

PENERAPAN LEAN SIX SIGMA DALAM UPAYA MENGURANGI WASTE PRODUK CACAT PADA PROSES PRODUKSI CETAK DI PT XYC

Nor Sholikin¹, Bekti Nugrahadi², Anita Oktaviana Trisna Devi³, Yunita Primasanti⁴

¹Program Studi, Fakultas Sains Teknologi dan Kesehatan, Universitas Sahid Surakarta,

²Program Studi, Fakultas Sains Teknologi dan Kesehatan, Universitas Sahid Surakarta,

³Program Studi, Fakultas Sains Teknologi dan Kesehatan, Universitas Sahid Surakarta,

⁴Program Studi, Fakultas Sains Teknologi dan Kesehatan, Universitas Sahid Surakarta.

e-mail : norsholikin100@gmail.com^{*1}, Bekti.nugrahadi@usahidsolo.ac.id²,

anita.otd@usahidsolo.ac.id³,yunitaprimasanti@usahidsolo.ac.id⁴

ABSTRACT

This study applies the Lean Six Sigma method through the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) approach to reduce production defects in flexible packaging at PT XYC. Production data from December 2024 to April 2025 revealed a defect rate of 9.2% of total production. Three primary defect is blocking, delamination, and non-drying ink—accounted for 93% of the total defects. Process performance measurements showed an average sigma level of 3.0, indicating a need for improvement. Value Stream Mapping analysis revealed 10.04% of process time wasted by non-value-added activities. The root causes of defects were identified using a fishbone diagram, encompassing human, machine, method, measurement, and material factors. The results of this analysis served as the basis for developing corrective actions to enhance the quality and efficiency of the production process.

Keywords: *Lean Six Sigma, DMAIC, production defects, flexible packaging, fishbone diagram.*

ABSTRAK

Penelitian ini menerapkan metode *Lean Six Sigma* melalui pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) untuk mengurangi cacat produksi pada kemasan fleksibel di PT XYC. Dari data produksi Desember 2024–April 2025, ditemukan tingkat cacat sebesar 9,2% dari total produksi. Tiga cacat utama yaitu *blocking*, *delamination*, dan tinta tidak kering yang menghasilkan 93% dari total kecacatan. Pengukuran kinerja proses menunjukkan rata-rata level sigma 3,0, menandakan perlunya peningkatan. Analisis *Value Stream Mapping* mengungkapkan 10,04% waktu proses terbuang oleh aktivitas yang tidak bervaluen tambah. Penyebab utama cacat diidentifikasi menggunakan *diagram fishbone*, mencakup faktor manusia, mesin, metode, pengukuran, dan material. Hasil analisis ini menjadi dasar untuk menyusun langkah perbaikan guna meningkatkan kualitas dan efisiensi proses produksi.

Kata Kunci: *Lean Six Sigma, DMAIC, cacat produksi, kemasan fleksibel, diagram fishbone.*

1. PENDAHULUAN

Produk cacat dalam proses produksi dapat diklasifikasikan sebagai limbah, karena tidak memberikan kontribusi terhadap nilai akhir dari suatu produk. limbah jenis ini dapat memengaruhi efisiensi serta efektivitas operasional secara terlihat jelas. Salah satu kendala utama dalam pencapaian efisiensi ini adalah tingginya jumlah produk cacat yang dihasilkan. PT XYC merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi kemasan fleksibel. Berdasarkan data *internal* perusahaan selama periode bulan Desember 2024 hingga bulan April 2025, ditemukan *volume* produk cacat yang dihasilkan pada dua jenis kemasan utama, yaitu kemasan *roll* dan kemasan *bag*. Pada Desember 2024, tingkat produk cacat untuk kemasan *roll* tercatat sebesar 6%, sementara kemasan *bag* hanya 0,23%. Pada Januari 2025, kemasan *roll* menunjukkan angka 3,18%, kemudian meningkat tajam menjadi 10% pada Februari 2025, sementara kemasan *bag* mencapai 7%. Pada Maret 2025, tingkat cacat kemasan *roll* kembali tinggi di angka 7%, sedangkan kemasan *bag* turun menjadi 0,97%. Terakhir, pada April 2025, produk cacat dari kemasan *roll* tetap berada di angka 7%, sementara kemasan *bag* hanya sebesar 0,99%. Hal ini mengindikasikan adanya inefisiensi dalam proses produksi, khususnya pada kemasan *roll*. Sebagai upaya perbaikan, penerapan *Lean six sigma* dianggap relevan karena mampu menggali akar penyebab masalah serta meningkatkan kinerja proses produksi dengan baik. Beberapa literatur



menyebutkan bahwa metode ini efektif dalam mendukung peningkatan performa operasional di industri manufaktur. Mulyadi (2010) mengemukakan bahwa *Lean six sigma* merupakan suatu pendekatan yang menggabungkan teknik statistik dan metode yang telah terbukti dalam mengurangi limbah serta meningkatkan mutu produk. Hal serupa disampaikan oleh Suharto (2012), yang menyatakan bahwa penerapan metode ini dapat berdampak positif terhadap produktivitas dan profit perusahaan melalui identifikasi dan eliminasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. *Lean* lebih menitik-beratkan pada pengurangan limbah (*waste*), sementara *Six Sigma* fokus pada pengendalian variasi dan peningkatan kualitas melalui analisis data yang sistematis.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif sebagai langkah upaya dalam penerapan *lean six sigma* di PT XYC yang bergerak pada industri kemasan fleksibel. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan sebagai berikut :

1. Pengumpulan Data

- Observasi langsung pada bagian *unit* produksi cetak kemasan di PT XYC.
- Mengumpulkan data terkait jenis cacat yang ada di *unit* produksi periode bulan desember 2024 sampai April 2025.
- Mengidentifikasi pemborosan dan cacat (*defect*) pada kemasan fleksibel.

2. Pengolahan Data

Penelitian mengikuti tahapan metode DMAIC:

- *Define*: Mengumpulkan data primer (observasi) dan sekunder (data historis cacat produksi), serta identifikasi jenis cacat berdasarkan *critical to quality*.
- *Measure*: Mengukur tingkat cacat dengan indikator DPMO, *level sigma*, dan analisis *Value Stream Mapping* untuk mengidentifikasi pemborosan.
- *Analyze*: Menelusuri akar penyebab cacat menggunakan *diagram fishbone*, mencakup faktor manusia, mesin, metode, *material*, dan lingkungan.
- *Improve*: Menyusun dan menerapkan solusi berbasis hasil analisis, termasuk implementasi metode 5S secara bertahap untuk memperbaiki tata kelola *area* produksi.
- *Control*: Menjaga keberlanjutan perbaikan melalui pendekatan teknis dan bekerja sama dengan beberapa tim diantaranya *Quality Assurance*, *Quality Control*, Koordinator produksi, Operator sebagai pelaksana pembaruan pembaruan standar kerja, peningkatan pengawasan, dan komunikasi lintas bagian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini, seluruh langkah dalam metode DMAIC diterapkan, mulai dari identifikasi masalah hingga evaluasi hasil perbaikan, guna memastikan efektivitas dan keberlanjutan dari proses yang telah ditingkatkan.

1. Tahap *Define*

Pada bagian ini disajikan data produksi dari divisi pencetakan kemasan fleksibel PT XYC selama periode Desember 2024 hingga April 2025, yang meliputi total hasil produksi serta jumlah cacat yang terjadi pada kemasan *roll*.

Tabel. 1 Data Cacat Produksi PT XYC

No	Bulan		Data Jenis Cacat (pcs)	
----	-------	--	------------------------	--



		Jumlah Produksi (pcs)	Miss Print	Seal Weakness	Delamination	Gelombang	Tinta Tidak Kering	Blocking	Jumlah Cacat (pcs)
1	Desember 2024	81.703	1.200	500	900	828	600	700	4.728
2	Januari 2025	5.560	90	15	18	20	52	22	217
3	Februari 2025	1.412.500	1.745	85	52.222	2.935	5.312	78.621	140.920
4	Maret 2025	112.697	2.300	900	750	1.100	1.400	1.460	7.910
5	April 2025	212.320	178	9	5.318	298	8.011	541	14.355
Total		1.824.780	5.513	1.509	59.208	5.181	15.375	81.344	168.130

Berdasarkan data tabel 1 diatas total jumlah produksi kemasan *roll* pada periode bulan Desember 2024 sampai bulan April 2025 yaitu 1.824.780 pcs. Dari cacat yang ditemukan di produksi cetak kemasan fleksibel, ditemukan bahwa terdapat enam jenis cacat produk yaitu *miss-print* sebanyak 5.513 pcs, *Seal Weakness* 1.509 pcs, *delamination* 59.208 pcs, *gelombang* 5.181 pcs, *tinta tidak kering* 15.375 pcs, *blocking* 81.344 pcs.

Terdapat 6 (enam) kriteria *critical to quality* pada jenis cacat kemasan *flexible roll* seperti *missprint, seal weakness, delamination, Gelombang, tinta tidak kering, blocking*. Dari kriteria tersebut dapat diliat pada tabel dibawah ini sebagai berikut :

Tabel 2 Critical To Quality Kemasan Fleksibel

No	Jenis Cacat	Keterangan
1	<i>Missprint</i>	Gambar yang di <i>area material</i> cetak tidak sesuai dengan acuan cetak yang diinginkan baik dari sisi warna, teks, gambar.
2	<i>Seal weakness</i>	Kondisi dimana sambungan antar lapisan kemasan tidak menempel dengan kuat atau sempurna, sehingga berisiko terbuka sendiri, bocor.
3	<i>Delamination</i>	Kondisi <i>material</i> pada layer pertama dan kedua tidak melekat dengan sempurna.
4	<i>Gelombang</i>	Kondisi <i>film</i> yang di tandai dengan adanya udara yang terperangkap kedalam layer <i>film</i> .
5	<i>Tinta Tidak Kering</i>	Kondisi dimana tinta masih dalam keadaan basah (belum kering sempurna) yang mengakibatkan tinta menempel pada <i>material</i> .
6	<i>Blocking</i>	Tinta menutupi seluruh <i>area</i> bidang gambar, sehingga gambar dan teks tidak terbaca dengan jelas sesuai dengan <i>design</i> yang diinginkan.

2. Tahap Measure

Tahap *Measure* digunakan untuk mengumpulkan data agar memahami proses dari penyebab timbulnya *waste*. *Measure* dilakukan dengan mengumpulkan dan mengevaluasi proses yang sedang berlangsung berdasarkan data yang didapatkan.

A. Penentuan Jenis Cacat Dominan



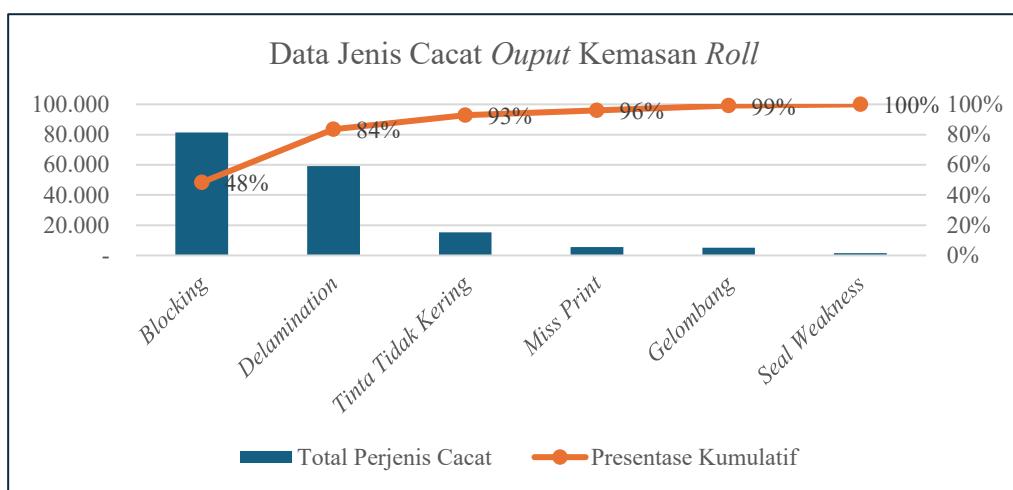
Presentase digunakan untuk menyatakan proporsi cacat suatu kategori terhadap keseluruhan data. Menghitung presentase cacat menggunakan alat bantu *Microsoft Excell*. Adapun perhitungannya sebagai berikut :

$$\text{Presentase (\%)} = \frac{\text{Jumlah Kategori}}{\text{Total Seluruh Data}} \times 100\%$$

$$\text{Miss print (\%)} = \frac{5.513}{168.130} \times 100\% = 3,3\%$$

Tabel 3 Hasil Presentase Data Cacat

No	Jenis Cacat	Data Jenis Cacat					Jumlah	Presentase (%)	Presentase Kumulatif
		Dec-24	Jan-25	Feb-25	Mar-25	Apr-25			
1	<i>Blocking</i>	700	22	78.621	1.460	541	81.344	48,4%	48%
2	<i>Delamination</i>	900	18	52.222	750	5.318	59.208	35,2%	84%
3	Tinta Tidak Kering	600	52	5.312	1.400	8.011	15.375	9,1%	93%
4	<i>Miss Print</i>	1.200	90	1.745	2.300	178	5.513	3,3%	96%
5	<i>Gelombang</i>	828	20	2.935	1.100	298	5.181	3,1%	99%
6	<i>Seal Weakness</i>	500	15	85	900	9	1.509	0,9%	100%
Total		4.728	217	140.920	7.910	14.355	168.130	100,0%	



Gambar 1 Presentase Perjenis Cacat

Terdapat enam jenis cacat utama yang ditemukan dalam proses produksi kemasan fleksibel jenis *roll*, dengan jumlah total mencapai 168.130 cacat. Jenis cacat paling dominan adalah *Blocking* sebanyak 81.344 pcs (48,4%), *Delamination* sebanyak 59.208 pcs (35,2%), dan Tinta Tidak Kering sebanyak 15.375 pcs (9,1%). Ketiga cacat ini menyumbang sekitar 93% dari keseluruhan jumlah cacat, sehingga perlu menjadi fokus utama dalam upaya peningkatan kualitas dan pengendalian cacat ke depannya.

B. Pengukuran Nilai DPMO



Penghitungan DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) dilakukan menggunakan *Microsoft Excel* dengan memasukkan data jumlah cacat dan total produksi, kemudian dihitung menggunakan rumus berikut :

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Jumlah Produk Cacat}}{\text{Jumlah Produksi}} \times 1.000.000 = \text{DPMO (Desember2024)} = \frac{4.728}{81.703} \times 1.000.000 = 57.867,90$$

Tabel 4 Langkah Perhitungan DPMO

No	Bulan	Jumlah Produksi (pcs)	Data Jenis Cacat (pcs)						Jumlah Cacat	DPMO
			Miss Print	Seal Weakness	Delamination	Gelombang	Tinta Tidak Kering	Blocking		
1	Desember 2024	81.703	1.200	500	900	828	600	700	4.728	57.867,90
Formula Excel = $\frac{4.728}{81.703} \times 1.000.000 = 57.867,90$										

C. Pengukuran *Level Sigma*

Nilai *Sigma* diperoleh melalui perhitungan DPMO menggunakan *Microsoft Excel*, dengan pengukuran *Level Sigma* seperti berikut :

$$\text{Sigma Level} = \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - \text{DPMO}}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$\text{Nilai } \textit{Sigma} \text{ Desember 2024 yaitu : } \text{NORMSINV} = \left(\frac{1.000.000 - 57.867,90}{1.000.000} \right) + 1,5 = 3,1$$

Tabel 5 Langkah Perhitungan Nilai *Level Sigma*

No	Bulan	Jumlah Produksi (pcs)	Data Jenis Cacat (pcs)						Jumlah Cacat	DPMO	Nilai Sigma
			Miss Print	Seal Weakness	Delamination	Gelombang	Tinta Tidak Kering	Blocking			
1	Desember 2024	81.703	1.200	500	900	828	600	700	4.728	57.867,90	3,1
NORMSINV = $\left(\frac{1.000.000 - 57.867,90}{1.000.000} \right) + 1,5 = 3,1$											

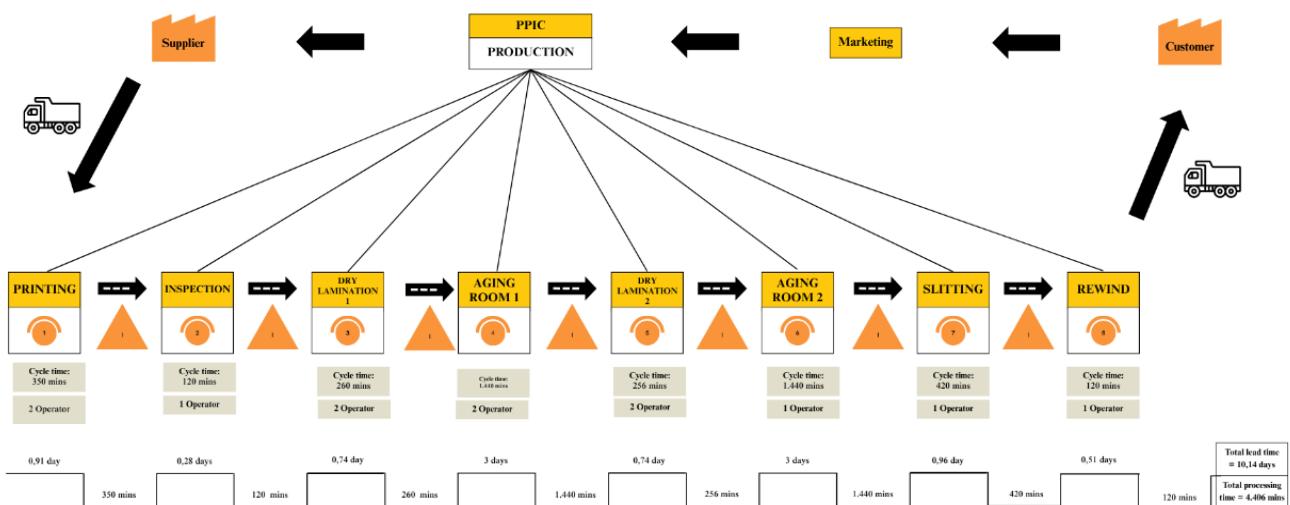


Tabel 6 Hasil Perhitungan DPMO dan Nilai Sigma

No	Bulan	Jumlah Produksi (pcs)	Data Jenis Cacat (pcs)						Jumlah Cacat	DPMO	Nilai Sigma	
			Miss Print	Seal Weakness	Delamination	Gelombang	Tinta Tidak Kering	Blocking				
1	Desember 2024	81.703	1.200	500		900	828	600	700	4.728	57.867,90	3,1
2	Januari 2025	5.560	90	15		18	20	52	22	217	39.028,78	3,3
3	Februari 2025	1.412.500	1.745	85		52.222	2.935	5.312	78.621	140.920	99.766,37	2,8
4	Maret 2025	112.697	2.300	900		750	1.100	1.400	1.460	7.910	70.188,42	3,0
5	April 2025	212.320	178	9		5.318	298	8.011	541	14.355	67.610,21	3,0

D. Pemetaan Aliran Proses Produksi Kondisi Awal

Proses produksi kemasan fleksibel di PT XYC digambarkan menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM) pada lini cetak kemasan.

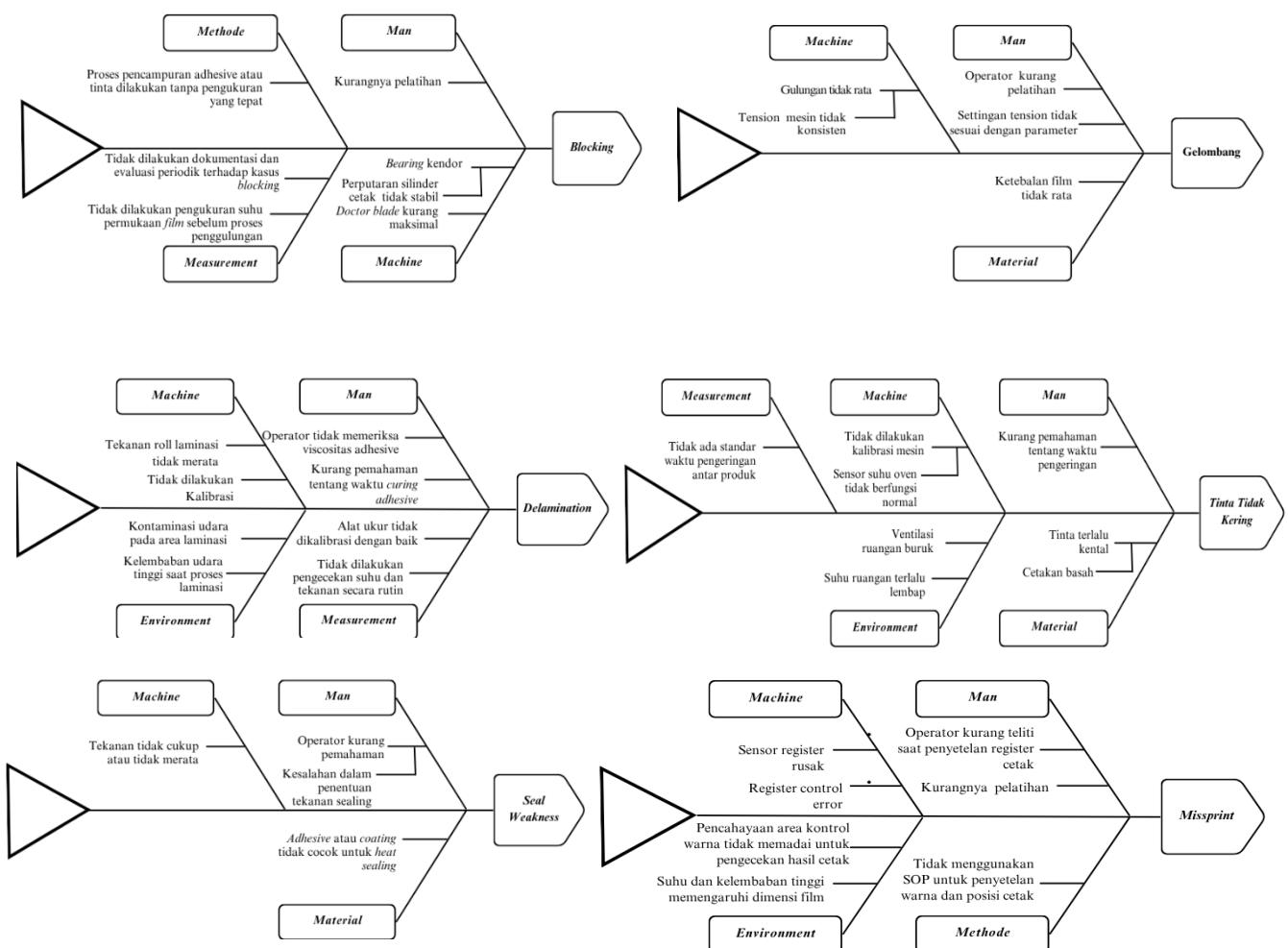


Gambar 2 Aliran Proses Produksi Cetak Kemasan Fleksibel Roll (Kondisi Awal)

Berdasarkan aktivitas produksi pada gambar 2, total *Lead Time* mencapai 4.898 menit. Dari waktu tersebut, aktivitas yang memberikan nilai tambah langsung (*Value Added Activity*/VAA) memakan waktu 4.406 menit atau sekitar 89,96%, meliputi proses utama seperti pencetakan, inspeksi, *dry lamination*, *aging*, *slitting*, dan *rewind*. Sedangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*Non-Value Added Activity*/NVAA), seperti persiapan mesin dan perpindahan barang, memakan waktu 492 menit atau 10,04%. Karena NVAA ini menghabiskan waktu dan tidak menambah nilai pada produk, upaya perbaikan difokuskan untuk menguranginya agar efisiensi proses meningkat.

3. Tahap *Analyze*

Pada tahap ini, analisis *fishbone* digunakan untuk menghubungkan penyebab utama dengan masalah cacat. Diagram ini membantu menemukan faktor paling berpengaruh, sehingga memudahkan penentuan prioritas perbaikan.



Gambar 3 Identifikasi Enam Jenis Cacat Produksi Kemasan Fleksibel PT XYC

Berdasarkan pada gambar 3 analisa identifikasi 6 (enam) jenis cacat jenis kemasan *roll* di *unit* produksi sebagai berikut :

- Penyebab utama cacat *blocking* berasal dari faktor manusia, khususnya operator yang kurang berpengalaman sehingga lebih mengandalkan dugaan daripada mengikuti prosedur yang telah ditetapkan. Dari sisi mesin, kondisi yang kurang optimal seperti bearing yang longgar atau *doctor blade* yang aus menyebabkan tekanan dan distribusi tinta tidak merata. Metode pencampuran tinta juga tidak tepat karena tidak menggunakan takaran yang benar dan tidak ada pencatatan riwayat cacat. Selain itu, pengukuran viskositas tinta jarang dilakukan secara rutin dan disiplin.
- Cacat *delamination* disebabkan oleh kelalaian operator dalam memeriksa viskositas *adhesive* dan kurangnya pemahaman tentang waktu pengeringan yang diperlukan. Mesin laminasi mengalami tekanan *roll* yang tidak seimbang, sementara alat pengukur suhu dan tekanan tidak terkalibrasi dengan baik. Faktor lingkungan seperti udara yang terkontaminasi dan kelembaban tinggi juga menghambat proses pengeringan *adhesive*.
- Pada cacat tinta tidak kering, penyebabnya adalah kurangnya pengetahuan operator tentang suhu dan waktu pengeringan yang tepat. Mesin pengering yang tidak kalibrasi dan sensor suhu yang rusak turut berperan. Penggunaan tinta dengan tingkat kekentalan tinggi dan ketiadaan standar waktu pengeringan yang jelas untuk tiap produk menjadi faktor

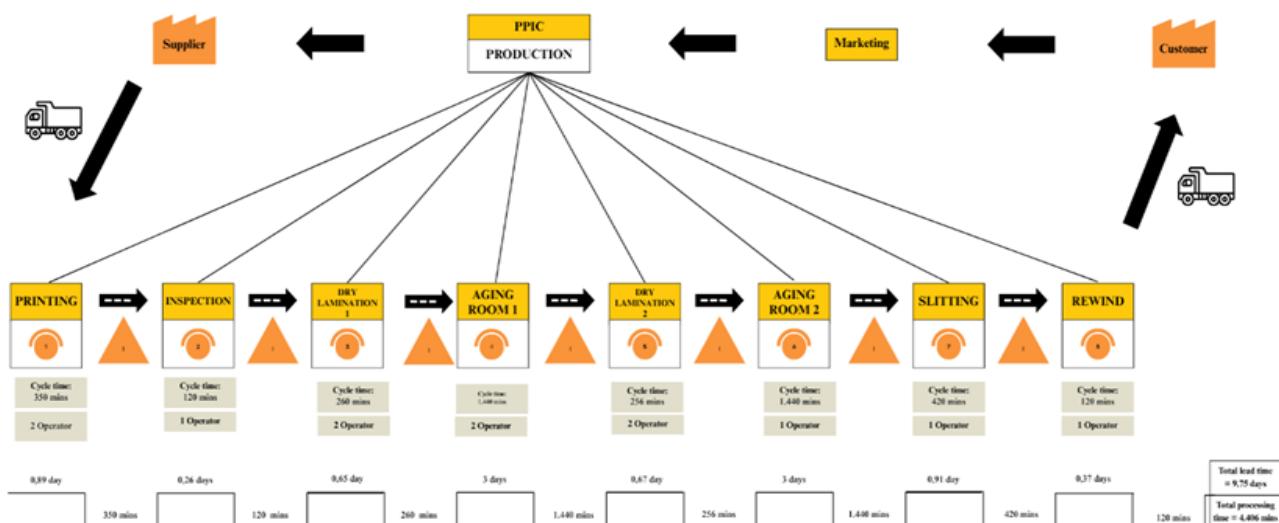
tambahan, ditambah kondisi sirkulasi udara yang buruk dan kelembaban tinggi yang memperlambat penguapan tinta.

- Cacat *missprint* muncul akibat operator yang kurang teliti dan minim pelatihan dalam mengatur *register* cetak. Kerusakan pada sensor atau sistem kontrol *register* mesin serta tidak adanya SOP penyetelan juga menjadi masalah. Kondisi lingkungan yang kurang pencahayaan dan suhu serta kelembaban tinggi turut memengaruhi dimensi *film*.
- Gelombang terjadi karena operator kurang mahir mengatur ketegangan (*tension*) mesin, ditambah sistem tension mesin yang tidak stabil dan ketebalan film yang tidak merata.
- Terakhir, cacat *seal weakness* disebabkan operator yang belum memahami parameter *sealing* yang benar, termasuk tekanan yang diperlukan. Proses *sealing* yang tidak merata akibat tekanan mesin yang tidak konsisten serta penggunaan *adhesive* atau lapisan *coating* yang tidak cocok dengan sistem *sealing* juga memperburuk kondisi ini.

4. Tahap *Improve*

Pada tahap perbaikan (*Improve*), perhatian utama diberikan pada perancangan dan pelaksanaan solusi yang sesuai, berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya.

A. Optimalisasi Tahapan Produksi Cetak Kemasan PT XYC



Gambar 4 Aliran Proses Produksi Cetak Kemasan Fleksibel Roll (Kondisi Akhir)

Melalui perbaikan *Value Stream Mapping* (VSM) yang di visualisasikan pada Gambar 4, efisiensi produksi meningkat drastis. Waktu yang dihabiskan untuk aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (NVAA) berkurang 205 menit, dari 492 menit (10,04%) menjadi 287 menit (6%) dari total waktu produksi. Sebaliknya, porsi aktivitas yang memberikan nilai tambah (VAA) meningkat dari 89,96% menjadi 94%, meskipun durasinya tetap 4.406 menit. Total waktu produksi kini menjadi 4.693 menit. Peningkatan efisiensi ini didorong oleh penggunaan alat otomatis, alur logistik yang lebih baik, dan penerapan SOP yang lebih terstruktur. Peta VSM visual menunjukkan bahwa perbaikan tidak hanya mempercepat alur *material* dari printing hingga *slitting*, tetapi juga mengurangi waktu tunggu antar proses, membuktikan keberhasilan dalam menciptakan sistem produksi yang lebih efisien dan terorganisir.

B. Implementasi 5S Pada Produksi Cetak PT XYC

Metode 5S diterapkan di *area* produksi PT XYC sebagai langkah efektif untuk mengurangi jumlah cacat, khususnya pada jenis *blocking*, *delamination*, dan tinta tidak kering. Adapun bentuk perbaikannya meliputi :

Tabel 7 Perbaikan Menggunakan Metode 5S

Tahap	Nama Tahapan	Fokus Utama	Implementasi di <i>Area</i> Produksi PT XYC
1	<i>Seiri</i> (Sortir)	Pemilahan alat, bahan, dan dokumen	Menyingkirkan alat atau bahan yang tidak relevan atau kadaluwarsa dari <i>area</i> kerja
2	<i>Seiton</i> (Susun)	Pengaturan posisi alat dan bahan kerja	Penempatan alat ukur (visikometer, timbangan, alat kontrol suhu, dll.) secara terstandar dan mudah dijangkau
3	<i>Seiso</i> (Bersih)	Kebersihan <i>area</i> kerja	Pembersihan rutin pada bagian mesin seperti <i>doctor blade</i> , <i>chamber</i> , <i>nip roll</i> , dan <i>area</i> laminasi
4	<i>Seiketsu</i> (Standarisasi)	Pembakuan prosedur kerja	Penyusunan SOP tertulis dan instruksi kerja visual untuk tiap titik proses seperti suhu, viskositas, tekanan, waktu pengeringan
5	<i>Shitsuke</i> (Disiplin)	Budaya kerja patuh aturan dan standar	Pelatihan rutin, pelaporan cacat, serta keterlibatan aktif dalam perbaikan berkelanjutan

5. Tahap *Control*

Tahap kontrol dilakukan dengan menggunakan pendekatan teknis untuk menjaga perbaikan proses produksi. Strategi utama mereka melibatkan:

- Pembaruan SOP : Standar Operasional Prosedur (SOP) diperbarui untuk mencakup praktik baru yang efektif, seperti pengaturan mesin yang lebih akurat dan penerapan 5S.
- Pengawasan Diperketat : Frekuensi *audit internal* ditingkatkan menjadi tiga kali seminggu, dan operator wajib mengisi *checklist* harian untuk memantau kualitas dan mencegah cacat.
- Komunikasi Efektif: Briefing rutin diadakan untuk memastikan semua tim (QA, QC, Koordinator Produksi, dan Operator) terinformasi dan disiplin dalam menerapkan prosedur baru.

4. KESIMPULAN

Penerapan *Lean Six Sigma* di PT XYC terbukti mampu mengurangi pemborosan, menjaga konsistensi mutu, dan membuat proses produksi jadi lebih efisien. Rata-rata nilai sigma berada di angka 3,0, dengan tingkat cacat tertinggi mencapai 99.766. Dari analisis VSM, aktivitas yang tidak memberi nilai tambah (NVAA) tercatat sebesar 10,04%, banyak disebabkan oleh perpindahan bahan, persiapan mesin, dan lamanya waktu tunggu. Cacat seperti *blocking* dan *delamination* yang sering muncul menunjukkan bahwa mutu masih belum stabil akibat pemborosan dalam proses. Oleh karena itu, perbaikan difokuskan pada bagian-bagian penting dan pengurangan NVAA. Hasilnya cukup signifikan yaitu jumlah cacat turun lebih dari 70%, proses jadi lebih stabil, dan efisiensi produksi meningkat secara keseluruhan.



5. DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, S. (2004). Manajemen Produksi dan Operasi. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Brue, G. (2002). *Six Sigma for Managers: 24 Lessons to Understand and Apply Six Sigma Principles in Any Organization*. New York: McGraw-Hill.
- Daryanto. (2020). Manajemen Operasi: Teori dan Praktik. Jakarta : Alfabeta.
- Dewi Ali, M. (2017). Manajemen mutu dan pengendalian kualitas dalam industri manufaktur. Yogyakarta: Deepublish.
- Dewi Ali, S. (2017). Implementasi *leanmanufacturing* pada industri manufaktur untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi waste. *Jurnal Teknologi Industri*, 12(1), 45-60.
- Gaspersz, V. (2002). *All in One Six Sigma for Manufacturing and Service*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. (2002). *Production Planning and Inventory Control for Manufacturing and Services*. Jakarta : Gramedia.
- George, M. L. (2002). *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with LeanProduction Speed*. New York: McGraw-Hill.
- George, Michael L 2002, *Lean Six Sigma*, McGraw-Hill, Metered States of America.
- Indrawati, R. (2011). Manajemen Inovasi dan Teknologi. Bandung: Refika Aditama.
- Montgomery, Douglas C.(2009). *Introduction to Statistical Quality control* 6th Edition, John Wiley & Sons, Inc, Metered States of America.
- Mulyadi, M. (2010). Penerapan *Lean Six Sigma* pada Industri Manufaktur. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Nasution, M. N. (2005). Manajemen Mutu Terpadu (Total Quality Management). Jakarta : Ghalia Indonesia.
- Rangkuti, F. (2004). *Supply Chain Management: Mengelola Produk dan Informasi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA*. Cambridge, MA: LeanEnterprise In.
- Situmorang, M. (2010). Manajemen Lingkungan Industri. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suharto, H. (2012). *Lean Six Sigma* : Teori dan Penerapan dalam Industri. Jakarta: Penerbit Salemba Empat.
- Sutrisno, E. (2009). *Manajemen Operasi (Produksi, Operasi dan Rantai Pasok)*. Jakarta : Kencana.
- Tjiptono, F., & Diana, A. (2003). Total Quality Management. Yogyakarta : Andi.
- Wignjosoebroto, S. (2003). *Manajemen Operasi: Sistem Produksi dan Produktivitas*. Surabaya : Guna Widya.