
Journal Of Industrial Engineering And Technology (Jointech) Universitas Muria Kudus

Journal homepage :
<http://journal.UMK.ac.id/index.php/jointech>

ANALISIS *DEFECT* PRODUK SENAR PADA PROSES CELUP DENGAN PENDEKATAN *DMAIC* DI PT. CENTRAL SARANA PANCING PURBALINGGA

Anisa Nurjannah^{1,*}, Indro Prakoso², Jihan Faizah³

¹Universitas Nahdlatul Ulama Surakarta, Jl. Dr. Wahidin No. 5 Laweyan Surakarta, 57141, Indonesia

²Universitas Jendral Soedirman, Jl. Prof. Dr. Boenyamin No. 708 Jawa Tengah, 53122, Indonesia

³Universitas Jendral Soedirman, Jl. Prof. Dr. Boenyamin No. 708 Jawa Tengah, 53122, Indonesia

**email: anisa.perfectra@gmail.com

INFO ARTIKEL

Article history :

Received :

Accepted :

Kata Kunci:

DMAIC

Six Sigma

Defect

DPMO

ABSTRAK

PT. Central Sarana Pancing is a company engaged in the manufacturing of fishing line and various fishing accessories. From the results of field observations that have been carried out, dyeing division is the division with the highest number of *defects*. From the define stage, the *defects* that occur in the string dyeing process are pigment sticking *defects* with a percentage of 49%, 38% non-standard color, 12% creasing, and 2% non-standard strength. From the DPMO calculation, Motorola's sigma value is 3.36, which means that the dyeing division is in the industry average category with a fairly large amount of quality costs, namely 25-40% of sales. Improvements that are proposed based on the level of urgency are immediate repairs, medium-term improvements, and long-term improvements. Immediate improvement efforts that can be made are making performance SOPs (Standard Operating Procedures), such as SOPs for cleanliness, SOPs for material composition, SOPs for machine maintenance, and SOPs for work methods. The SOP points are printed and posted in related areas so that employees always remember to apply the SOP, as well as apply a reward and punishment system for employees. In addition, efforts that can be made immediately are to provide training for employees, both new employees and old employees (skill development) as well as employee assistance by their respective division supervisors. In the medium term, companies can consider using quality pigment materials to minimize product defects. For the long term, the company is investing in automation machines for the dyeing process, as well as installing thermometers and water temperature control warning devices.

PENDAHULUAN

PT. Central Sarana Pancing Purbalingga, Jawa Tengah adalah perusahaan yang bergerak di bidang pabrikasi senar pancing dan berbagai aksesoris pancing, yang merupakan cabang dari perusahaan pusat yang berada di Jakarta. Perusahaan ini memiliki beberapa divisi, yaitu ada divisi *tying*, divisi *extruding*, divisi *rewinding*, divisi *spooling*, dan divisi celup. Setelah dilakukan pengamatan, permasalahan yang paling sering terjadi berada pada proses pencelupan senar di divisi celup, karena pada proses ini masih dilakukan secara manual. Pada proses pemberian pigmen warna atau proses pencelupan ditemukan banyak terjadi senar *defect*, seperti *defect* pigmen menempel, *defect* warna tidak standar, *defect* kusut, dan *defect* kekuatan tidak standar.

Tabel 1. Tabel *Defect* Proses Pencelupan

No	Jumlah Sampel (Kg)	<i>Defect</i> (Kg)				Total <i>Defect</i> (Kg)
		Pigmen Menempel (PM)	Warna Tidak Stabil (WTS)	Kusut (K)	Kekuatan Tidak Standar (KTS)	
1	29.40	0.00	3.30	0.00	0.00	3.30
2	42.00	12.20	0.00	0.00	0.00	12.20
3	42.00	2.94	4.20	0.00	0.00	7.14
4	29.40	0.00	3.20	0.00	0.00	3.20
5	29.40	1.30	2.70	0.00	0.00	4.00
6	42.00	0.00	10.00	0.00	0.00	10.00
7	29.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	29.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	42.00	6.65	3.85	0.00	0.00	10.50
10	29.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	42.00	10.00	0.00	0.00	0.00	10.00
12	42.00	0.00	8.00	0.00	0.00	8.00
13	42.00	4.20	0.00	0.00	0.00	4.20
14	42.00	8.87	0.00	0.00	0.00	8.87
15	42.00	3.40	3.10	0.00	0.00	6.50
16	29.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	42.00	0.00	0.00	12.00	2.00	14.00
18	29.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	655.2	49.56	38.35	12	2	101.91

PT. Central Sarana Pancing belum memiliki standar jumlah cacat yang dapat digunakan sebagai acuan kategori baik maupun buruk. Perusahaan hanya menyatakan masih terdapat banyak cacat produk dan perlu dilakukan perbaikan guna meningkatkan kualitas produk dan meminimasi *defect* produk. Maka dari itu perlu dilakukan upaya pengendalian kualitas. Menurut Djunaidi & Suryadarmawan (2014), upaya pengendalian kualitas adalah aktifitas pengendalian proses untuk mengukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkan dengan spesifikasi atau

persyaratan, dan mengambil tindakan penyehatan yang sesuai, apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dengan standarnya. Selain itu, pengendalian dan perbaikan kualitas merupakan upaya untuk menekan produk yang cacat, menjaga agar produk yang dihasilkan memenuhi standar dari perusahaan dan menghindari produk yang cacat lolos ke tangan konsumen secara terus menerus (Hasanah, 2013).

Menurut Juwono (2009), metode DMAIC merupakan tahapan berulang atau membentuk siklus peningkatan kualitas dan pengurangan jumlah produk cacat. Maka dari itu, pada penelitian ini akan difokuskan untuk perbaikan proses, yang pada akhirnya dapat berpengaruh pada kualitas produk yang dihasilkan. Maka dari itu dilakukan penelitian guna mengurangi *defect* tersebut dengan analisis *quality control* menggunakan pendekatan *DMAIC* agar dapat ditemukan penyebab terjadinya *defect* yang terjadi pada proses pencelupan dan memberikan rekomendasi perbaikan guna meminimalkan *defect* produksi, proses pengerjaan ulang (*repair*), dan produk *down grade* ataupun *waste*.

METODOLOGI PENELITIAN

Definisi kualitas merupakan asas dalam analisis statistika untuk pemenuhan persyaratan kualitas sesuai dengan standar yang diinginkan oleh pelanggan. (Irwan dan Haryono, 2015) Sedangkan menurut Prawirosentono (2007) pengertian suatu kualitas produk adalah keadaan fisik, fungsi, dan sifat suatu produk bersangkutan yang dapat memenuhi selera dan kebutuhan konsumen yang memuaskan.

Menurut Panneman & Stemann (2021), struktur pada metode DMAIC membantu tim dalam memahami masalah secara terstruktur, mengidentifikasi penyebab masalah dan memperbaiki proses secara bertahap melalui fase *Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*, dan *Control*. Lima fase ini kemudian dibagi ke dalam delapan langkah proyek, yaitu seperti gambar 1 di bawah ini:

Phase	Steps	Six Sigma tools		
		5W + 1H	SIPOC	Critical to Quality
D	1. Project Definition	Voice of the Customer (VOC)	Critical To Satisfaction (CTS)	Business case
		Project Charter	Stakeholder analysis	Risk analysis
		OPI	Time-series plot	Boxplot
M	2. Current Knowledge	Pareto	Control chart	Data collection plan
		Attribute Agr. Analysis	Gage R&R	Bias / Linearity
	3. Measurement System Analysis	Value Stream Map	Process map	Parts Per Million
		4. Current Performance	Defects Per Unit	Histogram
A	5. Root Cause Identification	Brainstorm	Fishbone diagram	5x why
		C&E matrix	FMEA	Affinity diagram
	6. Root Cause Validation	Gemba	Proportion test	Chi ² test
		1 sample t-test	2 sample t-test	ANOVA
		Test for Equal Variances	Scatterplot	Matrix plot
		Correlation	Regression	Design of Experiment
I	7. Implementation	PICK diagram	Implementation plan	Improvement Verification
C	8. Process Control	Control plan	Procedures	Visual Management
		Statistical Process Control (SPC)	Out of Control Action Plan	Total Productive Maintenance

Gambar 1. Langkah DMAIC

Digunakan metode DMAIC dalam analisis permasalahan yang terjadi di PT. Central Sarana Pancing. DMAIC merupakan proses peningkatan terus-menerus menuju target six sigma dengan menghilangkan langkah-langkah proses yang tidak produktif, dan fokus pada pengukuran-pengukuran baru, penerapan teknologi untuk peningkatan kualitas menuju target *six sigma*. Tahapan dalam penelitian ini meliputi (Caesaron & Simatupang, 2015) :

Define

Pada tahap ini dilakukan penentuan sasaran dan identifikasi jumlah total *defect* produk. Pada tahap ini pula didefinisikan CTQ (*Critical To Quality*) berdasarkan input dari pelanggan terhadap kualitas produk.

Measure

Beberapa hal yang dilakukan dalam tahap ini yaitu: menentukan *defect* dominan yang merupakan CTQ (*Critical To Quality*) dengan menggunakan diagram pareto, mengukur nilai total DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dan tingkat sigma sesuai tabel konversi nilai DPMO dan nilai sigma (Gazpersz, 2007).

$$DPMO = (D / (U \times O)) \times 1000000 \tag{1}$$

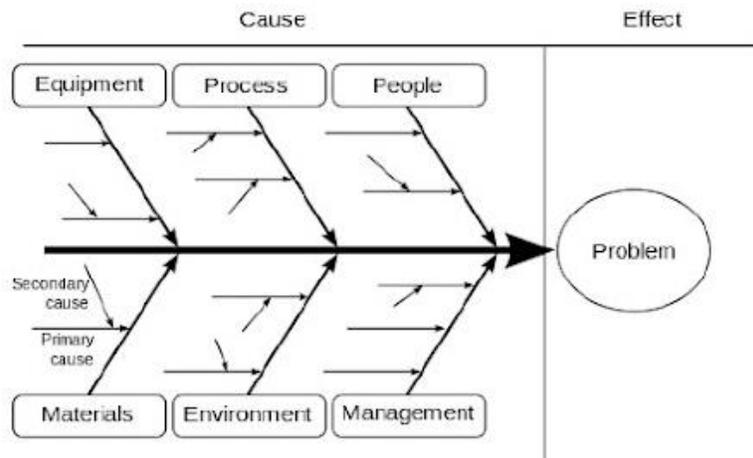
Selanjutnya, hasil sigma tersebut dikategorikan berdasarkan COPQ (*Cost of Poor Quality*) dengan klasifikasi sebagai berikut:

Tabel 2. Pencapaian Tingkat Sigma

Tingkat Capaian Sigma	DPMO (Kegagalan Per Sejuta Kesempatan)	COPQ Dari Nilai Penjualan
1-sigma	691,462 (sangat tidak kompetitif)	Tidak dapat dihitung
2-sigma	308.538 (rata-rata industri Indonesia)	Tidak dapat dihitung
3-sigma	66.807 ((rata-rata industri Eropa)	25-40% dari penjualan
4-sigma	6.210 (rata-rata industri USA)	15-25% dari penjualan
5-sigma	233 (rata-rata industri Jepang)	5-15% dari penjualan
6-sigma	3,4 (industri kelas dunia)	<1% dari penjualan
Setiap peningkatan atau pergeseran 1-sigma akan memberikan peningkatan keuntungan sekitar 10% dari penjualan		

Analysis

Tahap ini merupakan tahap menganalisa, mencari dan menemukan akar penyebab dari suatu masalah. Hal ini dilakukan dengan menggunakan diagram sebab akibat / *fishbone diagram*. Diagram sebab- akibat adalah suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan dilakukan suatu analisis lebih terperinci dalam menemukan penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian, dan kesenjangan yang terjadi (T. Aria Auliandri, 2016). Kegunaan dari diagram sebab-akibat adalah untuk mengidentifikasi penyebab-penyebab dari permasalahan kualitas agar dapat diperbaiki. Diagram sebab-akibat digunakan untuk tujuan berikut (Gaspersz, 1998) : membantu mengidentifikasi akar penyebab suatu masalah, membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah, dan membantu dalam penyelidikan atau pencarian fakta lebih lanjut.



Gambar 2. *Fishbone Diagram* (Gartlehner et al., 2017)

Improve

Tahap ini dilakukan tindakan perbaikan berdasarkan penemuan sumber masalah yang dilakukan pada tahap sebelumnya. Masing-masing sumber masalah dijabarkan guna mendapatkan Langkah perbaikan yg dapat dilakukan, sehingga dapat mengurangi *defect* yang biasa terjadi.

Control

Tujuan dari tahapan *control* adalah untuk menetapkan standarisasi serta mengontrol dan mempertahankan proses yang telah diperbaiki dan ditingkatkan tersebut dalam jangka panjang dan mencegah potensi permasalahan yang akan terjadi kembali. Alat-alat (*tools*) yang digunakan dalam tahapan control adalah *Check sheet* dan *Process Control Chart*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian dan pengolahan data, diperoleh analisis DMAIC sebagai berikut:

DEFINE (D)

Tahap awal pengumpulan data pada proses celup diperoleh jumlah *defect* adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Jumlah *Defect* pada Proses Celup

<i>Defect</i>	Jumlah	Persentase <i>Defect</i> (%)	Acc (%)
Pigmen menempel	49,56	49	49
Warna tidak standar	38,35	38	86
Kusut	12	12	98
Kekuatan tidak standar	2	2	100

Tabel 3 merupakan total jumlah *defect* yang diperoleh selama waktu pengamatan di lapangan. Angka pada tabel tersebut merupakan hasil akhir dari tabel 1.

MEASURE (M)

Perhitungan Nilai Sigma

Perhitungan nilai sigma adalah pengukuran kinerja keseluruhan proses produksi dan didasarkan atas jumlah produk yang diproduksi dan jumlah cacat. Perhitungan ini menggunakan

perhitungan Six Sigma Motorola dengan nilai pergeseran sebesar 1,5 sigma. Data yang digunakan dalam perhitungan ini adalah jumlah sampel (U) sebanyak 655,2 kg, jumlah cacat (D) 101,91kg, *opportunity* atau jumlah kesempatan adalah 5 (total proses). Maka nilai DPMO adalah:

$$\begin{aligned} \text{DPMO} &= (D / (U \times O)) \times 1000000 \\ &= (101,91 / (655,2 \times 5)) \times 1000000 \\ &= 31.108,06 \approx 31.108 \end{aligned}$$

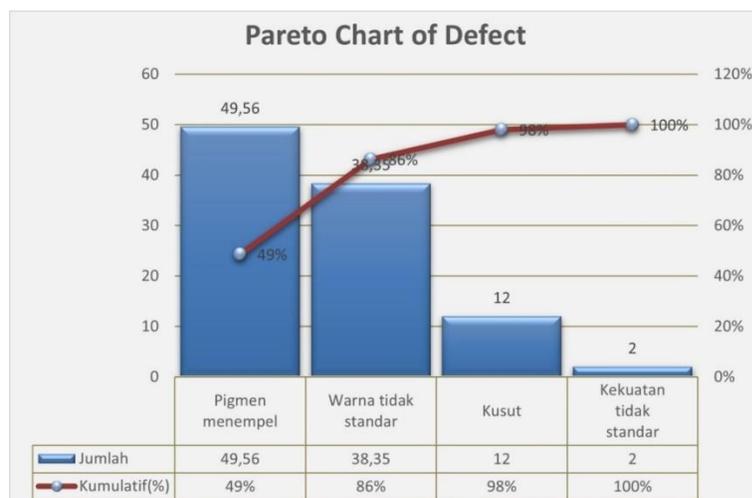
Selanjutnya nilai DPMO di atas dikonversikan ke dalam tabel konversi nilai sigma Motorola, sehingga hasilnya adalah 3,36. Berdasarkan tabel kategori nilai sigma, maka departemen pencelupan berada dalam kategori rata-rata industri dengan jumlah biaya kualitas yang cukup besar, yaitu 25-40% dari penjualan. Tabel 3 berikut adalah acuan nilai sigma berdasarkan nilai DPMO:

Tabel 4. Tabel Konversi Nilai Sigma Motorola (Gazpersz, 2007)

Nilai Sigma	DPMO
3,34	32.884
3,35	32.157
3,36	31.443
3,37	30.742
3,38	30.054

Pareto Diagram

Diagram Pareto (*Pareto diagram*) adalah grafik balok dan grafik garis yang menggambarkan perbandingan masing-masing jenis data terhadap keseluruhan. Fungsi diagram Pareto adalah untuk mengidentifikasi masalah utama untuk peningkatan kualitas dari yang paling besar ke yang paling kecil. Dalam diagram pareto, berlaku aturan 80/20, yang artinya 20% jenis kedefectan dapat menyebabkan 80% kegagalan proses (Yuri, 2013) dalam (Devani & Wahyuni, 2016). Diagram pareto digunakan untuk mengetahui *defect* mana yang merupakan *defect* yang paling sering terjadi dan signifikan. Berikut adalah diagram pareto pada penelitian ini:



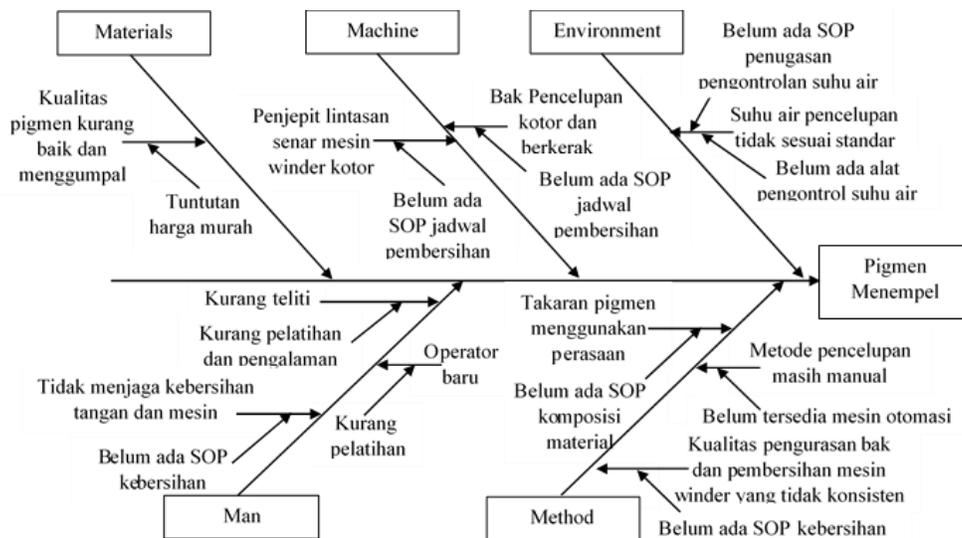
Gambar 3. Diagram Pareto *Defect*

Berdasarkan gambar 3, maka urutan *defect* yang paling signifikan adalah *defect* pigmen menempel, warna tidak standar, lalu kusut dan kekuatan yang tidak standar. *Defect* visual berupa ada pigmen yang menempel dan warna yang tidak standar merupakan hal yang paling sangat krusial karena hal tersebut menyebabkan kerugian material yaitu berupa *defect* produk yang tidak dapat digunakan kembali. Senar dengan *defect* tersebut akan menjadi produk *downgrade* ataupun akan dibersihkan ulang sehingga akan menghabiskan waktu yang lebih banyak dan menyebabkan *downtime* terjadi.

ANALYZE (A)

Tahap analisis ini merupakan tahap mencari dan menentukan penyebab dari suatu masalah. Dilakukan analisis pada proses dengan jumlah *defect* terbanyak, yaitu pigmen menempel dengan persentase *defect* sebesar 49%. Dengan demikian, perusahaan dapat merencanakan secara matang upaya perbaikan berdasarkan penyebab masalah tersebut. Digunakan *fishbone diagram* dengan identifikasi secara menyeluruh dengan mencari akar masalah yang bersumber pada *man* (manusia), *machine* (mesin), *material* (material), *method* (metode), dan *environment* (lingkungan).

Berdasarkan hasil observasi dan diskusi dengan *stake holder* perusahaan, maka berikut adalah gambar *fishbone diagram* pada jenis *defect* pigmen menempel:



Gambar 4. Fishbone Diagram Defect Pigmen Menempel

Pada *defect* Pigmen Menempel, didapatkan penyebab dari Pigmen Menempel tersebut yaitu berasal dari *method*, *machine*, *man*, *materials*, dan *environment*. Dari *materials* ditemukan bahwa penyebab utama dari aspek ini adalah kualitas pigmen yang digunakan kurang baik dan menggumpal sebagai akibat tuntutan harga murah yang ditetapkan oleh perusahaan. Dari *machine* didapat penyebab masalah adalah penjepit lintasan senar mesin winder dalam keadaan kotor dan bak pencelupan yang kotor dan berkerak, akibat belum adanya SOP dalam penentuan jadwal pembersihan berkala. Dari *environment* didapat bahwa suhu air pencelupan yang tidak sesuai standar (lebih tinggi dan lebih rendah) sebagai akibat dari belum adanya alat pengontrol suhu agar konsisten serta belum adanya SOP penugasan dalam pengontrolan suhu air. Dari *man*, didapat 3 penyebab masalah, yaitu karyawan kurang teliti akibat kurang berpengalaman dan kurangnya pelatihan, operator yang masih baru dan belum mendapat

pelatihan, serta karyawan yang tidak menjaga kebersihan tangan dan mesin akibat belum adanya SOP tentang kebersihan diri dan mesin. Dari *method* ditemukan 3 penyebab masalah, yaitu pemberian takaran yang masih menggunakan perasaan sebagai akibat dari belum adanya SOP tentang komposisi material, metode pencelupan yang masih manual sebagai akibat dari belum adanya mesin otomatis, serta kualitas pengurasan bak dan pembersihan mesin wider yang tidak konsisten sebagai akibat dari belum adanya SOP tentang kebersihan mesin dan lingkungan kerja.

IMPROVE (I)

Pada tahap ini adalah tahap menentukan perbaikan berdasarkan penentuan penyebab masalah yang diperoleh dari diagram sebab akibat pada tahap *analyze*. Berikut adalah tabel perbaikan pada *defect* pigmen menempel:

Tabel 5. Usulan Perbaikan pada *Defect* Pigmen Menempel

Faktor	Penyebab Level 1	Penyebab Level 2	Perbaikan
<i>Materials</i>	Kualitas pigmen kurang baik dan menempel	Tuntutan harga murah	Perusahaan perlu memperhitungkan ulang efisiensi pemilihan kualitas pigmen. Penulis menyarankan penggunaan pigmen berkualitas pertimbangan efektifitas pada kualitas dan jumlah <i>defect</i> .
<i>Machine</i>	Penjepit lintasan senar mesin wider kotor	Belum ada SOP kebersihan	Perlunya pembuatan SOP yang jelas dan disosialisasikan ke seluruh karyawan, serta dibuat <i>print out</i> yang dipasang di lokasi yang berkaitan dengan SOP tersebut. SOP kebersihan meliputi jadwal pembersihan, standar kebersihan, cara, alat yang digunakan, serta output dari kebersihan tersebut.
	Bak pencelupan kotor dan berkerak	Belum ada SOP kebersihan	
<i>Environment</i>	Suhu air pencelupan tidak sesuai standar	Belum ada alat pengontrol suhu air	Perlu dipasang thermometer pada air yang digunakan serta tanda peringatan jika suhu lebih tinggi maupun lebih rendah dari standar.
		Belum ada SOP penugasan pengontrolan suhu air	Perlu mendelegasikan karyawan yang bertanggungjawab terhadap suhu air yang digunakan, serta membuat SOP dalam upaya menstabilkan suhu air.
<i>Man</i>	Kurang teliti	Kurang pengalaman dan pelatihan	Perlu adanya pendampingan dari senior dan adanya pelatihan secara berkala.
	Operator baru	Kurang pelatihan	Memberikan pendampingan

					kepada karyawan baru serta memberikan <i>training</i> terkait <i>job description</i>
	Tidak menjaga kebersihan tangan dan mesin	Belum ada kebersihan	SOP		Pembuatan SOP kebersihan diri dan lingkungan kerja, serta mensosialisasikan kepada karyawan.
<i>Method</i>	Takaran pigmen menggunakan perasaan	Belum ada komposisi material	SOP		Perlu pembuatan SOP tentang komposisi takaran material, serta mendokumentasikan SOP tersebut pada area-area terkait.
	Metode pencelupan masih manual	Belum adanya mesin otomasi			Untuk jangka Panjang, perusahaan dapat merencanakan pengembangan bisnis dengan pengadaan mesin otomasi pada proses pencelupan
	Kualitas pengurusan bak dan pembersihan mesin wider yang tidak konsisten	Belum ada kebersihan	SOP		Perlunya pembuatan SOP yang jelas dan disosialisasikan ke seluruh karyawan, serta dibuat <i>print out</i> yang dipasang di lokasi yang berkaitan dengan SOP tersebut. SOP kebersihan meliputi jadwal pembersihan, standar kebersihan, cara, alat yang digunakan, serta output dari kebersihan tersebut.

Berdasarkan penelitian dari Timoti dan Imam (2021), langkah perbaikan yang dapat segera dilakukan dan efektif dalam pengurangan *defect* adalah dengan merancang SOP kerja. Begitu pula dalam penelitian ini, SOP tentang kebersihan, metode kinerja, dan komposisi material dapat segera dibuat. Saat ini, sistem kinerja perusahaan masing menggunakan sistem tradisional, yaitu hanya informasi dari senior ke junior, tidak ada pengukuran dan pengontrolan kinerja, serta tidak ada standar kinerja yang jelas. Perusahaan belum menerapkan upaya konkrit dalam meminimalisir *defect* produk. Jika terdapat *defect*, perusahaan mengupayakan *repair* dengan melakukan *treatment* tertentu. Maka dari itu, membuat SOP (Standar Operasional Prosedur) ataupun WI (*Work Instruction*) merupakan upaya efektif dalam meminimalisir *defect* produk. Selain itu, upaya yang dapat segera diimplementasikan adalah adanya *training* bagi karyawan terkait *job description* baik bagi karyawan baru maupun karyawan lama (peningkatan *skill*).

Pada upaya jangka menengah, perusahaan dapat mempertimbangkan penggunaan material pigmen yang berkualitas guna meminimalisir *defect* produk. Untuk jangka Panjang, perusahaan dalam berinvestasi pada mesin otomasi pada proses pencelupan, serta pemasangan thermometer dan alat peringatan pengontrol suhu air. Upaya jangka panjang dan menengah ini menjadi hak prerogatif perusahaan.

CONTROL (C)

Tahap ini adalah menjaga agar usulan perbaikan yang telah dirancang dapat berjalan secara konsisten. Perbaikan yang akan dijalankan dibuat dalam bentuk *Standart Operating Procedure* (SOP) agar dapat menjadi acuan bagi setiap karyawan. SOP akan dicetak dan dipasang pada

area-area terkait, serta disosialisasikan kepada karyawan. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Sakinah (2019), Langkah efektif setelah dibuat SOP adalah dilakukan pengontrolan dalam bentuk daftar periksa (*checksheet*) serta pemeriksaan secara berkala untuk memastikan bahwa prosedur pekerjaan telah dilakukan dengan benar dan aplikasi diagram pengendalian proses (*process control chart*) untuk memonitor kinerja. Agar SOP dapat dijalankan dengan baik oleh karyawan, maka perusahaan perlu memberlakukan *punish and reward* bagi karyawan yang melanggar dan mematuhi SOP yang telah dibuat.

KESIMPULAN

Berdasarkan observasi yang dilakukan di PT. Central Sarana Pancing, *defect* yang terjadi pada proses pencelupan senar adalah *defect* pigmen menempel dengan persentase sebesar 49%, warna tidak standar 38%, kusut 12%, dan kekuatan tidak standar 2%. Dari hasil perhitungan nilai DPMO, didapat bahwa nilai DPMO adalah 31.108 yang dikonversikan ke dalam tabel konversi nilai sigma Motorola adalah 3,36. Dari nilai tersebut disimpulkan bahwa divisi pencelupan berada dalam kategori rata-rata industri dengan jumlah biaya kualitas yang cukup besar, yaitu 25-40% dari penjualan. Dari *analyze* dengan diagram sebab akibat, diperoleh penyebab *defect* disebabkan dari faktor *material, machine, man, method, dan enviroentment*. Upaya perbaikan yang diusulkan berdasarkan tingkat urgensi adalah perbaikan segera, perbaikan jangka menengah, dan perbaikan jangka panjang. Upaya perbaikan segera yang dapat dilakukan adalah pembuatan SOP (Standar Operasional Prosedur) kinerja, seperti SOP tentang kebersihan, SOP komposisi material, SOP *maintenance* mesin, dan SOP metode kerja. Poin-poin SOP tersebut dicetak dan dipasang pada area-area terkait agar karyawan selalu ingat untuk mengaplikasikan SOP tersebut, serta memberlakukan sistem *reward and punishment* bagi karyawan. Selain itu, upaya yang dapat segera dilakukan adalah memberikan *training* bagi karyawan baik karyawan baru maupun karyawan lama (pengembangan *skill*) serta pendampingan karyawan oleh supervisor divisi masing-masing. Pada upaya jangka menengah, perusahaan dapat mempertimbangkan penggunaan material pigmen yang berkualitas guna meminimalisir *defect* produk. Untuk jangka Panjang, perusahaan dalam berinvestasi pada mesin otomatisasi pada proses pencelupan, serta pemasangan thermometer dan alat peringatan pengontrol suhu air.

DAFTAR PUSTAKA

- Caesaron, D., & Simatupang, S. Y. P. S. (2015). Implementasi Pendekatan DMAIC untuk Perbaikan Proses Produksi Pipa PVC (Studi Kasus PT. Rusli Vinilon). *Jurnal Metris*, 16, 91–96.
- Devani, V., & Wahyuni, F. (2016). Pengendalian Kualitas Kertas Dengan Menggunakan Statistical Process Control di Paper Machine 3. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 15(2), 87–93. <https://doi.org/10.23917/jiti.v15i2.1504>.
- Djunaidi, M & Suryadarmawan V, A. (2014). “Pengendalian dan Perbaikan Kualitas Produk Kawat Baja dengan Metode Aplikasi Six Sigma (DMAIC) dan Kaizen (5W+1H) pada Divisi Wire Rod Mill (Studi Kasus: PT. Krakatau Steel Tbk)”. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Gartlehner, G., Schultes, M.-T., Titscher, V., Morgan, L. C., Bobashev, G. V, Williams, P., & West, S. L. (2017). User testing of an adaptation of fishbone diagrams to depict results of systematic reviews. *BMC Medical Research Methodology*, 17(1), 1–9.
- Gaspersz, Vincent. (1998). *Manajemen Produksi Total, Strategi Peningkatan Produktivitas Bisnis Global*. Jakarta : Gramedia Pustaka.
- Gaspersz, Vincent. 2007. “Lean Six Sigma for Manufacturing and Services Industries. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

- Hasanah, U. (2013). “Analisis Pengendalian Kualitas Gula pada PG. Mojo di Kabupaten Sragen dengan Menggunakan Metode Six Sigma – DMAIC”. Yogyakarta: Skripsi Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. X
- Irwan dan Didi Haryono. 2015. Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Teoritis dan Aplikatif). Bandung: Alfabeta.
- Juwono, Cynthia P. (2009). Penerapan Metode DMAIC Dix Sigma untuk Meningkatkan Kualitas Kulit Imitasi di PT. SIMNU. Jurusan Teknik Industri UKP.
- Panneman, Thijs & Strmann, Dietmar. (2021). SIX SIGMA DMAIC 8 Simple Steps for Successful Green Belt Project. Mudamasters. Dublin, Ireland.
- Prawirosentono, Suyadi. (2007). Filosofi Terbaru Tentang Manajemen Mutu Terpadu Abad 21 “Kiat Membangun Bisnis Kompetitif” . Bumi Aksara, Jakarta
- Sakinah, Nabila Ayu. (2019). Upaya Pengurangan *Defect* pada Proses Pengemasan Mie Kering di Mesin Packing Roll A dengan Menggunakan Metode Six Sigma. Universitas Brawijaya
- T. Aria Auliandri, M. K. (2016). Evaluasi On-Time Performance Pada Maskapai Tiger Airways Rute Surabaya-Singapura Dengan Menggunakan Diagram Kontrol, Diagram Pareto, Dan Diagram Sebab-Akibat. Jurnal Manajemen Bisnis Indonesia, 3(3), 334–346.
- Timoti dan Imam, Saeful. (2021). Penerapan DMAIC dalam Pengendalian *Defect* pada Proses Produksi Kemasan Karton Lipatdi PT. Pitu Kreatif Berkah. Journal Printing and Packaging Technology Vol 2 No 1, 8-16.