

**IMPLEMENTASI *LEAN SIGMA* UNTUK PENURUNAN NILAI *COST OF POOR QUALITY* KAIN EKSPOR KELAS A
(Studi Kasus : Departemen *Finishing* PT Mertex Indonesia)**

**IMPLEMENTATION OF *LEAN SIGMA* TO DECREASE THE VALUE OF *COST OF POOR QUALITY* OF FABRIC WITH THE TYPE OF EXPORT CLASS A
(Case Study : Departemen *Finishing* PT Mertex Indonesia)**

Galuh Ratna Dewi¹⁾, Sugiono²⁾, Ceria Farela Mada Tantrika³⁾

Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang, 65145, Indonesia

E-mail : galuhratnadewi@gmail.com¹⁾, sugiono@ub.ac.id²⁾, ceria_fmt@ub.ac.id³⁾

Abstrak

Departemen *Finishing* PT Mertex Indonesia bertugas mengolah kain mentah menjadi produk kain jadi. Dalam menjalankan produksinya, Departemen *Finishing* masih mengalami pemborosan. Pemborosan (*waste*) sebagai *internal failure* menyebabkan *cost of poor quality* yang membuat perusahaan kehilangan kesempatan untuk mendapatkan keuntungan. Tujuan penelitian ini adalah agar perusahaan dapat meningkatkan kualitas proses produksi dan menurunkan nilai *cost of poor quality* dengan menggunakan pendekatan *lean sigma*. Tahap awal dalam penelitian adalah mengidentifikasi alur proses produksi dan menggambarkan hasilnya melalui *value stream mapping* (*VSM*). Kemudian melakukan klasifikasi aktivitas dan melakukan identifikasi *waste*. Jenis *waste* yang dipertimbangkan dalam penelitian ini adalah *seven waste*. Setelah itu dicari nilai *cost of poor quality* (*COPQ*) dari masing-masing *waste* untuk mendapatkan *waste* berpengaruh berdasarkan nilai *COPQ* yang terbesar. Setelah itu dicari akar penyebab permasalahan dengan *root cause analysis* (*RCA*) dan prioritas *waste* yang harus diperbaiki dengan *failure mode and effect analysis* (*FMEA*). Dari alternatif perbaikan dipilih yang terbaik menggunakan *value based management* berdasarkan nilai *value* yang tertinggi. Melalui konsep *value based management* didapatkan alternatif perbaikan terpilih yaitu mengganti proses pengemasan manual dengan proses pengemasan otomatis dengan membeli mesin pengemas otomatis, menjaga kestabilan *rolling mesin*, melakukan *preventive maintenance* secara teratur dan melakukan pemasangan *expander roll* pada *roll mesin*. Setelah dilakukan rekomendasi perbaikan diharapkan nilai *sigma* dapat meningkat dan *cost of poor quality* dapat menurun.

Kata kunci : Kualitas, *Lean Sigma*, *waste*, *cost of poor quality*, *FMEA*, *value-based management*.

1. Pendahuluan

PT. Mermaid Textile Industri Indonesia (PT. Mertex Indonesia) merupakan salah satu produsen tekstil di Indonesia dengan produk yang dihasilkan adalah benang dan kain. Pada proses produksinya PT Mertex Indonesia membagi prosesnya ke dalam tiga departemen yaitu Departemen *Spinning*, Departemen *Weaving* dan Departemen *Finishing*. Pada Departemen *Finishing*, material berupa kain mentah dari Departemen *Weaving* diolah menjadi produk kain jadi. Proses-proses yang terjadi dalam Departemen *Finishing* antara lain: pembakaran bulu kain mentah (*gas singeing process*), penghilangan material pengotor, penetralan, *chloride bleaching*, pengaturan lebar kain, pewarnaan, penguatan warna dan proses lain hingga pelabelan kain jadi.

Departemen *Finishing* memiliki produk kain dengan kelas paling unggul yaitu produk

kain jenis Ekspor Kelas A. Jenis kain tersebut mengalami proses inspeksi bahan baku yang ketat sehingga ketika bahan baku yang berasal dari Departemen *Weaving* tidak sesuai dengan standar pada saat inspeksi, maka bahan baku tersebut akan digunakan sebagai bahan baku bagi jenis kain dengan kelas di bawahnya yaitu kain jenis Lokal Kelas AL dan Lokal Kelas A. Pihak perusahaan menyarankan agar produk kain jenis Ekspor Kelas A digunakan sebagai obyek penelitian dengan harapan agar kualitas produk dan proses produksi kain jenis Ekspor Kelas A dapat terus meningkat. Sehingga obyek penelitian ini hanya dikhususkan pada kain jenis Ekspor Kelas A.

Saat ini Departemen *Finishing* masih mengalami kendala adanya pemborosan (*waste*) dalam memproduksi kain jenis Ekspor Kelas A. Hal tersebut dapat diketahui dengan adanya produk yang cacat (*defect*) seperti terdapat

bintik hitam, terdapat lipatan dan kotoran karat. *Waste* merupakan bagian dari *internal failure* yang menyebabkan perusahaan kehilangan kesempatan untuk mendapatkan pendapatan akibat adanya *waste* tersebut.

Menurut Tomasson dan Wallin (2013) biaya karena adanya kesalahan internal (*internal failure*) dapat dikategorikan sebagai *cost of poor quality* (COPQ). Tabel 1 merupakan data jumlah produksi dan jumlah produk cacat kain jenis Ekspor Kelas A serta biaya kehilangan yang ditanggung perusahaan akibat adanya salah satu *waste* yaitu *defect*.

Tabel 1 Jumlah Produksi dan *Defect* Kain Ekspor Kelas A Bulan Juli-Desember 2013

Bulan (2013)	Product Quantity (yards)	Price of products (US \$)	Presentase Defect (%)	Cost of Poor Quality (COPQ) (US \$)
JUL	896.874	56.499	6,299	166.672
AGT	515.552	32.192	6,244	94.966
SEP	811.152	58.681	7,234	173.109
OKT	766.765	58.672	7,652	173.082
NOV	799.201	41.349	5,174	121.980
DES	677.220	46.958	6,933	138.526
Rata-rata			6,113	134.25

Pada Tabel 1 $COPQ_{defect}$ didefinisikan sebagai harga produk cacat yang tidak memiliki nilai dan terlepas dari penjualan produk pada kelas dibawahnya atau dari adanya penanganan kembali. Definisi tersebut mengacu pada definisi *cost of poor quality* (COPQ) oleh Sörqvist (2001) (dalam Thomasson dan Wallin, 2013). Dari Tabel 1 diketahui bahwa jumlah *defect* rata-rata perbulan adalah 6,113%. Sehingga dengan harga jual kain peryard \$2,95 maka *cost of poor quality* akibat *defect* per bulan rata-rata adalah sebesar \$134.253.

Salah satu metode pengendalian kualitas yang dapat digunakan adalah dengan mengintegrasikan pendekatan *Lean* dan *Six Sigma* yang meningkatkan kinerja melalui peningkatan kecepatan dan akurasi (Gazperz, 2006). Selanjutnya *Lean Six Sigma* akan dikombinasikan dengan metode FMEA untuk menganalisa potensi kegagalan dalam sistem. Potensi-potensi yang teridentifikasi tersebut akan diklasifikasikan menurut besarnya potensi kegagalan dan efeknya terhadap proses. Setelah didapatkan akar permasalahan dan prioritas perbaikan dari FMEA selanjutnya dilakukan *improvement* dengan beberapa alternatif solusi yang nantinya akan dipilih berdasarkan konsep *value based management*. Alternatif perbaikan dipilih berdasarkan estimasi biaya perbaikan

dan nilai bobot performansi yang diambil melalui kuisioner penilaian. Kuisioer penilaian performansi tiap alternatif diberikan kepada pihak produksi pada Departemen *Finishing*, dengan tujuan untuk mendapatkan alternatif terbaik di lapangan.

Dengan adanya penelitian ini diharapkan terjadi peningkatan produktivitas dengan pengurangan *waste* yang juga dapat berdampak pada pengurangan *cost of poor quality* yang timbul dari Departemen *Finishing*.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif dan penelitian kuantitatif. Langkah-langkah peneliiian adalah sebagai berikut.

2.1 Identifikasi Awal

Pada tahap ini dilakukan survei pendahuluan mengenai permasalahan di Departemen *Finishing* dan studi pustaka mengenai teori *lean sigma* dan teori lain yang terkait. Selanjutnya melakukan identifikasi masalah dari survey pendahuluan yang telah dilakukan. Kemudian merumuskan masalah sesuai dengan apa yang akan dijadikan fokus pembahasan. Terakhir menentukan tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya.

2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data mencakup data primer dan data skunder. Data primer meliputi urutan proses produksi pembuatan kain jenis ekspor Kelas A pada Departemen *Finishing*, data waktu tiap proses dan pengamatan mengenai faktor *allowance* pada tiap proses. Selain itu dilakukan wawancara langsung dengan pihak produksi mengenai penjelasan masing-masing proses. Data skunder meliputi profil perusahaan, data jumlah kecacatan produk, data jumlah permintaan produk, data *inventory* produk dan biaya produksi.

2.3 Tahap Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode DMAI (*Define, Measure, Analyze, Improve*) yaitu pada tahap *define* dan *measure* sebagai berikut :

a. Tahap *Define*

Pada tahap ini dilakukan klasifikasi aktivitas dalam tiga kategori yaitu *value added* (VA), *necessary but non value added* (NNVA) dan *non value added* (NVA), mengukur waktu

kerja, membuat *current state value stream mapping*, mengidentifikasi *waste* serta menentukan *waste* yang berpengaruh berdasarkan *cost of poor quality* (COPQ).

b. Tahap *Measure*

Pada tahap ini dilakukan penentuan *critical waste* pada masing-masing *waste* yang berpengaruh, pengukuran kinerja proses berdasarkan nilai sigma, pembuatan *p-chart* untuk *waste defect* dan pengukuran kapabilitas proses *long term*.

2.4 Tahap Analisis Data

Adapun tahapan-tahapan dari metode DMAI yang digunakan dalam analisis pemecahan masalah adalah Tahap *Analyze* dan Tahap *Improve* yang dijelaskan sebagai berikut:

a. Tahap *Analyze*

Pada tahap ini dilakukan analisa mengenai *non-value added activity*, analisa terhadap kapabilitas proses *long term*, analisa penyebab *waste* berpengaruh dengan *root cause analysis* serta dilakukan penyusunan FMEA (*failure mode and effect analysis*) untuk menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai RPN untuk menentukan prioritas perbaikan.

b. Tahap *Improve*

Pada tahap ini diberikan rekomendasi perbaikan berdasarkan nilai RPN tertinggi pada FMEA. Selanjutnya dilakukan pembobotan masing-masing *waste* dengan menggunakan nilai RPN dari prioritas perbaikan yang terpilih. Setelah itu dilakukan penentuan solusi terbaik menggunakan *value-based management* berdasarkan *performance* dan biaya yang dikeluarkan. Kemudian dibuat *future state value mapping* untuk mengetahui perkiraan proses yang akan berjalan setelah dilakukan rekomendasi perbaikan.

2.5 Tahap Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran merupakan langkah akhir dari proses penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan dilakukan dengan menggunakan metode DMAI (*Define, Measure, Analyze, Improve*).

3.1 Tahap *Define*

Define merupakan tahap awal dari siklus DMAI yang berkaitan dengan beberapa aktivitas yaitu pembuatan *current state value*

stream mapping, klasifikasi aktivitas serta identifikasi *waste* berdasarkan *cost of poor quality*.

3.1.1 *Current State VSM*

Current state value stream mapping merupakan gambaran nyata yang menunjukkan aliran informasi dan material sepanjang *value stream*. *Current state value stream mapping* dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.1.2 *Activity Classification*

Pengklasifikasian aktivitas menjadi tiga kategori aktivitas bertujuan untuk mengetahui dan menghitung presentase aktivitas-aktivitas yang termasuk dalam kategori *value-added*, *necessary but non value added* dan *nonvalue added*. Aktivitas-aktivitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Klasifikasi Aktivitas Proses Produksi Kain jenis Ekspor Kelas A

No	Aktivitas	VA (menit)	NNVA (menit)	NVA (menit)
1	Inspeksi bahan baku	-	49.92	-
2	Penyimpanan bahan baku kain mentah di <i>warehouse</i> bahan baku	-	-	10.87
3	Membawa bahan baku ke tempat <i>gas singeing process</i>	-	0.52	-
4	<i>Gas singeing process</i>	63.38	-	-
5	<i>Desizing & scouring process</i>	60.32	-	-
6	<i>Neutralization process</i>	62.50	-	-
7	<i>Chloride bleaching process</i>	63.84	-	-
8	Pemeriksaan kondisi keputihan kain	-	11.52	-
9	Membawa produk dari proses <i>chloride bleaching</i> ke proses <i>mercerizing</i>	-	5.54	-
10	<i>Mercerizing process</i>	61.92	-	-
11	Penyimpanan hasil proses <i>mercerizing</i>	-	2973.47	-
12	Membawa produk dari proses <i>mercerizing</i> ke proses <i>heat setter</i>	-	5.62	-
13	<i>Heat setter process</i>	59.92	-	-
14	Pemeriksaan kondisi keputihan kain	-	11.69	-
15	Membawa produk dari proses <i>heat setter</i> ke proses <i>dyeing pad dryer</i>	-	5.06	-
16	<i>Dyeing pad dryer process</i>	41.80	-	-
17	<i>Dyeing baking process</i>	83.88	-	-
18	<i>Dyeing pad steamer process</i>	83.52	-	-
19	Pemeriksaan kesesuaian warna kain dengan warna order	-	51.17	-
20	<i>Resin pad dryer process</i>	58.94	-	-
21	<i>Resin heat tenter process</i>	63.19	-	-
22	<i>Resin baking process</i>	59.66	-	-
23	<i>Sanitize</i>	61.44	-	-
24	Pemeriksaan hasil kain	-	59.17	-
25	<i>Selvedge Stamping</i>	61.63	-	-
26	<i>Cloth Winding</i>	72.83	-	-
27	<i>Make Up</i>	76.03	-	-
28	Produk dibawa ke gudang produk jadi	-	4.36	-
29	Produk disimpan di gudang produk jadi	-	-	4.4
Total Waktu Aktivitas Proses Produksi		1034.8	3177.52	11.31
Presentase Aktivitas Proses Produksi		24.48%	75.16%	0.36%

Dari Tabel 2 diketahui bahwa aktivitas yang dibutuhkan namun tidak memiliki nilai tambah memiliki presentase tertinggi yaitu sebesar 75,16%. Disusul oleh aktivitas bernilai tambah sebesar 24,48% dan aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah sebesar 0,26%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah sebesar 75,52%.

3.1.3 Identifikasi Waste

Identifikasi *waste* dilakukan setelah pembuatan *current state VSM* melalui *brainstorming* dengan pihak produksi dan melalui pengambilan data sekunder. *Waste* yang digunakan adalah *seven waste* (Shingo, 1990) Berikut identifikasi *seven waste* yang terdapat dalam aktivitas produksi kain jenis Ekspor Kelas A.

1. Defect

Merupakan cacat produk kain di mana kondisi fisik kain tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Jenis cacat kain yang terjadi pada hasil akhir produksi diantaranya adalah *shiwa* atau terdapat lipatan atau bekas lipatan memanjang atau miring, *yogore* atau terdapat kotoran berupa minyak atau pengotor lain *mura* atau permasalahan pada warna kain.

2. Overproduction

Terjadi ketika output produksi dikurangi *defect* produk melebihi permintaan *customer* yang telah ditambah dengan *safety stock* yang telah ditetapkan.

3. Waiting

Waste waiting terdiri dari dua kategori yaitu:

- Stoptime* mesin terbagi menjadi dua kondisi yaitu *planned downtime* dan *unplanned downtime*. *Unplanned downtime* disebabkan oleh keadaan yang tidak dapat dikendalikan seperti adanya *trouble* mesin, waktu untuk men-*set up* mesin sebelum digunakan, waktu pemanasan bagi mesin ketika mesin tersebut baru akan dipakai untuk pertama kali setelah dimatikan, dan adanya *trouble* dari PLN. Sedangkan *planned time* terdiri dari *preventive maintenance* dan evaluasi kualitas yang dijadwalkan.

- Waiting material* yaitu kondisi yang disebabkan oleh material yang mengantri untuk diproses.

4. Transportation

Pada jenis *waste* transportasi di lini produksi tidak terlalu berpengaruh terhadap proses produksi karena transportasi sudah berjalan dengan baik. Jarak perpindahan antara satu mesin dengan mesin yang lain cukup dekat.

5. Inventory

Merupakan persediaan dari barang atau produk yang berlebih yang terjadi selama permesinan berlangsung. Perhitungan material *work in process* dilakukan secara menyeluruh yaitu pada material yang menunggu proses ketika permesinan

berlangsung kontinyu. *Work in process* juga terjadi saat kain masuk ke gudang *finishing*.

6. Motion

Dalam melakukan aktivitasnya, selama ini operator dapat dikatakan sudah berada dalam lingkungan kerja yang cukup nyaman. Operator telah melakukan aktivitas sesuai dengan tugas masing-masing dan sesuai dengan kebutuhan saat proses produksi berlangsung.

7. Inappropriate Processing

Merupakan aktivitas atau proses yang dilakukan tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan. Pada produksi kain jenis Ekspor Kelas A, *inappropriate processing* terjadi dengan adanya *scrap* yang menyebabkan *rework*.

3.1.4 Identifikasi Waste Berpengaruh Berdasarkan Cost of Poor Quality

Cost of poor quality digunakan untuk menilai seberapa besar biaya kehilangan yang dialami perusahaan karena adanya *waste*. Identifikasi *cost of poor quality* dilakukan dengan menkorvesikan *waste* yang terdapat pada proses produksi perusahaan kedalam bentuk *cost* seperti pada persamaan berikut (Wiratmoko, 2013):

$$COPQ_{waste} = \sum \text{jenis waste} \times \text{harga jual produk} \quad (\text{Pers. 1})$$

Tabel 3 adalah hasil rekapan *cost of poor quality* masing-masing *waste*.

Tabel 3 Rekapan Hasil COPQ

No	Waste	Klasifikasi	COPQ (\$)
1	Defect	-	\$151.674,3
2	Overproduction	-	\$18.767,58
3	Waiting	Stoptime	\$74.219,32
		Antrian Material	\$1.605.831,42
4	Transportation	-	\$11.317,27
5	Inventory	-	\$511.041,03
6	Inappropriate processing	-	\$50.580,29

Setelah dihitung nilai COPQ dari tiap *waste*, maka dapat diketahui bahwa *waste* yang berpengaruh dalam proses produksi adalah *waiting material*, *inventory* dan *defect*.

3.2 Tahap Measure

Measure merupakan tahap kedua dari siklus DMAI yang berkaitan dengan beberapa aktivitas pengukuran dan perhitungan pada

waste berpengaruh yang telah diidentifikasi pada tahap *define*.

3.2.1 Critical Waste pada Waste Berpengaruh

Tujuan identifikasi *critical waste* adalah untuk mengetahui penyebab terjadinya *waste* berpengaruh yang paling utama. Berikut merupakan pembahasan mengenai *critical waste* dari *waste* berpengaruh.

1. Waiting Material

Terdapat satu *critical waste* untuk *waiting material* dalam proses dengan prosentase 98,87% yaitu antrian material setelah proses *mercerizing* dimana material harus mengalami tahap inspeksi sebelum masuk ke proses *heat setter*. Material menunggu cukup lama untuk diproses pada proses *heat setter* dan diletakkan pada sekitar *mercerize machine*.

2. Inventory

Identifikasi *critical waste* kategori *inventory* dilakukan dengan mendefinisikan jenis dan jumlah *inventory* yang terjadi dalam memproduksi kain jenis Ekspor Kelas A. Dari perhitungan didapatkan 84,54% *inventory* terjadi dengan adanya WIP pengemasan dan WIP produksi. Sehingga *inventory* memiliki dua *critical waste*.

3. Defect

Critical waste dalam *waste* kategori *defect* umumnya dikenal sebagai *critical to quality*. Terdapat tiga CTQ dari *defect* dengan prosentase 80% yaitu *shiwa*, *yogore* dan *mura*.

3.2.2 Pengukuran Kinerja Proses Berdasarkan Nilai Sigma

Berdasarkan identifikasi CTQ *defect* hasil produksi, diketahui bahwa terdapat 3 jenis penyebab terjadinya *defect* produk yang paling kritis. Selanjutnya menentukan besarnya DPMO dan nilai sigma seperti pada Tabel 4.

3.2.3 Perhitungan dengan P-Chart untuk Waste Defect

Dari data *defect* dengan total ukuran populasi sebanyak 3.054.338 yards dan total banyak cacat sebanyak 205.660 yards maka dapat diketahui besarnya CL, UCL dan LCL melalui perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata ukuran populasi} = \frac{3.054.338}{4} = 763.584,5 \quad (\text{Pers. 2})$$

$$\text{CL} = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{205.660}{3.054.338} = 0,0673 \quad (\text{Pers. 3})$$

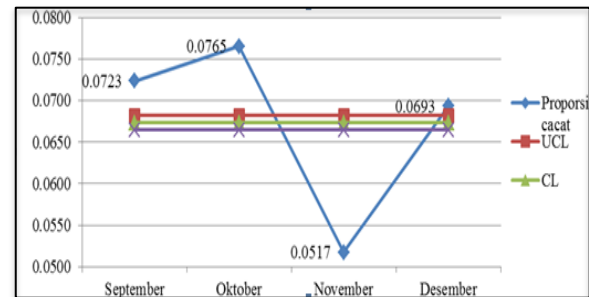
$$\text{UCL} = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,0682 \quad (\text{Pers. 4})$$

$$\text{LCL} = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,0665 \quad (\text{Pers. 5})$$

Tabel 4 Perhitungan Level Sigma Waste Defect

No.	Tindakan	Persamaan
1	Proses apa yang ingin diketahui?	<i>Defect</i> produk
2	Jumlah total produksi yang dihasilkan	3.054.338 yards
3	Total <i>defect</i> /cacat dalam proses	205.660 yards
4	Tingkat kecacatan (DPU)	0,067
5	CTQ	3
6	DPO	0,0224
7	DPMO = (3)/(4)*1.000.000	22.444,58
8	Konversi DPMO ke Nilai Sigma	3,505
9	Buat kesimpulan	Nilai sigma = 3,505

Dari perhitungan UCL dan LCL dari data *defect* maka dapat digambarkan pada *p-chart*, yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1 P-Chart Waste Defect

Dari Gambar 1 dapat diketahui bahwa nilai *defect* pada Bulan September-Desember 2013 masih berada diluar batas atas dan bawah sehingga masih perlu untuk dilakukannya suatu tinjauan ulang dan perbaikan proses produksi guna untuk mengurangi *defect* produk.

3.2.4 Pengukuran Kapabilitas Proses

Pengukuran kapabilitas proses bertujuan untuk mengevaluasi dan memahami kondisi proses yang sedang berlangsung (Suef, 2002). Pengukuran kapabilitas proses erat kaitannya dengan kualitas produk dan data kecacatan produk. Pengukuran kapabilitas proses yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan data diskrit atau data atribut.

Dari nilai DPO sebesar 0,0224 didapatkan nilai *Z long term* sebesar 2,01 selanjutnya dihitung nilai *Cpk* dari tabel indeks kapabilitas proses *long term* (Suef, 2002). Nilai *Z long*

term diperoleh sebesar 2,01 berada pada $Cpk = 0,67 - 0,83$. Kemudian dilakukan perhitungan interpolasi seperti perhitungan sebelumnya pada *Z long term* dan didapatkan nilai Cpk sebesar 0,672.

3.3 Tahap Analyze

Pada tahap ini dilakukan analisis kapabilitas proses *long term* dan analisa pada *waste* yang berpengaruh terhadap proses produksi menggunakan *root cause analysis*. Selanjutnya dilakukan penentuan prioitas perbaikan menggunakan *failure mode and effect analysis* (FMEA).

3.3.1 Analisis Kapabilitas Proses “long term”

Keberhasilan implementasi program peningkatan kualitas menggunakan konsep *lean sigma* dapat ditunjukkan melalui peningkatan kapabilitas proses dalam menghasilkan produk menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*).

Dari perhitungan kapabilitas proses dengan menggunakan interpolasi dan didapatkan nilai Cpk sebesar 0,672. Menurut Pearn dan Chen (1999) nilai $Cpk < 1$ menunjukkan bahwa proses tidak *capable*. Untuk itu sangat diperlukan perbaikan untuk meningkatkan kapabilitas proses agar proses dapat menjadi lebih *capable*.

3.3.2 Analisis Penyebab Masalah dengan Root Cause Analysis

Pada tahap ini dilakukan analisis faktor penyebab *waste* pada proses produksi berdasarkan *critical waste* dengan menggunakan *root cause analysis*.

Adapun identifikasi penyebab *waste* berpengaruh dengan menggunakan *root cause analysis* (5 *whys*) didapatkan penyebab utamanya pada Tabel 5.

Tabel 5 Akar Penyebab Waste

Waste	Critical Waste	Akar Penyebab
Waiting	Material menunggu pada proses <i>mercerizing</i>	Tidak ada standarisasi jumlah material tiap lot yang optimal
		Supervisor masing-masing <i>shift</i> tidak berkoordinasi secara terpusat di lapangan
		Tidak ada koordinasi dan kesepakatan yang dapat menjamin campuran larutan tiap lot sama

Tabel 5 Akar Penyebab Waste (Lanjutan)

Waste	Critical Waste	Akar Penyebab
		Tidak adanya penjadwalan yang baik pada proses tiap mesin dari pihak <i>supervisor</i>
Inventory	WIP Pengemasan	Belum ada proses pengemasan yang menggunakan mesin (secara otomatis)
		Kurangnya jumlah operator pengemasan
		Tidak ada jadwal yang pasti dari <i>supplier packaging material</i>
		<i>Supplier material package</i> tidak dapat memenuhi jumlah order
	WIP Produksi	Operator kurang disiplin dan kurang terlatih dalam mengendalikan proses pada mesin yang sedang beroperasi
		Estimasi pemberian minyak pelumas oleh tim <i>preventive maintenance</i> yang kurang tepat
		Belum terjadi koordinasi yang baik antara tim <i>maintenance</i> dengan operator produksi
		Tidak ada koordinasi yang tepat antara pihak produksi dengan <i>supplier</i>
Defect	Shiwa	Landasan <i>rolling</i> mesin agak aus
		Mesin beroperasi dalam kondisi kotor
		Tidak ada SOP yang menekankan operator pada pengawasan kondisi material
		Tidak ada kesepakatan dan koordinasi antar operator
	Yogore	Tim <i>preventive maintenance</i> kurang teliti pada saat <i>maintenance</i> selesai dilakukan
		Sistem (<i>Resin machine</i>) tidak terisolasi
		Operator tidak mengikuti standar proses kerja

Tabel 5 Akar Penyebab Waste (Lanjutan)

Waste	Critical Waste	Akar Penyebab
		Operator tidak menggunakan penutup pada kereta dorong
		Terdapat WIP antrian material hingga > 2 hari
	Mura	Tidak ada penanggulangan dan pemeliharaan pada lingkungan kerja
		Preventive maintenance dilakukan dengan kurang tepat
		Operator kelelahan akibat lingkungan kerja yang panas
		Suasana kerja yang panas, bising dan adanya kelelahan pada operator
		Supplier terlambat memenuhi order zat pewarna
		Operator kurang disiplin
		Operator yang tidak disiplin dalam mengikuti SOP yang diberikan

3.3.3 Failure Mode and Effect Analyze (FMEA)

Setelah melakukan analisa dari akar penyebab (*cause*) dari masing-masing jenis waste yang kritis, kemudian dibuat FMEA seperti pada Tabel 6. FMEA berguna untuk mengetahui prioritas perbaikan pada tiap waste yang dapat dilakukan dengan melihat *Risk Priority Number* (RPN) masing-masing waste.

3.4 Tahap Improve

Tahap *improve* dilakukan untuk menentukan tindakan perbaikan dalam rangka mengurangi waste. Dalam tahap ini akan diberikan rekomendasi perbaikan kemudian dilakukan pembobotan kriteria masing-masing waste melalui nilai RPN yang telah didapatkan pada fase sebelumnya. Selanjutnya dilakukan pemilihan alternatif perbaikan. Pemilihan alternatif perbaikan dilakukan dengan konsep *value based management*.

3.4.1 Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan oleh perusahaan berdasarkan FMEA

dengan nilai RPN tertinggi adalah sebagai berikut.

1. Melakukan desain ulang jumlah yards kain tiap lot yang masuk ke dalam proses mercerizing
2. Mengganti proses pengemasan secara manual dengan proses pengemasan secara otomatis dengan membeli mesin pengemas otomatis
3. Menjaga kestabilan *rolling* mesin, melakukan *preventive maintenance* secara teratur dan melakukan pemasangan *expander roll* pada roll mesin

3.4.2 Value-based Management

Robbins dan Coulter (2005) menjelaskan bahwa manajemen berbasis nilai merupakan pendekatan yang dapat digunakan manajer di seluruh bidang manajemen untuk organisasi sesuai dengan nilai yang dimiliki perusahaan. Sehingga dari beberapa alternatif rekomendasi perbaikan yang telah diberikan, selanjutnya akan dikombinasi dengan tujuan mendapatkan alternatif solusi yang terbaik dengan memperhatikan biaya yang dikeluarkan dan *performance* yang dihasilkan sesuai dengan konsep *value-based management*. Tabel 7 merupakan kombinasi alternatif dari ketiga alternatif yang diberikan.

Tabel 7 Kombinasi Alternatif Perbaikan

No.	Kombinasi Alternatif
0	Kondisi awal
1	1
2	2
3	3
4	1,2
5	1,3
6	2,3
7	1,2,3

Setelah kombinasi alternatif ditentukan, selanjutnya diberikan bobot kriteria pada waste berpengaruh sesuai dengan nilai RPN pada FMEA seperti berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{Waiting material} &= 0,44 \\ \text{Inventory} &= 0,26 \\ \text{Defect} &= 0,3 \end{aligned}$$

Ketika kombinasi alternatif sudah dibuat dan bobot masing-masing kriteria telah ditentukan selanjutnya adalah menghitung biaya dari setiap alternatif utama yakni alternatif 1, 2 dan 3. Berikut adalah biaya dari tiap alternatif.

Tabel 6 FMEA Prioritas Rekomendasi

<i>Waste</i>	<i>Critical Waste</i>	<i>Severity</i>	<i>Penyebab Waste</i>	<i>Occurance</i>	<i>Rekomendasi Perbaikan</i>	<i>Detection</i>	<i>RPN</i>
<i>Waiting</i>	Material yang menunggu pada proses <i>mercerizing</i>	8	Tidak ada standarisasi jumlah material tiap lot yang optimal	9	Melakukan desain ulang jumlah yards kain tiap lot yang masuk ke dalam proses <i>mercerizing</i>	9	648
			Supervisor masing-masing <i>shift</i> tidak berkoordinasi secara terpusat di lapangan	8	Supervisor melakukan koordinasi terpusat di lapangan dan turun tangan secara langsung saat terjadi pergantian <i>shift</i> serta membuat dokumentasi dan kartu kendali pada tiap-tiap operator yang telah menyelesaikan <i>shift</i> kerja	7	448
			Tidak ada koordinasi dan kesepakatan yang dapat menjamin campuran larutan tiap lot sama	7	Mengadakan pelatihan bagi operator seluruh <i>shift</i> untuk standariasasi proses pencampuran larutan dan melakukan pengawasan kepada operator setiap akan melakukan pencampuran larutan	8	448
<i>Inventory</i>	WIP Pengemasan	7	Belum ada proses pengemasan yang menggunakan mesin (secara otomatis)	6	Mengganti proses pengemasan secara manual dengan proses pengemasan secara otomatis dengan membeli mesin pengemas otomatis	9	378
			Kurangnya jumlah operator pengemasan	5	Menambah jumlah operator pengemasan tiap <i>shift</i>	6	210
	WIP Produksi	5	Estimasi pemberian minyak pelumas oleh tim <i>preventive maintenance</i> yang kurang tepat	4	Tim <i>preventive maintenance</i> perlu melakukan koordinasi dan penghitungan secara teliti estimasi jumlah minyak pelumas yang diberikan pada tiap mesin	8	160
			Belum terjadi koordinasi yang baik antara tim <i>maintenance</i> dengan operator produksi	4	Membangun kerjasama antar bagian dalam satu departemen dengan mengadakan acara-acara yang mempererat kerjasama	7	140
<i>Defect</i>	<i>Shiwa</i>	8	Landasan <i>rolling</i> mesin agak aus	8	Menjaga kestabilan <i>rolling</i> mesin, melakukan <i>preventive maintenance</i> secara teratur dan melakukan pemasangan <i>expander roll</i> pada roll mesin	7	448
	<i>Yogore</i>	6	Sistem (<i>resin machine</i>) tidak terisolasi	7	Mengisolir <i>resin machine</i> pada satu ruangan dan pembersihan ruangan setelah adanya perbedaan suhu (misal karena adanya hujan)	8	336
	<i>Mura</i>	5	<i>Preventive maintenance</i> dilakukan dengan kurang tepat	6	Melakukan penjadwalan ulang <i>preventive maintenance</i> , melakukan pelatihan dan mengatur <i>shift</i> kerja bagian <i>maintenance</i> sehingga selalu ada pada saat diperlukan <i>corrective maintenance</i> sewaktu-waktu	7	210

1. *Kondisi Awal* = \$2.268.546,75
2. *Alternatif 1* = \$2.270.625,47
3. *Alternatif 2* = \$2.314.471,39
4. *Alternatif 3* = \$2.270.170,25

Untuk perhitungan nilai *performance* dan *value* digunakan persamaan berikut ini (Wiratmoko, 2013). Tabel 8 merupakan perhitungan *value* tiap alternatif rekomendasi perbaikan.

$$PCn = \frac{Pn}{Po} \times PCo \quad (\text{Pers. 6})$$

$$Cn = Co + \text{Biaya perbaikan} \quad (\text{Pers. 7})$$

$$Vn = \frac{PCn}{Cn} \quad (\text{Pers. 8})$$

Tabel 8 Perhitungan *Value* setiap Alternatif

Alternatif ke-	Kombinasi Alternatif	Bobot Kriteria			Performance (P)	Biaya Performansi ke-n	Biaya alternatif perbaikan (Cn)	Value
		Pengurangan <i>waiting</i> antrian material	Pengurangan jumlah <i>defect</i>	Pengurangan jumlah <i>inventory</i>				
		0,44	0,3	0,26				
0	eksisting	60	60	40	54,80	\$2.268.546,75	\$2.268.546,75	1,000
1	1	84	64	48	68,64	\$2.841.478,99	\$2.270.625,47	1,251
2	2	66	63	82	69,26	\$2.867.145,03	\$2.314.471,39	1,239
3	3	62	86	63	69,46	\$2.875.424,40	\$2.270.170,25	1,267
4	1,2	66	64	59	63,58	\$2.632.010,99	\$2.316.550,11	1,136
5	1,3	84	80	49	73,70	\$3.050.947,00	\$2.272.248,97	1,343
6	2,3	66	83	82	75,26	\$3.115.526,07	\$2.316.094,89	1,345
7	1,2,3	77	72	74	74,72	\$3.093.171,77	\$2.318.173,61	1,334

3.4.3 Analisis Alternatif Perbaikan Terpilih

Berdasarkan Tabel 8 dapat dipilih alternatif perbaikan berdasarkan konsep *value based management* yaitu alternatif yang memiliki *value* tertinggi dibandingkan dengan alternatif yang lain. Alternatif yang memiliki *value* tertinggi adalah alternatif 6. Alternatif 6 merupakan alternatif perbaikan dengan kombinasi antara rekomendasi perbaikan ke-2 dan ke-3 yaitu mengganti proses pengemasan secara manual dengan proses pengemasan secara otomatis dengan membeli mesin pengemas otomatis dan menjaga kestabilan *rolling* mesin, melakukan *preventive maintenance* secara teratur dan melakukan pemasangan *expander roll* pada roll mesin.

Biaya untuk menerapkan alternatif 6 berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan adalah sebesar \$2.316.094,89. Penggantian proses pengemasan manual menjadi otomatis diharapkan mampu mengurangi terjadinya *waste* kategori *inventory* dan *waiting material* sebelum proses pengemasan (*selvege stamping*, *cloth winding* dan *make up*). Sedangkan dengan

menjaga kestabilan *rolling* mesin, melakukan *preventive maintenance* secara teratur dan melakukan pemasangan *expander roll* pada roll mesin diharapkan mampu mengurangi *waste* kategori *defect* khususnya *defect* jenis *shiwa*.

Dari rekapitulasi data kuisioner dan perhitungan *value* setiap alternatif didapatkan perkiraan penurunan *cost of poor quality* setelah dilakukan rekomendasi perbaikan berdasarkan *value based management*. Perhitungan perkiraan dilakukan dengan membandingkan bobot kriteria dan nilai *cost of poor quality* masing-masing *waste* berpengaruh dengan bobot kriteria dan nilai *cost of poor quality* sesudah dilakukan perbaikan.

3.4.4 Future State Value Stream Mapping

Setelah ditentukan alternatif perbaikan berdasarkan *value* terkait dengan *waste* yang terjadi sepanjang *value stream* proses produksi kain jenis ekspor Kelas A, maka dibuat *future state value stream mapping* kondisi setelah adanya rekomendasi perbaikan. *Future state value mapping* dapat dilihat pada Lampiran 3.

4. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Waste* berpengaruh yang terjadi pada proses produksi kain jenis ekspor Kelas A diantara ketujuh kategori *waste* yang diidentifikasi berdasarkan *cost of poor quality* adalah *waste waiting* antrian material, *waste inventory* dan *waste defect*.
2. Kinerja proses pada proses produksi kain jenis Ekspor Kelas A dalam Departemen Finishing saat ini bila dilihat dari nilai sigma pada *waste defect* dengan tiga CTQ adalah sebesar 3,505 sigma. Dari kinerja proses yang kurang dari enam sigma dapat disimpulkan bahwa proses masih memerlukan perbaikan untuk dapat mencapai enam sigma. Selain itu dengan mengkonversikan nilai sigma *waste defect* ke dalam indeks kapabilitas proses maka dapat dihitung nilai Cpk yaitu sebesar 0,672 (Cpk < 1) sehingga proses dapat dikatakan tidak *capable*.
3. Berdasarkan analisis faktor-faktor penyebab *waste* yang berpengaruh dengan menggunakan *root cause analysis* ditemukan akar permasalahan sebagai berikut:
 - a. *Waiting* antrian material dengan *critical waste* antrian proses *mercerizing*

- memiliki akar penyebab utama yaitu karena jumlah material (dalam ukuran yard) tiap lot yang kurang optimal.
- b. *Inventory* dengan *critical waste* WIP pengemasan memiliki akar penyebab utama yaitu belum adanya proses pengemasan yang menggunakan mesin (secara otomatis).
 - c. *Defect* dengan CTQ *shiwa* disebabkan oleh *preventive maintenance* tidak dilakukan dengan tepat
4. Upaya pengurangan *waste* berdasarkan *root cause analysis* (RCA) dan *failure mode and effect analysis* (FMEA) dengan nilai RPN tertinggi adalah sebagai berikut:
- a. Melakukan desain ulang jumlah yards kain tiap lot yang masuk ke dalam proses *mercerizing*
 - b. Mengganti proses pengemasan secara manual dengan proses pengemasan secara otomatis dengan membeli mesin pengemas otomatis
 - c. Menjaga kestabilan rolling mesin, melakukan *preventive maintenance* secara teratur dan melakukan pemasangan expander roll pada roll mesin.

Division of Quality Sciences; Chalmers University Of Technology Press.

Wiratmoko, M. Y., dkk. (2013). *Peningkatan Kualitas Pada Proses Produksi Dengan Pendekatan Lean Manufacturing (Studi kasus: PT. Philips Lighting Surabaya)*. Surabaya: Insitut Teknologi Sepuluh November Digital Repository.

Daftar Pustaka

Gaspersz, Vincent. (2006). *Continous Cost Reduction Through Lean-Sigma Approach*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Pearn, W.L. and Chen, K.S. (1997) *Making Decisions In Assessing Process Capability Index Cpk*. Quality And Reliability Engineering International.

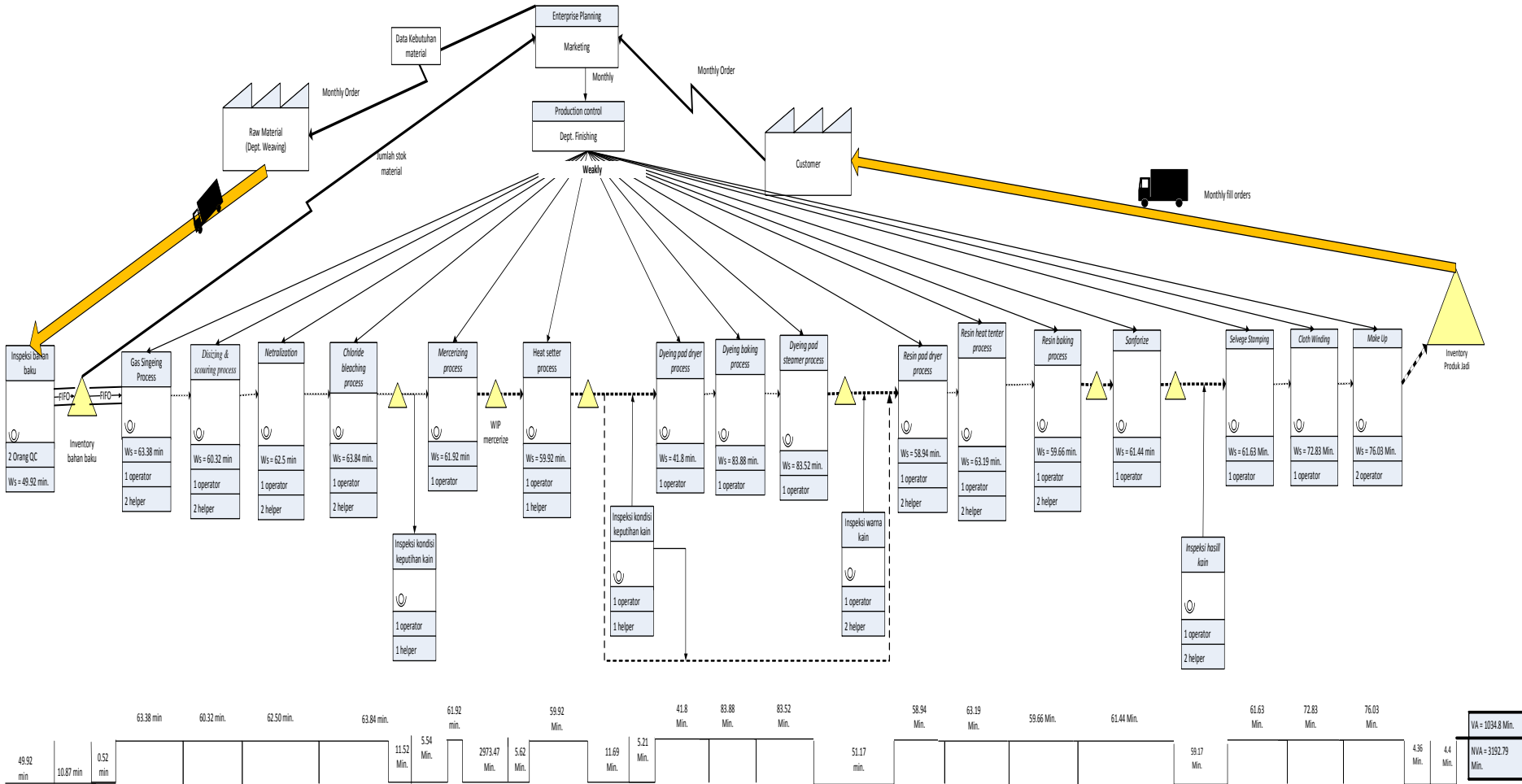
Robbin, S.P., & Coulter, M. (2005). *Management*. 8th. New Jersey; Prentice Hall.

Shingo, Shigeo. (1990). *A Study of the Toyota Production System*. USA: Andrew P. Dillon Productivity Press.

Suef. (2002). *Pengendalian Kualitas*. Surabaya; Insitut Teknologi Sepuluh November Surabaya Press.

Tomasson, M., Wallin, J. (2013). *Cost of Poor Quality; Definition and Development of a Process-Based Framework*. Department of Technology Management and Economics

Lampiran 1 Current state Value Stream Mapping



Lampiran 2 Future State Value Stream Mapping

