

# USULAN PERBAIKAN SISTEM PRODUKSI UNTUK MENGURANGI PEMBOROSAN PADA AREA *BONDING COMPOSITE* DENGAN MENGUNAKAN KONSEP *LEAN MANUFACTURING*\*

Angga Purwayana, Rispianda, Hendro Prasetyo

Jurusan Teknik Industri  
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: anggapurwayana@gmail.com

## ABSTRAK

*Proses produksi yang dilakukan oleh PT X secara job order masih terdapat pemborosan. Pemborosan dapat terlihat dari ketidaksesuaian schedule start time yang telah dijadwalkan dan actual start time yang dilakukan. Penelitian ini difokuskan pada area produksi Bonding Composite. Data produksi diperoleh dari sistem SAP perusahaan. Pemecahan masalah dilakukan dengan menggunakan konsep Lean Manufacturing. Pada tahap awal, informasi mengenai aliran proses dibuat menggunakan value stream mapping. Pada tahap analisis, identifikasi pemborosan dilakukan menggunakan metode tree diagram, 5 why dan 5W-1H. Pada tahap usulan, perbaikan sistem produksi dilakukan pada work center dengan pemborosan yang paling tinggi. Pemborosan yang paling tinggi terjadi pada work center Insert Asy dan CNC Profiling Machine Core Mill untuk delays, Fitter Composite dan Interior Decoration Inspection untuk over processes dan Composite Inspection untuk defective product.*

**Kata kunci:** *Lean manufacturing, value stream mapping, pemborosan*

## ABSTRACT

*Production process that carried out by PT X in job order is still waste. Waste can be seen from a mismatch schedule start time and actual start time. This case focused on the area production of bonding composite. Production data was obtained from the company SAP system. The problem solved by using the concept of Lean Manufacturing. In the early stages, information about the process flow is created by using value stream mapping. At this stage of the analysis, identification of waste carried out by using tree diagrams, 5 why and 5W - 1H. At the proposal stage, improvement of production systems carried on work center with the highest waste. The highest wastage occurs in work center Insert Asy and CNC Machine Profiling Core Mill for delays, Fitter Composite and Interior Decoration Inspection for over processes and Composite Inspection for defective product.*

**Keywords:** *Lean manufacturing, value stream mapping, waste*

---

\*Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Pengantar

Perusahaan manufaktur dituntut untuk menghasilkan produk yang memiliki kualitas baik dan sesuai dengan standar yang diinginkan konsumen. Untuk mencapai tujuan tersebut perusahaan manufaktur harus melakukan evaluasi produksi dengan melakukan perampingan produksi agar kegiatan produksi yang dilakukan lebih optimal dan menghasilkan produk yang memiliki kualitas baik.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil produksi suatu perusahaan. Salah satunya adalah terdapatnya pemborosan (*waste*) pada saat proses produksi dilakukan. Jika didalam proses produksi terdapat pemborosan (*waste*) maka indikator yang mudah dilihat adalah kegiatan *non-value added* yang dihasilkan. Jumlah kegiatan *non-value added* yang banyak menunjukkan bahwa didalam proses produksi terdapat masalah (Gaspersz dan Fontana, 2011). *Lean Manufacturing* adalah metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat pemborosan (*waste*) sehingga perusahaan dapat mengevaluasi kegiatan produksi dengan mengeliminasi aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value-adding activities*).

PT X adalah perusahaan yang bergerak pada bidang manufaktur yang memproduksi komponen-komponen pesawat terbang secara *job order*. Untuk memenuhi permintaan dan kepuasan konsumen, perusahaan ini selalu berusaha melakukan yang terbaik dalam melakukan kegiatan produksinya. Namun berdasarkan wawancara penulis dengan operator pada area produksi *bonding composite*, dalam pelaksanaan produksi di area tersebut masih terdapat kegiatan-kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added*) sehingga efisiensi produksi tidak terlaksana dengan baik akibat adanya pemborosan. Pemborosan jenis *delays* seperti terlalu lamanya pekerja menunggu *part* yang akan dikerjakan karena *workcenter* sebelumnya terlambat, tidak tersedianya *raw material* yang akan diproses sehingga *order* terlambat, dan masalah-masalah lainnya. Hal-hal tersebut perlu diidentifikasi agar pemborosan yang terjadi dapat diminimumkan.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi oleh PT X maka perusahaan membutuhkan penyelesaian untuk mengurangi pemborosan yang terjadi di rantai produksi dengan melihat tujuh pemborosan yaitu kelebihan produksi, menunggu, transportasi, persediaan yang tidak perlu, proses tambahan yang tidak perlu, gerakan yang tidak perlu, dan produk cacat (Gaspersz dan Fontana, 2011). Dalam hal ini konsep *Lean Manufacturing* dengan *multiple product* dapat membantu perusahaan mengatasi permasalahan yang ada. Seluruh *part* yang diproduksi di area *bonding composite* akan dipetakan dan dianalisa pemborosan yang terjadi pada setiap *work center*.

### 1.2 Identifikasi Masalah

Masalah yang terjadi pada PT X adalah dalam pelaksanaan produksi di area *Bonding Composite* terdapat kegiatan-kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added*) sehingga efisiensi produksi tidak terlaksana dengan baik akibat adanya pemborosan. Pemborosan seperti ketidaksesuaian *schedule start time* yang telah dijadwalkan dan *actual start time* yang dilakukan mengakibatkan keterlambatan, tidak tersedianya *raw material* ketika order telah dirilis, dan masalah-masalah lainnya. Tujuan yang akan dicapai adalah menghasilkan usulan perbaikan pada sistem produksi di area *bonding composite* untuk mengurangi pemborosan dengan menggunakan konsep *Lean Manufacturing*.

## 2. STUDI LITERATUR

### 2.1 Konsep Dasar *Lean*

*Lean* adalah suatu upaya terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang dan / jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*) (Gaspersz dan Fontana, 2011). Tujuan *Lean* adalah meningkatkan terus menerus *customer value* melalui peningkatan terus-menerus rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (*the waste-to-waste ratio*). Menurut Gaspersz dan Fontana (2011) terdapat lima prinsip dasar *Lean*:

1. Mengidentifikasi nilai produk (barang dan/atau jasa) berdasarkan perspektif pelanggan, di mana pelanggan menginginkan produk (barang dan/atau jasa) berkualitas superior, dengan harga yang kompetitif dan penyerahaan tepat waktu.
2. Mengidentifikasi *value stream procces mapping* (pemetaan proses pada *value stream*) untuk setiap produk (barang dan/atau jasa).
3. Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang proses *value stream* itu.
4. Mengorganisasikan agar material, informasi, dan produk itu mengalir secara lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* menggunakan sistem tarik (*pull system*).
5. Terus-menerus mencapai berbagai teknik dan alat peningkatan (*impovement tools and techniques*) untuk mencapai keunggulan dan peningkatan terus-menerus.

### 2.2 Jenis-Jenis Pemborosan

Pemborosan (*waste*) dapat didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream*. Menurut Gasperz dan Fontana (2011) secara umum kita mengenal "Seven plus One" *Types of Waste* yaitu *overproduction, delay, transportation, processes, inventories, motion, defectiveproduct, defective design*.

### 2.3 Diagram SIPOC

Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, dan Customer*) merupakan diagram yang digunakan untuk menunjukkan aktifitas interaksi yang terjadi antara proses dengan elemen-elemen yang berada di luar proses secara garis besar (Gasperz dan Fontana, 2011).

### 2.4 *Value Stream Mapping*

*Value stream mapping* adalah suatu metode *Lean* yang digunakan untuk menganalisis aliran material dan informasi saat ini yang dibutuhkan untuk membawa produk atau jasa sampai ke tangan konsumen (Liker, 2004). *Value stream mapping* ini berasal dari perusahaan Toyota dan teknik ini juga sering disebut *material and information flow mapping*. Implementasi dari teknik *value stream mapping* ini dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Identifikasi produk, *product family*, atau jasa yang menjadi target.
2. Gambarkan peta *value stream* dengan keadaan saat ini (*current state value stream map*), dimana harus mencakup langkah saat ini, penundaan, dan aliran informasi yang dibutuhkan untuk mengantarkan produk atau jasa yang menjadi target. Kemungkinan peta yang dihasilkan akan berupa aliran produksi (dari *raw material* hingga konsumen) atau aliran desain (dari konsep hingga peluncuran).
3. Penilaian terhadap peta *value stream* saat ini untuk menciptakan *flow* baru dengan mengeliminasi *waste*.
4. Gambarkan peta *value stream* keadaan masas depan (*future state value stream map*).
5. Melakukan implementasi rancangan keadaan masa depan.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Kerangka pemecahan masalah dibuat secara sistematis untuk mengidentifikasi pemborosan dan mengurangi pemborosan dengan menggunakan konsep dasar *Lean Manufacturing* (Gasperz dan Fontana, 2011). Tahap pembuatan *design future map* tidak dilakukan karena *order* yang dibuat pada periode selanjutnya akan berbeda-beda. Metodologi penelitian dapat dilihat sebagai berikut:

1. Perumusan Masalah, berisi mengenai masalah yang terjadi dan metode pemecahannya.
2. Studi Literatur, berisi mengenai teori-teori sebagai dasar dan pertimbangan penelitian
3. Penentuan Metode Pemecahan Masalah, berisi mengenai konsep *lean manufacturing*.
4. Pengumpulan Data, berisi mengenai data dan informasi sebagai *input* pada penelitian.
5. Pengolahan Data, berisi mengenai perhitungan data pada penelitian.
6. Pemetaan *Current Value Stream Mapping*, berisi mengenai *map* sistem produksi
7. Identifikasi Waste Sepanjang *Current Value Stream Mapping*, berisi mengenai beberapa *workcenter* dengan tingkat *waste* yang paling tinggi.
8. Analisis Penyebab *Waste*, berisi mengenai metode-metode analisis untuk mencari akar permasalahan pada penelitian.
9. Perancangan Usulan Perbaikan, berisi mengenai rancangan perbaikan pada penelitian.
10. Kesimpulan, berisi mengenai kesimpulan pada penelitian.

### 4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan meliputi profil perusahaan, visi dan misi perusahaan, struktur organisasi perusahaan, sistem perencanaan produksi perusahaan, data *workcenter* yang digunakan, dan data produksi.

#### 4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data meliputi pembuatan diagram SIPOC dan perhitungan *From To Chart*, *Sum Of Operation Qty*, *Sum Of Scrap Qty*, *Average Lead Time*, *Average On Time Delivery*, *Sum Of Standard Time*, *Sum Of Actual Time*, *Average Of  $\Delta$  (Actual Time/Standard Time)*, *Average Of Total Time Actual/Qty*, dan rekapitulasi perhitungan keseluruhan.

##### 4.2.1 Diagram SIPOC

Diagram SIPOC yang dibuat pada penelitian ini berdasarkan area produksi yang diamati yaitu area produksi *bonding composite*. *Supplier* bahan baku untuk area produksi *bonding composite* adalah *issuer*. *Input* pada area *bonding composite* adalah *sheet metal part* dan *honeycomb core*. Proses yang dilakukan di area *bonding composite* terbagi menjadi 3 bagian yaitu proses-proses yang dilakukan di bagian *bonding*, *composite*, dan *interior decoration*. *Output* yang dihasilkan adalah *part* pesawat terbang. *Customer* dari area *bonding composite* adalah bagian *surface*, *assembly*, *inspection*, dan *warehouse*.

##### 4.2.2 From to Chart

*From to Chart* adalah data yang memberikan informasi mengenai jumlah *part* yang di distribusikan dari *workcenter* awal menuju *workcenter* tujuan. Contoh untuk *workcenter* awal Manual Cleaning for Bocom dan *workcenter* tujuan Setting for Bonding. Contoh Perhitungan FTC tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Contoh Perhitungan FTC :

$$\begin{aligned}
 \text{FTC}_{2 \rightarrow 1} &= \sum_{i=1}^{12} X_{i21} && (1) \\
 &= X_{121} + X_{221} + X_{321} + \dots + X_{1221} \\
 &= 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 12 \text{ pcs}
 \end{aligned}$$

*Usulan Perbaikan Sistem Produksi Untuk Mengurangi Pemborosan Pada Area Bonding Composite Dengan Menggunakan Konsep Lean Manufacturing*

**Tabel 1. Contoh Perhitungan FTC**

No	Order	Part Number	Part Name	OPE	WC	WC Description	GROUP	NEXT GRUP	QTY (Pcs)
1	9002065037	35-34081-0009A03	PANELI	0110	415402	MANUAL CLEANING FOR BOCOM	BONDING	SETTING FOR BONDING	1
2	9002065036	35-34081-0009A03	PANELI	0110	415402	MANUAL CLEANING FOR BOCOM	BONDING	SETTING FOR BONDING	1
3	9002065035	35-34081-0009A03	PANELI	0110	415402	MANUAL CLEANING FOR BOCOM	BONDING	SETTING FOR BONDING	1
4	9002065034	35-34081-0009A03	PANELI	0110	415402	MANUAL CLEANING FOR BOCOM	BONDING	SETTING FOR BONDING	1
5	9002054376	35-32253-0018A02	INTERNAL PANEL	0110	415402	MANUAL CLEANING FOR BOCOM	BONDING	SETTING FOR BONDING	1
6	9002054375	35-32253-0018A02	INTERNAL PANEL	0110	415402	MANUAL CLEANING FOR BOCOM	BONDING	SETTING FOR BONDING	1
7	9002054374	35-32253-0018A02	INTERNAL PANEL	0110	415402	MANUAL CLEANING FOR BOCOM	BONDING	SETTING FOR BONDING	1
8	9002054373	35-32253-0018A02	INTERNAL PANEL	0110	415402	MANUAL CLEANING FOR BOCOM	BONDING	SETTING FOR BONDING	1
9	9002054368	35-32253-0017A01	INTERNAL PANEL	0110	415402	MANUAL CLEANING FOR BOCOM	BONDING	SETTING FOR BONDING	1
10	9002054367	35-32253-0017A01	INTERNAL PANEL	0110	415402	MANUAL CLEANING FOR BOCOM	BONDING	SETTING FOR BONDING	1
11	9002054366	35-32253-0017A01	INTERNAL PANEL	0110	415402	MANUAL CLEANING FOR BOCOM	BONDING	SETTING FOR BONDING	1
12	9002054365	35-32253-0017A01	INTERNAL PANEL	0110	415402	MANUAL CLEANING FOR BOCOM	BONDING	SETTING FOR BONDING	1

**4.2.3 Sum of Operation Qty**

*Sum of operation qty* adalah data yang memberikan informasi jumlah produk yang diproses pada setiap *workcenter*. Contoh untuk *workcenter* Preparation Adhesive. Berikut ini merupakan contoh perhitungan *sum of operation qty* yang dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Contoh Perhitungan Sum of Operation Qty**

No	Order	Part Number	Part Name	OPE	WC	WC Description	Operation Qty (Pcs)
1	9002059653	35-21315-0007	COVER	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	1
2	9002059652	35-21315-0007	COVER	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	1
3	9002059651	35-21315-0007	COVER	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	1
4	9002058443	35-22040-0013A01	EMERGENCY DOOR	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	1
5	9002058442	35-22040-0013A01	EMERGENCY DOOR	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	1
6	9002058441	35-22040-0013A01	EMERGENCY DOOR	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	1
7	9002058440	35-22040-0013A01	EMERGENCY DOOR	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	1
8	9002009655	212-60918-0005	RIGHT PANEL DCHO	0220	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	1
9	9001956315	35-31280-0004A02	ACCES DOOR ASSY	0190	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	1
10	20073288	35-22540-0001B01AM	SHAPE ASSY	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	3
11	20063462	95-32214-0003A01	SKIN ASSY-UPPER	0210	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	1
12	20063034	95-32214-0004A02	SKIN ASSY-UPPER	0210	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	1
13	20061988	95-32154-0004A02	SKIN ASSY-UPPER	0210	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	1
14	20061983	95-32154-0003A01	SKIN ASSY-UPPER	0210	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	1
15	20058543	35-22540-0001B01AM	SHAPE ASSY	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	1
16	20058537	35-22540-0001B01AM	SHAPE ASSY	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	1
17	20050431	35-61393-0001	REFERENCE SUPPORT	0020	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	4

Contoh Perhitungan untuk *workcenter* Preparation Adhesive Sealant :

$$\begin{aligned}
 Qty_{(26)} &= \sum_{i=1}^n Q_{i26} && (2) \\
 &= Q_{126} + Q_{226} + Q_{326} + \dots + Q_{1726} \\
 &= 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 \\
 &= 22 \text{ pcs}
 \end{aligned}$$

**4.2.4 Sum of Scrap Qty**

*Sum of scrap qty* adalah data yang memberikan informasi mengenai jumlah produk yang cacat/gagal dan tidak dapat di kerjakan ulang (*rework*) pada setiap *workcenter*. Contoh untuk *workcenter* Lay up Bonding. Contoh perhitungan *sum of scarp qty* dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Contoh Perhitungan Sum Of Scrap Qty**

No	Order	Part Number	Part Name	OPE	WC	WC Description	Operation Qty (Pcs)	Yield Quantity (Pcs)	Scrap Quantity (Pcs)
1	20067757	35-32212-0003A05	TRAILING EDGE	0200	415001	LAY UP BONDING	1	1	1
2	20058173	35-32156-0003A03	TRAILING EDGE	0200	415001	LAY UP BONDING	1	1	1
3	20051905	35-32156-0003A03	TRAILING EDGE	0200	415001	LAY UP BONDING	1	1	1

Contoh Perhitungan *sum of scrap qty* untuk *workcenter* Lay up Bonding :

$$\begin{aligned}
 Qty_{Scrap(8)} &= \sum_{i=1}^3 S_{i8} && (3) \\
 &= S_{18} + S_{28} + S_{38} \\
 &= 1 + 1 + 1 \\
 &= 3 \text{ pcs}
 \end{aligned}$$

#### 4.2.5 Average of Lead Time

*Average of lead time* adalah data yang memberikan informasi mengenai rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk membuat satu unit *part* dari awal sampai menjadi *part* jadi pada setiap *workcenter*. Contoh untuk *workcenter* Preparation Adhesive Sealant. *Part* yang di proses tersebut dilengkapi dengan *Actual Start Time* dan *Actual Finish Time*. Contoh perhitungan *lead time* dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Contoh Perhitungan Lead Time**

No	Order	Part Number	Part Name	OPE	WC	WC Description	Actual Start Time	Actual Finish Time	LT (Hari)
1	9002059653	35-21315-0007	COVER	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	14/02/2014	14/02/2014	1
2	9002059652	35-21315-0007	COVER	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	13/02/2014	13/02/2014	1
3	9002059651	35-21315-0007	COVER	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	14/02/2014	14/02/2014	1
4	9002058443	35-22040-0013A01	EMERGENCY DOOR	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	06/03/2013	06/03/2013	1
5	9002058442	35-22040-0013A01	EMERGENCY DOOR	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	06/03/2013	06/03/2013	1
6	9002058441	35-22040-0013A01	EMERGENCY DOOR	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	06/03/2013	06/03/2013	1
7	9002058440	35-22040-0013A01	EMERGENCY DOOR	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	06/03/2013	06/03/2013	1
8	9002009655	212-60918-0005	RIGHT PANEL DCHO	0220	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	04/10/2012	04/10/2012	1
9	9001956315	35-31280-0004A02	ACCES DOOR ASSY	0190	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	21/03/2012	21/03/2012	1
10	20073288	35-22540-0001B01AM	SHAPE ASSY	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	03/07/2014	03/07/2014	1
11	20063462	95-32214-0003A01	SKIN ASSY-UPPER	0210	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	05/06/2014	05/06/2014	1
12	20063034	95-32214-0004A02	SKIN ASSY-UPPER	0210	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	14/05/2014	14/05/2014	1
13	20061988	95-32154-0004A02	SKIN ASSY-UPPER	0210	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	14/03/2014	14/03/2014	1
14	20061983	95-32154-0003A01	SKIN ASSY-UPPER	0210	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	14/03/2014	14/03/2014	1
15	20058543	35-22540-0001B01AM	SHAPE ASSY	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	18/06/2014	18/06/2014	1
16	20058537	35-22540-0001B01AM	SHAPE ASSY	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	19/06/2014	19/06/2014	1
17	20050431	35-61393-0001	REFERENCE SUPPORT	0020	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	10/04/2014	11/04/2014	1

Contoh perhitungan *lead time* untuk nomer order 9002059653 :

$$STA_{126} = 14/02/2014$$

$$FTA_{126} = 14/02/2014$$

$$L_{126} = \text{Max} \{ FTA_{126} - STA_{126}, 1 \} \tag{5}$$

$$= \text{Max} \{ 14/02/2014 - 14/02/2014, 1 \}$$

$$= \text{Max} \{ 0, 1 \}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

Setelah melakukan perhitungan *lead time* pada masing-masing *order* lalu dilanjutkan dengan perhitungan *average lead time* pada setiap *workcenter*. Contoh perhitungan *average lead time* untuk *workcenter* Preparation Adhesive Sealant :

$$m = 17$$

$$LT_{(26)} = \frac{\sum L_{i26}}{m} \tag{6}$$

$$= \frac{L_{126} + L_{226} + L_{326} + \dots + L_{n26}}{17}$$

$$= \frac{1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1}{17}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

#### 4.2.6 Average of On Time Delivery

*Average of on time delivery* adalah data yang memberikan informasi mengenai rata-rata ketepatan waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan suatu *order* agar dapat didistribusikan dari *workcenter* asal menuju *workcenter* tujuan. Contoh untuk *workcenter* Preparation Adhesive Sealant. *Part* yang diproses tersebut dilengkapi dengan no operasi dari setiap *order* nya, *Schedule Finish Time* dan *Actual Finish Time*. Contoh perhitungan *on time delivery* dapat dilihat pada Tabel 5.

Contoh untuk no *order* 20050431

$$FTS_{1726} = 29/01/2014$$

$$FTA_{1726} = 11/04/2014$$

$$D_{1726} = \text{Max} \{ FTA_{1726} - FTS_{1726}, 0 \} \tag{7}$$

$$= \text{Max} \{ 11/04/2014 - 29/01/2014, 0 \}$$

$$= \text{Max} \{ 72, 0 \}$$

$$= 72 \text{ hari}$$

*Usulan Perbaikan Sistem Produksi Untuk Mengurangi Pemborosan Pada Area Bonding Composite Dengan Menggunakan Konsep Lean Manufacturing*

**Tabel 5. Contoh Perhitungan *On Time Delivery***

No	Order	Part Number	Part Name	OPE	WC	WC Description	Schedule Finish Time	Actual Finish Time	OTD (Hari)
1	9002059653	35-21315-0007	COVER	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	14/02/2014	14/02/2014	0
2	9002059652	35-21315-0007	COVER	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	13/02/2014	13/02/2014	0
3	9002059651	35-21315-0007	COVER	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	14/02/2014	14/02/2014	0
4	9002058443	35-22040-0013A01	EMERGENCY DOOR	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	06/03/2013	06/03/2013	0
5	9002058442	35-22040-0013A01	EMERGENCY DOOR	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	06/03/2013	06/03/2013	0
6	9002058441	35-22040-0013A01	EMERGENCY DOOR	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	06/03/2013	06/03/2013	0
7	9002058440	35-22040-0013A01	EMERGENCY DOOR	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	06/03/2013	06/03/2013	0
8	9002009655	212-60918-0005	RIGHT PANEL DCHO	0220	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	04/10/2012	04/10/2012	0
9	9001956315	35-31280-0004A02	ACCES DOOR ASSY	0190	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	21/03/2012	21/03/2012	0
10	20073288	35-22540-0001B01AM	SHAPE ASSY	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	03/07/2014	03/07/2014	0
11	20063462	95-32214-0003A01	SKIN ASSY-UPPER	0210	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	05/06/2014	05/06/2014	0
12	20063034	95-32214-0004A02	SKIN ASSY-UPPER	0210	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	14/05/2014	14/05/2014	0
13	20061988	95-32154-0004A02	SKIN ASSY-UPPER	0210	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	14/03/2014	14/03/2014	0
14	20061983	95-32154-0003A01	SKIN ASSY-UPPER	0210	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	14/03/2014	14/03/2014	0
15	20058543	35-22540-0001B01AM	SHAPE ASSY	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	18/06/2014	18/06/2014	0
16	20058537	35-22540-0001B01AM	SHAPE ASSY	0200	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	19/06/2014	19/06/2014	0
17	20050431	35-61393-0001	REFERENCE SUPPORT	0020	437101	PREPARATION ADHESIVE SEALANT	29/01/2014	11/04/2014	72

*On time delivery* untuk nomer order 20050431 adalah 72 hari, karena untuk nomer order 20050431 dijadwalkan selesai pada tanggal 29 Januari 2014 namun waktu aktual pengerjaannya baru selesai pada tanggal 11 April 2014. Contoh perhitungan *average on time delivery* untuk *work center* Preparation Adhesive Sealant:

$$\begin{aligned}
 m &= 17 \\
 OTD_{(26)} &= \frac{\sum D_{ij}}{m} \\
 &= \frac{D_{126} + D_{226} + \dots + D_{1726}}{17} \\
 &= \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 72}{17} \\
 &= 4,24 \text{ hari}
 \end{aligned} \tag{8}$$

**4.2.7 Sum Of Standard Time**

*Sum of standard time* adalah data yang memberikan informasi mengenai jumlah waktu *standard* yang ditetapkan oleh perusahaan untuk membuat satu unit produk. Contoh perhitungan *total standard time* pada *workcenter* Lay Up Wet untuk nomer order 20024721:

$$\begin{aligned}
 PTS_{6725} &= 0,25 \text{ Jam} \\
 MTS_{6725} &= 0 \text{ Jam} \\
 LTS_{6725} &= 6,606 \text{ Jam} \\
 TTS_{6725} &= PTS_{6725} + MTS_{6725} + LTS_{6725} \\
 &= 0,25 \text{ Jam} + 0 \text{ Jam} + 6,606 \text{ Jam} \\
 &= 6,856 \text{ Jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan *sum of total time standard* dilakukan dengan cara menjumlahkan *total time standard* dari masing-masing nomer order pada setiap *workcenter*.

Contoh perhitungan *sum of total time standard* pada *workcenter* Lay Up Wet:

$$\begin{aligned}
 \text{Sum of STD}_{(25)} &= \sum_{i=1}^n TTS_{i25} \\
 &= TTS_{125} + TTS_{125} + \dots + TTS_{6725} \\
 &= 5,917 + 5,917 + 3,000 + \dots + 6,856 \\
 &= 161,32 \text{ Jam}
 \end{aligned} \tag{9}$$

**4.2.8 Sum of Actual Time**

*Sum of actual time* adalah data yang memberikan informasi mengenai jumlah waktu aktual yang dihasilkan oleh operator untuk membuat satu unit *part*. Contoh untuk *workcenter* Lay Up Wet memproduksi beberapa *part* yang berbeda, seluruh *part* tersebut memiliki *actual time* nya masing-masing bergantung pada pelaksanaan proses produksi *part* tersebut. Contoh perhitungan *total actual time* pada *workcenter* Lay Up Wet untuk nomer order 20024721:

$$\begin{aligned}
 MTA_{6725} &= 0 \text{ Jam} \\
 LTA_{6725} &= 2 \text{ Jam} \\
 TTA_{6725} &= MTS_{6725} + LTS_{6725} \\
 &= 0 \text{ Jam} + 2 \text{ Jam} \\
 &= 2 \text{ Jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan *sum of total time actual* dilakukan dengan cara menjumlahkan *total actual time* dari masing-masing *order* pada setiap *workcenter*.

Contoh perhitungan *sum of total time actual* pada *workcenter* Lay up Wet:

$$\begin{aligned}
 \text{Sum of ACT}_{(25)} &= \sum_{i=1}^n TTA_{i25} & (10) \\
 &= TTA_{125} + TTA_{225} + \dots + TTA_{2525} \\
 &= 5,667 + 5,667 + \dots + 2 \\
 &= 208,79 \text{ Jam}
 \end{aligned}$$

#### 4.2.9 Average Of Δ (AC/STD)

*Average of Δ (AC/STD)* adalah data yang memberikan informasi mengenai rata-rata selisih *total actual time* dengan *total standard time*. Contoh untuk *workcenter* Lay up Wet memproduksi beberapa *part* yang berbeda, seluruh *part* tersebut memiliki *total time standard* dan *total time actual* nya masing-masing bergantung pada no *order part* tersebut.

Contoh perhitungan Δ pada *workcenter* Lay up Wet untuk no *order* 20024721:

$$\begin{aligned}
 TTA_{6725} &= 2 \text{ Jam} \\
 TTS_{6725} &= 6,856 \text{ Jam} \\
 \Delta &= TTA_{6725} - TTS_{6725} & (11) \\
 &= 2 \text{ Jam} - 6,856 \text{ Jam} \\
 &= -4,856 \text{ Jam}
 \end{aligned}$$

Kesimpulannya bahwa untuk pengerjaan *part* dengan no *order* 20024721 pada *workcenter* Lay Up Wet selesai lebih cepat 4,856 Jam dari waktu *standard* yang telah ditetapkan perusahaan. Δ bernilai positif (+) menandakan keterlambatan akibat pengerjaan *part* yang melebihi waktu *standard*, sementara Δ bernilai negatif (-) menandakan pengerjaan *part* yang tepat waktu karena pengerjaan dilakukan lebih cepat dari waktu *standard* yang ditetapkan. Perhitungan *average of Δ(AC/STD)* dilakukan dengan cara menjumlahkan Δ pada masing masing order dengan memberikan tanda absolut pada setiap selisihnya untuk kemudian dibagi jumlah *order* pada *workcenter* tersebut.

Contoh perhitungan *average of Δ(AC/STD)* untuk *workcenter* Lay up Wet:

$$\begin{aligned}
 m &= 67 \\
 \Delta(AC/STD)_{(25)} &= \frac{\sum |\Delta_{i25}|}{m} & (12) \\
 &= \frac{|\Delta_{125}| + |\Delta_{225}| + |\Delta_{325}| + \dots + |\Delta_{6725}|}{m} \\
 &= \frac{|-0,250| + |-0,250| + 6,000 + \dots + |-4,856|}{67} \\
 &= 2,41 \text{ Jam}
 \end{aligned}$$

#### 4.2.10 Average Of Total Time Actual/Qty

*Average of total time actual/qty* adalah data yang memberikan informasi mengenai rata-rata waktu proses pengerjaan satu unit *part* di setiap *workcenter*. Perhitungan *total time actual/quantity* dilakukan dengan melakukan konversi waktu *total time actual* kedalam satuan menit untuk kemudian dibagi *quantityorder ke-i* pada *workcenter* Lay Up Wet.

Contoh perhitungan *total time actual/quantity* pada *work center* Lay Up Wet untuk no *order* 20024721:

$$\begin{aligned}
 TTA_{6725} &= 2 \text{ Jam} \\
 Q_{6725} &= 1 \text{ Pcs} \\
 Z_{6725} &= \left( \frac{TTA_{671} \times 60}{Q_{671}} \right) & (13)
 \end{aligned}$$



$$= \left( \frac{2 \times 60}{1} \right)$$

$$= 120 \text{ menit/pcs}$$

Kesimpulannya bahwa untuk pengerjaan *part* dengan nomer *order* 20024721 pada *workcenter* Lay Up Wet membutuhkan waktu 120 menit/pcs. Setelah melakukan perhitungan *total time actual/quantity* lalu dilanjutkan dengan melakukan perhitungan Mnt/Pcs yang merupakan rata-rata dari *total time actual/quantity* di setiap *workcenter*. Contoh perhitungan Mnt/pcs untuk *workcenter* Lay up Wet:

$$m = 67$$

$$\text{Mnt/pcs}_{(25)} = \frac{\sum(Z_{i25})}{m} \tag{14}$$

$$= \frac{Z_{125} + Z_{225} + Z_{325} + \dots + Z_{6725}}{m}$$

$$= \frac{340,020 + 340,020 + 540,000 + \dots + 120,000}{67}$$

$$= 186,30 \text{ Mnt/pcs}$$

Kesimpulannya bahwa rata-rata waktu proses produksi satu *part* pada *workcenter* Lay up Wet di area *bonding composite* selama satu tahun adalah 186,30 Mnt/Pcs.

#### 4.2.11 Rekapitulasi Perhitungan Keseluruhan

Rekapitulasi perhitungan keseluruhan dibuat untuk melihat lebih jelas hasil perhitungan dari pengolahan data di setiap *workcenter* nya. Hasil perhitungan tersebut menjadi *input* pada pembuatan *current value stream mapping* yang akan dilakukan pada proses selanjutnya.

#### 4.3 PEMETAAN CURENT VALUE STREAM MAPPING

*Current value stream mapping* (CVSM) menggambarkan rangkaian proses produksi secara keseluruhan yang terdiri dari aliran material, transportasi, waktu pengerjaan, *lead time*, *on time delivery*, dan *scrap* yang terjadi di rantai produksi. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai keterangan pada gambar *current value stream mapping* yang digunakan oleh PT X:

- LT : *Lead Time*, rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk membuat satu unit produk dari awal sampai menjadi produk jadi.
- OTD : *On Time Delivery*, ketepatan waktu rata-rata pengiriman produk.
- Mnt/Pcs : Waktu proses yang dibutuhkan untuk membuat satu produk di setiap *workcenter*.
- Qty : Jumlah produk yang diproses.
- Qty Scrap : Jumlah produk cacat yang dihasilkan dan tidak bisa di *rework*.
- Δ (AC/STD): Rata-rata selisih total waktu aktual dengan total waktu *standard*.
- % : Persentase jumlah produk yang masuk ke proses selanjutnya, yaitu jumlah produk yang masuk ke *workcenter* tujuan dibandingkan dengan jumlah produk pada *workcenter* asal.

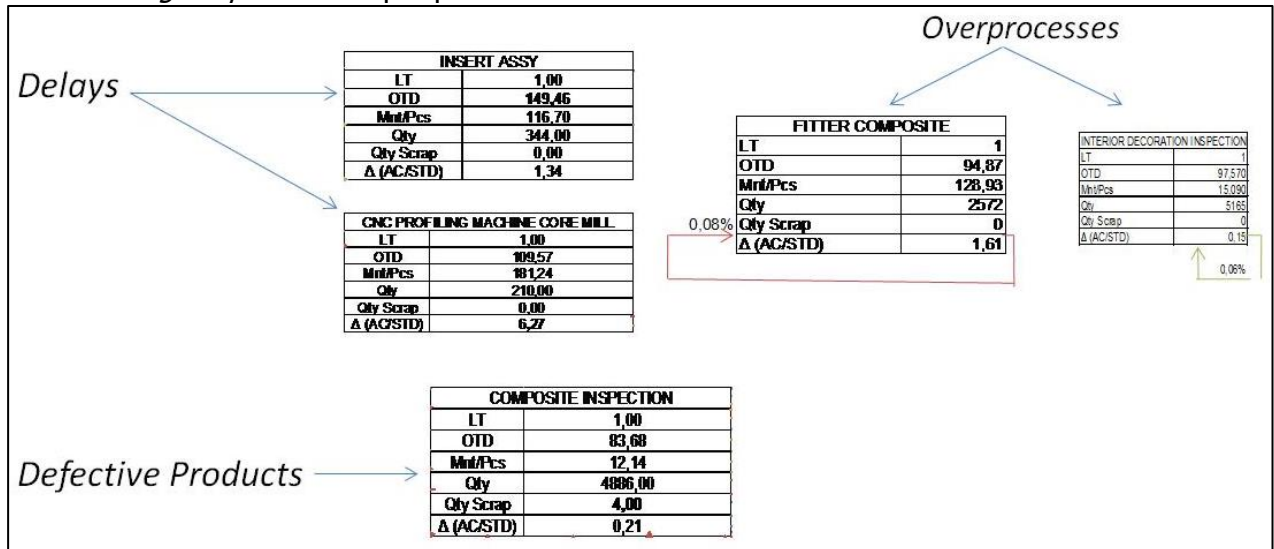
Keterangan tersebut menjadi parameter perhitungan pemborosan (*waste*) yang terjadi di PT X khususnya di area produksi *bonding composite*, Berikut ini merupakan contoh gambar *current value stream mapping* pada *workcenter* Debagging Composite dan Fitter Composite yang dapat dilihat pada Gambar 1.

DEBAGGING COMPOSITE			FITTER COMPOSITE	
LT	1,00		LT	1,00
OTD	93,32		OTD	94,87
Mnt/Pcs	14,60	0,07%	Mnt/Pcs	128,93
Qty	1460,00		Qty	2572,00
Qty Scrap	1,00		Qty Scrap	0,00
Δ (AC/STD)	0,10		Δ (AC/STD)	1,61

Gambar 1. Contoh Gambar *Current Value Stream Mapping*

#### 4.4 IDENTIFIKASI WASTE SEPANJANG CURENT VALUE STREAM MAPPING

Identifikasi *waste* bertujuan untuk menentukan berbagai pemborosan yang terjadi di lantai produksi, identifikasi dilakukan dengan menganalisa *current value stream mapping* pada area *bonding composite*. Beberapa *waste* yang paling tinggi yang terjadi di lantai produksi pada area *bonding composite* terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Workcenter Dengan Waste Paling Tinggi

### 5. ANALISIS

#### 5.1 ANALISIS PENYEBAB WASTE

Berdasarkan *current value stream mapping* perusahaan, pada area *bonding composite* terdapat beberapa pemborosan (*waste*) dengan jenis *wastedelays*, *defective products*, dan *processes*. Pemborosan (*waste*) di area *bonding composite* yang paling signifikan terjadi pada *workcenter* Insert Asy, Composite Inspection, CNC Profiling Machine Core Mill, Fitter Composite, dan Interior Decoration Inspection. Tahap analisis dilakukan dengan menggunakan *tree diagram* untuk menjelaskan faktor-faktor pemborosan, Metode 5 *Why* untuk menjelaskan alasan-alasan timbulnya permasalahan, dan metode 5W-1H untuk mengetahui pemborosan (*waste*) apa saja yang terjadi (*What*), sumber terjadinya pemborosan (*Where*), penanggung jawab (*Who*), waktu terjadinya pemborosan (*When*), alasan terjadinya pemborosan (*Why*), dan saran perbaikan yang dapat dilakukan (*How*). Hasil analisis menunjukkan bahwa *work center* Insert Asy menghasilkan rata-rata keterlambatan pengiriman sebesar 149,46 hari yang dapat dilihat dari perhitungan OTD, *work center* CNC Profiling Machine Core Mill menghasilkan rata-rata selisih *total time actual* dan *total time standard* sebesar 5,67 Jam yang dapat dilihat dari perhitungan Δ (AC/STD), *work center* Composite Inspection menghasilkan jumlah *part* gagal (*scrap*) terbanyak yaitu sebanyak 4 pcs yang dapat dilihat dari perhitungan *qty scrap*, *work center* Fitter Composite dan Interior Decoration Inspection menghasilkan pengulangan proses operasi yang dapat dilihat dari persentase produk yang diproses kembali di *work center* tersebut.

#### 5.1 PERANCANGAN USULAN PERBAIKAN

Perancangan usulan perbaikan dilakukan setelah melakukan analisis penyebab *waste* yang terjadi sepanjang *current value stream mapping*. Rancangan perbaikan dilakukan dengan mengacu pada saran di setiap *workcenter* sesuai tabel 5W-1H. Penjelasan rancangan perbaikan secara rinci dapat dilihat pada Tugas Akhir (Negara, 2015).

#### **5.1.1 Rancangan Perbaikan Pada *Workcenter* Insert Asy**

*Workcenter* Insert Asy menghasilkan rata-rata keterlambatan pengiriman sebesar 149,46 hari, hal ini disebabkan oleh pengerjaan *part* yang tidak sesuai jadwal dan *overlapping part*. Pengerjaan *part* yang tidak sesuai jadwal terjadi akibat pada saat menjadwalkan suatu order, bagian perencanaan produksi tidak mempertimbangkan ketersediaan *material*, *tools*, dan juga tidak menghitung *downtime* mesin akibat *maintenance*. Rancangan sistem penjadwalan yang terintegrasi dibuat untuk mereduksi pemborosan pada *workcenter* Insert Asy, rancangan ini terdiri dari berbagai elemen yang saling terkait.

#### **5.1.2 Rancangan Perbaikan Pada *Workcenter* CNC Profiling Machine Core Mill**

*Workcenter* CNC Profiling Machine Core Mill menghasilkan rata-rata selisih *total time actual* dan *total time standard* sebesar 5,67 Jam, hal ini disebabkan oleh dua faktor yaitu terlalu besarnya *total time actual* dan terlalu kecilnya *total time standard*. Rancangan usulan perbaikan yang dilakukan adalah dengan melakukan pelatihan bagi operator bagaimana membuat profil pada *raw material*, bagaimana melakukan *setup raw material* kedalam *tool "skin stick"* dan bagaimana memasukan alat bantu "*skin stick*" kedalam *workcenter* CNC Profiling Machine Core Mill. Selain itu rancangan usulan perbaikan bagi *part honeycomb* yang di proses pada *workcenter* tersebut adalah dengan melakukan perhitungan ulang standarisasi waktu yang mempertimbangkan *actual time* sebagai bahan evaluasi penentuan *standard time*.

#### **5.1.3 Rancangan Perbaikan Pada *Workcenter* Composite Inspection**

*Workcenter* Composite Inspection menghasilkan jumlah *part* gagal (*scrap*) terbanyak yaitu sebanyak 4 pcs. Rancangan usulan perbaikan yang dilakukan adalah dengan membuat *display standard operation procedure* pengerjaan *part* di *workcenter* Debaggging Composite dan Fitter Composite. Hal ini dilakukan sebagai sumber informasi bagi operator agar memudahkan operator yang akan melakukan proses produksi.

#### **5.1.4 Rancangan Perbaikan Pada *Workcenter* Fitter Composite**

*Workcenter* Fitter Composite menghasilkan pengulangan proses operasi ke 19 untuk *part* Window Cover order tertentu, hal ini disebabkan oleh kesalahan proses *finishing*. Rancangan usulan perbaikan yang dilakukan adalah dengan membuat *list* penggunaan *tools* pada setiap *part*. Hal ini dilakukan karena berdasarkan hasil wawancara dengan operator Fitter Composite, untuk pengerjaan beberapa *part* masih terjadi kesalahan penggunaan *tools* yang sesuai dengan *part* yang akan diproses sehingga pengerjaannya mengalami pengulangan proses akibat *part* yang dihasilkan masih belum sesuai standar perusahaan.

#### **5.1.5 Rancangan Perbaikan Pada *Workcenter* Interior Decoration Inspection**

*Workcenter* Interior Decoration Inspection menghasilkan pengulangan proses operasi ke 30 untuk *part* Side Cover Asy order tertentu, hal ini disebabkan oleh pengulangan proses pemeriksaan. Rancangan usulan perbaikan yang dilakukan adalah dengan membuat gambar *part* beserta dimensi *part* pada *workcenter* Interior Decoration Inspection. Hal ini dilakukan agar setiap proses pemeriksaan, operator dapat melihat *part* dengan standar yang benar.

#### **5.1.6 Rancangan Perbaikan *Visual Control* SQCDP**

SQCDP merupakan kepanjangan dari *Safety*, *Quality*, *Cost*, *Delivery*, dan *People*. Kartu tersebut merupakan sarana *controlling* untuk mengetahui suatu kejadian dalam satu periode tertentu dilihat dari segi keselamatan (*safety*), kualitas (*quality*), biaya (*cost*), pengiriman barang (*delivery*), dan operator (*people*). Kartu tersebut berupa gambar visual yang merekam suatu kejadian di lantai produksi selama satu bulan dengan mengacu pada parameter *safety*, *quality*, *cost*, *delivery*, dan *people*. Apabila terjadi permasalahan maka

operator akan mudah untuk mengetahui permasalahannya dan mudah untuk mencari solusi pemecahannya dan agar untuk periode selanjutnya permasalahan yang sama tidak terulang kembali.

### **5.1.7 Rancangan Perbaikan Organisasi Tempat Kerja**

Program peningkatan terus-menerus perlu dilakukan melalui perbaikan *housekeeping* menggunakan prinsip 5S untuk menciptakan dan memelihara agar tempat kerja menjadi teratur, bersih, aman dan memiliki kinerja tinggi. 5S merupakan pendekatan sistematis untuk meningkatkan lingkungan kerja, proses-proses, dan produk dengan melibatkan karyawan di lantai pabrik atau di lini produksi (Gasperz dan Fontana, 2011).

## **6. KESIMPULAN**

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian adalah:

1. Berdasarkan hasil pengolahan data dan pengamatan pada lantai produksi area *bonding composite* terdapat pemborosan-pemborsan paling signifikan yang terjadi yaitu *workcenter* Insert Asy, Composite Inspection, CNC Profiling Machine Core Mill, Fitter Composite, dan Interior Decoration Inspection.
2. Berdasarkan analisis penyebab *waste* yang telah dilakukan, maka terdapat beberapa rancangan usulan perbaikan pada *workcenter* yang menghasilkan pemborosan paling signifikan yaitu:
  - a. Perbaikan pemborosan *delay* pada *workcenter* Insert Asy dengan rancangan sistem penjadwalan produksi pada area *bonding composite*.
  - b. Perbaikan pemborosan *delay* pada *workcenter* CNC Profiling Machine Core Mill dengan melakukan pelatihan bagi operator junior yang dibantu oleh operator senior dengan mempraktekan secara langsung pengerjaan *part* tertentu dan juga melakukan standarisasi ulang untuk *part* honeycomb yang mempertimbangkan *actual time* sebagai bahan evaluasi penentuan *standard time*.
  - c. Perbaikan pemborosan *defective product* pada *workcenter* Composite Inspection dengan membuat gambar *part* beserta dimensi dan juga standar prosedur operasi pengerjaan *part*.
  - d. Perbaikan pemborosan *processes* pada *workcenter* Fitter Composite dengan melakukan pemeliharaan peralatan (*tools*) dan membuat *list* penggunaan *tools* pada setiap *part*.
  - e. Perbaikan pemborosan *processes* pada *workcenter* Interior Decoration Inspection dengan membuat gambar *part* beserta dimensi *part* pada *process sheet*.

## **REFERENSI**

Gaspersz, Vincent., dan Fontana, Avanti., 2011, *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*, Vinchristo Publication., Bogor.

Liker, Jeffrey. K., 2004, *The Toyota Way*, Erlangga, Jakarta.

Negara, Angga Purwayana Adhi., 2015, *Usulan Perbaikan Sistem Produksi Untuk Mengurangi Pemborosan Pada Area Bonding Composite Dengan Menggunakan Konsep Lean Manufacturing*, ITENAS, Bandung.