

USULAN PERBAIKAN UNTUK PENGURANGAN WASTE PADA PROSES PRODUKSI DENGAN METODA *LEAN MANUFACTURING*

Rini Fitriyani, Sahril Saifudin, Kesyah Margareta

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mercubuana,

Jl. Raya Meruya Selatan No.1, Kembangan, Jakarta Barat 11650

Email: saifudin.sahril@gmail.com; rinifitriyani595@gmail.com; kesyahmargareta@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang usulan perbaikan untuk pengurangan waste pada proses produksi dengan metoda *lean manufacturing*. Penelitian ini menemukan waste yang paling dominan terdapat pada lini produksi *saxophone* dengan total skor 3 yaitu *defect*, dan *unnecessary motion* dan *unnecessary transportation* dengan masing – masing skor 2. Faktor penyebab yang mempengaruhi pemborosan dapat diketahui dengan menggunakan *fault tree analysis* (*FTA*) dimana pada *waste defect* penyebab dasar terjadinya *waste* adalah hanya ada 2 operator *buffing*, *human eror* dan belum adanya jadwal penggantian kompon secara berkala. Sedangkan pada *waste unnecessary motion* penyebab *waste* adalah lot keranjang cuci hanya muat 5 pcs dan tidak ada meja untuk operator melakukan pemindahan material. Dan pada *waste unnecessary transportation* penyebab *waste* adalah *human eror* yaitu operator yang mengobrol dan lamanya waktu transportasi yang disebabkan oleh tata letak mesin berjauhan. Sedangkan hasil dengan menggunakan metode *failure mode effect analysis* (*FMEA*) dipilih 3 tindakan yang memiliki nilai *RPN* paling tinggi. Dimana usulan perbaikan yang terpilih adalah perubahan *layout* dengan mendekatkan proses plasma *welding* dengan *seam roller*, menambah kapasitas keranjang cuci sehingga dapat meminimasi gerakan berulang pada transportasi, dan menjadwalkan penggantian kompon *buffing* secara berkala untuk meminimasi kompon yang mengelupas dan menemple pada *part* karena sudah usang.

Kata kunci: *Fault tree analysis* (*FTA*), *Failure mode effect analysis* (*FMEA*)

Abstract

This study discusses the proposed improvements for reducing waste in the production process with lean manufacturing methods. In this study the most dominant waste is found in the saxophone production line with a total score of 3, namely defect, and unnecessary motion and unnecessary transportation with each score of 2. While the causative factors affecting waste can be known by using fault tree analysis (FTA) where in defect waste the basic cause of waste occurrence is there are only 2 buffing operators, human error and there is no regular schedule for compound replacement. Whereas the waste unnecessary motion that causes waste is the washing basket lot only contains 5 pcs and there is no table for the operator to transfer material. And in the waste of unnecessary transportation causes of waste is a human error that is the operator who is chatting and the length of time of transportation caused by a far apart machine layout. Whereas the results using the failure mode effect analysis (FMEA) method selected 3 actions that have the highest RPN value. Where the proposed improvement proposal is a change in layout by bringing the plasma welding process closer to the seam roller, increasing the washing basket capacity so as to minimize the occurrence of repetitive movements in transportation, and scheduling buffing compound replacements periodically to minimize the peeling compound and forging parts due to obsolescence .

Keywords: *Fault tree analysis (FTA), Failure mode effect analysis (FMEA)*

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri manufaktur dan jasa pada saat ini semakin meningkat dengan pesat sehingga perusahaan dituntut mampu bertahan dan selalu meningkatkan efektifitas dan efisiensinya dalam menjalankan proses produksi. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi tidak efektif dan tidak efisiennya produktivitas ialah adanya *waste* pada proses produksi. *Waste* dalam bahasa Jepang bisa diartikan sebagai aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah bagi *throughput* perusahaan. Aktivitas yang tidak atau kurang memiliki nilai tambah merupakan suatu *waste* sehingga perlu dihilangkan agar proses produksi berjalan lancar.

Lean production adalah suatu filosofi manajemen dari Toyota Production System yang pada tahun 1990 dikenal dengan nama "*lean*". "*Lean*" didefinisikan sebagai suatu proses menghilangkan pemborosan yang terdapat di dalam buku "*The Machine That Change the World*" (Womack, dkk 1990). Penerapan *lean production* membuat pihak industri dapat mereduksi macam-macam pemborosan diantaranya, menekan waktu produksi, aktivitas-aktivitas yang tidak dibutuhkan dalam proses produksi, biaya produksi dan masih banyak lainnya.

Berdasarkan uraian diatas maka diperlukannya penelitian yang dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi dari proses produksi dengan mengusulkan perbaikan menggunakan pendekatan *lean* dengan cara mereduksi pemborosan yang terjadi menggunakan salah satu *tools lean* berupa *value stream mapping* yang dapat mengetahui nilai-nilai pemborosan yang terjadi di dalam lini produksi sehingga nantinya akan ditemukan solusi yang tepat dari diketahuinya jenis dan akar penyebab aktivitas yang tidak efektif dan efisien pada lini produksi di PT XYZ, dan pemborosan yang terjadi dalam proses produksi diharapkan dapat diminimasi dan waktu proses produksi menjadi lebih cepat.

TINJAUAN PUSTAKA

Menurut (Gaspersz, 2008) *lean* adalah suatu upaya terus menerus (*continuous improvement effort*) untuk menghilangkan pemborosan (*waste*), meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang dan/ jasa) dan memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*).

Lean dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistematis dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value adding activities*) melalui peningkatan terus menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) dengan cara mengalirkan produk (*material, work in process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dan pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan.

Menurut Hines & Taylor (2000) prinsip dari *lean thinking* adalah mencari cara untuk proses penciptaan nilai dengan urutan terbaik yang dimungkinkan, menyusun aktivitas ini tanpa interupsi, dan menjelaskan secara lebih dan lebih efektif. *Lean thinking* menyediakan cara untuk lebih dengan sedikit manusia, peralatan, waktu, dan ruang, tetapi semakin dekat dengan konsumen.

Menurut (Gaspersz, 2007) terdapat lima prinsip dasar *lean* yaitu :

1. Mengidentifikasi nilai produk (barang dan/jasa) berdasarkan perspektif pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk (barang/jasa) berkualitas superior, dengan harga yang kompetitif pada pelayanan yang tepat waktu.
2. Mengidentifikasi *value stream process mapping* (pemetaan proses pada *value stream*) untuk setiap produk (barang/jasa).

3. Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang *value stream*.
4. Mengorganisasikan agar material, informasi, dan produk itu mengalir secara lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* menggunakan sistem tarik (*pull system*).
5. Mencari terus menerus berbagai teknik dan alat-alat peningkatan untuk mencapai keunggulan dan peningkatan terus menerus.

Lean Concept

The Association for Operation Management (2013) menyebutkan bahwa *Lean* adalah sebuah filosofi bisnis yang berlandaskan pada minimasi penggunaan sumber-sumber daya produksi dalam berbagai aktivitas perusahaan, melalui upaya perbaikan dan peningkatan terus menerus, yang berfokus pada identifikasi dan eliminasi aktivitas-aktivitas dalam bidang design, manufaktur, jasa, maupun *supply chain management* yang berkaitan langsung dengan pelanggan.

Menurut (Gaspersz, 2007) pada dasarnya konsep lean adalah konsep perampingan atau efisiensi. Konsep ini dapat diterapkan pada perusahaan manufaktur ataupun jasa, karena pada dasarnya konsep efisiensi akan menjadi suatu target yang ingin dicapai oleh perusahaan.

Menurut (Hines dan Taylor, 2000) ada beberapa tahapan dalam *lean thinking* yaitu :

1. Memahami *waste*
2. Mengatur tujuan
3. Memahami *Big Picture*
4. *Detailed Mapping*
5. Melibatkan suppliers dan pelanggan, dan
6. Meninjau kembali rencana yang dibuat

Menurut (Kilpatrick, 2003) penerapan *lean* akan dapat memberikan banyak manfaat bagi perusahaan, berikut ini :

1. Dapat mengurangi waktu siklus (*lead time*)
2. Dapat meningkatkan produktivitas
3. Dapat mengurangi *work in process* (WIP)
4. Dapat meningkatkan kualitas produk
5. Dapat memanfaatkan ruang dengan baik dengan mengurangi jarak.

Lean Production

Menurut (Kalsas, 2002) *Lean Production* berarti *doing more and more with less and less* yang berarti memproduksi semakin banyak dalam waktu yang semakin singkat, dengan modal yang lebih sedikit, dengan ruang produksi yang lebih kecil, jumlah mesin, tenaga kerja dan material yang lebih sedikit. *Lean production* pertama kali diperkenalkan oleh James Womack a.l tahun 1996 dalam bukunya "*Lean Thinking*".

Menurut (Hines & Rich, 1997) melalui penerapan *Lean production* diharapkan biaya produksi lebih rendah, *output* meningkat, dan *lead time* produksi lebih pendek. Dalam konsep *lean production*, operasi/aktivitas dibedakan menjadi aktivitas yang menambah nilai tambah, tidak menambah nilai tambah dan aktivitas yang penting akan tetapi tidak menambah nilai produk.

Lean production harus dimulai dengan pemahaman yang sempurna akan proses produksi dan aliran material serta informasi. Salah satu *tools* yang bermanfaat dan juga sederhana yang sering digunakan untuk menangkap informasi ini adalah *value stream mapping* (VSM). Dengan VSM aliran material dan informasi dari perusahaan dapat

digambarkan dengan jelas sehingga dengan gambaran tersebut dapat diketahui *waste* yang ada pada proses produksi. Konsep *Lean Production* dan *Value Stream Mapping* juga diterapkan pada industri otomotif pada Ford Motor yang terletak di Taiwan, untuk peningkatan aspek kualitas dan biaya (H.M Wee & Simon Wu, 2009).

Pemborosan

Menurut Vincet Gaspersz dalam bukunya yang berjudul “*Lean Six Sigma*” (2007) Pemborosan (*waste*) dapat didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi input menjadi output sepanjang *value stream* (proses untuk membuat, memproduksi, dan menyerahkan produk baik barang dan atau jasa ke pasar).

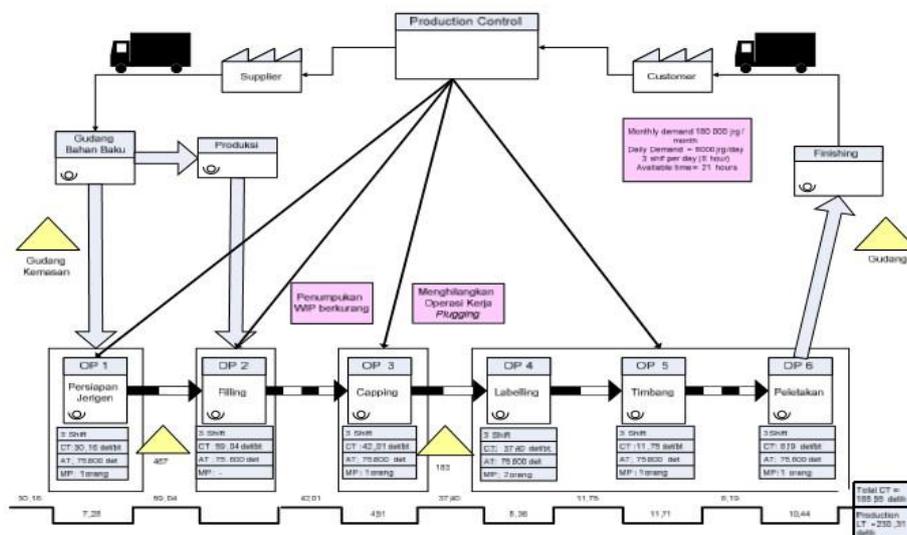
Pengertian untuk tiap *waste* itu sendiri memiliki arti yang berbeda-beda maka dari itu diambil beberapa sumber seperti berikut ini adalah tujuh jenis pemborosan yang tidak menambah nilai (Besterfield dan Hines 2004) :

1. *Defect* (cacat)
2. *Waiting* (menunggu)
3. *Unnecessary inventory* (persediaan yang tidak perlu)
4. *Unappropriate processing* (proses yang tidak tepat)
5. *Unnecessary motion* (gerakan yang tidak perlu)
6. *Transportation* (transportasi)
7. *Over production* (kelebihan produksi)

Value Stream Mapping (VSM)

Menurut (Nash, dkk., 2008) mengatakan *Value Stream Mapping* adalah alat proses pemetaan yang berfungsi untuk mengidentifikasi aliran material dan informasi pada proses produksi dari bahan menjadi produk jadi.

Dengan menggunakan *value stream mapping* berarti memulai dengan gambaran besar dalam menyelesaikan permasalahan bukan hanya pada proses-proses tunggal dan melakukan peningkatan secara menyeluruh dan bukan hanya pada proses-proses tertentu saja. *Value Stream Mapping* digambarkan dengan simbol-simbol yang mewakili aktivitas. Dimana terdapat dua aktivitas yaitu *value added* dan *non value added*.



Gambar 2.1 Value added dan non value added

Fault Tree Analysis (FTA)

Menurut (Pandey, 2005) *Fault Tree Analysis* adalah sebuah teknik dimana banyak kejadian berinteraksi untuk menghasilkan aktivitas lainnya dapat terkait dengan hubungan analogis yang sederhana. Metode ini dilakukan dengan pendekatan yang bersifat yang bersifat *top down*, yang diawali dengan asumsi kegagalan atau kerugian dari kejadian puncak (*top event*) kemudian merinci sebabsebab suatu *top event* sampai pada suatu kegagalan dasar (*root cause*).

Fault tree analysis mengidentifikasi hubungan antara faktor penyebab dan ditampilkan dalam bentuk pohon kesalahan yang melibatkan gerbang logika sederhana. Dari *fault tree analysis* meliputi gerbang logika yaitu gerbang AND dan gerbang OR. Setiap kegagalan yang terjadi dapat digambarkan ke dalam suatu bentuk pohon analisa kegagalan dengan menstransfer atau memindahkan komponen kegagalan ke dalam bentuk simbol (*Logic Transfer Components*) dan *Fault Tree Analysis*.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan terjadi dalam sebuah sistem, desain, proses, atau pelayanan (*service*). Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan cara pemberian nilai atau skor masing – masing moda kegagalan berdasarkan atas tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) (Stamatis, 1995).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan melalui tahapan berikut: 1) Melakukan obsevasi langsung terhadap lini produksi; 2) Melakukan pengambilan data yang dibutuhkan untuk penelitian; 3) Melakukan pengolahan data dengan menggunakan tools lean manufacturing; dan 4) Mengidentifikasi waste yang ditimbulkan. Adapun observasi dilakukan pada perusahaan yang bergerak dalam industri pembuatan alat musik di Jawa Barat. Observasi berlangsung pada bulan Maret 2018. Observasi dilakukan dengan melihat pekerjaan yang dilakukan salah satu bagian dari perusahaan tersebut yakni, lini produksi *body saxophone*.

Mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya *waste* pada lini produksi dengan menggunakan FTA (*Fault Tree Analysis*) dengan cara pengamatan langsung dan wawancara. Penyebaran kuisisioner ini dilakukan untuk mengetahui masing-masing tingkat keseringan terjadinya *waste* dari *waste* yang telah ditentukan sebelumnya. Kuisisioner ini diisi oleh manager, ketua kelompok, dan wakil ketua kelompok pada lini produksi *body saxophone* dengan cara *brainstroming*. Kuisisioner memiliki tujuh macam jenis *waste* yang mana dari masing-masing *waste* memiliki tingkat keseringan terjadinya pemborosan yang terjadi pada porses produksi *body saxophone*. Kuisisioner ini memiliki poin 1 sampai 5.

Tabel 2.1 Kuisisioner Pembobotan Waste

No	Jenis Waste (Pemborosan)	Skor
1	<i>Defect</i> (Produk cacat)	
2	<i>Waiting</i> (Menunggu)	
3	<i>Unnecessary inventory</i> (Persediaan yang tidak perlu)	
4	<i>Unappropriate processing</i> (Proses yang tidak sesuai)	
5	<i>Unnecessary motion</i> (Gerakan yang tidak perlu)	
6	<i>Excessive Transportation</i> (transportasi berlebih)	
7	<i>Overproduction</i> (Produksi berlebih)	

Pembentukan Value Stream Mapping

Pada tahap ini data yang sudah dikumpulkan meliputi alur proses produksi, waktu proses produksi, *buffer*, jumlah operator, *supplier* akan diolah menjadi *Value Stream*

Mapping. Data produksi dan data operasi didapatkan dengan pengamatan langsung dan wawancara.

Pemilihan *Mapping Tool* dengan VALSAT

Pemilihan *value stream mapping* yang sesuai dengan kondisi perusahaan dilakukan dengan menggunakan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT). Pemilihan VALSAT yaitu dengan cara perkalian dari hasil bobot kuisisioner dengan tabel pengali di VALSAT.

Menentukan Rencana Usulan Perbaikan dengan FMEA

Langkah selanjutnya untuk mengetahui penyebab dasar *waste* yang potensial pada suatu proses dan akibat yang ditimbulkan menggunakan metode FMEA. Penyebab yang memiliki bobot terbesar merupakan penyebab pemborosan yang memiliki pengaruh paling besar pada sistem dan berpotensi untuk direduksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi *Waste Dominan*

Identifikasi *waste* dominan ini dilakukan untuk mengetahui *waste* dominan yang terjadi pada lini produksi *body saxophone* dengan menggunakan kuisisioner *waste*. Berikut adalah hasil kuisisioner pembobotan *waste*:

Tabel 4.1 Rekapitulasi (*Waste*) Dominan

No	Waste	Skor
1	<i>Defect</i> (Produk cacat)	3
2	<i>Waiting</i> (Menunggu)	1
3	<i>Unnecessary inventory</i> (Persediaan yang tidak perlu)	1
4	<i>Unappropriate processing</i> (Proses yang tidak sesuai)	1
5	<i>Unnecessary motion</i> (Gerakan yang tidak perlu)	2
6	<i>Excessive Transportation</i> (transportasi berlebih)	2
7	<i>Overproduction</i> (Produksi berlebih)	1
TOTAL		11

Dari hasil kuisisioner diatas dapat diketahui secara langsung urutan *waste* dari yang sering terjadi atau dominan hingga yang jarang terjadi. Dapat dilihat bahwa *waste* yang paling dominan adalah *defect* yang memiliki bobot yang paling tinggi yaitu sebesar 3 poin. *Waste* dominan selanjutnya adalah *unnecessary motion* dan *unnecessary transportation* dengan masing-masing 2 poin. *Unnecessary motion* dapat berupa aktivitas/pergerakan yang kurang perlu yang dilakukan operator yang tidak menambah nilai dan memperlambat proses sehingga lead time menjadi lama. Sedangkan *unnecessary transportation* merupakan kegiatan yang penting akan tetapi tidak menambah nilai pada suatu produk.

Menentukan *Mapping Tools* Berdasarkan Bobot *Value Stream Analysis Tool* (VALSAT)

Setelah diketahui *waste* yang memiliki bobot paling besar langkah selanjutnya adalah dengan menentukan *tools* yang akan digunakan dengan cara pemetaan yang lebih detail menggunakan *Value Stream Analysis Tool* (VALSAT). Pemilihan *mapping tools* ini dilakukan dengan cara mengkalikan nilai hasil kuisisioner tiap *waste* dengan skala yang ada pada tabel VALSAT.

Berikut adalah hasil pembobotan menggunakan *value stream analysis tools* :

Tabel 4.2 Rekapitulasi Total Bobot VALSAT

No	Jenis <i>Mapping Tools</i>	Total Bobot	Ranking
1	<i>Process Activity Mapping</i>	62	1
2	<i>Supply Chain Response Matrix</i>	32	3
3	<i>Production Variety Funnel</i>	8	6
4	<i>Quality Filter Mapping</i>	38	2
5	<i>Demand Amplification Mapping</i>	18	4
6	<i>Decision Point Analysis</i>	13	5
7	<i>Physical Structure (a)</i>	2	7

Dari hasil VALSAT dapat dilihat *tools* yang memiliki bobot tertinggi adalah *Process Activity Mapping* yang memiliki bobot paling tinggi dengan total bobot 62, kemudian *Quality Filter Mapping* adalah *tools* yang memiliki bobot paling tinggi selanjutnya dengan total bobot sebesar 38. Kedua *tool* yang terpilih tersebut dirasa cocok dengan permasalahan *waste* yang ada pada lini produksi.

Analisa Process Activity Mapping (PAM)

Berdasarkan hasil PAM pada lini produksi body saxophone, terdapat 72 aktivitas yang terdiri dari aktivitas operasi (O), transportasi (T), inspeksi (I), *storage* (S), dan *delay* (D) dengan total waktu sebesar 14.366 detik. Waktu ini didapatkan dengan stopwatch *time study* dan pengamatan secara langsung pada lini produksi untuk tiap-tiap aktivitas yang dilakukan dan menggunakan waktu siklus untuk tiap aktivitas. Sedangkan untuk waktu pada aktivitas operasi sama dengan waktu pada *value stream mapping*. Dibawah ini adalah ringkasan total waktu tiap aktifitas :

Tabel 4.3 Ringkasan Waktu Tiap Aktifitas pada PAM

Kategori	Jumlah	Waktu (detik)	Persentase
Operasi	25	5.408	37.64%
Transportasi	28	578	4.02%
Inspeksi	2	16	0.11%
<i>Storage</i>	4	2.335	16.25%
<i>Delay</i>	13	6.029	41.96%
TOTAL	72	14.366	

Dari tabel diatas dapat diketahui total waktu dari 72 aktivitas pada lini produksi *body saxophone* sebesar 14.366 detik. Dapat diketahui juga bahwa aktivitas *delay* memiliki waktu yang paling besar yaitu 6.029 detik dari 72 aktivitas tersebut. Selanjutnya aktivitas di golongan berdasarkan *value added activity* (VA), *non value added activity* (NVA), dan *necessary non value added activity* (NNVA).

Berikut adalah ringkasan presentase VA, NVA, dan NNVA :

Tabel 4.4 Rekapitulasi VA NVA NNVA *Process Activity Mapping*

Aktivitas	Jumlah	Waktu (detik)	Presentase
VA	25	5.408	37.64%
NVA	12	5.249	36.53%
NNVA	35	3.709	25.81%
Total	72	14.366	

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa untuk *value added activity* (VA) memiliki sebanyak 25 aktivitas dengan total waktu 5.408 detik dengan presentase sebesar 35.75%. Sedangkan untuk *non value added activity* (NVA) memiliki 13 aktivitas dengan total waktu 5.429 detik dan presentase sebesar 35.89%. Dan untuk *necessary non value added*

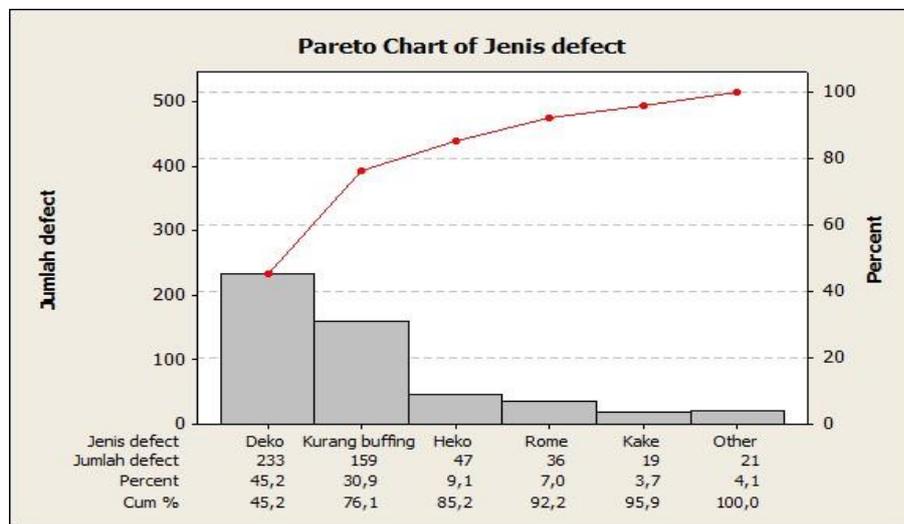
activity (NNVA) memiliki 35 aktivitas dengan total waktu 4.289 dan presentase sebesar 28.35%.

Non value added activity (NVA) memiliki presentase terbesar yaitu 35.89% dimana dalam proses produksi lini produksi *body saxophone* banyak terjadinya aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah. Aktivitas ini terjadi dikarenakan adanya banyaknya dan tingginya waktu *delay* yang terjadi pada lini produksi *body saxophone*.

Analisa Quality Filter Mapping (QFM)

Pada lini produksi *body saxophone* terdapat 8 macam jenis *defect* yang terjadi pada proses yang berbeda-beda yaitu kurang *buffing*, *kizu inside onko*, *bari'*, *kake*, *heko*, *deko*, *rome*, dan *aus onko*.

Untuk mengetahui *defect* yang diprioritaskan dan diperlukan pemberian perbaikan lebih dahulu maka dibuatlah diagram pareto. Dengan menggunakan diagram pareto akan didapatkan 80% peningkatan yang akan dicapai dengan memprioritaskan 20% *defect* tersebut, sehingga didapatkan 2 *defect* yang perlu di prioritaskan dari 8 *defect*.



Gambar 4.1 Grafik Pareto *defect body saxophone* Maret 2017

Dua jenis *defect* tersebut adalah *deko* dan kurang *buffing*. Dimana kurang *buffing* disebabkan karena operator yang tergesa-gesa sehingga ada beberapa bagian dari *part* yang belum terkena *buffing* sehingga memiliki warna yang kusam. Sedangkan *deko* disebabkan adanya kotoran kompon *buffing* yang lepas dan menempel pada *part* sehingga mengotori *part* itu sendiri.

Di akhir proses produksi ada bagian *kensa* atau inspeksi yang dilakukan untuk mengecek kembali apakah adanya cacat atau *defect* di tiap-tiap *part*. Namun terkadang masih banyak *defect* yang terlewat dari inspeksi sehingga masuk ke lini produksi berikutnya. Hal inilah yang menyebabkan adanya produk *reject* yang perlu untuk di *repair* sehingga menyebabkan produktivitas menurun dan target produksi yang tidak tercapai dan *lead time* yang lama.

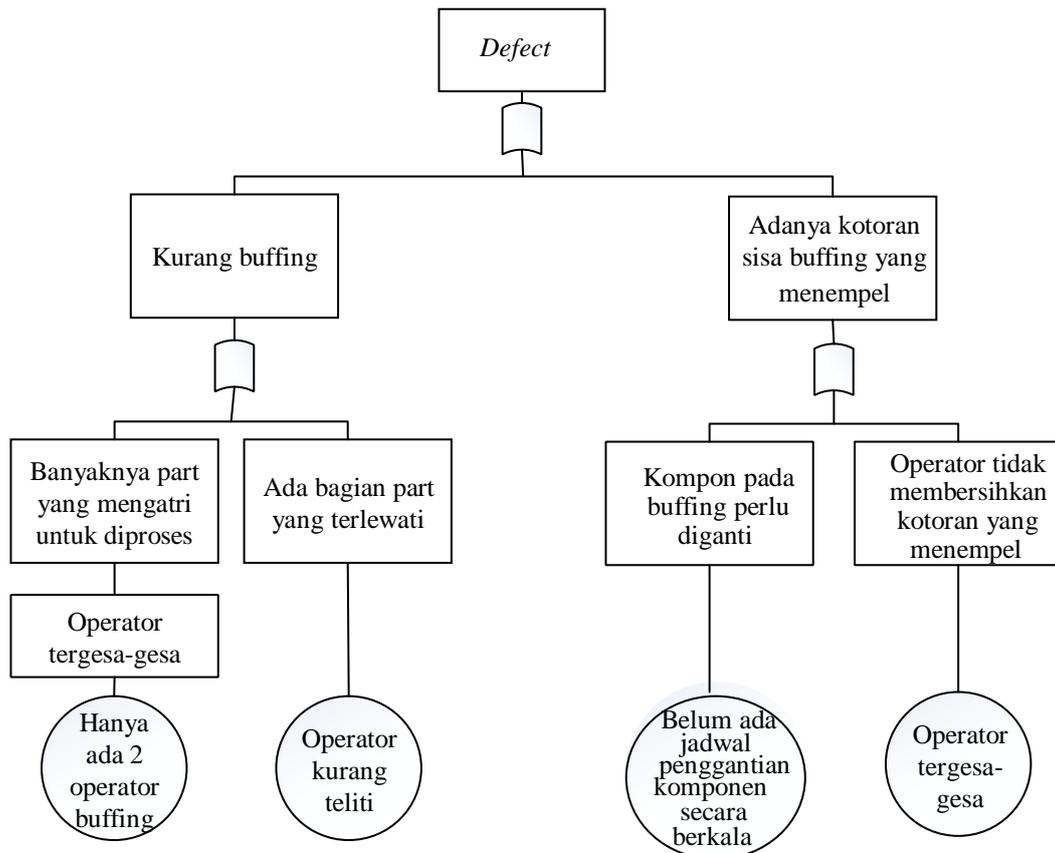
Analisa Penyebab Dasar Waste dengan *Fault Tree Analysis*

Dapat diketahui dari identifikasi *waste* dominan, dimana dapat diketahui dengan jelas bahwa *waste* yang memiliki skor tertinggi adalah *defect* yang memiliki bobot yang paling tinggi yaitu sebesar 3 poin, *unnecessary motion* dan *unnecessary transportation* dengan

masing-masing 2 poin. Dari ketiga *waste* dominan tersebut akan dilakukan analisa penyebab dasar atas permasalahan yang terjadi menggunakan FTA.

Analisa Penyebab Waste Defect dengan Fault Tree Analysis

Waste defect pada lini produksi *body saxophone* merupakan *waste* yang paling dominan terjadi. Hal ini dapat menyebabkan tidak tercapainya target produksi perusahaan. Terdapat 8 jenis *waste* yang terjadi pada lini produksi *body saxophone*. Tetapi hanya akan di analisa dan dicari penyebab dasar *waste defect* untuk jenis kurang *buffing* dan *deko* saja. Hal ini dikarenakan peneliti melakukan prioritas pemberian usulan dengan menggunakan diagram pareto. Berikut ini adalah FTA dari *waste defect* :



Gambar 4.2 *Fault Tree Analysis Waste Defect*

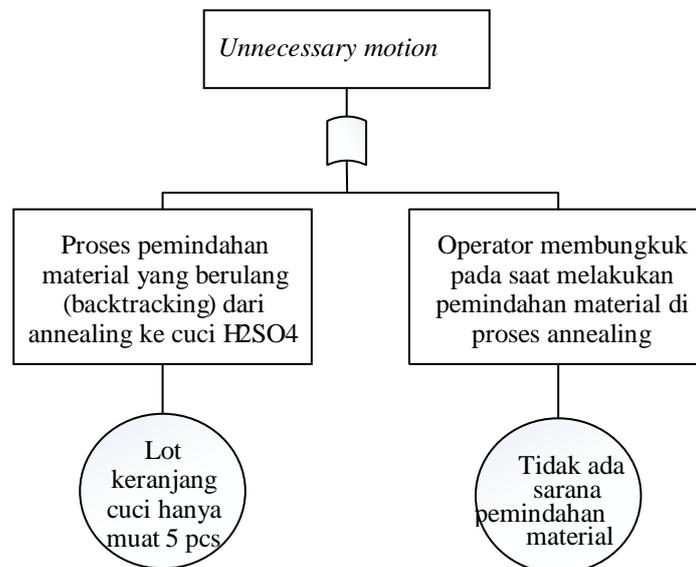
Berdasarkan FTA diatas, penyebab utama *waste defect* adalah diambil dari *defect* prioritas yaitu kurang *buffing* dan adanya kotoran sisa *buffing* yang menempel pada *part*. Berikut akan dijelaskan penyebab dasar dari tiap-tiap faktor pada FTA :

1. Faktor kurang *buffing* terdiri dari dua penyebab dasar.
 - Penyebab dasar pertama yaitu hanya ada 2 operator *buffing* pada lini produksi. Hal ini menyebabkan banyaknya *part* yang mengantri untuk diproses dan membuat operator tergesa-gesa pada saat melakukan *buffing*. Sehingga menyebabkan adanya bagian dari *part* yang belum terkena *buffing* sehingga memiliki warna yang kusam.
 - Penyebab dasar kedua adalah operator kurang teliti. Sehingga adanya bagian yang terlewati dan tidak terkena *buffing* dan mengakibatkan bagian dari *part* yang masih berwarna kusam.

2. Faktor adanya kotoran sisa *buffing* yang menempel terdiri dari dua penyebab dasar. Berikut penjelasan tiap penyebab dasarnya :
 - Penyebab dasar pertama yaitu belum adanya penggantian kompon secara berkala. Hal ini menyebabkan kompon pada *buffing* yang sudah usang mengelupas dan menempel pada *part* sehingga menimbulkan produk *defect*.
 - Penyebab dasar kedua yaitu operator tergesa-gesa sehingga operator tidak membersihkan kotoran yang menempel pada *part*.

Analisa Penyebab Waste Unnecessary Motion dengan Fault Tree Analysis

Waste motion merupakan *waste* yang dominan setelah *waste defect*. *Waste motion* ini disebabkan oleh adanya gerakan-gerakan yang tidak perlu dilakukan oleh operator pada lini produksi. Berikut adalah *fault tree analysis waste motion* :



Gambar 4.3 Fault Tree Analysis Waste Unnecessary Motion

Berdasarkan *fault tree analysis* diatas untuk mengetahui penyebab terjadinya *waste unnecessary motion* yaitu dengan melakukan pengamatan pada lini produksi secara langsung dan wawancara dengan ketua kelompok untuk mengetahui apakah terdapat gerakan-gerakan yang seharusnya dapat dihindari, seperti *layout* yang tidak standart, operator membungkuk. Dari *waste unnecessary motion* ini didapatkan penyebab utama *waste* adalah proses pemindahan material dari *annealing* ke cuci H₂SO₄ yang dilakukan secara berulang oleh operator dan adanya operator yang membungkuk pada saat memindahkan material pada proses *annealing*. Berikut akan dijelaskan penyebab dasar tiap-tiap faktor pada *waste motion* :

1. Proses pemindahan material yang dilakukan secara berulang memiliki faktor penyebab dasar yaitu lot keranjang cuci yang hanya muat 5 pcs saja. Sehingga operator perlu melakukan transportasi berlebih untuk memindahkan material tersebut ke proses cuci
2. Penyebab dasar terjadinya operator membungkuk dikarenakan tidak ada sarana pemindahan material atau *storage WIP* proses *annealing* sehingga operator melakukan pemindahan material dilantai dan menyebabkan operator harus membungkuk pada saat melakukan pemindahan material untuk proses *annealing*.

Analisa Penyebab Waste Unnecessary Transportation dengan Fault Tree Analysis

Waste unnecessary transportation merupakan *waste* yang dominan setelah *waste defect* dan *unnecessary motion*. *Waste* ini disebabkan oleh adanya pemborosan waktu karena jarak gudang bahan baku ke mesin jauh atau memindahkan material antar mesin atau dari mesin ke gudang produk jadi. Untuk mengetahui penyebab dasar *waste transportation* dilakukan dengan melihat waktu transportasi pada *process activity mapping* (PAM) yang memiliki waktu paling tinggi. Dapat dilihat dari PAM terdapat 28 aktivitas transportasi yang terjadi pada lini produksi. Berikut adalah tiga aktivitas transportasi yang memiliki waktu tertinggi pada lini produksi *body saxophone*:

Tabel 4.5 Waste Unnecessary Transportation

No	Aktivitas	Waktu (detik)
1	Material dibawa ke proses penarikan lubang suara	66
2	Material dibawa ke proses pencucian H ₂ SO ₄ secara manual	56
3	Material dibawa ke proses seam roller	40

Dari tabel diatas dapat dilihat aktivitas serta waktu pada tiap-tiap transportasi yang terjadi pada lini produksi.

Analisa FMEA

Failure mode effect analysis atau disebut FMEA ini berfungsi untuk mengevaluasi kegagalan yang terjadi dalam sebuah sistem, desain, proses, atau pelayanan. Identifikasi kegagalan dilakukan dengan cara pemberian skor pada masing-masing moda kegagalan berdasarkan tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*). Pemberian skor tersebut dilakukan dengan cara *brainstorming* antara peneliti, ketua kelompok, dan *staff* produksi pada lini produksi *body saxophone*.

Pada FMEA akan dilakukan mode kegagalan pada tiap-tiap deskripsi proses yang terjadi pada 6 proses di lini produksi *body saxophone* yaitu pada proses pemindahan material dari *plasma welding* ke *seam roller*, *annealing*, pemindahan material dari *annealing* ke cuci H₂SO₄, *buffing*, dan pengambilan material dari cuci pakuna 100 Bs ke *onko hikiage*. Dimana akan dicari mode kegagalan yang terjadi, penyebab potensial kegagalan dan proses kontrol apa yang sudah dilakukan saat ini pada tiap-tiap proses tersebut. Selanjutnya akan dilakukan pemberian skor untuk mengetahui nilai RPN nya. Nilai RPN yang tinggi akan di pilih untuk dijadikan pertimbangan mengenai usulan perbaikan untuk perusahaan agar dapat meminimasi *waste* dominan yang terjadi pada lini produksi *body saxophone*. Berikut ini akan dijelaskan masing-masing aksi/tindakan yang diberikan oleh peneliti pada FMEA :

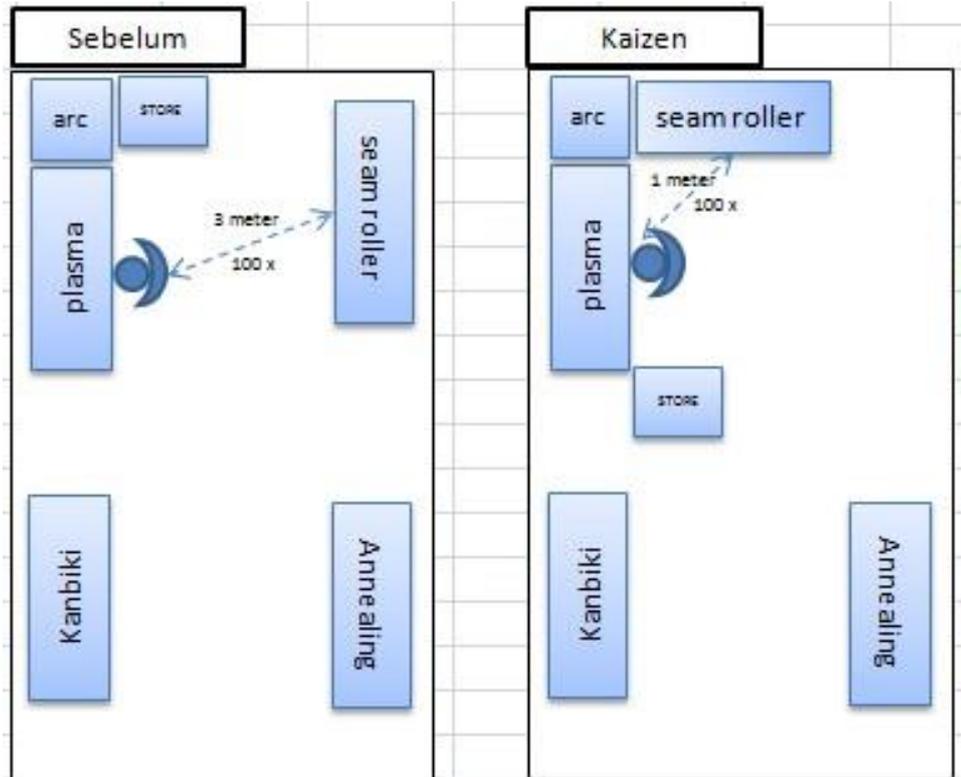
1. Nilai RPN yang dihasilkan untuk mode kegagalan lamanya waktu transportasi pemindahan material dari plasma *welding* ke *seam roller* sebesar 224. Dimana usulan perbaikan yang diberikan oleh peneliti adalah merubah *layour* tata letak untuk medekatkan mesin *welding* dengan *seam roller*.
2. Nilai RPN yang dihasilkan dari mode kegagalan operator membungkuk pada saat memindahkan material ke dalam keranjang yaitu sebesar 60. Dan aksi/tindakan yang diberikan oleh peneliti adalah menyediakan meja pada proses *annealing* untuk aktivitas memindahkan material sehingga operator akan melakukan aktivitas pemindahan material dengan tidak membungkuk di lantai seperti sebelumnya.

3. Mode kegagalan yang terjadi pada proses pemindahan material dari *annealing* ke cuci H₂SO₄ memiliki nilai RPN sebesar 180 dengan aksi/tindakan yang diberikan adalah dengan menambah kapasitas keranjang cuci.
4. Kegagalan yang terjadi pada proses *buffing* ini dikarenakan adanya bagian dari *part* yang tidak terkena *buffing* dikarenakan operator yang tergesa-gesa karena banyak *part* yang mengantri, maka diberikan usulan perbaikan dengan penambahan operator *buffing* untuk mengurangi antrian yang terjadi.
5. Dengan kegagalan yang sama dengan nomor 4 potensial kegagalan yang terjadi pada nomor 5 ini adalah operator yang kurang teliti sehingga ada bagian-bagian dari *part* yang tidak terkena *buffing* maka diberikannya usulan perbaikan dengan meningkatkan *self inspeksi* pada tiap-tiap operator sehingga setiap operator selesai memproses setidaknya operator itu sendiri sudah melakukan pengecekan terhadap *part* yang dikerjakan. Jika terdapat cacat operator dapat langsung melakukan *rework* ditempat sebelum *part* dibawa ke proses selanjutnya.
6. Masih tetap pada proses *buffing*, mode kegagalan yang terjadi pada proses ini adalah adanya kotoran kompon yang menempel pada *part* atau disebut *deko*. Hal ini dikarenakan belum terjadwalnya penggantian kompon pada *buffing* secara berkala sehingga dengan nilai RPN sebesar 120 ini diberikan aksi/tindakan dengan menjadwalkan penggantian kompon pada *buffing* dan *maintenance* berkala pada mesin *buffing*.
7. Pada poin ke tujuh ini memiliki mode kegagalan yang sama dengan poin ke 5 tetapi memiliki penyebab potensial kegagalan yang berbeda yaitu operator yang kurang teliti saat operasi sehingga terdapat bagian yang belum terkena *buffing* dan berwarna kusam. Maka diberikannya aksi/tindakan dengan meningkatkan *self inspeksi* pada tiap-tiap operator yang dilakukan oleh ketua kelompok atau staff produksi untuk memberikan penjelasan pentingnya melakukan inspeksi terlebih dahulu sebelum *part* diteruskan pada proses selanjutnya.
8. Lamanya waktu transportasi pengambilan material memiliki nilai RPN sebesar 80. Hal ini dikarenakan operator yang mengobrol pada saat melakukan pengambilan material. Aksi/tindakan yang diberikan oleh peneliti adalah dengan menetapkan waktu maksimal saat melakukan pengambilan material sehingga operator tidak dapat mengobrol pada saat tidak sedang beroperasi.

Usulan Perbaikan Berdasarkan Analisa FMEA

Dari aksi/tindakan yang diusulkan oleh peneliti, akan dijelaskan 3 aksi/tindakan dan diberikan usulan perbaikan dengan melihat 3 nilai RPN tertinggi sebagai berikut :

1. Nilai RPN terbesar memiliki skor sebesar 224 dengan mode kegagalan yang terjadi yaitu lamanya transportasi yang terjadi dari plasma ke *seam roller* dengan rencana usulan mengubah *layout* dengan mendekatkan kedua mesin tersebut. Berikut adalah *layout* sebelum dan *layout* usulan perbaikan

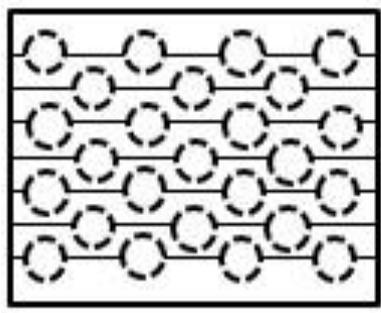


Gambar 4.4 Rencana Usulan Perbaikan *Layout*

2. Nilai RPN terbesar selanjutnya yaitu sebesar 180 dengan mode kegagalan operator melakukan aktivitas pemindahan material secara berulang dikarenakan lot size keranjang cuci hanya dapat memuat 5 pcs saja sehingga diberikan usulan perbaikan dengan menambah kapasitas keranjang cuci. Berikut adalah keranjang cuci pada lini produksi



Gambar 4.5 Keranjang Cuci Sebelum Perbaikan



Gambar 4.6 Rencana Usulan Perbaikan Keranjang Cuci

Usulan penambahan kapasitas pada keranjang cuci dengan mendesain ulang keranjang cuci untuk 25 pcs. Pertimbangan yang dilakukan dalam redesain keranjang cuci menjadi 25 pcs dikarekna pada mesin *annealing* dalam satu kali proses terdapat 50 pcs *body* yang dipanaskan, dengan jumlah keranjang cuci yang ada sejumlah 2 dan masing-masing muat 5 pcs maka operator akan melakukan *backtracking* sebanyak 5 kali. Jika satu keranjang cuci dapat memuat 25 pcs maka operator tidak akan melakukan aktivitas *backtracking* dan meminimasi terjadinya *waste unnecessary motion* maupun *transportation* pada lini produksi.

3. Nilai RPN terbesar selanjutnya sebesar 180 dengan usulan perbaikan menjadwalkan penggantian kompon pada *buffing* secara berkala, sehingga kompon yang telah using tidak mengelupas dan menempel pada *part*. Hal ini dilakukan untuk meminimasi terjadinya *defect*.

PENUTUP

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan antara lain :

1. Berdasarkan identifikasi *waste* yang paling dominan pada lini produksi *body saxophone* melalui kuisisioner menghasilkan bahwa *defect* adalah *waste* pertama yang paling dominan pada lini produksi dengan total skor 3. Sedangkan *waste* dominan selanjutnya adalah *unnecessary motion* dan *unnecessary transportation* dengan total skor masing-masing 2.
2. Faktor-faktor penyebab yang mempengaruhi pemborosan paling dominan pada lini produksi dapat diketahui menggunakan *fault tree analysis* (FTA) dimana pada *waste defect* penyebab dasar terjadinya *waste* adalah hanya ada 2 operator *buffing*, *human error* dan belum adanya jadwal penggantian kompon secara berkala. Sedangkan pada *waste unnecessary motion* penyebab *waste* adalah lot keranjang cuci hanya muat 5 pcs dan tidak ada meja untuk operator melakukan pemindahan material. Dan pada *waste unnecessary transportation* penyebab *waste* adalah *human error* yaitu operator yang mengobrol dan lamanya waktu transportasi yang disebabkan oleh tata letak mesin yang berjauhan.
3. Berdasarkan *failure mode effect analysis* (FMEA) dipilih 3 tindakan yang memiliki nilai RPN paling tinggi. Dimana usulan perbaikan yang terpilih adalah perubahan *layout* dengan mendekatkan proses plasma *welding* dengan *seam roller*, menambah kapasitas keranjang cuci sehingga dapat meminimasi terjadinya gerakan yang berulang pada transportasi, dan menjadwalkan penggantian kompon *buffing* secara berkala untuk meminimasi kompon yang mengelupas dan menempel pada *part* karena sudah usang.

SARAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa saran yang diberikan oleh peneliti untuk perusahaan maupun peneliti mendatang. Perusahaan sebaiknya melakukan langkah-langkah untuk meminimasi *waste* secara berkala sehingga perusahaan dapat mengetahui *waste* yang terjadi pada lini produksi. Perusahaan juga perlu melakukan perbaikan apabila *waste* yang terjadi pada lini produksi menyebabkan kerugian pada perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Antonio, P.L., Ana, R.X., & Helena, M.A. 2016. *Applying value stream mapping to eliminate waste : a case study of an original equipment manufacturer for the automotive industry. Internasional journal of production research 2016, Vol. 54, No. 6, 1708 – 1720.*
- Barbara, C., & Agnieszka, Z. 2014, *Elimination of waste in production enterprises –case study. ISSN 2083-4942, Vol.4 No.2 , pp 157 – 166.*
- Denish, B.M, & Hemant, T. 2014. *Lean thinking : Reduction of waste, lead time, Cost through lean manufacturing tools and technique. ISSN 2250 – 2459, ISO 9001 : 2008 Certified Journal, Volume 4, Issue 3, March 2014)*
- Kholil, M., Rudini, M. 2016. Minimasi *waste* dan usulan peningkatan efisiensi proses produksi MCB (Mini Circuit Breaker) dengan pendekatan sistem lean manufacturing (di PT. Schneider Electric Indonesia).*Jurnal PASTI, Vol.VII No.1, halaman 44-70.*
- Moses, L.S., & Andri, S. P. 2007. Penentuan kebijakan perbaikan sistem distribusi menggunakan pendekatan *lean thinking* .
- Sherif, M., & Jantane, D. 2015, *Waste elimination for manufacturing sustainability. Procedia manufacturing 2 (2015)*, Halaman 11-16.
- Womack, J.P & Jones, D.T. 2003. *Lean thinking. Banish waste and create wealth in your corporation.* Simon & Schuster, New York.