> , surat jalan, SPPB dan dokumen pengiriman dari sistem.	2,68	VA	O	1
		<i>Staff</i> exim berjalan ke <i>printer</i> untuk mengambil dokumen yang sudah tercetak.	0,42	NVA	O	1
		<i>Staff</i> exim memberikan stempel perusahaan di setiap lembar pada bagian pengesahan dokumen yang diperlukan.	0,93	NNVA	O	1
5	Pemrosesan pesanan	Operator menunggu perintah dari <i>staff</i> exim.	1,10	NVA	D	0
		Operator mendapat dan melihat perintah kerja dari <i>staff</i> exim.	0,18	VA	O	1
		Operator menyiapkan material yang dibutuhkan.	2,13	VA	O	10
		Operator memotong karet mentah dan material lainnya.	2,12	VA	O	10
		Operator menyalakan dan mempersiapkan mesin.	3,02	VA	O	3
		Operator memasukkan bahan dan material ke dalam mesin <i>mixing</i> .	3,12	VA	O	3
		Mesin mulai membuat karet setengah jadi.	13,14	VA	O	0
		Operator memipihkan <i>compound</i> menjadi lembaran panjang.	5,72	VA	O	10
6	Uji kelayakan produk	Barang ditimbang untuk memastikan telah sesuai dengan yang dipesan <i>customer</i> .	5,02	VA	O	2
		Operator menyusun <i>compound</i> di atas <i>pallet</i> .	1,64	NNVA	O	5
		Operator membawa <i>compound</i> ke bagian <i>laboratory</i> .	1,64	VA	T	1
		Bagian lab mengambil sampel produksi dan melakukan <i>test compound</i> .	4,75	VA	I	1
7	Pengemasan dan pemuatan barang ke dalam kendaraan	Bagian lab memberi <i>tag</i> dengan bacaan "OK" sesuai hasil <i>test compound</i> .	0,52	VA	O	1
		Operator <i>packing</i> mengambil dan membawa <i>compound</i> ke <i>loading area</i> dengan <i>pallet</i> .	4,66	VA	T	1
		Operator <i>packing</i> mengemas <i>compound</i> dengan plastik.	8,78	VA	O	2
8	Konfirmasi pengiriman ke bagian bea cukai	Operator <i>packing</i> memuat barang ke mobil.	10,77	VA	O	2
		Operator <i>packing</i> konfirmasi ke <i>staff</i> exim bahwa barang sudah selesai dimuat.	1,62	VA	O	1
		<i>Staff</i> exim merangkap dokumen pengiriman agar menjadi 3 bagian.	0,38	NNVA	O	1
9	Barang dikirim	<i>Staff</i> exim memberikan dokumen pengiriman ke bagian bea cukai untuk direkam.	4,88	VA	T	2
		Supir mengambil surat jalan di ruangan <i>staff</i> exim.	3,83	NVA	T	1
<b>TOTAL WAKTU</b>			<b>Selesai</b>			
			<b>144,74</b>			

Keterangan I=Inspection; O=Operation; T=Transportation; S=Storage; D=Delay; TK: Tenaga Kerja



Gambar 3. Current State Mapping

### 3.2. Future State Mapping

Metode analisis 5W+1H dapat digunakan dalam membantu organisasi untuk melakukan perbaikan/peningkatan kualitas proses (Hemadewita et al, 2022). Setelah dilakukan analisis penyebab pemborosan yang terjadi pada kondisi aktual dengan menggunakan fishbone diagram dan analisis 5W+1H, dilakukan usulan perbaikan untuk mengurangi pemborosan tersebut sehingga diperoleh lean distribution yang diharapkan.

Usulan perbaikan untuk waste jenis waiting yang pertama yaitu dengan penerapan media elektronik (online) pada proses pendaftaran, pengajuan dokumen, dokumen pengiriman dan SPPB yang termasuk aktivitas operasi, yang saat ini membuat waktu tunggu aktivitas ini menjadi sangat panjang. Melalui sistem online dimungkinkan adanya perbaikan yaitu berkurangnya waktu aktivitas menunggu staff exim pada proses pembuatan dokumen pengiriman dari 22,68 menit menjadi 5,68 menit dan pengurangan waktu tunggu operator pada proses pemrosesan pesanan dari 1,10 menit menjadi 0,10 menit (memberikan kontribusi peningkatan efisiensi sebesar 12,7%). Usulan perbaikan untuk waste inappropriate processing melalui proses pembayaran pajak secara online dapat diperoleh penghematan waktu proses pembayaran pajak pengiriman dari 22,88 menit menjadi 5,88 menit (memberikan kontribusi peningkatan efisiensi sebesar 12%).

Usulan perbaikan untuk waste unnecessary motion adalah dengan pembuatan SOP pengiriman produk rubber compound meliputi penyiapan dokumen secara elektronik dan terintegrasi, penggunaan template dokumen, serta perbaikan layout fasilitas kerja. Pengaturan ulang tata letak yang dilakukan dengan cara memindahkan meja printer ke bagian tengah meja para staff exim sehingga lebih cepat dijangkau dibandingkan diletakkan di ujung ruangan. Perbaikan tersebut dapat mengurangi waktu pembuatan surat jalan dari 6,15 menit menjadi 1,85 menit (memberikan kontribusi peningkatan efisiensi sebesar 3%).

Perbaikan pada transportasi melalui pembuatan SOP kerja pengiriman produk rubber compound diusulkan agar tidak ada lagi aktivitas pada alur kerja

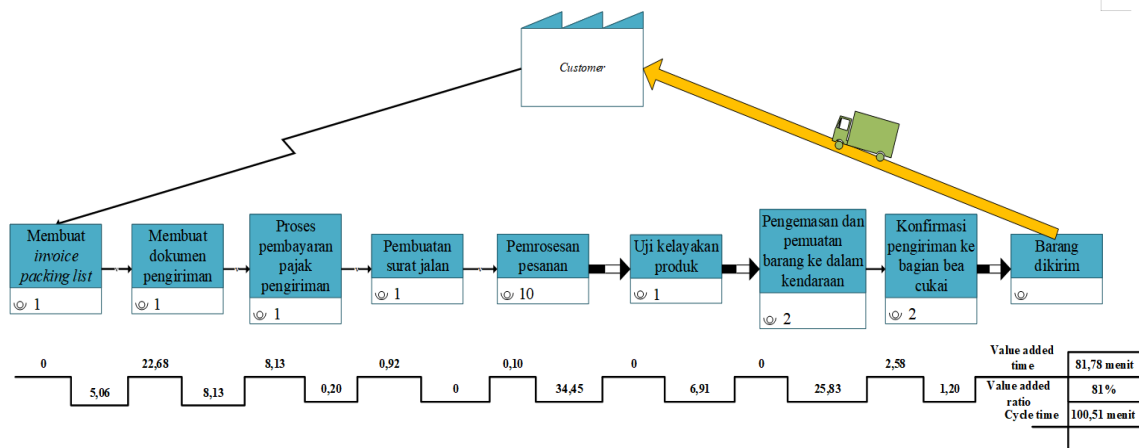
yang menggunakan metode kerja konvensional, sebagaimana usulan yang telah diberikan dan dijelaskan pada waste jenis inappropriate processing sebelumnya. Pengiriman billing dan bukti penerimaan negara dilakukan dengan memanfaatkan media elektronik yang ada sehingga dapat memangkas waktu pengiriman dokumen pengiriman ke bagian bea cukai dari 4,88 menit menjadi 1,20 menit, pengambilan dokumen pengiriman oleh supir dari 3,83 menit menjadi 2,58 menit, sehingga memberikan kontribusi peningkatan efisiensi sebesar 3,5%.

Tabel 2 memperlihatkan perubahan waktu setelah dilakukan perbaikan proses dimana terjadi pengurangan waktu siklus hasil dari usulan yaitu dari 144,74 menit menjadi 100,51 menit dan terjadi peningkatan efisiensi waktu siklus sebesar 30% (untuk 1 produk). Perbaikan yang diusulkan mampu meningkatkan prosentase aktivitas value added / PCE sebesar 17% dari 65% ke 82% (Gambar 4).

### 3.3. Model Simulasi Kejadian Diskrit

Discrete Event Simulation (DES) adalah model yang efektif dan berkembang pesat yang dalam penerapannya dapat dikombinasikan dengan metode lainnya (termasuk Virtual Reality). Model DES dibangun untuk memperoleh gambaran yang lebih akurat dan andal dalam pengambilan keputusan, dimana secara efektif terjadi efisiensi operasional dan penurunan ongkos (Turner et al., 2016). Penelitian ini mengkombinasikan metode VSM lean distribution dengan metode DES dimana setelah diperoleh Future State Mapping selanjutnya dilakukan simulasi skenario. Tabel 3 menggambarkan model skenario pada simulasi kejadian diskrit beserta hasil yang diperoleh. Sejalan dengan penelitian sebelumnya VSM lean distribution mampu mengidentifikasi waste dan memberikan usulan dengan hasil efisiensi yang lebih baik. Namun demikian di dalam penerapannya metode VSM perlu dikombinasikan dengan metode lain yaitu metode DES yang diusulkan dalam penelitian ini. Melalui penerapan kombinasi DES, pengambilan keputusan dapat dilakukan dengan lebih efektif dan efisien karena diintegrasikan dengan produk lainnya secara keseluruhan.





Gambar 4. Future State Mapping

Tabel 2. Process Activity Mapping (PAM) Usulan

No	Aktivitas	Uraian	Aktivitas		Kelompok aktivitas (I/O/T/S/D)	TK
			t rata2 (menit)	Jenis		
1	Membuat invoice packing list	Staff exim menerima data <i>delivery order</i> dari customer. Staff exim menunggu data <i>delivery order</i> dari customer terdownload. Staff exim membuat <i>invoice packing list</i> berdasarkan <i>delivery order</i> customer.	0,82	NNVA	mulai	0
			5,06	VA	O	1
2	Membuat dokumen pengiriman	Staff exim masuk ke aplikasi modul TPB bea cukai. Staff exim menginput data pesanan customer ke dalam sistem. Staff exim mengirim data ke server pusat. Staff exim menarik respon dari server pusat untuk mendapat <i>e-billing</i> . Staff exim mencetak lembar <i>e-billing</i> . Staff exim menunggu untuk mendapat nomor pendaftaran, pengajuan dokumen, dokumen pengiriman dan SPPB dari sistem.	0,33	VA	O	1
			6,24	VA	O	1
			0,55	VA	O	1
			0,65	VA	O	1
			0,36	VA	O	1
			5,68	NVA	D	0
3	Proses pembayaran pajak pengiriman	Staff exim memberikan lembar <i>billing</i> yang sudah tercetak ke bagian <i>accounting</i> . Bagian <i>accounting</i> memproses pembayaran ke bank. Bagian <i>accounting</i> memberikan bukti penerimaan negara ke staff exim. Staff exim mendapat nomor pendaftaran dokumen, nomor pengajuan, dokumen pengiriman dan SPPB dari sistem.	1,12	NVA	T	1
			3,23	NNVA	O	1
			1,33	NVA	T	1
			0,20	VA	O	0
4	Pembuatan surat jalan	Staff exim membuat surat jalan. Staff exim mencetak <i>invoice packing list</i> , surat jalan, SPPB dan dokumen pengiriman dari sistem. Staff exim berjalan ke printer untuk mengambil dokumen yang sudah tercetak.	0,12	VA	O	1
			0,68	VA	O	1
			0,12	NVA	O	1
			0,93	NNVA	O	1
5	Pemrosesan pesanan	Staff exim memberikan stempel perusahaan di setiap lembar pada bagian pengesahan dokumen yang diperlukan. Operator menunggu perintah kerja dari staff exim. Operator mendapat dan melihat perintah kerja dari staff exim. Operator menyiapkan material yang dibutuhkan. Operator memotong karet mentah dan material lainnya. Operator menyalakan dan mempersiapkan mesin. Operator memasukkan bahan dan material ke dalam mesin <i>mixing</i> . Mesin mulai membuat karet setengah jadi. Operator memipihkan <i>compound</i> menjadi lembaran panjang. Barang ditimbang untuk memastikan telah sesuai dengan yang dipesan customer.	0,10	NVA	D	0
			0,18	VA	O	1
			2,13	VA	O	10
			2,12	VA	O	10
			3,02	VA	O	3
			3,12	VA	O	3
			13,14	VA	O	0
			5,72	VA	O	10
			5,02	VA	O	2
			1,64	NNVA	O	5
6	Uji kelayakan produk	Operator menyusun <i>compound</i> di atas <i>pallet</i> . Operator membawa <i>compound</i> ke bagian <i>laboratory</i> . Bagian lab mengambil sampel produksi dan melakukan <i>test compound</i> . Bagian lab memberi tag dengan bacaan "OK" sesuai hasil <i>test compound</i> .	1,64	VA	T	1
			4,75	VA	I	1
			0,52	VA	O	1
7	Pengemasan dan pemuatan barang ke dalam kendaraan	Operator <i>packing</i> mengambil dan membawa <i>compound</i> ke <i>loading area</i> dengan <i>pallet</i> . Operator <i>packing</i> mengemas <i>compound</i> dengan plastik. Operator <i>packing</i> memuat barang ke mobil. Operator <i>packing</i> konfirmasi ke staff exim bahwa barang sudah selesai di muat.	4,66	VA	T	1
			8,78	VA	O	2
			10,77	VA	O	2
			1,62	VA	O	1
8	Konfirmasi pengiriman ke bagian bea cukai	Staff exim merangkap dokumen pengiriman agar menjadi 3 bagian. Staff exim memberikan dokumen pengiriman ke bagian bea cukai untuk direkam. Supir mengambil surat jalan di ruangan staff exim.	0,38	NNVA	O	1
			1,20	VA	T	2
			2,58	NVA	T	1
9	Barang dikirim	Supir melakukan pengiriman barang.				
<b>TOTAL WAKTU</b>			<b>100,51</b>	<b>Selesai</b>		

Alur untuk proses pengiriman produk *rubber compound* (kejadian / *event*) dimulai dari staff yang menerima data *delivery order* dari *customer* melalui *e-mail* lalu dilakukan pembuatan *invoice packing list* dan dokumen bc oleh staff *exim*. Setelah itu, dilakukan pemrosesan pajak pengiriman yang dilakukan oleh bagian *accounting*. Selanjutnya staff *exim* membuat surat jalan dan memerintahkan operator *banbury* untuk memproduksi pesannya. Produk akan melewati tahap uji kelayakan oleh bagian lab lalu setelah berhasil melewati tahap tersebut produk akan dikemas oleh bagian *packing* dan dilakukan muat barang ke dalam kendaraan. Setelah itu, operator *packing* akan mengkonfirmasi ke staff *exim* bahwa barang telah selesai dimuat ke dalam kendaraan lalu staff *exim* melakukan penggandaan dokumen dan melakukan konfirmasi pengiriman ke bagian bea cukai agar barang dapat segera dikirim. Gambar 5 menunjukkan simulasi dengan kondisi sebelum dilakukan perbaikan. Gambar 6 menunjukkan simulasi dengan kondisi dilakukannya perbaikan dalam hal cara kerja yang terintegrasi antar proses 1 (membuat *invoice packing list*) dengan proses 2 (membuat dokumen pengiriman). Gambar 7 menunjukkan simulasi dengan kondisi dilakukannya perbaikan dalam hal cara kerja yang terintegrasi antar proses 1 (membuat *invoice packing list*) dengan proses 2 (membuat dokumen pengiriman) ditambah dengan sistem pembayaran pajak secara online. Gambar 8 menunjukkan simulasi dengan kondisi dilakukannya perbaikan dalam hal cara kerja yang terintegrasi antara proses 1 (membuat *invoice packing list*) dengan proses 2 (membuat dokumen pengiriman), sistem pembayaran pajak secara online, dan melakukan penambahan/peningkatan mesin produksi sebanyak 25%. Hasil DES memperlihatkan kontribusi hasil *PAM* usulan terhadap keseluruhan proses yaitu sebesar 9,5% (skenario 2) yang ternyata masih belum juga bisa memenuhi target pemenuhan PO, sehingga perlu ditambahkan perbaikan lainnya, yaitu skenario 3. Tidak seperti pada skenario 1 dan 2 (berdasarkan *PAM* usulan), skenario 3 mampu menunjukkan hasil yang signifikan dalam

pemangkasan waktu siklus, sehingga permasalahan target pemenuhan PO dapat terselesaikan. Skenario 3 hasil *DES* mampu memangkas *lead time* dari 15:02 jam menjadi 09:49 jam (memberikan kontribusi peningkatan efisiensi terhadap keseluruhan proses sebesar 35%).

### 3.4. Implikasi Manajerial

Berbeda dengan penelitian sebelumnya pada umumnya, yang menyajikan metode *VSM* untuk *lean* distribusi secara terpisah (Alfiansyah & Kurniati, 2018; Ali et al., 2015; Rohani & Zahraee, 2015) melalui kombinasi metode *DES*, penelitian ini sebagaimana penelitian sebelumnya yang mengkombinasikan metode *VSM* untuk *lean* distribusi dengan metode *DES*, penelitian ini memperlihatkan adanya peluang untuk masih bisa dilakukannya peningkatan efisiensi lebih baik lagi. Adapun kontribusi penelitian ini secara spesifik adalah penggunaan kombinasi metode *DES* untuk keseluruhan proses distribusi yang mencakup keseluruhan produk, sehingga efisiensi dapat ditingkatkan lagi secara efektif.

Pengambil keputusan (manajer) dapat melakukan langkah-langkah peningkatan efisiensi tidak hanya pada satu alur proses distribusi tapi juga pada alur proses distribusi untuk produk lainnya. Tidak seperti pada penelitian sebelumnya yang mengkombinasikan metode *VSM* untuk *lean* distribusi dengan metode *DES* (Antonelli & Stadnicka, 2018; Atieh et al., 2016; Bal et al., 2017; Detty & Yingling, 2000; Jovanoski et al., 2022; Schmidtke et al., 2014), penggunaan kombinasi metode *DES* dalam penelitian ini mampu memperlihatkan kondisi pemenuhan produk secara terintegrasi (menyeluruh), sehingga dapat diketahui apakah pengurangan waste yang diusulkan sudah dapat memenuhi target yang diharapkan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk dapat memenuhi target PO, manajer tidak cukup hanya melakukan pengurangan waste saja, namun juga perlu melakukan tindakan tambahan dalam hal ini penambahan sejumlah fasilitas, sehingga target (pemenuhan PO) dapat dicapai secara efektif dan efisien.

Tabel 3. Skenario Indikator Kinerja

Skenario	VSM	Parameter Proses	Hasil		
			Waktu tunggu PO (Jam)	Waktu Tunggu karyawan (Jam)	Waktu Produksi (Jam)
0	Current State	Sebelum perbaikan			
1	Future State	Cara kerja yang terintegrasi antara proses 1 (membuat <i>invoice packing list</i> ) dengan proses 2 (membuat dokumen pengiriman).	05:29	05:24	15:02
2	Future State	Cara kerja yang terintegrasi antara proses 1 (membuat <i>invoice packing list</i> ) dengan proses 2 (membuat dokumen pengiriman) ditambah dengan sistem pembayaran pajak secara online.	05:26	05:22	14:36
3	Future State	Cara kerja yang terintegrasi antara proses 1 (membuat <i>invoice packing list</i> ) dengan proses 2 (membuat dokumen pengiriman), sistem pembayaran pajak secara online, dan melakukan penambahan/peningkatan mesin produksi sebanyak 25%.	05:25	05:21	13:36





#### 4. KESIMPULAN

Melalui pemetaan rantai nilai proses distribusi, 6 aktivitas pengiriman yang tergolong ke dalam 4 jenis pemborosan dapat diidentifikasi dan dicari solusi pemecahan masalahnya. Hasil penelitian menunjukkan kesimpulan yang sejalan dengan teori konsep *lean distribution*, yaitu dapat memberikan solusi secara terinci untuk pemecahan masalah dalam hal peningkatan efisiensi dan produktivitas kinerja perusahaan, meliputi pemangkasan pemborosan pada aktivitas *waiting*, *inappropriate processing*, *unnecessary motion* dan *transportation*, sehingga dapat mengurangi waktu siklus sebesar 42,43 menit yaitu dari 142,74 menit menjadi 100,51 menit. Hal tersebut memberikan kontribusi peningkatan efisiensi sebesar 30%.

Untuk melihat efektivitas penerapan *lean distribution* dalam menjawab tujuan penelitian yaitu pemenuhan *PO*, dilakukan pengkombinasian dengan metode *DES*. Metode *DES* dapat mensimulasikan penggunaan waktu siklus produk secara lengkap dan terintegrasi, sehingga dapat ditemukan solusi terbaik untuk dapat menjawab tujuan penelitian yaitu *PO* dapat dipenuhi sesuai dengan jadwal yang diharapkan dan dapat berjalan dengan lebih efektif dan efisien.

Namun demikian penggunaan metode lebih efektif untuk pesanan yang cenderung sama. Selanjutnya penelitian dapat dikembangkan lebih lanjut ke arah penerapan *DES* dengan dikombinasikan dengan Virtual Reality sehingga data dapat disajikan secara real, lengkap, dan terintegrasi dan pengambilan keputusan dapat dilakukan dengan lebih cepat dan efektif terlebih untuk data *demand* yang sangat berfluktuatif/bervariasi secara signifikan (Liagkou et al., 2019).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alfiansyah, R., & Kurniati, N. (2018). Identifikasi Waste dengan Metode Waste Assessment Model dalam Penerapan Lean Manufacturing untuk Perbaikan Proses Produksi (Studi Kasus pada Proses Produksi Sarung Tangan). *Jurnal Teknik ITS*, 7(1), 165–170. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i1.28858>
- Ali, N. Bin, Petersen, K., & de França, B. B. N. (2015). Evaluation of simulation-assisted value stream mapping for software product development: Two industrial cases. *Information and Software Technology*, 68, 45–61. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.08.005>
- Antonelli, D., & Stadnicka, D. (2018). Combining factory simulation with value stream mapping: a critical discussion. *Procedia CIRP*, 67, 30–35. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.12.171>
- Atieh, A. M., Kaylani, H., Almuhtady, A., & Al-Tamimi, O. (2016). A value stream mapping and simulation hybrid approach: application to glass industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 84(5), 1573–1586. <https://doi.org/10.1007/s00170-015-7805-8>
- Bal, A., Ceylan, C., & Taçoğlu, C. (2017). Using value stream mapping and discrete event simulation to improve efficiency of emergency departments. *International Journal of Healthcare Management*, 10(3), 196–206. <https://doi.org/10.1080/20479700.2017.1304323>
- Bhamu, J., & Singh Sangwan, K. (2014). Lean manufacturing: literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(7), 876–940. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>
- Detty, R. B., & Yingling, J. C. (2000). Quantifying benefits of conversion to lean manufacturing with discrete event simulation: A case study. *International Journal of Production Research*, 38(2), 429–445. <https://doi.org/10.1080/002075400189509>
- Dinis-Carvalho, J., Guimaraes, L., Sousa, R. M., & Leao, C. P. (2019). Waste identification diagram and value stream mapping. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(3), 767–783. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2017-0030>
- Hammad, A., Pang, H., & Zhang, C. (2018). Construction Simulation Using Cell-DEVS Modeling. In *Discrete-Event Modeling and Simulation* (pp. 309–329). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315218731-12>
- Hernadewita, H., Setiawan, I., Hendra, H. (2022). Enhance quality improvement through lean six sigma in division Side Board Clavinova Piano's. *International Journal of Production Management and Engineering*, 10(2):173-181. <https://doi.org/10.4995/ijpme.2022.16140>
- Jovanoski, B., Minovski, R., Todorov, M., Velkovski, T., & Jovanovski, B. (2022). Integration of Value Stream Mapping and Discrete Event Simulation: A Case Study from Lean BT - Proceedings on 18th International Conference on Industrial Systems – IS'20 (B. Lalic, D. Gracanin, N. Tasic, & N. Simeunović (eds.); pp. 201–207). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-97947-8\\_27](https://doi.org/10.1007/978-3-030-97947-8_27)
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., Ghadge, A., & Raut, R. (2020). A performance measurement system for industry 4.0 enabled smart manufacturing system in SMMEs- A review and empirical investigation. *International Journal of Production Economics*, 229, 107853. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107853>
- Liagkou, V., Salmas, D., & Stylios, C. (2019). Realizing Virtual Reality Learning Environment for Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 79, 712–717. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.025>
- Melović, B., Mitrović, S., Zhuravlev, A., & Braila, N. (2016). The role of the concept of LEAN management in modern business. *MATEC Web of Conferences*, 86, 05029. <https://doi.org/10.1051/mateconf/20168605029>
- Momenitabar, M., Ebrahimi, Z. D., Hosseini, S. H., & Arani, M. (2020). A Proposed Lean Distribution System for Solar Power Plants Using Mathematical Modeling and Simulation Technique. *2020 International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA)*, 839–844. <https://doi.org/10.1109/DASA51403.2020.9317257>
- Paillin, D. B., Camerling, B. J., & Nasarany, C. (2021).

- Lean distribution to minimize waste of time in the stripping process at PT. Pelabuhan Indonesia IV Ambon Branch. *Journal of Engineering and Applied Technology*, 1(2), 74–84. <https://doi.org/10.21831/jeatech.v1i2.35091>
- Rohani, J. M., & Zahraee, S. M. (2015). Production Line Analysis via Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process of Color Industry. *Procedia Manufacturing*, 2, 6–10. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.002>
- Schmidtke, D., Heiser, U., & Hinrichsen, O. (2014). A simulation-enhanced value stream mapping approach for optimisation of complex production environments. *International Journal of Production Research*, 52(20), 6146–6160. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.917770>
- Solaimani, S., Veen, J. van der, Sobek II, D. K., Gulyaz, E., & Venugopal, V. (2019). On the application of Lean principles and practices to innovation management. *The TQM Journal*, 31(6), 1064–1092. <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2018-0208>
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Kumar, R. M. S. (2014). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Turner, C. J., Hutabarat, W., Oyekan, J., & Tiwari, A. (2016). Discrete Event Simulation and Virtual Reality Use in Industry: New Opportunities and Future Trends. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 46(6), 882–894. <https://doi.org/10.1109/THMS.2016.2596099>