

Reduksi *Waste* untuk Meningkatkan Produktivitas pada Proses Produksi *Bracket Roulet Gordyn* Menggunakan Pendekatan *Lean Manufacturing*

Arief Rahman Somantri*

Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*ariefrhmns@gmail.com

Abstract. CV. UM is a manufacturing industry that produces Bracket Roulet Gordyn. In running its business, CV. UM often experience delays in fulfilling customer requests. Factors that cause this problem is because of the amount of waste activity, thus making production lead time become long and productivity levels decrease. When productivity decreases, it affects the speed of customer demand fulfillment. Therefore, Lean Manufacturing approach can be used as an effort to reduce waste. This study aims to reduce waste so that the productivity of CV. UM is increasing. Based on the results of waste identification using Value Stream Mapping (VSM), and 7 waste questionnaire, it is known that there are 4 types of dominant waste that inhibit the production flow, namely Excessive Transportation, Waiting, Unnecessary Motion, and Unnecessary Inventory. To solve this problem, improvement efforts are proposed by applying the design of tools in the form of Roll Conveyor, pulley systems, containers, and corks, application of the concept of 5S, production layout redesign, the addition of facilities that support the production process in the form of Trolley Pallet Jack and Wooden Pallet, and the application of Lean Thinking. If improvement efforts to reduce waste are implemented, production lead time is expected to be reduced by 19% from 20.007,04 seconds to 16.175,04 seconds. The decrease can increase Process Cycle Efficiency (PCE) or company productivity = increased by 13,43% from 52,47% to 66,17%.

Keywords: *Waste Reduction, Lean Manufacturing, VSM, PCE.*

Abstrak. CV. UM merupakan industri manufaktur yang memproduksi Bracket Roulet Gordyn. Dalam menjalankan bisnisnya, CV. UM sering mengalami keterlambatan dalam memenuhi permintaan pelanggan. Faktor yang menyebabkan hal tersebut yaitu banyaknya aktivitas pemborosan (waste), sehingga membuat production lead time menjadi panjang dan tingkat produktivitas menurun. Ketika produktivitas menurun, maka akan mempengaruhi kecepatan pemenuhan permintaan pelanggan. Oleh karena itu, pendekatan Lean Manufacturing dapat dimanfaatkan sebagai upaya untuk mereduksi waste. Penelitian ini bertujuan untuk mereduksi waste agar produktivitas CV. UM meningkat. Berdasarkan hasil identifikasi waste menggunakan Value Stream Mapping (VSM) dan kuesioner 7 waste, diketahui bahwa terdapat 4 jenis waste dominan yang menghambat aliran produksi yaitu Excessive Transportation, Waiting, Unnecessary Motion, dan Unnecessary Inventory. Untuk mengatasi masalah tersebut, diusulkan upaya perbaikan dengan menerapkan rancangan alat bantu berupa Roll Conveyor, sistem katrol, kontainer, dan wadah, penerapan konsep 5S, perancangan ulang layout produksi, penambahan fasilitas pendukung proses produksi berupa Trolley Pallet Jack beserta Wooden Pallet, dan penerapan Lean Thinking. Apabila upaya perbaikan untuk mereduksi waste diterapkan, diharapkan production lead time berkurang sebesar 19% dari 20.007,04 detik menjadi 16.175,04 detik. Penurunan tersebut dapat meningkatkan Process Cycle Efficiency (PCE) atau produktivitas perusahaan = sebesar 13,43% dari 52,47% menjadi 66,17%.

Kata Kunci: *Reduksi Waste, Lean Manufacturing, VSM, PCE.*

A. Pendahuluan

CV. UM merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur, dengan strategi merespon permintaan pelanggan yaitu *Make-to-Order* (MTO). Salah satu produk yang dihasilkan yaitu *Bracket Roulet Gordyn* atau alat penyangga antara *Roulet Gordyn* dengan dinding. *Bracket Roulet Gordyn* merupakan produk yang terdiri dari 3 komponen utama yaitu Kepala, Kaki, dan Ring, dimana setiap komponen tersebut memiliki lini produksinya masing-masing dengan fasilitas mesin yang berbeda pada setiap tahapan prosesnya.

Dalam menjalankan bisnis, CV. UM sering mengalami keterlambatan pemenuhan permintaan pelanggan. Salah satu faktor penyebabnya yaitu banyaknya aktivitas pemborosan (*waste*). Berdasarkan hasil observasi di lantai produksi CV. UM, terlihat beberapa jenis *waste* yang mengganggu aliran produksi *Bracket Roulet Gordyn* antara lain gerakan operator yang tidak perlu, aktivitas transportasi yang menyebabkan operator harus menghentikan proses produksinya, dan penumpukan barang setengah jadi di beberapa stasiun kerja. Banyaknya aktivitas pemborosan (*waste*) menyebabkan waktu yang diperlukan untuk menghasilkan produk jadi (*production lead time*) menjadi lebih lama. Ketika *production lead time* menjadi lebih lama, maka perusahaan akan mengalami keterlambatan dalam pemenuhan permintaan pelanggan, sebagaimana dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Selisih permintaan dengan realisasi produksi

Bulan	Permintaan (unit / bulan)	Realisasi Produksi (unit / bulan)	Selisih Permintaan dengan Realisasi Produksi (unit / bulan)	Persentase Kekurangan Jumlah Produksi (%)
Januari	240.000	260.800	20.800	-
Februari	240.000	216.400	-23.600	9 %
Maret	260.000	242.750	-17.250	7,1 %
April	270.000	234.450	-35.550	15,1 %
Mei	270.000	230.300	-39.700	17,2 %
Juni	230.000	178.950	-51.050	28,5 %

Berdasarkan **Tabel 1**, dapat dilihat bahwa rata-rata selisih antara jumlah permintaan dengan realisasi produksi yaitu sebesar 15,38%. Upaya yang dilakukan oleh perusahaan untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan melakukan *overtime*. Walaupun demikian, permintaan pelanggan tersebut masih belum dapat dipenuhi. Selain itu, upaya lainnya yang dilakukan oleh perusahaan yaitu dengan melakukan *backorder* sesuai kesepakatan kedua belah pihak. Dampak adanya kekurangan dalam pemenuhan jumlah produksi membuat kepercayaan dan loyalitas pelanggan kepada perusahaan menurun. Oleh karena itu, pendekatan *Lean Manufacturing* dapat digunakan untuk mereduksi *waste* yang ada di lantai produksi CV. UM dengan maksud untuk meningkatkan produktivitas agar perusahaan tidak mengalami keterlambatan kembali.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu: “Apa saja jenis dan akar penyebab *waste* yang teridentifikasi pada aliran produksi *Bracket Roulet Gordyn* di CV. UM?”, “Bagaimana cara mengeliminasi *waste* yang teridentifikasi pada aliran produksi *Bracket Roulet Gordyn* di CV. UM?”, dan “Bagaimana dampak dari reduksi *waste* terhadap tingkat produktivitas CV. UM dalam memproduksi *Bracket Roulet Gordyn*?”. Selanjutnya, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi jenis *waste* apa saja yang terdapat pada aliran produksi *Bracket Roulet Gordyn* beserta penyebabnya.
2. Membuat usulan perbaikan untuk mengeliminasi *waste* yang terdapat pada aliran produksi *Bracket Roulet Gordyn*.
3. Mengetahui perbandingan tingkat produktivitas perusahaan saat ini dengan kondisi yang akan datang setelah dilakukan perbaikan.

Eliminasi *waste* menggunakan prinsip *Lean Manufacturing* telah dilakukan oleh banyak peneliti, antara lain Harsono, Arijanto dan Azlin (2010), Ristyowati, Muhsin, dan Nurani (2017), dan Zulkifli, Prasetyaningsih, dan Muhammad (2018).

B. Metodologi Penelitian

Lean Manufacturing merupakan pendekatan yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan (*waste*) melalui perbaikan secara terus menerus (*continuous improvement*) (Gaspersz dan Fontana, 2011). Terdapat “Seven plus One Type of Waste” yang menjelaskan berbagai macam *waste* dalam sistem produksi yaitu *over production*, *waiting time (delay)*, *transportation*, *over processing*, *motion*, *inventory*, *defect product*, dan *defective design*. Salah satu tool yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi *waste* yaitu *Value Stream Mapping (VSM)* (Dailey, 2003). *Value Stream Mapping (VSM)* merupakan suatu cara untuk memetakan aliran dari suatu jasa, produk, atau informasi (Locher, 2008). Proses pemetaan menggunakan *VSM* ini dilakukan dengan lebih baik dari pada pemetaan dengan cara yang tradisional. Selain itu, *VSM* juga dapat dilakukan berdasarkan kondisi saat ini (*current state map*) dan kondisi dimasa yang akan datang (*future state map*). Pemetaan *current state map* dan *future state map* dilakukan untuk mengetahui perbandingan produktivitas perusahaan sebelum dan setelah dilakukan perbaikan. Adapun parameter untuk mengukur tingkat produktivitas perusahaan salah satunya yaitu *Process Cycle Efficiency (PCE)*.

PCE merupakan salah satu parameter terbaik untuk mengetahui dan mengukur banyaknya *waste* dalam suatu proses atau aktivitas (George, 2010). Selain itu, menurut Intifada dan Witantyo (2012), upaya yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi aktivitas yang termasuk kedalam kategori *waste* pada suatu *value stream* yaitu dengan kuesioner 7 *waste*. Hasil dari penyebaran kuesioner digunakan sebagai input untuk melakukan perhitungan matriks *Value Stream Analysis Tools (VALSAT)*. Menurut Hines dan Rich (1997), *VALSAT* merupakan alat yang dapat digunakan untuk menganalisis *value* dari suatu aliran produksi serta memberikan usulan perbaikan sesuai dengan *waste* yang terjadi. Terdapat beberapa tools yang dapat digunakan pada *VALSAT* yaitu *Process Activity Mapping (PAM)*, *Supply Chain Response Matrix (SCRM)*, *Production Variety Funnel (PVF)*, *Quality Filter Mapping (QFM)*, *Demand Amplification Mapping (DAM)*, *Decission Point Analysis (DPA)*, dan *Physical Structure (PS)*.

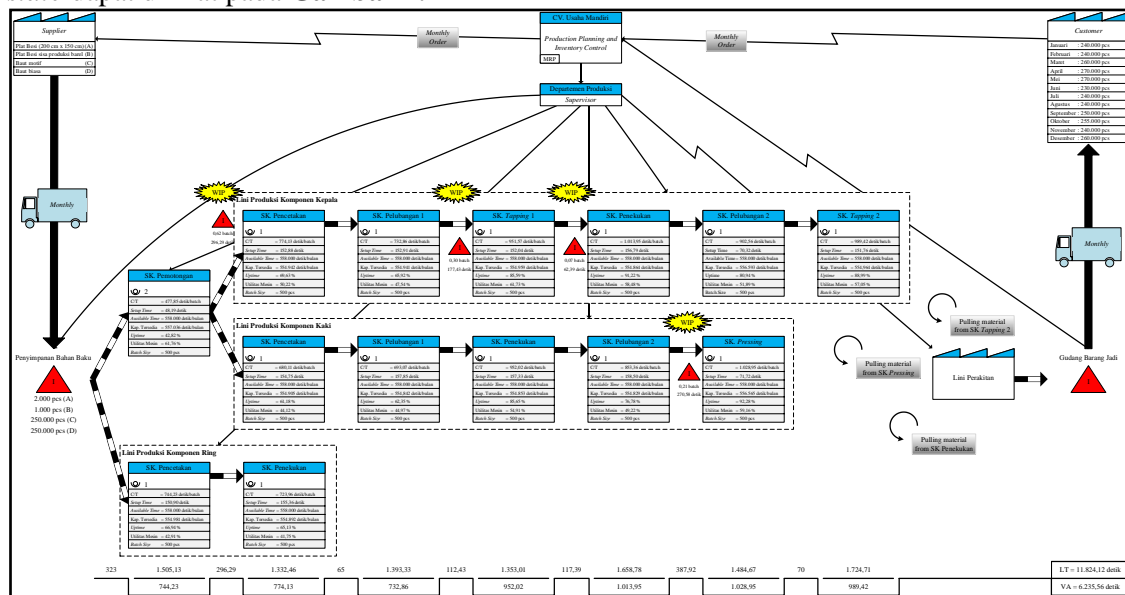
Setelah *waste* teridentifikasi, langkah selanjutnya yaitu melakukan analisis untuk mengetahui akar penyebab permasalahan dari *waste* tersebut dengan menggunakan pendekatan *Root Cause Analysis (RCA)*. Pendekatan *RCA* digunakan untuk mengoreksi dan/atau mengeliminasi penyebab masalah dan mencegah masalah tersebut terulang kembali (Vorley, 2008). Menurut Vorley (2008), terdapat 6 tools dan teknik untuk mengetahui akar dari suatu permasalahan yaitu 5 *Whys* (*Gemba Gembutsu*), *Analisis Pareto*, *Ishikawa Diagram*, *Brainstorming*, *Flowchart*, dan *Fault Tree Analysis*. Penelitian ini menggunakan tool 5 *Whys* karena menurut *SSCX Authoring Team* (2018), tool ini merupakan alat paling baik yang digunakan untuk menyelesaikan *RCA*. Apabila akar penyebab *waste* telah diketahui, maka dapat dilakukan perbaikan sesuai dengan akar penyebab tersebut dengan harapan tingkat produktivitas perusahaan dapat menjadi lebih baik. Kemudian dilakukan *VSM future state* dan menghitung *PCE* sebagai perbandingan tingkat produktivitas *current state* dan *future state*.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Perbaikan untuk mencapai tujuan dari penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing*. Adapun tahapan perbaikan yang dilakukan dapat dilihat sebagai berikut:

Value Stream Mapping (VSM) Current State

Tahap ini dilakukan untuk mempermudah analisis proses produksi *Bracket Roulet Gordyn*. Analisis yang dilakukan meliputi seberapa banyak aktivitas yang memberikan nilai tambah (VA) dan tidak memberikan nilai tambah (NVA & NNVA), besarnya *lead time*, memahami laju produksi, dan aliran informasi di perusahaan. Adapun tahapan VSM yaitu 1) Mengidentifikasi *family product*, 2) Mengidentifikasi kebutuhan pelanggan, 3) Memetakan seluruh tahapan proses, data box, dan segitiga *inventory*, 4) Memetakan aliran material, 5) Memetakan aliran informasi, 6) Melengkapi VSM dengan *lead time* dan *value added time*. Adapun VSM *current state* dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Value Stream Map Current State

Berdasarkan VSM *current state* yang telah dipetakan, diperoleh informasi *total production lead time* sebesar 11.824,12 detik dengan *value added time* sebesar 6.235,56 detik. Sehubungan dengan itu, tingkat produktivitas perusahaan saat ini (*current state*) sebelum *lean* diterapkan dapat diketahui dengan menghitung persentase *Process Cycle Efficiency* (PCE). Perhitungan PCE *current state* dapat dilihat sebagai berikut:

$$PCE_{current\ state} = \frac{6.235,56\ \text{detik}}{11.824,12\ \text{detik}} \times 100\% = 52,74\%$$

Berdasarkan hasil PCE *current state*, dapat diketahui bahwa persentase aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*waste*) yaitu sebesar 47,26%, sehingga masih dapat dilakukan perbaikan sebagai implementasi dari prinsip dasar *lean* kelima yaitu *continuous improvement*.

Identifikasi *waste*

Tahap pertama proses identifikasi *waste* yaitu menyebarkan kuesioner 7 *waste* kepada pegawai yang memahami kondisi rantai produksi. Tahap kedua yaitu melakukan pembobotan *waste* berdasarkan hasil penyebaran kuesioner 7 *waste*. Adapun nilai hasil penyebaran kuesioner 7 *waste* serta pembobotan untuk setiap jenis *waste* dan responden dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil penyebaran kuesioner 7 *waste* dan pembobotan *waste*

Jenis <i>Waste</i>	RESPONDENT SCORE				Jumlah Score	Persentase	Rank
	Resp. 1	Resp. 2	Resp. 3	Resp. 4			
<i>Over Production</i>	0	1	1	1	3	7%	6
<i>Waiting/Delay</i>	3	1	2	3	9	21%	2
<i>Excessive Transportation</i>	2	3	3	3	11	26%	1
<i>Inappropriate Processing</i>	0	1	0	0	1	2%	7
<i>Unnecessary Inventory</i>	1	2	2	1	6	14%	4
<i>Unnecessary Motion</i>	2	1	3	2	8	19%	3
<i>Defect</i>	1	1	1	2	5	12%	5
TOTAL					43	100%	

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2021

Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner dan pembobotan *waste*, diperlukan analisis lebih mendalam dengan melakukan *detailed mapping* menggunakan VALSAT, dimana *score* dari setiap jenis *waste* akan digunakan sebagai *input* pada perhitungan matriks VALSAT.

Penentuan *analysis tool* menggunakan VALSAT

Penentuan *tool* dilakukan dengan melakukan pembobotan matriks VALSAT. Berdasarkan pembobotan matriks VALSAT yang telah dilakukan, diketahui bahwa *tool* terpilih yang akan digunakan untuk melakukan *detailed mapping* yaitu *Process Activity Mapping* (PAM) dengan total *score* sebesar 287.

Detailed mapping

Tahap ini dilakukan dengan menggunakan *tool* yang terpilih pada tahap sebelumnya yaitu PAM. Terpilihnya PAM menunjukkan bahwa terdapat kemungkinan bahwa *waste* yang terdapat pada *value stream* memiliki kaitan dengan aktivitas pada proses produksi. Adapun rekapitulasi proporsi setiap jenis aktivitas berdasarkan PAM dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Proporsi setiap jenis aktivitas

Aktivitas	Jumlah Aktivitas	Activity Classification (detik)			Persentase
		VA	NVA	NNVA	
<i>Operation</i>	41	11.518,04		4.959,31	82,36%
<i>Transportation</i>	14			1.468,00	7,34%
<i>Inspection</i>	0			0	0,00%
<i>Storage</i>	3		184,00		0,92%
<i>Delay</i>	13		1.877,70		9,39%
Total	71	20.007,04			100%
Production Lead Time					

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2021

Berdasarkan **Tabel 3**, dapat dilihat bahwa terdapat 3 jenis aktivitas yang termasuk NVA dan NNVA yaitu *transportation* dengan persentase sebesar 7,34%, *storage* dengan persentase sebesar 0,92%, dan *delay* dengan persentase sebesar 9,39%. Sementara itu, aktivitas *operation* diklasifikasikan kedalam VA dan NNVA, dimana NNVA merupakan aktivitas seperti melakukan *setup* dan mengambil material. Selain itu, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan *production lead time* dan *value added time* pada VSM dengan PAM. Hal ini disebabkan karena terdapat proses produksi yang dilakukan secara bersamaan (parallel), sehingga pengisian waktu pada *timeline* VSM dipilih berdasarkan waktu yang terbesar.

Identifikasi sumber *waste* dengan *Root Cause Analysis*

Setelah dilakukan identifikasi *waste* dengan menyebarkan kuesioner *7 waste* dan pembobotan *waste* serta melakukan *detailed mapping*, diketahui bahwa *waste* yang teridentifikasi pada kedua tahapan tersebut memiliki keterkaitan. *Waste* yang memiliki keterkaitan yaitu beberapa jenis *waste* yang dominan diantaranya *excessive transportation*, *waiting*, *unnecessary motion*, dan *unnecessary inventory*. Pengelompokan aktivitas dari keempat jenis *waste* tersebut berdasarkan PAM yang telah dibuat dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Pengelompokan aktivitas (*waste*)

Jenis Waste	Keterangan Waste
<i>Excessive Transportation</i>	Tingginya frekuensi perpindahan material di beberapa stasiun kerja ⁽¹⁾
<i>Unnecessary Motion</i>	Banyaknya gerakan pemindahan material dari kontainer ke meja kerja ⁽²⁾
<i>Waiting</i>	Menunggu kedatangan material di beberapa stasiun kerja ⁽³⁾
	Menunggu kereta dorong selesai digunakan ⁽⁴⁾
	Adanya penumpukan WIP menyebabkan timbulnya waktu menunggu di beberapa stasiun kerja ⁽⁵⁾
<i>Unnecessary Inventory</i>	

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2021

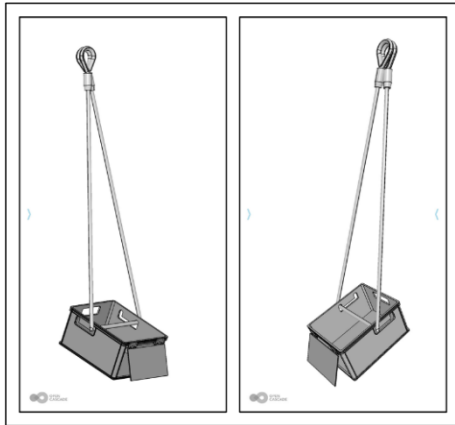
Adapun akar penyebab permasalahan dari setiap aktivitas *waste* yang teridentifikasi yaitu:

1. Tidak ada ukuran standar *batch transfer* pada kegiatan proses produksi.
2. Perusahaan belum melakukan penataan lingkungan kerja.
3. Perusahaan tidak pernah melakukan pelatihan kerja atau pengembangan kemampuan dan pemahaman operator.
4. Keterbatasan fasilitas kerja yang dimiliki perusahaan.
5. Perusahaan tidak pernah melakukan pelatihan kerja atau pengembangan kemampuan dan pemahaman operator.

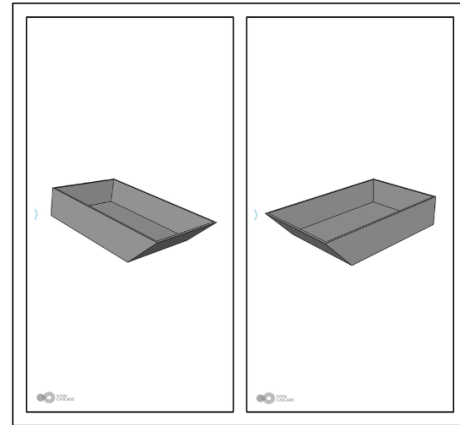
Rekomendasi perbaikan yang diusulkan

Rekomendasi perbaikan yang diusulkan dalam penelitian ini bertujuan untuk mereduksi *waste* berdasarkan akar penyebabnya serta meningkatkan produktivitas CV. UM. Adapun rekomendasi perbaikan yang diusulkan dapat dilihat sebagai berikut:

1. Perancangan Roll Conveyor
Roll Conveyor dirancang untuk mereduksi transportation waste dan waiting waste, dimana alat ini berfungsi sebagai jalur perpindahan material dari stasiun kerja (SK) upstream ke SK downstream secara otomatis. Adapun hasil perancangan Roll Conveyor dapat dilihat pada Gambar 2.
2. Perancangan Sistem Katrol
Sistem katrol dirancang untuk mereduksi motion waste, dimana alat ini berfungsi untuk membantu operator dalam proses pengambilan material. Adapun hasil perancangan sistem katrol dapat dilihat pada Gambar 3.

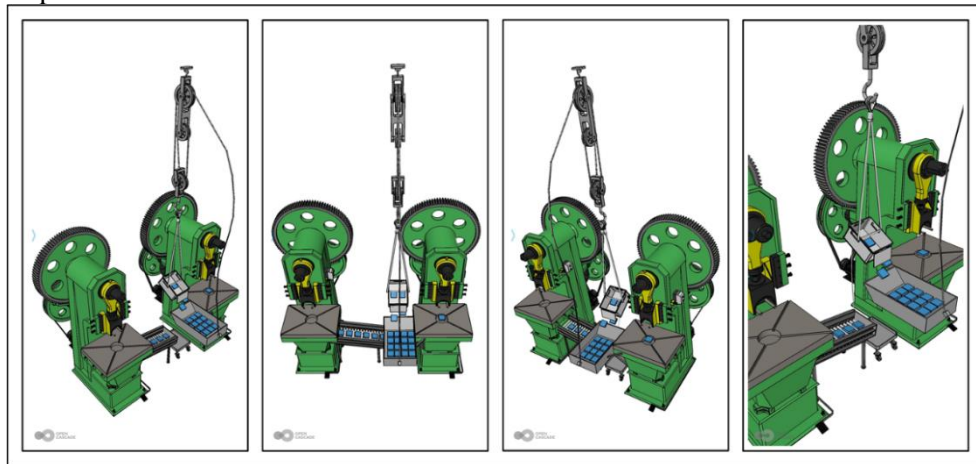


Gambar 4. Kontainer



Gambar 5. Wadah

Selain mereduksi transportation waste, waiting waste, dan motion waste, perancangan alat bantu proses produksi pada poin 1 sampai dengan poin 4 juga dapat mereduksi waste lainnya yaitu inventory waste. Adapun visualisasi penerapan seluruh rancangan tersebut yang dapat dilihat pada **Gambar 6**.

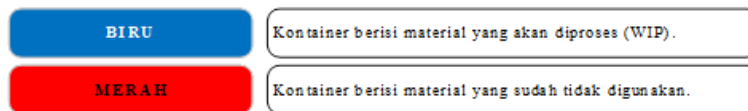


Gambar 6. Visualisasi penerapan seluruh rancangan

Penerapan Konsep 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke)

Konsep 5S diusulkan dengan tujuan untuk mereduksi *motion waste*. Berikut merupakan rekomendasi perbaikan dari setiap elemen pada konsep 5S:

1. Pemilahan antara WIP dan material yang tidak digunakan (*Seiri*)
 Usaha untuk mencapai *Seiri* yaitu dengan merancang *visual control* yang diterapkan pada kontainer berisi WIP dan material yang tidak digunakan seperti ditunjukkan pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Visual Control – Warna Kontainer

2. Penataan lingkungan disekitar stasiun kerja (*Seiton*)
 Usaha untuk mencapai *Seiton* yaitu dengan membuat *visual control* berupa *line mark*. Penggunaan *line mark* bertujuan agar lingkungan disekitar SK tidak berantakan sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar. *Visual control* berupa *line mark* dapat dilihat pada **Gambar 8**.

KUNING	Area mesin, area kerja, dan area produksi.
HIJAU	Raw material, bahan baku, area P3K.
MERAH	Area <i>reject/defect/scrap</i> .
JINGGA	Area material yang akan diinspeksi.
BIRU	<i>Work in Progress</i> .
HITAM	<i>Finished Goods Product</i> .
HITAM & KUNING	Area berbahaya, diikuti dengan label <i>safety sign</i> .
MERAH & PUTIH	Area <i>emergency, electrical panel, perlengkapan pemadaman</i> .

Gambar 8. *Visual Control – Line Mark*

3. Pembersihan dan pemeliharaan lingkungan kerja secara berkala (*Seiso*)
Usaha untuk mencapai *Seiso* yaitu dengan merancang *visual sign* seperti ditunjukkan pada **Gambar 9**.
4. Konsistensi dalam penerapan konsep 5S (*Seiketsu*)
Usaha untuk mencapai *Seiketsu* yaitu dengan dilakukannya sosialisasi pada seluruh pekerja. Selain itu dapat juga dilakukan pemeriksaan rutin terhadap konsistensi penerapan konsep 5S oleh pegawai, menyusun *checklist* kebersihan, memeriksa kelayakan fasilitas penunjang produksi, dan melaksanakan evaluasi penerapan 5S dan lain sebagainya.



Gambar 9. *Visual Sign – Pentingnya menjaga kebersihan dan kerapian*

5. Pendisiplinan pekerja (*Shitsuke*)
Usaha untuk mencapai *Shitsuke* yaitu dengan menerapkan sistem *reward and punishment* bagi pegawai yang menerapkan konsep 5S dengan baik dan bagi pegawai yang tidak menerapkan konsep 5S.
6. Perancangan ulang *layout* produksi
Perancangan ulang *layout* produksi dilakukan dengan tujuan agar perancangan alat bantu berupa *Roll Conveyor*, sistem katrol, kontainer, dan wadah, dapat diterapkan dengan baik di lantai produksi. Perancangan ulang *layout* produksi juga memperhatikan penerapan perbaikan yang dilakukan dengan konsep 5S.
7. Penambahan fasilitas pendukung proses produksi
Penambahan fasilitas pendukung proses produksi berupa *Trolley Pallet Jack* dan *Wooden Pallet* bertujuan untuk mereduksi *waiting waste* dalam bentuk menunggu kereta dorong

selesai digunakan.

8. Penerapan *Lean Thinking*

Penerapan *lean thinking* dilakukan pada seluruh SDM di CV. UM. Penerapan ini juga dapat mereduksi *waiting or inventory waste* yang terjadi.

Asumsi perubahan waktu apabila rekomendasi perbaikan diterapkan yaitu terjadi pada *total production lead time* dari 20.007,04 detik menjadi 16.180,04 detik. Perubahan waktu tersebut terjadi pada aktivitas NVA dari 1.877,70 detik menjadi 1.627,70 detik, dan aktivitas NNVA dari 6.611,31 detik menjadi 3.029,31 detik.

Value Stream Mapping (VSM) Future State

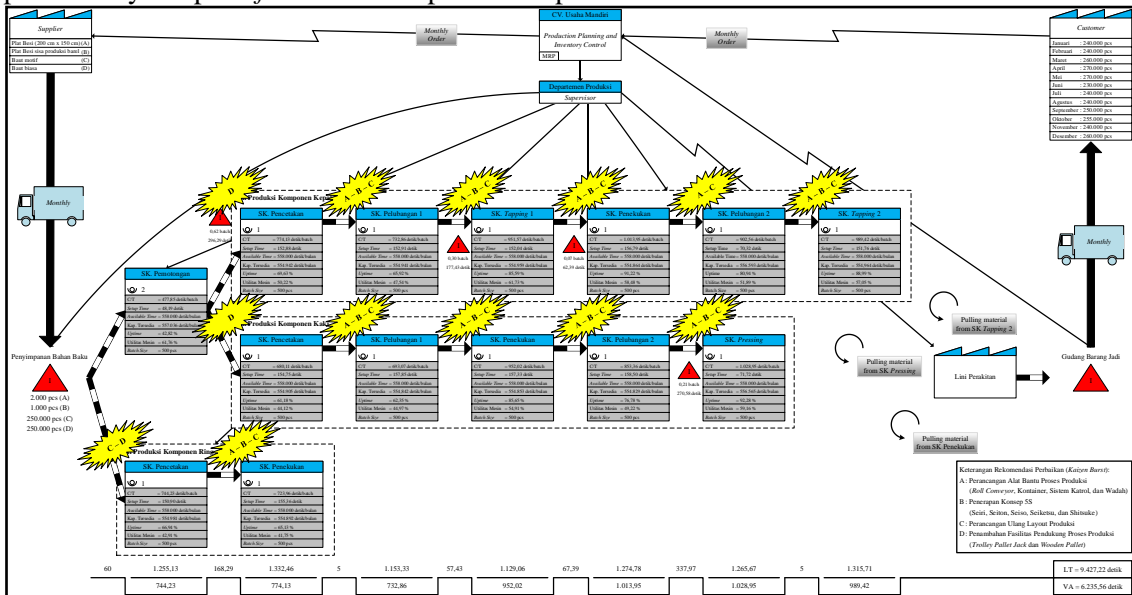
Pemetaan VSM *future state* dilakukan berdasarkan VSM *current state* dan rekomendasi perbaikan yang telah diusulkan pada tahap sebelumnya. Adapun VSM *future state* dapat dilihat pada **Gambar 11**. Berdasarkan VSM *future state* yang telah dipetakan, diperoleh informasi *total production lead time* sebesar 9.427,22 detik dengan *value added time* sebesar 6.235,56 detik. Sehubungan dengan itu, tingkat produktivitas perusahaan dimasa yang akan datang (*future state*) dapat diketahui dengan menghitung persentase PCE. Perhitungan PCE *future state* dapat dilihat sebagai berikut:

$$PCE_{future\ state} = \frac{6.235,56\ \text{detik}}{9.427,22\ \text{detik}} \times 100\% = 66,14\%$$

Berdasarkan hasil PCE *future state*, dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan produktivitas sebesar 13,40% dengan asumsi bahwa rekomendasi perbaikan telah diterapkan pada aliran produksi *Bracket Roulet Gordyn*.

Perbandingan Current State dan Future State

Setelah mengetahui *current state* dan *future state*, terdapat beberapa parameter yang berubah apabila rekomendasi perbaikan pada aliran produksi *Bracket Roulet Gordyn* di CV. UM diterapkan. Adapun perbandingan dari setiap parameter pada *current state* dengan hasil perbaikan yaitu pada *future state* dapat dilihat pada **Tabel 4**.



Gambar 11. Value Stream Map Future State

Tabel 4. Perbandingan *Current State* dan *Future State*

No	Parameter	Kondisi	
		<i>Current</i>	<i>Future</i>
1	Total <i>Production Lead Time</i> (Detik)	20.007,04	16.180,04
		Reduksi waktu 3.832 detik (19%)	
2	Total <i>Non-Value-Added Time</i> (Detik)	1877,70	1627,70
		Reduksi waktu 250 detik (13%)	
3	Total <i>Necessary but Non-Value-Added Time</i> (Detik)	6.611,31	3.029,31
		Reduksi waktu 3.582 detik (54%)	
4	<i>Process Cycle Efficiency</i> (PCE)	52,47%	66,17%
		Meningkat 13,43%	

D. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing* dan analisis terhadap hasil yang diperoleh dari pengolahan data, dapat ditarik kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Terdapat 4 jenis *waste* dominan yang menyebabkan aliran *value* di CV. UM tidak lancar antara lain *Excessive Transportation* (26%), *Waiting* (21%), *Unnecessary Motion* (19%), dan *Unnecessary Inventory* (14%). Aktivitas *Excessive Transportation* terjadi karena tidak ada ukuran standar pemindahan material, sehingga operator sering memindahkan material dengan jumlah yang tidak konsisten. Sementara itu, penyebab munculnya aktivitas *Waiting* (WIP menunggu untuk diproses) dan *Unnecessary Inventory* memiliki keterkaitan, dimana ketika terjadi penumpukan WIP disalah-satu stasiun kerja, maka akan menimbulkan aktivitas *waiting*. Faktor penyebab munculnya aktivitas tersebut karena adanya keterbatasan kemampuan dan/atau pemahaman operator saat bekerja, sedangkan penyebab terjadinya aktivitas menunggu kereta dorong selesai digunakan yaitu karena adanya keterbatasan fasilitas kerja. Selain itu, penyebab munculnya aktivitas *Unnecessary Motion* yaitu karena perusahaan belum melakukan penataan lingkungan kerja, sehingga fasilitas yang ada di rantai produksi berantakan.
2. Upaya yang dapat dilakukan untuk mereduksi *transportation waste* yakni dengan merancang *Roll Conveyor*, sehingga operator tidak perlu lagi mengangkat dan memindahkan material. Sedangkan upaya yang dilakukan untuk mereduksi *waste* operator menunggu kedatangan material (*waiting*) yakni dengan melakukan perancangan atau penambahan fasilitas kerja berupa *Roll Conveyor*, sistem katrol, kontainer, dan wadah. Selain itu, perancangan tersebut juga dapat mereduksi *waste* gerakan pemindahan material dari kontainer ke meja kerja (*motion*). Upaya untuk mereduksi aktivitas menunggu kereta dorong selesai (*waiting*) yakni dengan menambahkan alat bantu berupa *Trolley Pallet Jack* dan *Wooden Pallet*, sedangkan untuk mereduksi penumpukan WIP yang menyebabkan timbulnya waktu menunggu (*waiting or unnecessary inventory*) yaitu dengan menerapkan *Lean Thinking*.
3. Berdasarkan hasil perhitungan *Process Cycle Efficiency* (PCE) diketahui bahwa persentase produktivitas apabila rekomendasi perbaikan diterapkan meningkat dari

52,74% menjadi 66,14% (peningkatan sebesar 13,40%). Hal tersebut karena *Non-Value Added time* berkurang dari 1.877,70 detik menjadi 1627,70 detik dan *Necessary but Non-Value Added time* berkurang dari 6.611,31 detik menjadi 3.034,31 detik.

Acknowledge

Terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikam ilmu, dukungan, dan doa kepada penulis, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dan diselesaikan dengan baik

Daftar Pustaka

- [1] Dailey, K., 2003. *The Lean Manufacturing pocket handbook*. Orlando: DW Publishing.
- [2] Gaspersz, V., dan Fontana, A., 2011. *Lean Six Sigma for manufacturing and services industries: waste elimination and continuous cost reduction*. Bogor: Vinchristo Publication.
- [3] George, M. O., 2010. *The Lean Six Sigma guide to Doing More with Less: Cut costs, reduce waste, and lower your overhead*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [4] Harsono, A. R., Ariyanto, S., dan Azlin, F., 2010. Usulan perbaikan untuk pengurangan *waste* pada proses produksi dengan metoda *Lean Manufacturing* (Studi kasus di PT. PLN (Persero) Jasa dan Produksi, Unit Produksi Bandung). Pada: *Proceeding Seminar Nasional IV Manajemen dan Rekayasa Kualitas*. Bandung, Indonesia, 2010. Bandung: Indonesia.
- [5] Hines, P., dan Rich, N., 1997. *The seven value stream mapping tools*. *International Journal of Operations & Production Management* [e-journal].17(1) 0144- 3577. Tersedia pada: University Press < DOI:10.1108/01443579710157989> [Diakses 27 September 2019].
- [6] Intifada, G.S., dan Witantyo, 2012. Minimasi *waste* (pemborosan) menggunakan *Values Stream Analysis Tool* untuk meningkatkan efisiensi waktu produksi (Studi kasus di PT. Barata Indonesia, Gresik). *Jurnal Teknik Pomits*, 1(1), h.1.
- [7] Locher, D., 2008. *Value stream mapping for lean development*. London: CRC Press
- [8] Ristyowati, T., Muhsin, A., dan Nurani, P.P., 2017. Minimasi *waste* pada aktivitas proses produksi dengan konsep *Lean Manufacturing*. *Jurnal Optimasi Sistem Industri (OPSI)*, 10(1), h.85.
- [9] SSCX Authoring Team. 2018. *5-Why Analysis*. Tersedia pada: < <http://sixsigmaindonesia.com/5-why-analysis/> > [Diakses 27 September 2019].
- [10] Vorley, G., 2008. *Mini guide to root cause analysis*. Guildford Surrey: Quality Management & Training (Publications) Ltd.
- [11] Zulkifli, A.L., Prasetyaningsih, E., dan Muhammad, C. R., 2019. Perbaikan aliran produksi dengan pengurangan pemborosan menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing*. Pada: *Prosiding Teknik Industri 2019*. Bandung, Indonesia 1 Februari 2019. Bandung: Indonesia