

PERANCANGAN USULAN PERBAIKAN PROSES SABLON PADA PRODUKSI SEPATU *DECATHLON* DI PT. XYZ BERDASARKAN PENDEKATAN DMAI

PLANNING OF PROPOSED IMPROVEMENT TO THE DECATHLON SCREEN PRINTING PROCESS IN PT. XYZ USING THE DMAI APPROACH

Gitanjali Widayu Diatri¹, Ir. Marina Yustiana Lubis, M.Si², Heriyono Lalu, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Program Studi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹gitanjaliwidayu@student.telkomuniversity.ac.id, ²marinayustianalubis@telkomuniversity.ac.id,
³heriyonolalu@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT. XYZ adalah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur, dengan sepatu merek *Decathlon* sebagai produk yang di produksi. Dalam melakukan proses produksinya, masih terdapat produk *defect* yang dihasilkan. Salah satu proses yang menjadi fokus pada penelitian ini adalah proses sablon. Berdasarkan data historis produksi sepatu *Decathlon* tahun 2019 menghasilkan sebanyak 973.198 sepatu dengan rata-rata persentase produk *defect* sebesar 12%. Diketahui bahwa nilai DPMO sebesar 241.425 dan nilai sigma sebesar 3,551 dari hasil perhitungan tersebut dapat diidentifikasi bahwa kapabilitas proses yang terjadi masih di bawah 6 sigma. Dengan melakukan *tools* analisis diagram sebab-akibat dapat diketahui faktor penyebab terjadinya proses yang bermasalah. Menentukan prioritas perbaikan menggunakan FMEA. Usulan perbaikan yang dilakukan adalah penggunaan mesin *conveyor dryer*, lembar perawatan dan mesin *conveyor dryer*, *visual display*, penggunaan instruksi kerja, dan alat bantu berupa gelas ukur pada proses penuangan cairan sablon.

Kata Kunci: Sepatu *Decathlon*, Proses Sablon, CTQ, DPMO, Mesin *Conveyor Dryer*, *Work Instruction*, *Visual Display*

Abstract

PT. XYZ is a company engaged in manufacturing, with Decathlon brand shoes as manufactured products. In conducting the production process, there are still defect products produced. One process that is the focus of this research is the screen printing process. Based on historical data Decathlon shoes production in 2019 produced 973,198 shoes with an average percentage of defect products of 12%. It is known that the DPMO value is 241,425 and the sigma value of 3,551 from the calculation results can be identified that the capability of the process that occurs is still below 6 sigma. By doing a causal diagram analysis tool, it can be seen the factors causing the occurrence of problematic processes. Determine priority improvements using FMEA. Proposed improvements made are the use of conveyor dryer machines, treatment sheets and conveyor dryer machines, visual displays, use of work instructions, and assistive devices in the form of measuring cups in the screen printing liquid pouring process..

Keywords: *Decathlon Shoes*, *Screen-printing Process*, *CTQ*, *DPMO*, *Conveyor Dryer Machine*, *Work Instruction*, *Visual Display*

1. Pendahuluan

Kualitas merupakan keadaan yang selalu berubah yang berkaitan dengan produk, layanan, orang, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melampaui harapan serta dapat membantu menghasilkan nilai tambah [3]. Hal penting bagi perusahaan ketika akan memproduksi sebuah produk adalah bagaimana perusahaan dapat membuat produk yang berkualitas dengan cara menetapkan spesifikasi produk guna mengetahui dan memenuhi kebutuhan konsumen, serta dapat memastikan bahwa proses produksi sudah berjalan dengan baik, sehingga dapat menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi yang di inginkan. PT. XYZ merupakan perusahaan pembuatan sepatu dengan *Decathlon* sebagai merek dagangnya. PT. XYZ menerapkan *make-to-order* dengan beberapa spesialisasi seperti ukuran sepatu, jumlah pesanan dalam sekali produksi, hingga waktu pengiriman sepatu dan based on CBA (*Component by Advance*) dengan spesialisasi bahan sepatu yang akan dipakai dalam kegiatan produksi

Dalam memproduksi sepatu *Decathlon*, PT. XYZ menetapkan *Critical to Quality* (CTQ) produk sebagai berikut:

Tabel 1 CTQ Produk Sepatu *Decathlon*

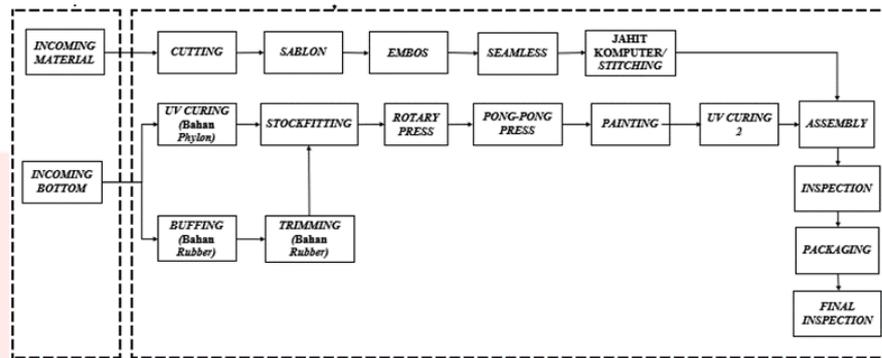
Nomor CTQ	Need	Quality Driver	Critical to Quality
1	Kesesuaian Visual Produk	Tepi bagian dalam pada sisi kanan dan sisi kiri sepatu sejajar	Sambungan yang ada bagian dalam sisi kanan dan kiri sepatu rata pada kedua sisi (sejajar)
2	Kesesuaian Visual Produk	Kelayakan seluruh hasil penempelan pada bagian badan sepatu	Tidak terdapat hasil dari pengolesan lem yang terbuka
3	Kesesuaian Visual Produk	Kelayakan seluruh hasil jahit pada sepatu	Tidak ada sisa benang jahit yang terlihat
4	Kesesuaian Visual Produk	Kelayakan seluruh hasil pengecatan pada bagian <i>outsole</i> sepatu	Tidak ada hasil pengecatan yang melebihi pola yang sudah ditentukan
5	Kesesuaian Fisik Produk	Panjang sepatu sesuai dengan matriks ukuran	Panjang sepatu berbeda-beda sesuai dengan matriks ukuran, dengan toleransi sebesar ± 2 mm
6	Kesesuaian Fisik Produk	Tinggi sepatu sesuai dengan matriks ukuran	Tinggi sepatu berbeda-beda sesuai dengan matriks ukuran, dengan toleransi sebesar ± 4 mm

Sumber: Hasil Wawancara Pihak PPIC (2019)

Tabel 2 Jumlah Produksi dan Jumlah Produk *Defect* Sepatu *Decathlon* Periode 2019

Bulan	Realisasi Produk	Jumlah Produk <i>Defect</i>	Jumlah Produk Baik	% Produk <i>Defect</i>	% Toleransi Produk Cacat
a	b	c	d = b-c	e = c/b	f
Januari	29052	3452	25600	12%	10%
Februari	57698	7125	50573	12%	10%
Maret	51939	6271	45668	12%	10%
April	140090	16878	123212	12%	10%
Mei	142549	17499	125100	12%	10%
Juni	75450	9251	66199	12%	10%
Juli	179675	21476	158199	12%	10%
Agustus	65777	7932	57845	12%	10%
September	30080	3521	26559	12%	10%
Oktober	67685	8312	59373	12%	10%
November	87971	10572	77399	12%	10%
Desember	45232	5421	39811	12%	10%
Jumlah	973198	117660	855538	12%	10%
Rata-Rata	81099,83	9805,03	71294,80		

Berdasarkan pada tabel 2 dapat dilihat bahwa proses produksi yang berjalan mulai dari periode Januari 2019-Desember 2019 menghasilkan produk *defect*. Diketahui rata-rata jumlah produk *defect* 9805,03 sepatu dan rata-rata persentase produk *defect* sebesar 12%. Dapat diketahui bahwa proses produksi sepatu *Decathlon* belum berjalan dengan baik. Untuk mengetahui kinerja proses saat ini yaitu dengan melakukan perhitungan kapabilitas proses pada untuk menghasilkan *output level sigma*. Dari hasil perhitungan kapabilitas proses yang telah dihitung, dapat diketahui kinerja proses produksi sepatu *Decathlon* berada pada *level sigma* 3,551 *sigma* di mana setara dengan DPMO = 241,425 (241,425 peluang cacat per 1.000.000 produk).



Gambar 1 Alur Proses Produksi sepatu Decathlon

Dari Gambar 1 diketahui bahwa dalam proses produksi sepatu Decathlon terdiri dari 17 proses. Berikut tabel 4 merupakan hasil identifikasi jenis defect yang terjadi pada tahapan proses yang bermasalah.

Tabel 3 Identifikasi Jenis Defect Yang Terjadi Pada Tahapan Proses Yang Bermasalah

Jenis Defect	Kode Defect	Ciri-ciri	Penyebab Defect
Hasil potongan tepi tidak rata	TR	Hasil pemotongan tidak sesuai dengan spesifikasi dan standar yang ditentukan	Mata pisau yang kurang tajam
Sablon rusak	SR	Ketebalan cairan sablon tidak rata	Kesalahan dalam peletakan material
Hasil sablon tidak sesuai dengan bagiannya (tidak rata)	SSB	Terdapat bagian yang tidak semestinya di sablon tetapi terkena cairan sablon	
Center Miring	CM	Pemasangan aksesoris yang tidak sesuai dengan tempatnya	Penempatan sablon dan aksesoris tidak pas
Bonding Gap	BG	Lem kurang	Belum adanya standar yang ditetapkan
Over Lem	OL	Lem berlebih	
Cat tidak rata	CR	Ketebalan cat yang tidak rata	Proses pengecatan masih dilakukan dengan sistem konvensional (manual)
Kotor	KR	Bagian lain terkena semprotan cat	

Tabel 4 Jumlah Cacat Produk per Proses di PT. XYZ

Proses	Jenis Defect	Rata-rata Defect
Cutting	Bahan baku tidak terpotong rapih	871
Sablon	Sablon	1277
	Hasil sablon tidak sesuai dengan bagiannya (tidak rata)	1214
Seamless	Miring	245
Stockfitting	Bonding gap	2564
	Over lem	1567
Painting	Ketebalan cat tidak rata	1190
	Bagian lain terkena semprotan cat sehingga menjadi kotor	877

Dari tabel 4 dapat diketahui jenis defect yang terjadi pada proses produksi sepatu Decathlon. Diketahui bahwa defect yang terjadi diakibatkan oleh proses yang tidak berjalan dengan baik sesuai dengan requirement pada masing-masing tahapan proses.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi maka akan dilakukan penelitian yang berjudul “**PERANCANGAN USULAN PERBAIKAN PROSES SABLON PADA PRODUKSI SEPATU DECATHLON DI PT. XYZ BERDASARKAN PENDEKATAN DMAI**”.

2. Dasar Teori dan Metodologi

2.1 Kualitas

Kualitas dapat diartikan sebagai kemampuan program organisasi, produk, dan layanan untuk memenuhi persyaratan, keinginan dan kebutuhan pelanggan seperti yang dinyatakan sebelumnya. [2]

2.2 Aspek Kualitas

Terdapat tiga aspek yang berhubungan dengan definisi kualitas, yaitu *Quality of Design*, *Quality of Conformance*, dan *Quality of Performance*. [5]

2.3 Six Sigma

Six Sigma merupakan metodologi penyelesaian masalah yang digunakan untuk menemukan dan menghilangkan penyebab cacat atau kesalahan dalam proses produksi, dengan berfokus pada *output* untuk *customer*. [1]

2.4 DMAIC

DMAIC adalah proses berulang yang memberikan struktur dan panduan untuk meningkatkan proses di tempat kerja. DMAIC dilakukan dengan maksud untuk memahami dan mengevaluasi *root cause* (akar penyebab) dari suatu masalah [1]

2.5 SIPOC

SIPOC merupakan suatu alat perbaikan proses yang memberikan ringkasan dari *input* dan *output* dari salah satu atau lebih proses. SIPOC disajikan dalam bentuk tabel. Akronim SIPOC menunjukkan pemasok (*supplier*), *input*, proses, *output* dan pelanggan (*customer*), yang mewakili kolom-kolom pada tabel. SIPOC adalah sebuah alat vital untuk mendokumentasikan proses bisnis dari awal hingga akhir. SIPOC digunakan dalam fase *define* dari *define-measure-analyze-improve-control* (DMAIC) proses [1]

2.6 Critical-to-Quality (CTQ)

CTQ (*Critical to Quality*) adalah karakteristik terukur dari suatu produk atau proses yang ditetapkan untuk memastikan kepuasan pelanggan. CTQ membantu untuk memastikan bahwa kegiatan perbaikan sesuai dengan persyaratan pelanggan. [2]

2.7 Peta Kendali-P

Peta kendali merupakan sebuah grafik garis yang digunakan untuk menilai stabilitas suatu proses. Peta kendali memiliki tiga garis yang digambar di atasnya, yaitu garis tengah (CL), batas kontrol atas (UCL), dan batas kontrol bawah (LCL). Salah satu jenis peta kendali adalah peta kendali-p yang biasa digunakan untuk mengendalikan bagian produk cacat atau ukuran sample tidak konstan dari hasil produksi, jenis data diskrit, dan fraksi *defective*. [1]

2.8 Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses merupakan sebuah perhitungan untuk mengukur tingkat ketidaksesuaian suatu proses, dengan menyatakan kinerja dalam bentuk angka tunggal dan melibatkan perhitungan rasio batas spesifikasi (persyaratan pelanggan) untuk memproses penyebaran (variasi dalam proses). Data yang digunakan adalah jumlah *defect*, jumlah produk yang di produksi, dan CTQ potensial. CTQ potensial ini kemudian akan dihitung untuk mendapatkan nilai DPMO (*Defect per Million Opportunities*) sehingga akan di dapatkan nilai sigma. dan CPK atau indeks kapabilitasnya). [4]

2.9 Diagram Pareto

Diagram *pareto* adalah diagram batang (histogram) distribusi frekuensi sederhana dari data atribut yang disusun berdasarkan kategori dengan tujuan untuk menilai kesalahan/cacat yang paling sering berdasarkan kategori. [6]

2.10 Diagram Fishbone

Diagram *Fishbone* merupakan sebuah presentasi visual dari kemungkinan penyebab masalah atau kondisi tertentu. Dampak dari permasalahan digambarkan pada sisi kanan dan penyebab dari permasalahan digambarkan dengan bentuk tulang ikan. [2]

2.11 5 Why's

Metode *5 whys* atau *root cause analysis* adalah sebuah metode yang digunakan untuk menemukan dan menyelesaikan akar penyebab masalah yang dapat diperbaiki. Analisis *5 whys* akan efektif bila mendapatkan jawaban dari orang-orang yang memiliki pengalaman dari proses yang sedang diperbaiki. [1]

2.12 FMEA

Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) merupakan sebuah pendekatan untuk mengidentifikasi semua kemungkinan kegagalan dalam suatu rancangan, proses pembuatan atau perakitan, baik sebuah layanan atau sebuah produk. [4]

2.13 Visual Control

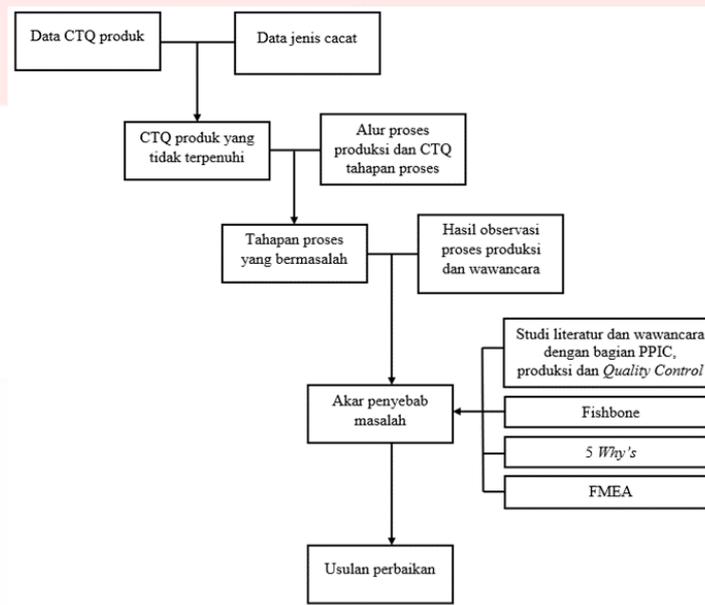
Visual Control atau kontrol visual merupakan *tools* yang digunakan untuk menggambarkan apa yang harus dilakukan karyawan tanpa menggunakan kata-kata. Kontrol visual dapat digunakan untuk mengatur aktivitas karyawan, menampilkan instruksi aktivitas, dan mengidentifikasi bahaya keselamatan. [2]

2.14 Instruksi Kerja

Instruksi kerja atau *Work Instruction* adalah salah satu jenis dari *Quality Management Systems (QMS)*, yang merupakan sebuah deskripsi tingkat rendah dari suatu proses yang di dokumentasikan. Instruksi kerja menjelaskan bagaimana kegiatan dalam suatu proses dieksekusi. Instruksi kerja biasanya di implementasikan antar departemen, dan penggunaannya dimaksudkan untuk pelaksana proses. Instruksi kerja harus dibuat berdasarkan kebutuhan untuk memberikan panduan langkah demi langkah yang terperinci untuk pelaksanaan proses, untuk meminimalkan variasi, dan untuk memastikan konsistensi dalam pelaksanaan proses. [7]

2.15 Model Konseptual

Model konseptual merupakan sebuah kerangka rancangan pemikiran yang terstruktur, yang berisi variabel penelitian serta hubungan keterkaitan antar variabel tersebut. Berikut merupakan model konseptual dalam meminimalkan produk cacat pada PT. XYZ:



Gambar 2 Model Konseptual

2.16 Sistematika Pemecahan Masalah

1. Tahap Pendahuluan

Tahap pendahuluan merupakan langkah awal dalam melakukan penelitian, dengan tahapan *Define, Measure, dan Analyze (DMA)* yang merupakan kegiatan mendefinisikan masalah, melakukan pengukuran terhadap data yang telah dikumpulkan menggunakan *tools* tertentu, serta mengidentifikasi akar penyebab permasalahan yang sedang diteliti.

2. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Tahap pengumpulan dan pengolahan data merupakan proses menghimpun data yang diperlukan terkait pengamatan permasalahan yang dilakukan untuk melakukan perancangan usulan perbaikan. Tahap pengumpulan dan pengolahan data menggunakan metode *5W + 1H*.

3. Tahap Analisis Perbaikan

Tahap analisis bertujuan untuk mendapatkan informasi penyebab masalah, sehingga dapat diketahui apakah usulan perbaikan untuk menyelesaikan permasalahan efektif untuk dilakukan atau tidak.

4. Tahap Saran dan Kesimpulan

Tahap ini akan memberikan kesimpulan hasil pengujian untuk menjawab tujuan yang telah ditetapkan. Setelah itu, penulis akan memberikan saran atau usul bagi perusahaan sebagai objek penelitian dan saran bagi penelitian selanjutnya.

3. Pembahasan

Bagian pembahasan akan membahas mengenai rancangan usulan perbaikan yang dilakukan untuk memperbaiki proses sablon. Setelah dirancang usulan perbaikan pada proses, lalu disimulasikan *level sigma* baru yang bertujuan untuk mengetahui perubahan tingkat kapabilitas proses setelah dilakukan usulan perbaikan.

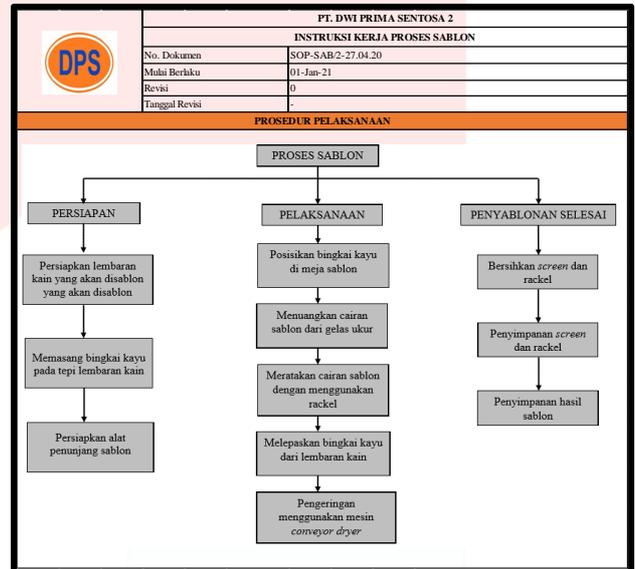
3.1 Rancangan Usulan Perbaikan

3.1.1 Rancangan Usulan Instruksi Kerja untuk Proses Sablon

Meminimasi terjadinya kesalahan pada proses sablon yang menyebabkan *defect* hasil sablon tidak rata. Untuk meminimasi hal tersebut, maka dilakukan cara yaitu membuat instruksi kerja untuk kegiatan proses sablon. Hal ini bertujuan untuk memberikan acuan bagi operator ketika menggunakan alat sablon dan menghindari kegagalan atau kesalahan pada saat proses sablon dilakukan.

Proses sablon menggunakan alat yang manual dan melibatkan peran operator untuk pengerjaannya. Terkadang operator melakukan kesalahan dalam melakukan proses sablon sehingga hasil sablon menjadi tidak rata. Berikut merupakan rancangan instruksi kerja untuk kegiatan proses sablon:

	PT. DWI PRIMA SENTOSA 2		
	INSTRUKSI KERJA PROSES SABLON		
	No. Dokumen	SOP-SAB/1-27.04.20	
	Mulai Berlaku	01-Jan-21	
	Revisi	0	
Tanggal Revisi	-		
TUJUAN			
Untuk memastikan bahwa operator dapat melakukan proses sablon dengan baik menggunakan alat sablon manual			
SASARAN			
Standarisasi proses sablon pada pembuatan sepatu Decathlon			
RUANG LINGKUP			
<ul style="list-style-type: none"> Operator pada <i>workstation</i> proses sablon Operator yang bertugas untuk melakukan proses sablon pada pembuatan sepatu Decathlon 			
PIHAK TERKAIT			
<ul style="list-style-type: none"> Bagian Produksi Bagian <i>Quality Control</i> 			
DOKUMEN YANG DIGUNAKAN			
<ul style="list-style-type: none"> Daftar Kegiatan Produksi Surat Kegiatan Produksi 			
ALAT PELINDUNG DIRI			
			
DISPOSISI	NAMA	JABATAN	PARAF
Dibuat Oleh			
Diperiksa Oleh			
Disetujui Oleh			



Gambar 3 Instruksi Kerja untuk Kegiatan Proses Sablon

3.1.2 Rancangan Usulan Pengeringan Hasil Sablon dengan Menggunakan Conveyor Dryer

Usulan rancangan penggunaan mesin conveyor dryer bertujuan untuk meminimasi terjadinya defect sablon rusak yang disebabkan oleh proses pengeringan hasil sablon yang hanya dilakukan dengan bantuan kipas angin. Berikut ini adalah rancangan usulan serta spesifikasi dari mesin conveyor dryer.



Gambar 4 Mesin Conveyor Dryer

Tabel 5 Spesifikasi Mesin *Conveyor Dryer*

Spesifikasi	Keterangan
Nama merek	Lc
Nomor model	SD-5000
Standar sertifikat	ISO 90011-2001
Dimensi mesin	L x W x H 5100 mm x 1050 mm x 1260 mm
Dimensi <i>conveyor</i>	L x W 5000 mm x 600 mm
Berat kotor	300 kg
<i>Power Supply</i>	AC 380 V/50 HZ
Penyesuaian suhu	0-200° <i>celcius</i>
Kecepatan <i>belt conveyor</i>	0-30 cm / menit
Harga	Rp 44.760.000,00 – Rp 71.616.000,00

3.1.3 Rancangan Usulan Prosedur Lembar Pemeliharaan dan Perawatan Mesin *Conveyor Dryer*

Rancangan usulan ini dimaksudkan agar dapat meminimasi atau menghindari mesin dari kerusakan dengan memastikan tingkat keandalan dan kesiapannya. Lembar pemeliharaan dan perawatan mesin *conveyor dryer* akan ditempel pada papan informasi yang terdapat pada area proses sablon. Proses *monitoring* dari kegiatan pemeliharaan dan perawatan mesin *conveyor dryer* oleh supervisor area agar divisi *maintenance* dapat menjalankan prosedur *maintenance* sesuai dengan jadwal yang sudah ditentukan Berikut ini pada gambar 4 adalah lembar perawatan dan pemeliharaan mesin *conveyor dryer*.

Gambar 5 Lembar Perawatan dan Pemeliharaan Mesin *Conveyor Dryer*

LEMBAR PERAWATAN DAN PEMELIHARAAN MESIN CONVEYOR DRYER					
Nama Penanggung Jawab :			Periode :		
			Bulan		
			Tahun		
					
No.	Tanggal	Jenis Pemeliharaan		Permasalahan	Keterangan
		Perawatan	Perbaikan		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
Mengetahui					
Supervisor Produksi		Supervisor Maintenance		Supervisor Quality Control	Supervisor Area

3.1.4 Rancangan Usulan Visual Display pada Mesin *Conveyor Dryer*

Usulan penggunaan display menggunakan pendekatan *visual display*. *Visual display* tersebut yang akan diletakkan pada badan mesin *conveyor dryer* agar operator lebih berhati-hati dan dapat mengetahui potensi bahaya yang diakibatkan oleh mesin *conveyor dryer*.



Gambar 6 Desain *Visual Display*

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada proses produksi sepatu *Decathlon* rata-rata frekuensi produk *defect* yang terjadi pada periode Januari 2019 sampai dengan Desember 2019 adalah sebesar 12% di mana toleransi *defect* yang ditetapkan pada proses pengemasan primer adalah 10%.
2. Rancangan usulan perbaikan pada proses sablon untuk meminimasi *defect* sablon rusak (SR) dan hasil sablon tidak rata (SSB), yaitu yaitu pembuatan instruksi kerja untuk proses sablon dan pengeringan hasil sablon, penggunaan mesin *conveyor dryer*, lembar perawatan dan pemeliharaan mesin *conveyor dryer*, serta alat bantu visual display yang akan diletakkan pada badan mesin *conveyor dryer*.
3. Rata-rata nilai sigma eksisting periode Januari 2019 sampai dengan Desember 2019 adalah sebesar 3,551 sigma.
4. Rata-rata nilai sigma baru, setelah dilakukan simulasi usulan perbaikan pada proses sablon adalah sebesar 4,308 sigma.

Daftar Pustaka:

- [1] Antony, J., Vinodh, S., & Gijo, E. (2016). *Lean Six Sigma for Small and Medium Sized Enterprises*. London: CRC Press.
- [2] Antony, J., Vinodh, S., & Gijo, E. (2016). *Lean Six Sigma for Small and Medium Sized Enterprises*. London: CRC Press.
- [3] Charron, R., James, H., Voeh, F. & Wigginn, H., 2015. *The Lean Management Systems Handbook*. Boca Raton: CRC Press.
- [4] David, G. L., & Davis, S. (2014). *Quality Management for Organizational Excellence: Introduction to Total Quality*. USA: Pearson Education Limited.
- [5] Franchetti, M. J. (2015). *Lean Six Sigma for Engineers and Managers*. London: CRC Press.
- [6] Mitra, A. (2016). *Fundamentals of Quality Control and Improvement*. Canada: John Willey & Sons, Inc.
- [7] Montgomery, D. C. (2013). *Introduction to Statical Quality Control*. Boca Raton: John Wiley & Sons, Inc.
- [8] Nanda, Vivek, (2005). *Quality Management System Handbook for Product Devlopmrnt Companies*. New York: CRC Press.