



## Minimasi Waste pada Proses Elektroplating di PT MUI untuk Memperbaiki Efisiensi Proses dengan Memanfaatkan Value Stream Mapping dan Yamazumi Chart (Studi Kasus: Emblem H-Mark 115)

Hery Hamdi Azwir<sup>\*1</sup>, Syafrina Yunita<sup>2</sup>, Hirawati Oemar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>) Faculty of Technology, Industrial Engineering Department, President University  
Jl. Ki Hajar Dewantara

Kota Jababeka, Cikarang, Bekasi - Indonesia 17550

<sup>2</sup>) PT MUI

Kawasan Industri Jababeka I, Cikarang, Bekasi, 17550

<sup>3</sup>) Fakultas Teknik, Departemen Teknik Industri, Universitas Islam Bandung  
Jl. Tamansari No 20, Bandung 40116

Email: <sup>1</sup>hery.azwir@president.ac.id, <sup>2</sup>yunitasyafa36@gmail.com, <sup>3</sup>hirawati@unisba.ac.id

### ABSTRACT

*PT MUI is a company that carries out the electroplating process for car accessories. Due to the high number of requests, process efficiency is very important because inefficiency can slow down production lead time so that production targets are not achieved and will have an impact on delays in the delivery of goods to customers. The lean manufacturing approach is carried out as an effort to minimize process inefficiencies. Therefore, value stream mapping and Yamazumi chart analysis were carried out to identify waste. Two dominant wastes that affect the level of efficiency based on research results are defect waste and waiting waste. After analyzing the root of the problem, it was then repaired using the Kaizen method. Improvements were made in the form of treatment of the water supply system, cleaning of the transporter machine, and modification of the jig capacity to increase the quantity from 90 pcs per batch to 144 pcs per batch. After repairs were made, the sigma level for the waste defect category increased by 0.42, from 3.35 to 3.77, and decreased the total lead time by 95.189 seconds or from 164.886 seconds to 69.677 seconds, so that it will be able to improve the process cycle efficiency (PCE) of 6.74%.*

**Keywords:** *electroplating process, lean manufacturing, value stream mapping, kaizen, yamazumi chart, efficiency.*

### ABSTRAK

PT MUI merupakan perusahaan yang melakukan proses pelapisan (*electroplating*) asesoris mobil. Karena jumlah permintaan yang tinggi, maka efisiensi proses menjadi sangat penting sebab ketidakefisienan dapat memperlambat waktu produksi (*lead time*) sehingga target produksi tidak tercapai dan akan berdampak terhadap keterlambatan pengiriman barang kepada pelanggan. Pendekatan *lean manufacturing* dilakukan sebagai upaya untuk meminimasi ketidakefisienan proses. Karena itu dilakukan analisis *value stream mapping* dan *yamazumi chart* untuk mengidentifikasi pemborosan. Dua pemborosan dominan yang berpengaruh terhadap tingkat efisiensi berdasarkan hasil penelitian adalah *waste defect* dan *waste waiting*. Setelah dilakukan analisis akar masalah selanjutnya dilakukan perbaikan dengan metode Kaizen. Perbaikan yang dilakukan berupa treatment pada sistem *supply air*, *cleaning* mesin transporter, modifikasi kapasitas jig untuk menambah kuantitas yang sebelumnya 90 pcs per batch menjadi 144 pcs per batch. Setelah dilakukan perbaikan, maka level sigma untuk kategori *waste defect* mengalami kenaikan sebesar 0,42 yaitu dari 3,35 menjadi 3,77 dan penurunan total *lead time* sebanyak 95.189 detik atau dari 164.886 detik menjadi 69.677 detik, sehingga akan dapat meningkatkan *process cycle efficiency* (PCE) sebesar 6,74%.

**Kata kunci:** *proses electroplating, lean manufacturing, value stream mapping, kaizen, yamazumi chart, efisiensi*

## 1. Pendahuluan

PT MUI adalah perusahaan otomotif yang bergerak dibidang jasa elektroplating asesoris mobil. PT MUI dalam proses elektroplatingnya menghasilkan *output* berupa *chrome bright plating* berkualitas tinggi untuk asesoris interior maupun eksterior pada mobil. Perusahaan ini adalah sebuah industri yang bekerja dengan *sistem make to order*, dimana produk-produk yang diproses di PT MUI memiliki model yang variatif yang terdiri lebih dari 130 model yang berbeda dari *customer* yang berbeda pula. Salah satu model asesoris tersebut adalah Emblem H-Mark 115 dari *customer* PT HPM. Emblem H-Mark 115 adalah produk yang memiliki permintaan paling tinggi setiap bulannya yaitu rata-ratanya diatas 30.000 pcs dan memiliki jadwal produksi setiap hari.

Pada periode Oktober hingga Desember 2020, PT MUI tidak berhasil memenuhi permintaan PT HPM. Rata-rata permintaan PT HPM yang harus dipenuhi setiap bulannya adalah 30.000 pcs, sedangkan rata-rata aktual produksi yang dapat dilakukan setiap bulannya untuk memenuhi permintaan tersebut adalah 27.000 pcs, dan rata-rata pengiriman yang dapat dilakukan kepada PT HPM setiap bulannya adalah 24.000 pcs. Itu artinya, PT MUI tidak berhasil dalam memenuhi target produksi dan tidak berhasil dalam memenuhi target pengiriman sesuai permintaan dari PT HPM. Dari hasil observasi awal, ketidaktercapaian target produksi dan pengiriman ini dikarenakan adanya peningkatan jumlah permintaan, kapasitas lini produksi per hari sudah mencapai batas maksimal, *lead time* proses elektroplating Emblem H-Mark 115 tinggi, terdapat *bottleneck* di beberapa aliran proses dan tingginya *rejection* proses yang dihasilkan.

Studi ini bertujuan untuk memperbaiki efisiensi proses *elektroplating* Emblem H-Mark 115 menggunakan konsep *lean manufacturing* dengan memanfaatkan *value stream mapping* (VSM) dan *Yamazumi Chart*. Upaya ini perlu dilakukan agar perusahaan dapat memenuhi permintaan PT HPM setiap bulannya tanpa harus mengurangi jumlah produksi yang lainnya. Melalui VSM dan Yamazumi chart dapat diketahui proses mana saja yang mengalami pemborosan dan memerlukan efisiensi.

## 2. Metodologi

Langkah awal dilakukan dengan cara meninjau dan mengamati secara langsung proses elektroplating PT MUI di line produksi juga mengamati keseluruhan aktivitas pekerjaan yang dilakukan oleh operator. Selanjutnya dilakukan Identifikasi masalah yang akan menjadi fokus dari penelitian dan dijadikan sebagai bahan pembahasan pada tahap analisis dan perbaikan. Berdasarkan temuan masalah tersebut dilakukan pengumpulan data yaitu: Pertama, data produk cacat periode Oktober - Desember 2020, data jumlah produksi Emblem H-mark 115 periode Oktober 2020 - Desember 2020, data pengukuran waktu kerja dibagian jigging, unjigging cutting, dan inspection untuk part H-mark 115 sebelum dan sesudah perbaikan. Kedua, data *process flow* elektroplating dan data *kondisi awal map* proses elektroplating. Untuk menggambarkan situasinya maka akan digunakan *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Yamazumi Chart*.

Untuk memahami kondisi awal digunakan *Value Stream Mapping*, yaitu suatu pemetaan yang memberi gambaran seluruh aliran proses mulai dari pembelian *raw material* sampai dengan pengiriman *finish good* kepada pelanggan. Dalam pemetaan ini dapat diketahui *Value stream* yaitu aktifitas yang memiliki nilai tambah (VA) maupun yang tidak bernilai tambah (NVA) yang diperlukan untuk mengalirkan produk dari ujung ke ujung. *Value stream* dapat diterapkan pada aliran produksi dari bahan mentah ke tangan pelanggan, dan aliran desain dari sebuah konsep hingga penerapannya (Rother & Shook, 2009).

*Yamazumi chart* dalam bahasa Jepang berarti tumpukan, secara harfiah disebut juga dengan perbandingan atau membandingkan. Yamazumi chart dibuat dengan menggunakan grafik batang yang ditumpuk yang artinya adalah gambaran keseimbangan waktu siklus beban kerja diantara beberapa operator (Yuselin & Angganatha, 2019). *Yamazumi chart* pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui perbandingan *cycle time* proses dengan *takt time*.

Diagram pareto merupakan salah satu alat manajemen kualitas yang penyajiannya untuk data yang berupa angka-angka (Kurniawan & Azwir, 2018). Diagram pareto adalah distribusi data atribut yang disusun secara sederhana berdasarkan kategori dan secara otomatis mengidentifikasi cacat yang paling sering terjadi. Diagram pareto sering digunakan sebagai alat untuk menampilkan cacat produk, kegagalan, dan keluhan keluhan pelanggan (Montgomery, 2009).

Selanjutnya upaya perbaikan menggunakan metode Kaizen. Kaizen merupakan suatu tempat penampungan perubahan-perubahan kecil yang berkesinambungan. Kaizen tidak memerlukan investasi besar dalam

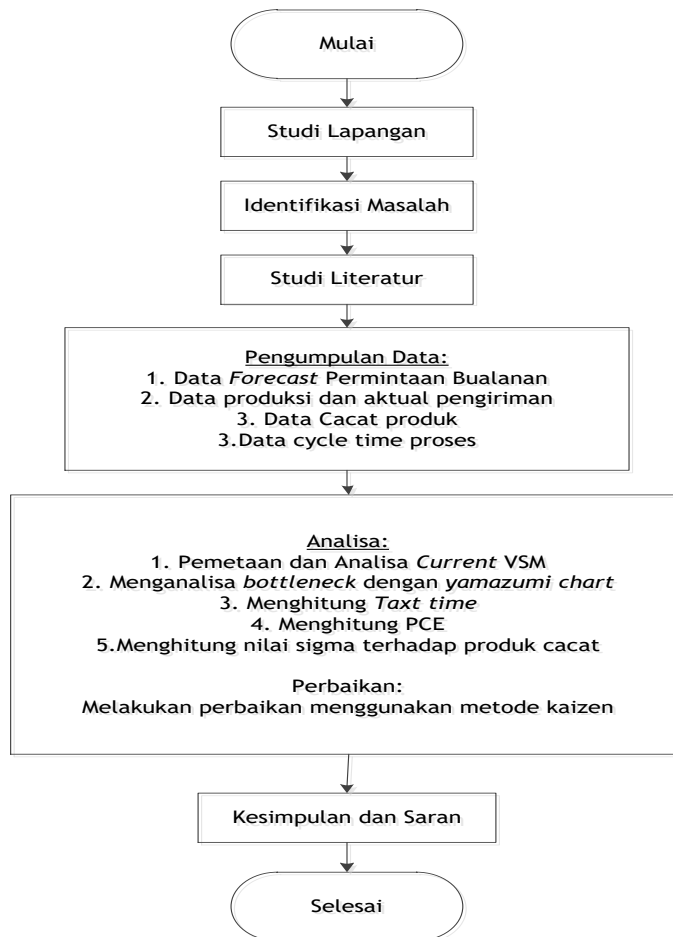
penerapannya, tetapi memerlukan usaha yang terus-menerus untuk melaksanakannya dan tanggung jawab (Musman, 2019).

Menurut Kato dan Art Smalley (2011:38), ada 6 langkah dalam membuat kaizen (Fatkhurrohman & Subawa, 2016). Keenam langkah tersebut adalah

Menemukan potensi perbaikan

1. Melakukan analisa terhadap proses saat ini
2. Mengemukakan ide original
3. Menyusun rencana penerapan
4. Melakukan perbaikan
5. Mengevaluasi perubahan metode baru

Secara umum kerangka studi yang dilakukan dapat ditunjukkan dengan diagram alir pada Gambar 1.



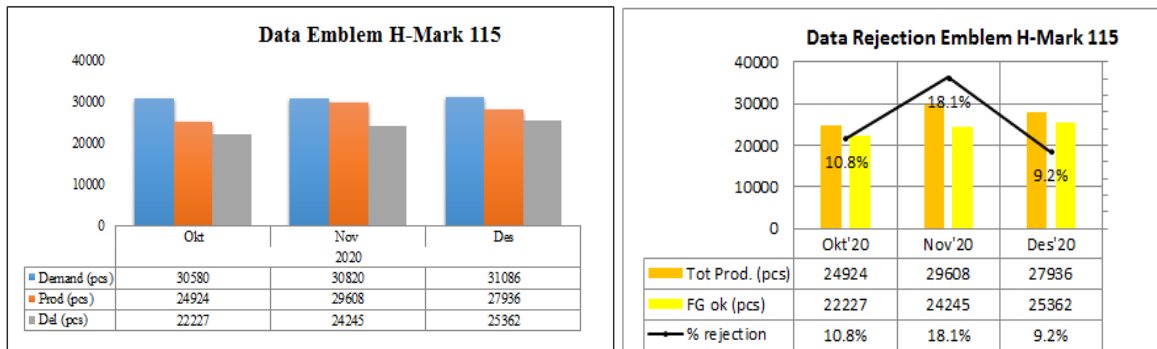
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

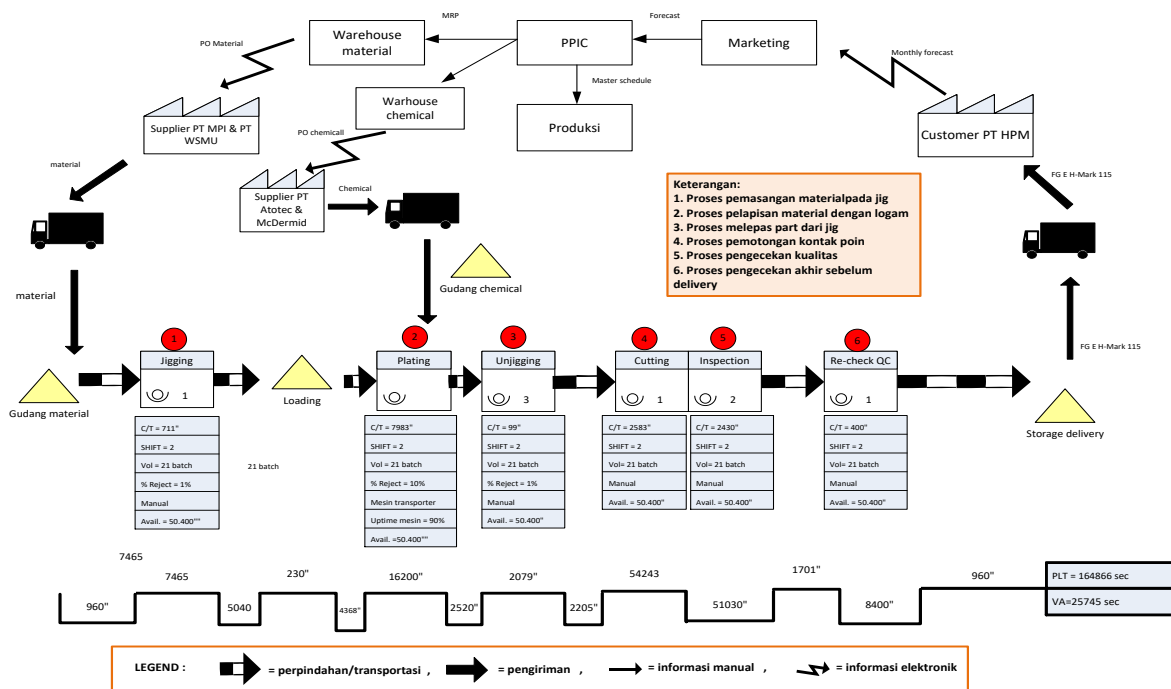
#### 3.1. Data produksi

Data jumlah produksi Emblem H-Mark 115 dan data jumlah pengiriman setiap bulan selama tiga bulan diperlihatkan dalam Gambar 2. Berdasarkan data permintaan pelanggan dan pencapaian target pada Gambar 2, dapat dilihat bahwa dari bulan Oktober 2020 hingga Desember 2020 produksi dan pengiriman Emblem H-Mark 115 di PT MUI tidak pernah mencapai target permintaan pelanggan, itu terbukti dari grafik untuk jumlah produksi dan jumlah pengiriman lebih rendah dari grafik permintaan pelanggan. Hal ini dikarenakan jumlah permintaan pelanggan tinggi sedangkan kapasitas lini produksi yang tersedia tidak mencukupi, *lead time* proses yang tinggi dan jumlah produk reject yang tinggi. *Kondisi awal map* pada Gambar 3 menunjukkan kondisi yang terjadi saat ini pada proses elektroplating PT MUI. Diketahui *lead time* proses elektroplating emblem H-Mark

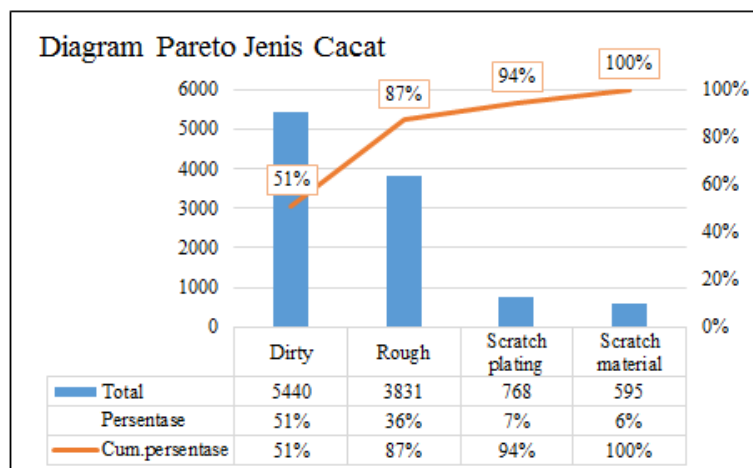
115 adalah 164.866 detik atau 46 jam. Sedangkan Gambar 4 memperlihatkan Pareto chart yang menunjukkan bahwa empat jenis cacat yang terjadi dan yang paling signifikan adalah *Dirty* dan *Rough*. Gambar 5 memperlihatkan aliran proses elektroplating di PT MUI.



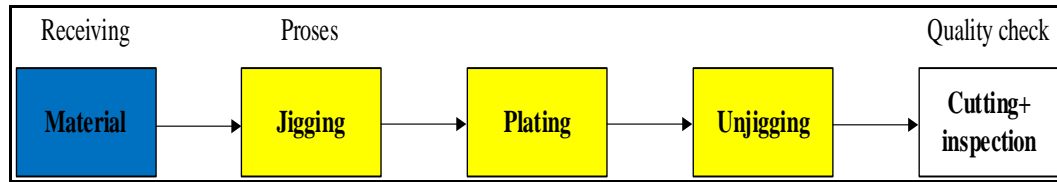
Gambar 2. Data Permintaan pelanggan, pencapaian target, dan reject periode Oktober-Desember 2020



Gambar 3. Kondisi awal VSM proses elektroplating Emblem H-Mark 115



Gambar 4. Pareto Chart



Gambar 5. Process Flow Elektroplating PT.MUI

### 3.2. Analisis

#### 3.2.1. Analisis Kondisi Awal VSM

Berdasarkan kondisi awal *value stream mapping* dapat diketahui bahwa terdapat *waste defect* pada proses elektroplating, *defect* tersebut terjadi pada proses *jigging* (1%) yang disebabkan oleh goresan (*scratches*) pada saat pemasangan material pada jig, pada proses *unjigging* (1%) yang disebabkan oleh goresan (*scratches*) pada saat melepas part dari jig, dan pada proses elektroplating (10%) yang disebabkan oleh ketidaksempurnaan hasil lapisan seperti bintik-bintik pada hasil lapisan atau disebut dengan *dirty* yang terjadi karena kontaminasi air oleh partikel-partikel organik dan terdapat *defect* permukaan kasar atau benjolan pada hasil lapisan atau disebut *roughness* yang disebabkan oleh rontokan partikel logam dari mesin yang kemudian partikel tersebut menempel pada *part* lain dan ikut terlapis lagi pada *part* tersebut.

Selain *waste defect*, juga dapat diketahui adanya *waste waiting* karena terjadi *bottleneck* di tiga *section* proses elektroplating. Hal ini disebabkan oleh tingginya siklus waktu (CT) pada proses elektroplating (7983 detik) dikarenakan proses elektroplating dijalankan secara otomatis dengan mesin, produk yang diproduksi setiap hari memiliki puluhan model yang berbeda-beda dari *customer* yang berbeda dan spesifikasi yang berbeda pula. *Setting-an* waktu tidak dapat dirubah karena lamanya waktu proses mempengaruhi ketebalan hasil lapisan. Proses *cutting* (2583 detik) hal ini dikarenakan ada empat kontak poin pada material yang akan dipotong, jumlah ini termasuk banyak untuk ukuran Emblem H-Mark 115 yang tergolong kepada *part* berukuran *small to middle part* dibanding *part* lain yang berukuran *big part* yang hanya memiliki 2-4 kontak poin yang mana kontak poin tersebut berfungsi sebagai pengait material pada jig agar arus listrik dari anoda mengalir ke material. Proses *inspection* (2430 detik) hal ini dikarenakan adanya perbedaan kecepatan pengecekan antara karyawan lama dan karyawan baru.

#### 3.2.2. Perhitungan Takt time

Total waktu yang tersedia per hari adalah  $(7 \times 2) \times 3600$  detik = 50.400 detik. Kemudian data permintaan bulanan (*monthly demand*) Emblem H-Mark 115 adalah sebesar 30.828 pcs atau sebanyak 343 *batch*/bulan, karena 1 *batch* berjumlah 90 pcs. Data ini diketahui dari rata-rata *forecast customer* pada bulan Oktober-Desember 2020, rata-rata dalam satu bulan jumlah hari kerja adalah 22 hari maka perhitungan *customer demands* adalah seperti berikut ini.

$$\text{Customer demands} = \frac{343 \text{ batch}}{22 \text{ hari}} = 16 \text{ batch/hari}$$

Pada *value stream mapping* Gambar 3, diketahui rata-rata total *reject* yang dihasilkan selama proses elektroplating adalah 12% dan *uptime* mesin transporter adalah 87% (data *maintenance* PT MUI). Maka *customer demands*-nya menjadi:

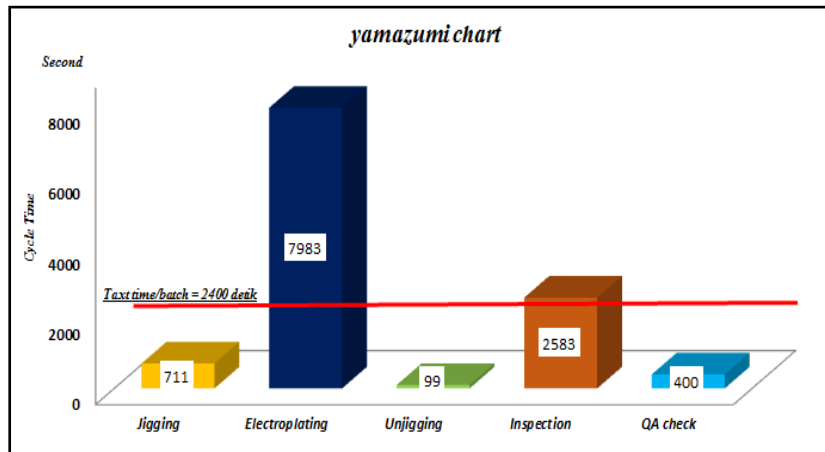
$$\text{Customer demands} = 16 \text{ batch/hari} : 87\% (1 - 0,12) = 21 \text{ batch/hari}$$

Sehingga

$$\text{Takt time} = \frac{\text{waktu kerja yang tersedia per hari (detik)}}{\text{customer demands per hari (batch)}} = \frac{50.400 \text{ detik}}{21 \text{ batch}} = 2.400 \text{ detik/batch}$$

#### 3.2.3. Yamazumi chart

Untuk mendapatkan gambaran perbandingan antara *cycle time* (CT) dengan *takt time* dapat dilihat menggunakan grafik Yamazumi chart yang diperlihatkan dalam Gambar 6. Dapat terlihat sangat jelas bahwa proses elektroplating jauh melampaui takt time. Karena itu proses elektroplating perlu menjadi perhatian untuk segera diperbaiki mengingat *cycle-timanya* mencapai 3 kali lebih besar dari takt-time.



Gambar 6. Yamazumi chart untuk proses elektroplating E-Hmark 115

### 3.2.4. Perhitungan PCE dan level sigma

#### A. PCE (process cycle efficiency)

Efisiensi siklus proses adalah cara pengukuran yang berguna untuk melihat keefisienan suatu pabrik. Dengan menggunakan metrik ini dapat dilihat bagaimana persentasi antara waktu proses terhadap waktu keseluruhan produksi yang dilakukan oleh pabrik. Menurut Gasperz (Gasperz & Fontana, 2007), suatu proses dapat disebut telah *lean* apabila nilai PCE-nya > 30% (Yola & dkk, 2017). Dari gambar kondisi awal map, Gambar 3 dapat dilihat bahwa untuk menghasilkan finish goods Emblem H-Mark 115 sebanyak 1400 pcs dibutuhkan 21 batch (1 batch = 90 pcs) produksi Emblem H-Mark 115 dengan rata-rata persentase *rejection* proses adalah 12% dan waktu proses (*lead time*) sebesar 164866 detik, dengan total *value added time* sebesar 25745 detik. Maka, dengan rumus *process cycle efficiency* didapat hasil persentase efisiensi proses elektroplating Emblem H-Mark 115 sebesar 15,62%.

$$PCE = \frac{\text{Total value added time}}{\text{Total production lead time}} = \frac{25745}{164866} = 15,62 \%$$

#### B. Level sigma

Untuk mengetahui nilai DPMO dan sigma awal maka dilakukan perhitungan ini:

- Perhitungan *Defect per Unit* (DPU),  

$$DPU = \frac{10634}{82468} = 0,1289469855$$
- Perhitungan *Defect per Opportunity* (DPO),  

$$DPO = \frac{0,1289469855}{4} = 0,0322367464$$
- Perhitungan *Defect per Million Opportunity* (DPMO),  

$$DPMO = 0,0322367464 \times 1.000.000 = 32.237$$

Maka berdasarkan DPMO yang didapatkan, dengan menggunakan tabel konversi sigma berdasarkan konsep Motorola, didapat nilai sigma saat ini sebesar 3,35.

### 3.3. Rencana Perbaikan

#### 3.3.1. Perbaikan untuk *waste defect*

Perbaikan terhadap masalah pemborosan akibat *defect* dilakukan setelah menelusuri akar penyebab masalah melalui analisis kondisi awal *VSM*. Berdasarkan analisis penyebab masalah yang dilakukan disepanjang aliran proses dengan menggunakan *kondisi awal VSM* terhadap *waste defect*, maka dilakukan perbaikan (*corrective action*) terhadap *supply* air dibagian *water treatment process* (WTP) dan melakukan *cleaning* terhadap mesin transporter. Penjelasan lebih rincinya dapat dilihat dalam Tabel 1.

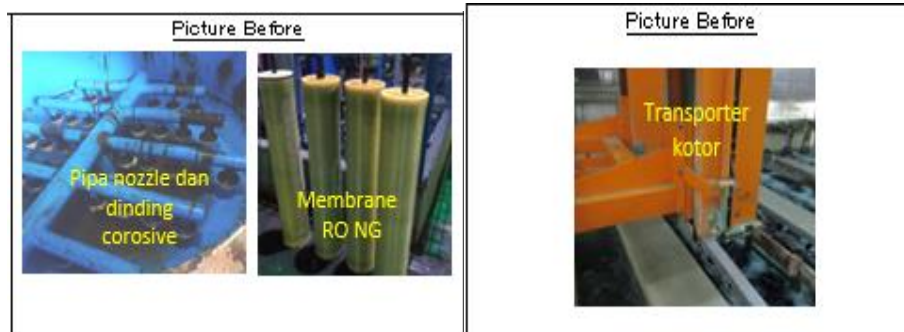
Perbaikan pertama, Perbaikan dilakukan di area WTP (*water treatment process*) dengan cara mengganti pipa saluran air yang telah korosif dengan yang baru, melakukan *coating* pada dinding tanki untuk menghindari

korosif dan kebocoran, mengganti membran filter air RO yang berkarat, dan mengganti anion - kation yang telah jenuh untuk menghilangkan kontaminasi logam. Mengganti *sand filter* yang sudah jenuh untuk menghilangkan partikel organik pada air. Gambar 7 memperlihatkan proses perbaikan sistem water treatment.

Perbaikan kedua adalah membersihkan mesin transporter, membuat tatakan pada bagian kaki mesin yang dekat dengan larutan dengan tujuan agar partikel logam dari badan mesin yang korosif saat transporter saat bergerak tidak langsung jatuh ke dalam larutan kimia dan mengotori larutan. Gambar 8 memperlihatkan proses *cleaning* mesin transporter.

Tabel 1. Rangkuman rencana perbaikan *Defect*

Pemborosan	Akar masalah	Analisa penyebab	Perbaikan	Status pengerjaan
<i>Defect</i>	Kontaminasi partikel logam pada larutan	Partikel karat dari mesin transporter jatuh ke larutan dan pipa dan tanki air supply korosif	Membersihkan mesin transporter dan membuat tatakan dibagian bawah mesin	Sudah dikerjakan
	Kontaminasi partikel organik pada larutan	Sand filter jenuh/ <i>leakage</i> dan membran filter air rusak	Penggantian pipa air dan penggantian sand filter	Sudah dikerjakan
	Saat membuka <i>protection</i> material, kemungkinan ada material yang jatuh ke lantai	pengepakan material dengan menggunakan plastik tidak efektif sehingga saat MP mengeluarkan material dari plastik kemungkinan ada material yang jatuh kelantai	Mengganti desain box penyimpanan untuk material	Sudah dikerjakan
	MP terburu-buru saat memasang material/melepas part dari jig	MP panik atau MP baru	Sosialisasi cara kerja pada MP baru	<i>Outstanding</i>



Gambar 7. Perbaikan terhadap sistem *water treatment process*



Gambar 8. Perbaikan terhadap *cleaning* mesin transporter

Untuk pencegahan agar kejadian ini tidak terulang lagi, maka akan dilakukan:

- Pembersihan transporter setiap minggu.
- Melakukan pengecekan konduktivitas setiap 2 jam per hari.
- Melakukan *cleaning storage* air Jababeka, soften, RO, DI setiap 1,5 bulan sekali, melakukan *cleaning* RO sistem setiap 3 bulan sekali (*sub count*), melakukan penambahan anion & kation setiap 6 bulan sekali, melakukan inspeksi tanki *sand filter*, *carbon tank* dan *softener tank* untuk pastikan tidak korosif 1,5 tahun sekali.

### 3.3.2. Perbaikan untuk *waste waiting*

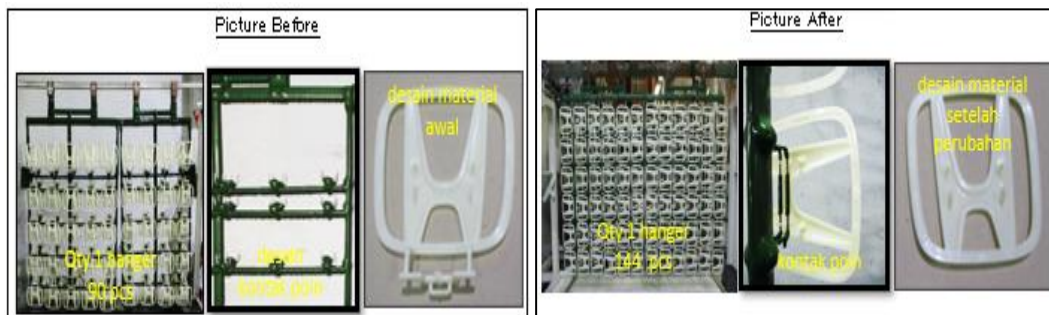
Perbaikan dilakukan berdasarkan akar penyebab masalah yang telah didapat melalui analisa kondisi awal VSM. Perbaikan dilakukan dengan cara modifikasi jig untuk menambah kuantitas jig dan menghilangkan aktivitas membuka plastik material dan mengganti box material dengan desain yang lebih *safety*. Tabel 2 menjelaskan secara lebih rinci rencana perbaikannya.

Dilakukan modifikasi jig dengan penambahan kapasitas dimana jumlah awal adalah 90 pcs per hanger. Setelah dilakukan perbaikan kuantitas, jumlah material yang dipasang adalah 144 pcs per hanger. Selain modifikasi penambahan kapasitas jig dilakukan juga perubahan terhadap kontak poin jig dan kontak poin pada desain material. Kontak poin jig sebelumnya memiliki kedua sisinya terbuka dan memasang material dengan cara dikaitkan dirubah dengan kedua sisi tertutup dan memasang material dengan cara dijepit. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 9.

Perubahan desain jig dilakukan untuk mengurangi *cycle time* pada proses elektroplating sedangkan perubahan desain material bertujuan untuk mengurangi *cycle time* pada proses *cutting*, selain itu juga dapat menghemat bahan baku saat proses *injection mold* (oleh supplier). Dilakukan modifikasi box material dan box penyimpanan untuk memudahkan pengepakan material dan *finish goods* sehingga *cycle time* pada proses *jigging*, *unjigging*, *cutting* dapat diminimasi dan penyimpanan produk lebih *safety*. Hasilnya dapat dilihat dalam Gambar 10.

Tabel 2. Rangkuman rencana perbaikan *Waiting*

Pemborosan	Akar masalah	Analisa penyebab	Perbaikan	Status pengerjaan
Waiting	MP menghabiskan banyak waktu untuk memotong kontak poin <i>part</i>	Desain material (kontak poin) terlalu banyak	Melakukan modifikasi jig, desain material, dan desain box penyimpanan	Sudah dikerjakan
	<i>Bottleneck</i> pada proses elektroplating	Kapasitas jig tidak maksimal	Penambahan kuantitas pada jig	Sudah dikerjakan
	MP menghabiskan banyak waktu untuk pengecekan part	Adanya perbedaan waktu pengecekan antara karyawan lam dan karyawan baru	Training karyawan baru	<i>Outstanding</i>



Gambar 9. Perbaikan penambahan kuantitas per *batch*



Gambar 10. Perbaikan cara pengepakan untuk mengurangi waktu tunggu

### 3.4. Hasil Perbaikan



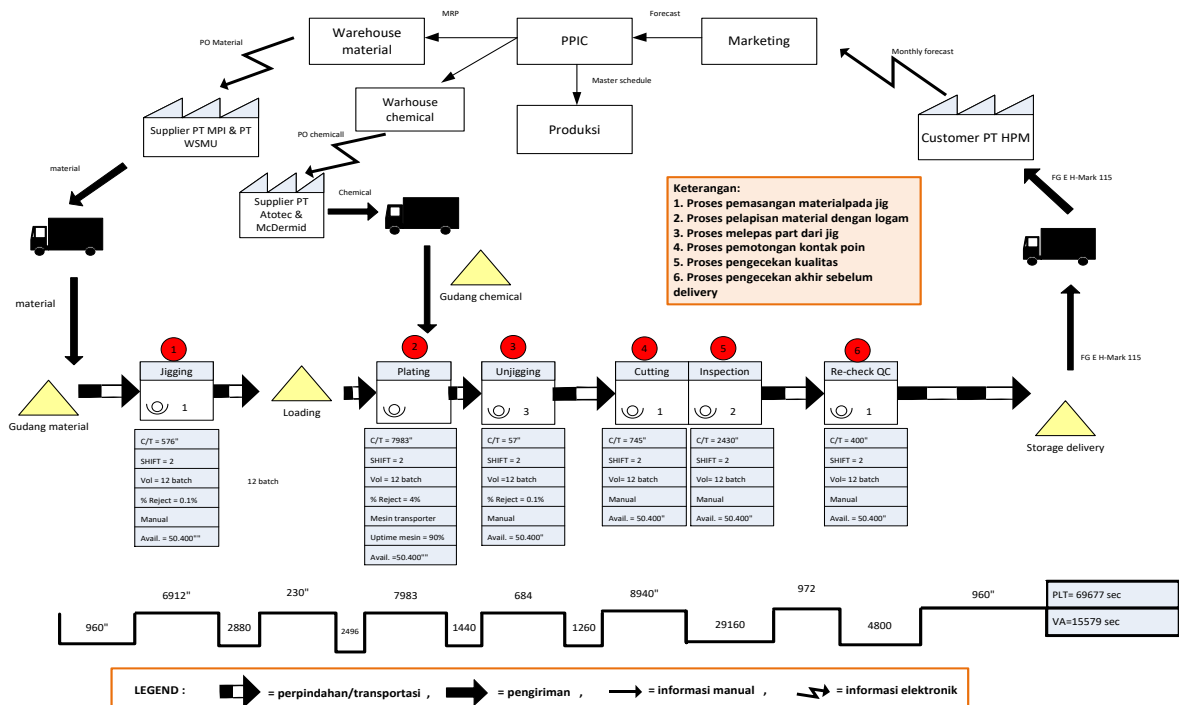
Dari VSM setelah perbaikan diketahui *lead time* proses emblem H-Mark 115 yaitu sebesar 69677 detik atau 19,4 jam. Berdasarkan VSM pada Gambar 11 diketahui bahwa untuk menghasilkan 1400 pcs *finish goods* Emblem H-Mark 115 dibutuhkan 12 *batch* (1 *batch* = 144 pcs) produksi Emblem H-Mark 115 dengan persentase *rejection* proses rata-rata 4,2% dan *lead time* proses elektroplating yaitu 69677 detik dengan total *value added time* 15579 detik. *Lead time* proses setelah perbaikan mengalami penurunan dari sebelumnya artinya jumlah waktu yang diperlukan untuk melakukan proses elektroplating Emblem H-Mark 115 hingga proses pengiriman ke *customer* dilakukan lebih cepat dari sebelumnya, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 11. Tabel 3 menjelaskan rangkuman perbandingan VSM lama dan yang baru.

Berikut ini nilai persentase PCE setelah perbaikan:

$$PCE = \frac{\text{Total value added time}}{\text{Total production lead time}} = \frac{15579}{69677} = 22,36\%$$

Tabel 3. Rangkuman perbandingan Current VSM dengan Future VSM

Klasifikasi	Sebelum perbaikan		Setelah perbaikan	
	Waktu (detik)	Persentase	Waktu (detik)	Persentase
VA	25745	15,62%	15579	22,36%
Waste	164866	84,38%	69677	77,64%
PCE	15,62%		22,36%	

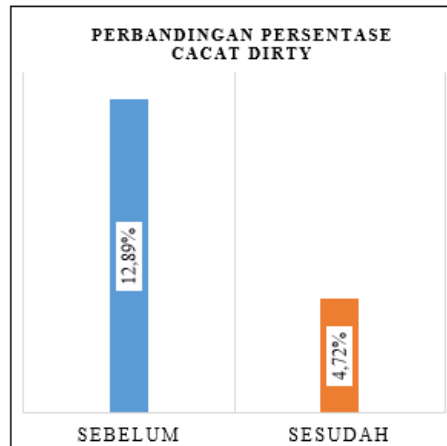


Gambar 11. VSM proses elektroplating Emblem H-Mark 115 setelah perbaikan

Kemudian dilakukan perbandingan terhadap kualitas produk sebelum dan sesudah perbaikan. Berdasarkan grafik persentase *defect dirty* pada Gambar 12 dapat dilihat bahwa jumlah produk cacat Emblem H-Mark 115 menurun. Dengan total produksi yang sama pada periode Oktober - Desember 2020 (sebelum perbaikan) dan periode Januari - Maret 2021 (setelah perbaikan) yaitu 82468 pcs, diketahui jumlah *defect dirty* sebelum perbaikan adalah 10634 pcs dan sesudah perbaikan menjadi 3890 pcs. Cacat *dirty* rata-rata menurun sebesar 8,17% dari jumlah sebelumnya, Tabel 4.

Tabel 4. Data persentase *rejection* setelah perbaikan

Tahun: 2021	Tot Prod. (pcs)	Tot. Cacat (pcs)	% rejection
Jan	25735	1253	4,9%
Feb	28670	1187	4,1%
Mar	28063	1450	5,2%
<b>Total</b>	<b>82468</b>	<b>3890</b>	<b>4,72%</b>



Gambar 12. Grafik perbandingan persentase *defect dirty* Emblem H-mark 115 sebelum dan sesudah perbaikan

Untuk tabel perbandingan sigma cacat produk sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5. Perhitungan level sigma terhadap *waste defect* setelah dilakukan perbaikan.

Perhitungan *Defect per Unit* (DPU),

$$DPU = \frac{3890}{82468} = 0,047170$$

Perhitungan *Defect per Opportunity* (DPO),

$$DPO = \frac{0,047170}{4} = 0,01179$$

Perhitungan *Defect per Million Opportunity* (DPMO),

$$DPMO = 0,1179 \times 1.000.000 = 11792$$

Nilai sigma, dengan menggunakan tabel konversi sigma berdasarkan konsep Motorola, maka didapat nilai sigma saat ini sebesar 3,77. Berdasarkan data pada Tabel 5 diketahui bahwa level sigma sebelum dilakukan perbaikan berada pada level 3,35 sigma. Setelah dilakukan perbaikan level sigma naik menjadi 3,77. Artinya, perbaikan yang dilakukan berhasil menurunkan cacat pada *part*.

Tabel 5. Perbandingan sigma cacat produk

Ket.	Waktu pengamatan	Tot. prod (pcs)	Tot. cacat (pcs)	DPU	DPO	DPMO	Level sigma
Sebelum	Okt-Des'20	82468	10634	0,12895	0,03224	32237	3,35
Sesudah	Jan-Mar'21	82468	3890	0,047170	0,01179	11792	3,77

#### 4. Simpulan

Dari hasil studi yang dilakukan dapat diambil kesimpulan: (1) Pemborosan yang terjadi hasil *Value Stream Mapping* (VSM) proses *electroplating* emblem H-Mark 115 adalah *waste defect* dan *waste waiting*. (2) Perbaikan yang dapat diterapkan untuk mengeliminasi pemborosan dan perbaikan proses *elektroplating* di PT. MUI

diantaranya adalah: Perbaikan sistem *water treatment process* dan *cleaning* mesin transporter secara periodik untuk *waste defect* dan perbaikan modifikasi jig untuk menambah kuantitas dan modifikasi box penyimpanan/pegepakan agar dapat mengurangi *waste waiting*, serta tidak lupa melakukan sosialisasi atau pelatihan bilamana diperlukan. (3) Hasil pemetaan aliran produksi dan aliran informasi proses *elektroplating* setelah dilakukan perbaikan berdasarkan VSM terbaru terjadi pengurangan *lead time* proses dari semula 164.866 detik atau 46 jam berkurang menjadi 69.677 detik atau menjadi 19,4 jam. Juga terjadi penurunan cacat produk yang terlihat dari peningkatan sigma level dari yang sebelumnya 3,35 menjadi 3,77. (4) Setelah dilakukan perbaikan terjadi peningkatan *process cycle efficiency* (PCE) sebanyak 6,740% dari yang sebelumnya 15,62% menjadi 22,36%.

## 5. Daftar Pustaka

1. Fatkhurrohman, A., & Subawa. (2016). Penerapan Kaizen Dalam Meningkatkan Efisiensi dan Kualitas Produk Pada Bagian Banbury PT Bridgestone Tire Indonesia. *Jurnal Administrasi Knator*, 14-31.
2. Gaspersz, V., & Fontana, A. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
3. Kurniawan, C., & Azwir, H. H. (2018, September). Penerapan Metode PDCA untuk Menurunkan Tingkat Kerusakan Mesin pada Proses Produksi Penyalutan. *Journal of Industrial Engineering, Scientific Journal on Research and Application of Industrial System*, 105-118.
4. Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control 7th edition*. John Wiley & Sons, Inc.
5. Musman, A. (2019). *Kaizen For Life: Kunci Sukse Continuous Improvement di Era 4.0*. Anak Hebat Indonesia.
6. Rother, M., & Shook, J. (2009). *Learning to See Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Cambridge, MA, USA: Lean Enterprise Institute: 1.4 Version.
7. Yuselin, N., & Angganatha, I. G. (2019). Meningkatkan Efisiensi Line Painting Propeler Shaft Kategori 2 dan 3 Dengan Metode Line Balancing di PT Inti Ganda Perdana. *Technologic*, 1-15.