



ANALISA PENGENDALIAN KUALITAS DALAM UPAYA MEMINIMALISASI DEFECT PRODUK FLEXIBLE PACKAGING PADA MESIN PRINTING DENGAN MENGGUNAKAN METODE DMAIC

Satrio Bagus Cahyono ¹⁾ dan Yitno Utomo ²⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

Email: satriobaguscahyono55@gmail.com¹⁾, yitno@unipasby.ac.id²⁾

ABSTRAK

Kualitas produk menjadi faktor penting dalam industri *flexible packaging* yang kompetitif. PT ABC sebagai perusahaan dibidang ini berkomitmen untuk terus meningkatkan kualitas produknya dengan mengurangi angka *defect* produk agar dapat bersaing dengan kompetitorinya. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan pengukuran tingkat kecacatan, prioritas *defect* sebagai fokus perbaikan dan usulan pengendalian perbaikan berdasarkan nilai RPN. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah DMAIC sebagai langkah-langkah perbaikan secara berurutan dalam pengendalian kualitas, yang melibatkan pengambilan sampel data *defect* produk mesin *rotogravure* pada proses *printing*. Hasil penelitian diperoleh *level sigma* sebesar 3,97 dengan DPMO sebesar 6.701,046. Prioritas *defect* berdasarkan persentase kumulatif diagram pareto diantaranya adalah garis tinta 13,89%, kering-kering 12,62%, *Blushing* 11,04%, *Misprint* 10,74%, *mottling* 10,22%, warna belang 10,10% dan *ink spot* 10,03%. RPN tertinggi terdapat pada *defect* garis tinta akibat *doctor blade* kotor dengan RPN 252 dengan diusulkan pengendalian perbaikan yaitu memperhatikan kebersihan *doctor blade* saat proses dan pemasangan jarak sudut *doctor blade* serta *blade holder* berfungsi dengan optimal. Usulan pengendalian perbaikan berikutnya berdasarkan nilai RPN tertinggi dari masing-masing penyebab *Critical to Quality*.

Kata kunci : Pengendalian Kualitas, Six Sigma, DMAIC, Flexible Packaging.

ABSTRACT

Product quality is an important factor in the competitive flexible packaging industry. PT ABC as a company in this field is committed to continuing to improve the quality of its products by reducing the number of product defects so that it can compete with its competitors. This research was conducted to determine the measurement of the level of defects, priority of defects as a focus for improvement and proposals for repair control based on the RPN value. The method used in this research is DMAIC as sequential improvement steps in quality control, which involves sampling defect data on rotogravure machine products in the printing process. The research results obtained a sigma level of 3,97 with an average DPMO of 6.701,046. Defect priorities based on the cumulative percentage of the Pareto diagram include ink streaks 13,89%, dry-dry 12,62%, Blushing 11,04%, Misprint 10,74%, mottling 10,22%, color striped 10,10% and ink spots 10,03%. The highest RPN is found in ink line defects due to dirty doctor blades with RPN 252 with proposed improvement control, namely paying attention to the cleanliness of the doctor blade during the process and installing the angle distance of the doctor blade and blade holder to function optimally. The next improvement control proposal is based on the highest RPN value of each Critical to Quality cause.

Keywords : Quality Control, Six Sigma, DMAIC, Flexible Packaging

1. PENDAHULUAN

PT ABC adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang *flexible packaging* yang berlokasi di Surabaya. *Flexible packaging* adalah kemasan dari bahan lentur yang dibuat untuk mengakomodasi berbagai macam-macam bentuk dan ukuran barang atau produk. Bahan lentur yang dimaksud adalah film (plastik) antara lain *polyester*, *oriented polypropylene*, *nylon* dan PVC sebagai bahan cetak (*printing*), bahan pendukung lainnya antara lain film berlapis logam (*metalized film*) dan aluminium foil sebagai bahan penghalang (*barrier*) dan sebagai bahan *sealable* antara lain *cast polypropylene* dan spesial film. *Flexible packaging* digunakan sebagai pengemasan berbagai produk/barang seperti produk makanan ringan dan minuman, produk farmasi, dan berbagai produk kebutuhan pokok sehari-hari.

Perusahaan berkomitmen untuk terus meningkatkan kualitas produknya dengan mengurangi angka *defect* produk agar dapat bersaing dengan kompetitornya. Namun pada kenyataannya, masih sering dijumpai berbagai macam-macam cacat yang ditemukan dari proses *flexible packaging*. Peningkatan cacat produk yang sering terjadi dan paling besar terjadi pada proses *printing*. Cacat pada proses *printing* tersebut diantaranya yaitu *ink streaks*, *blushing*, *ink spot*, *misprint*, cacat membuih, kering-kering, *mottling*, gradasi kasar, warna belang dan *color out standard*. Metode yang dapat diterapkan pada mengendalikan kualitas dalam proses *printing* salah satunya adalah metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*).

Metodologi DMAIC adalah langkah-langkah perbaikan secara berurutan dari kunci permasalahan dalam pengendalian kualitas *Six Sigma*, yang tahapannya penting untuk memperoleh hasil yang diinginkan [1]. Metode DMAIC merupakan instrumen penting dalam manajemen produksi untuk mempertahankan, meningkatkan dan menjaga kualitas produk,

dalam meningkatkan kualitas tanpa cacat atau *zero defect* [2]. *Six Sigma* adalah metode pengendalian kualitas yang dianggap sebagai standar ukuran dan kecacatan produk yang diminimalkan. Utomo (2022), mengatakan sistem pengukuran parameter *Six Sigma* dilakukan dengan satuan pengukuran DPMO (*Defects per Million Opportunities*). DPMO diinterpretasikan hanya diperbolehkan 3,4 kegagalan per satu juta kesempatan dalam satu kesatuan produk tunggal terdapat peluang kegagalan dari karakteristik *Critical to Quality* [3].

Prasetyo dan Safitri (2024), menggunakan metode *Six Sigma* dan FMEA pada analisis pengendalian kualitas *line assembly* PT Sakai Indonesia diperoleh hasil nilai *sigma* sebesar 3,29 dan RPN tertinggi sebesar 140, faktor utama penyebab produk cacat dapat diidentifikasi sebagai ketiadaan SOP dalam proses produksi [4]. Utomo dan Rahmatulloh (2021), menggunakan metode *Six Sigma* dengan diterapkannya DMAIC pada packing minyak goreng *pouch* memperoleh hasil setelah perbaikan nilai *sigma* sebesar 4,18 dengan nilai DPMO sebesar 3.655 yang sebelumnya diketahui nilai *sigma* 3,99 dengan nilai DPMO sebesar 6.364 [5].

Tujuan penelitian ini yaitu menggunakan metode DMAIC untuk analisa pengendalian kualitas untuk mengurangi tingkat kecacatan produk pada proses *printing* dengan menentukan pengukuran tingkat kecacatan, prioritas *defect* sebagai fokus perbaikan serta usulan pengendalian perbaikan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengendalian Kualitas

Menurut Vincen Gasperz (2005), pengendalian adalah kegiatan yang mencakup pengawasan suatu operasi untuk memastikan keselarasan dengan rencana, sedangkan pengendalian kualitas adalah kegiatan yang terdiri dari operasional dan teknik yang

digunakan untuk memenuhi standar kualitas yang ditetapkan [6]. Pengendalian kualitas adalah tindakan pencegahan yang dilakukan oleh perusahaan untuk meyakinkan pada terpenuhi standar kualitas yang diinginkan terhadap produk yang telah diproduksi [7]. Tujuan pengendalian kualitas adalah menjadi alat yang efektif untuk mengurangi variasi produk sehingga kecacatan produk dapat diminimalisasi.

2.2 *Six Sigma* DMAIC

Sigma adalah istilah dalam statistik yang digunakan untuk menunjukkan deviasi standar, yang merupakan indikator tingkat variasi dalam serangkaian pengukuran atau proses [8]. *Six Sigma* adalah metode perbaikan proses terstruktur yang berfokus pada pengurangan variasi proses dan meminimalisasi produk cacat melalui penggunaan statistik dan alat pemecahan masalah secara intensif. Sedangkan metode DMAIC adalah suatu kerangka kerja yang mempunyai langkah-langkah secara berurutan di dalam *Six Sigma* untuk perbaikan dan pengoptimalan proses kerja sesuai dengan hasil yang sudah direncanakan.

2.3 *Failure Mode and Effect Analysis*

Failure Mode and Effect Analysis merupakan metode sistematis untuk mengidentifikasi dan memulai tindakan untuk meminimalkan risiko kemungkinan kegagalan suatu sistem, produk atau proses, dengan fokus utama pada fungsi utama produk atau proses dan faktor-faktor yang mempengaruhinya [9]. *Failure Mode and Effect Analysis* digunakan sebagai metode rekomendasi peningkatan kualitas untuk mengidentifikasi prioritas utama yang memerlukan perbaikan.

3. METODE PENELITIAN

Populasi dalam penelitian ini adalah proses *printing* pada mesin *rotogravure*. Sedangkan sampel pada penelitian ini adalah data *defect* produk pada 3 mesin *rotogravure* periode bulan November - Desember 2023 yang

diperoleh dari data rekapitulasi Departemen *Quality Control*.

Analisa data penelitian ini menggunakan metodologi DMAIC yang meliputi *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*. Tahapan-tahapan dari metode DMAIC dijelaskan secara rinci sebagai berikut [9] :

3.1 *Define*

Tahap *define* adalah tahap mengidentifikasi permasalahan penting terhadap proses yang sedang berjalan. Tahap *define* dapat dilakukan diantaranya adalah :

1. Mendefinisikan lingkup Proses (Diagram IPO)

Mendefinisikan *input, process* dan *output* yang terlibat dalam suatu proses dengan diagram IPO.

2. Identifikasi CTQ (*Critical to Quality*)

Memfokuskan upaya perbaikan pada perspektif yang paling penting terhadap pengaruh kualitas produk, sehingga lebih efektif dalam mencapai tujuan kualitas yang diinginkan.

3.2 *Measure*

Tahap *Measure* adalah tahapan mengukur variansi data variabel dan atribut untuk mengetahui seberapa besar variasi yang terjadi pada proses. Tahap *measure* dapat dilakukan diantaranya adalah [10] :

1. Analisis diagram *control (P-Chart)* dilakukan dengan beberapa tahapan diantaranya :

- a. Perhitungan proporsi kecacatan.
- b. Perhitungan *Upper Control Limit, Central Line* dan *Lower Control Limit*.

2. Perhitungan nilai *Defect Per Million Opportunities* dan perhitungan *level sigma*.

3.3 *Analyze*

Tahap *analyze* adalah tahap mengidentifikasi dan menganalisis faktor penyebab kecacatan produk. Tahap *analyze* dapat dilakukan diantaranya adalah :

1. Membuat Diagram Pareto
Memvisualisasikan urutan persentase setiap penyebab kecacatan dan pemilihan *Critical to Quality* dengan memilih persentase yang mencakup kurang lebih 80% dan 20% sisanya diabaikan [11].
2. Membuat Diagram *Fishbone*
Mencari akar permasalahan dalam beberapa kategori penyebab (*man, material, machine, method, measurement* dan *environment*) dari masing-masing *Critical to Quality*.

3.4 Improve

Tahap *improve* adalah tahap perbaikan melibatkan pembuatan rencana tindakan (*action plan*) untuk menerapkan tindakan perbaikan guna meningkatkan kualitas produk. Tahap *improve* dapat dilakukan diantaranya adalah :

1. *Failure Mode and Effect Analysis* dilakukan dengan beberapa tahapan diantaranya [12]:

- a. Identifikasi kegagalan potensial atau *Critical to Quality*.
- b. Penilaian masalah meliputi *severity, occurrence* dan *detection*.
- c. Perhitungan RPN (*Risk Priority Number*)
- d. Usulan tindakan perbaikan

3.5 Control

Tahap *control* adalah tahap peningkatan kualitas berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dengan membuat usulan pengendalian perbaikan atau *preventive action* berdasarkan nilai RPN.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data pada penelitian ini merupakan data produksi dan *defect* produk pada proses *printing* pada 3 mesin *rotogravure* yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data defect proses printing mesin rotogravure

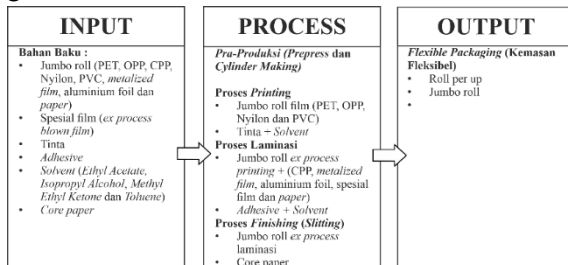
No	Data Mesin	Jumlah Produk	Jenis Defect Printing Per Minggu ($10^2 \times$ meter)										Jumlah Defect
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	
1	A 1	15150	153	113	81	137	102	201	98	67	47	35	1034
2	B 1	14756	104	92	103	114	149	152	76	100	67	35	992
3	C 1	12250	91	85	124	103	90	130	56	82	79	47	887
4	A 2	16245	134	169	108	122	96	126	138	108	50	55	1106
5	B 2	10359	85	99	68	59	37	51	70	69	48	35	621
6	C 2	15552	174	45	122	95	115	213	94	51	80	45	1034
7	A 3	16250	209	100	123	110	88	105	159	105	50	57	1106
8	B 3	13989	100	80	99	133	101	85	89	103	48	25	863
9	C 3	16762	142	201	123	79	66	122	101	70	79	58	1041
10	A 4	16578	164	128	112	75	120	128	93	93	109	80	1102
11	B 4	9742	108	82	45	95	72	98	48	57	63	45	713
12	C 4	16352	157	102	109	121	95	136	98	80	76	105	1079
13	A 5	13505	167	92	66	112	85	119	104	82	71	43	941
14	B 5	15060	83	110	136	121	101	121	114	91	85	35	997
15	C 5	14947	72	81	78	110	79	155	211	75	85	65	1011
16	A 6	14552	103	88	93	94	82	126	138	83	36	75	918
17	B 6	16235	148	102	83	158	122	93	98	89	78	45	1016
18	C 6	15725	98	143	110	97	91	79	131	104	137	37	1027
19	A 7	14868	226	109	71	57	87	124	90	68	57	105	994
20	B 7	15732	205	65	131	95	176	93	56	69	79	80	1049
21	C 7	13056	147	126	65	118	90	178	79	45	62	55	965
22	A 8	13150	168	134	70	87	108	117	59	80	45	80	948
23	B 8	12369	123	99	92	95	116	87	101	60	67	47	887
24	C 8	16254	92	139	136	129	96	117	93	107	79	97	1085
Total		349438	3253	2584	2348	2516	2364	2956	2394	1938	1677	1386	23416

4.1 Tahap Define

Tahap pertama *define* adalah mendefinisikan lingkup proses yang dilakukan

dengan diagram Diagram IPO (*Input, Process, Output*). Diagram IPO dilakukan untuk memahami batas-batas penelitian dan

menetapkan fokus pada aspek yang paling penting. Diagram IPO pada seluruh proses produk *flexible packaging* dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram IPO flexible packaging

Berdasarkan gambar diatas, penelitian hanya berfokus dalam pengendalian kualitas pada proses *printing*. Pada proses *printing* tersebut melibatkan alur produksi bahan baku dan pra-produksi (*cylinder making*).

Tahap kedua *define* adalah *Critical to Quality* yang mendefinisikan dan menentukan macam-macam *defect* produk. *Critical to Quality* pada proses *printing* mesin *rotogravure* diantaranya dapat dilihat pada tabel 2.

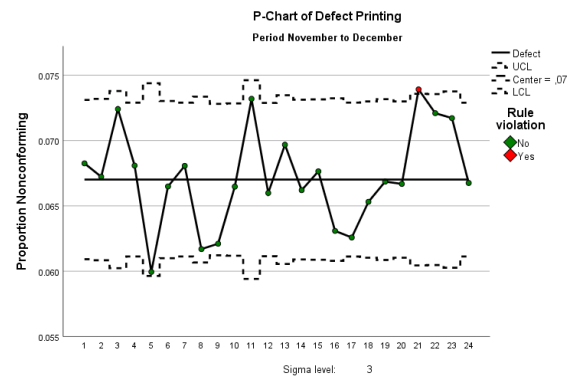
Tabel 2. CTQ Proses printing mesin rotogravure

Defect	Keterangan
D1	Garis Tinta
D2	<i>Blushing</i>
D3	<i>Ink Spot</i>
D4	<i>Misprint</i>
D5	Warna belang
D6	Kering-Kering
D7	<i>Mottling</i>
D8	Gradasi Kasar
D9	Cacat Membuih
D10	<i>Color Out Standard</i>

4.2 Tahap Measure

Tahap pertama *measure* adalah tahap membuat diagram *control* atau *P-Chart* yang digunakan untuk mengukur variansi data variabel dan atribut untuk mengetahui seberapa besar variasi yang terjadi pada proses. Grafik diagram *control* secara keseluruhan terhadap

defect produk pada 3 mesin *printing rotogravure* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. P-Chart defect printing

Hasil pengukuran dengan *P-Chart* diperoleh nilai *Central Line* sebesar 0,0670, rata-rata *Upper Control Limit* sebesar 0,0732 (max. 0,0746) dan rata-rata *Lower Control Limit* sebesar 0,0607 (min. 0,0594). Grafik *P-Chart* diatas menunjukkan bahwa proses pengendalian cacat produk masih belum stabil. Hal ini dikarenakan masih terdapat periode yang mengalami *out of control* atau berada diluar batas kontrol kendali statistik.

Tahap kedua *measure* adalah menghitung *Defects per Million Opportunities* yang digunakan untuk menilai tingkat kesalahan atau ketidaksesuaian dalam suatu proses dengan mengukur jumlah cacat per satu juta kesempatan. Hasil perhitungan nilai DPO, DPMO dan *level sigma* pada *defect* proses *printing* dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini.

- 1) Perhitungan *Defect per Opportunity*

$$DPO = \frac{\text{Total Kerusakan}}{\text{Total Produksi} \times \text{Jumlah CTQ}}$$

$$= 23.416 / 349.438 \times 10$$

$$= 0,006701$$

- 2) Perhitungan *Defect per Million Opportunity*

$$DPMO = DPO \times 1000000$$

$$= 0,006701 \times 1000000$$

$$= 6.701,046$$

3) Tingkat *sigma* dapat diketahui dengan perhitungan menggunakan *microsoft excel* dengan rumus :

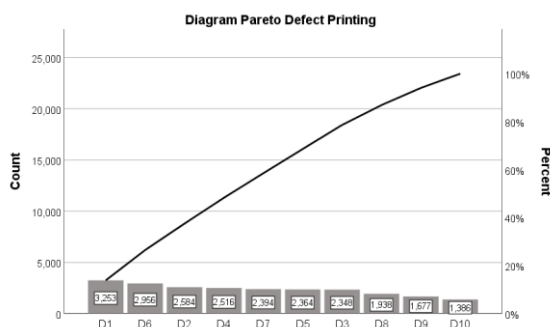
$$\text{Level sigma} = \text{NORMSINV}(1-\text{DPMO}/1000000) + 1,5$$

$$\text{DPMO} = 6.701,046$$

$$\text{Sigma} = 3,97$$

4.3 Tahap *Analyze*

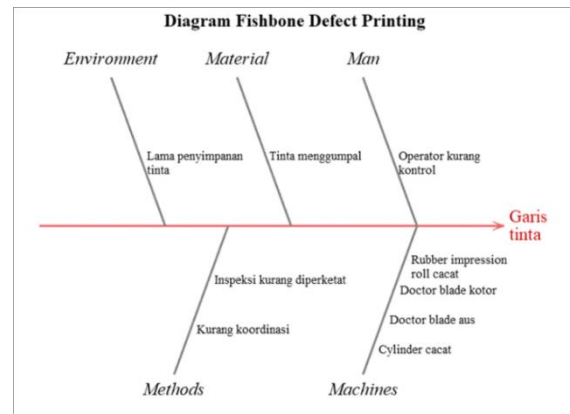
Tahap pertama *analyze* adalah mempresentasikan jumlah kecacatan dari seluruh total dan melakukan pemilihan *Critical to Quality* berdasarkan persentase yang mencakup kurang lebih 80%, sedangkan 20% sisanya diabaikan dengan menggunakan diagram pareto. Grafik diagram pareto terhadap *defect* produk proses *printing* mesin *rotogravure* dapat dilihat pada gambar 3.



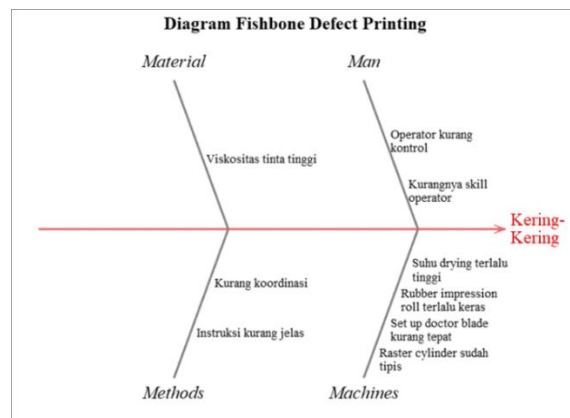
Gambar 3. Diagram pareto defect printing

Berdasarkan hasil dari diagram pareto diatas, menunjukkan bahwa *defect* dari persentase kumulatif berada pada D1 (Garis Tinta), D6 (Kering-Kering), D2 (*Blushing*), D4 (*Misprint*), D7 (*Mottling*), D5 (Warna Belang) dan D3 (*Ink Spot*) dengan nilai total 78%, hal inilah yang menjadi fokus perbaikan dan sebagai pemilihan *Critical to Quality*.

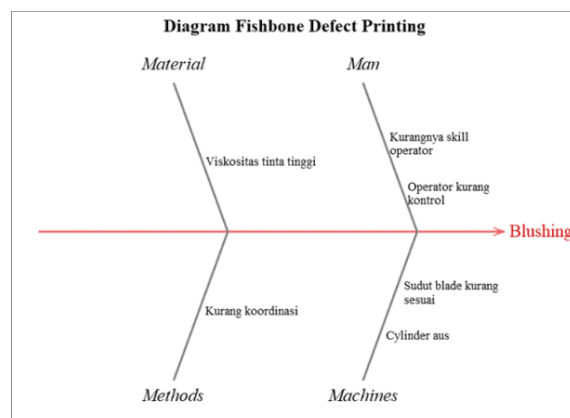
Tahap kedua *analyze* adalah menggunakan diagram *fishbone* untuk menentukan akar permasalahan dalam beberapa kategori penyebab (*man, material, machine, method* dan *environment*) dari masing-masing *defect*. *Critical to Quality* berdasarkan persentase diagram pareto yang akan dibuatkan diagram *fishbone* dapat dilihat pada gambar 4 - 10.



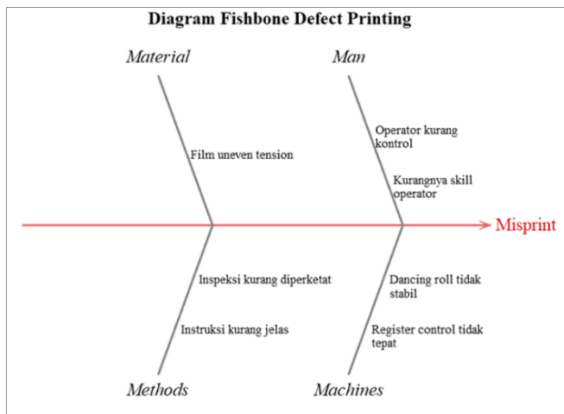
Gambar 4. Diagram fishbone garis tinta



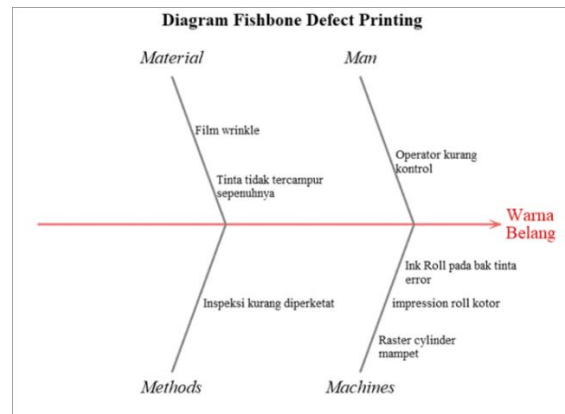
Gambar 5. Diagram fishbone kering-kering



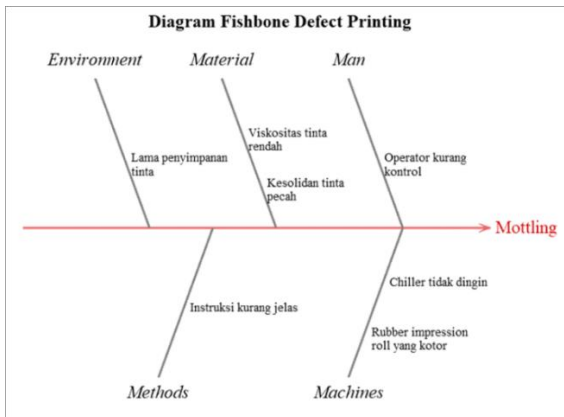
Gambar 6. Diagram fishbone blushing



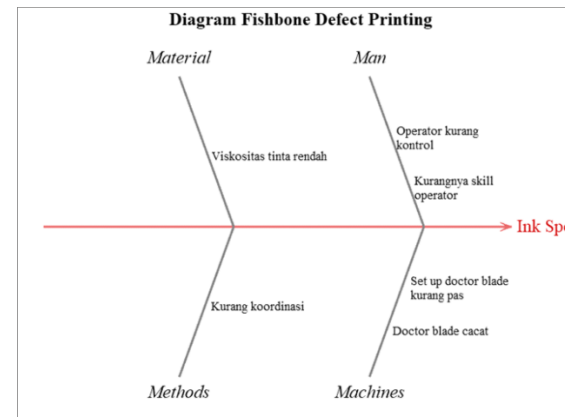
Gambar 7. Diagram fishbone misprint



Gambar 9. Diagram fishbone warna belang



Gambar 8. Diagram fishbone mottling



Gambar 10. Diagram fishbone ink spot

4.4 Tahap Improve

Failure Mode and Effect Analysis digunakan pada tahap *improve* sebagai tindakan perbaikan guna meningkatkan kualitas produk

yang dihasilkan serta mengetahui nilai RPN (*Risk Priority Number*). Nilai FMEA pada setiap masing-masing *defect* pada proses *printing rotogravure*, dapat dilihat pada tabel 3-9.

Tabel 3. FMEA untuk defect garis tinta

Cause of Defect	S	O	D	RPN	Corrective Action
Doctor blade Kotor	7	6	6	252	Membersihkan partikel tinta yang kasar dibawah <i>doctor blade</i>
Tinta menggumpal	7	5	5	175	Komplain atau <i>retur ke supplier</i> untuk perbaikan kualitas
Doctor blade aus	7	5	5	175	Mengganti <i>doctor blade</i> yang baru
Rubber impression roll cacat	7	4	5	140	Mengganti cadangan <i>impression roll</i> dengan kondisi yang baik
Operator kurang kontrol	6	5	4	120	Pengecekan saat sebelum proses maupun saat proses berjalan
Cylinder cacat	7	4	4	112	Perbaikan <i>cylinder</i> dengan dilakukan <i>rechrome</i>
Kurang koordinasi	5	5	4	100	Melakukan koordinasi pada saat setting awal proses, pergantian shift dan setelah proses
Inspeksi kurang diperketat	6	4	4	96	Memperketat pengecekan tinta saat kedatangan maupun yang akan dilakukan proses
Lama penyimpanan tinta	6	3	5	90	Penyimpanan tinta yang baik dan melakukan pengeluaran berdasarkan aturan FIFO

Tabel 4. FMEA untuk defect kering-kering

Cause of Defect	S	O	D	RPN	Corrective Action
<i>Viskositas tinta tinggi</i>	8	6	4	192	Menurunkan <i>viskositas</i> tinta dengan medium atau solvent
<i>Raster cylinder tipis</i>	7	5	5	175	Perbaiki <i>cylinder</i> dengan dilakukan rechrome
Kurangnya skill operator	6	6	4	144	Memperbanyak <i>training</i> untuk operator
<i>Set up doctor blade</i> kurang tepat	7	5	4	140	Setting ulang posisi <i>doctor blade</i> dan tekanan jarak <i>doctor blade</i>
Operator kurang kontrol	6	5	4	120	Pengecekan saat sebelum proses maupun saat proses berjalan
<i>Rubber impress roll</i> terlalu keras	6	5	4	120	Mengganti cadangan <i>impress roll</i> dengan kondisi yang baik
Kurang koordinasi	5	5	4	100	Melakukan koordinasi pada saat setting awal proses, pergantian shift dan setelah proses
Suhu <i>drying</i> terlalu tinggi	6	4	4	96	Melakukan <i>set up temperature drying</i> sesuai dengan banyak tinta transfer pada bahan dan mengurangi speed mesin
Instruksi kurang jelas	5	4	4	80	Instruksi mengenai perlakuan setting divisualisasikan dengan <i>Processing Guide</i>

Tabel 5. FMEA untuk defect blushing

Cause of Defect	S	O	D	RPN	Corrective Action
Sudut <i>blade</i> kurang tepat	7	7	5	245	Setting ulang posisi <i>doctor blade</i> agar tidak miring dan tekanan jarak <i>doctor blade</i>
<i>Viskositas tinta tinggi</i>	7	5	5	175	Menurunkan <i>viskositas</i> tinta dengan medium atau solvent
Kurangnya skill operator	6	6	4	144	Memperbanyak <i>training</i> untuk operator
<i>Cylinder</i> aus	7	5	4	140	Perbaiki <i>cylinder</i> dengan dilakukan rechrome
Operator kurang kontrol	6	5	4	120	Pengecekan saat sebelum proses maupun saat proses berjalan
Kurang koordinasi	5	5	4	100	Melakukan koordinasi pada saat setting awal proses, pergantian shift dan setelah proses

Tabel 6. FMEA untuk defect misprint

Cause of Defect	S	O	D	RPN	Corrective Action
<i>Register control</i> tidak tepat	7	6	5	210	Setting ketepatan sensor <i>color mark register control</i> sebelum jalan
Film <i>uneven tension</i>	7	5	5	175	Komplain atau <i>retur</i> ke <i>supplier</i> untuk perbaikan kualitas
Operator kurang kontrol	6	5	5	150	Pengecekan saat sebelum proses maupun saat proses berjalan
Kurangnya skill operator	6	6	4	144	Memperbanyak <i>training</i> untuk operator
Inspeksi kurang diperketat	6	5	4	120	Memperketat pengecekan pada tampilan visual material dan monitoring pada layar monitor ketepatan cetak
<i>Dancing roll</i> tidak stabil	7	4	4	112	Setting ulang <i>dancing roll</i> atau melakukan <i>set up tension</i> sesuai karakteristik film
Instruksi kurang jelas	5	4	4	80	Instruksi mengenai perlakuan setting divisualisasikan dengan <i>Processing Guide</i>

Tabel 7. FMEA untuk defect mottling

Cause of Defect	S	O	D	RPN	Corrective Action
<i>Viskositas tinta rendah</i>	8	6	4	192	Menaikan <i>viskositas</i> tinta
<i>Rubber impress roll</i> kotor	7	5	5	175	Melakukan pembersihan pada <i>impress roll</i>
Operator kurang kontrol	6	5	4	120	Pengecekan saat sebelum proses maupun saat proses berjalan
<i>Chiller</i> tidak dingin	6	5	4	120	<i>Set up cooling roll</i> harus dingin namun tidak sampai keluar embun
Kesolidan tinta pecah	6	3	5	90	Pengecekan ulang pada tinta lama yang akan digunakan proses
Lama penyimpanan tinta	6	3	5	90	Penyimpanan tinta yang baik dan melakukan pengeluaran berdasarkan aturan FIFO
Instruksi kurang jelas	5	4	4	80	Instruksi mengenai perlakuan setting divisualisasikan dengan <i>Processing Guide</i>

Tabel 8. FMEA untuk defect warna belang

Cause of Defect	S	O	D	RPN	Corrective Action
<i>Raster cylinder</i> mampet	8	5	5	200	Membersihkan <i>cylinder</i> sebelum digunakan proses dan melakukan perawatan secara berkala
<i>Impression roll</i> kotor	7	5	5	175	Pembersihan <i>impression roll</i>
Film <i>wrinkle</i>	8	4	5	160	Komplain atau retur ke <i>supplier</i> untuk perbaikan kualitas
Operator kurang kontrol	6	5	4	120	Pengecekan saat sebelum proses maupun saat proses berjalan
Inspeksi kurang diperketat	6	5	4	120	Memperketat pengecekan pada tampilan visual material dan memonitoring material saat proses berjalan
<i>Ink Roll</i> pada bak tinta <i>error</i>	7	4	4	112	Setting ulang <i>ink roll</i> pada bak tinta jika memungkinkan atau dilakukan penggantian <i>ink roll</i>
Tinta tidak tercampur sepenuhnya	7	4	4	112	Memastikan pengadukan tinta sudah tercampur sempurna

Tabel 9. FMEA untuk defect ink spot

Cause of Defect	S	O	D	RPN	Corrective Action
<i>Set up doctor blade</i> kurang pas	8	5	6	240	Setting ulang posisi <i>doctor blade</i> dan kondisi <i>back up blade</i> atau <i>blade holder</i>
<i>Viskositas</i> tinta rendah	7	6	5	210	Menaikan <i>viskositas</i> tinta
<i>Doctor blade</i> cacat	7	5	5	175	Mengganti <i>doctor blade</i> yang baru
Kurangnya skill operator	7	5	4	140	Memperbanyak <i>training</i> untuk operator
Operator kurang kontrol	6	5	4	120	Pengecekan saat sebelum proses maupun saat proses berjalan
Kurang koordinasi	5	5	4	100	Melakukan koordinasi pada saat setting awal proses, pergantian shift dan setelah proses

Melalui tindakan perbaikan dan mengutamakan prioritas urutan perbaikan yang telah diusulkan, khususnya pada area yang diidentifikasi sebagai potensi kegagalan utama, diharapkan akan menghasilkan dampak positif yang signifikan dalam mengurangi jumlah cacat pada proses *printing*.

4.5 Tahap Control

Tahap *control* adalah menetapkan RPN tertinggi pada penyebab kecacatan dan dilakukan usulan pengendalian perbaikan (*preventive action*).

Tabel 10. RPN Tertinggi Penyebab Kecacatan

Defect	RPN	Cause of Defect	Corrective Action
Garis Tinta	252	<i>Doctor blade</i> Kotor	Membersihkan partikel tinta yang kasar dibawah <i>doctor blade</i>
Blushing	245	Sudut <i>blade</i> kurang tepat	Setting ulang posisi <i>doctor blade</i> agar tidak miring dan tekanan jarak <i>doctor blade</i>
Ink Spot	240	<i>Set up doctor blade</i> kurang pas	Setting ulang posisi <i>doctor blade</i> dan kondisi <i>back up blade</i> atau <i>blade holder</i>
Misprint	210	<i>Register control</i> tidak tepat	Setting ketepatan sensor <i>color mark register control</i> sebelum jalan
Warna Belang	200	<i>Raster cylinder</i> mampet	Membersihkan <i>cylinder</i> sebelum digunakan proses dan melakukan perawatan secara berkala
Kering-Kering	192	<i>Viskositas</i> tinta tinggi	Menurunkan <i>viskositas</i> tinta dengan medium atau solvent
Mottling	192	<i>Viskositas</i> tinta rendah	Menaikan <i>viskositas</i> tinta

Berdasarkan RPN tertinggi penyebab pada masing-masing *defect* pada tahap *improve*,

maka dibuat usulan pengendalian perbaikan sebagai berikut :

- 1) Melakukan pembersihan *doctor blade* dari partikel tinta (kotoran) untuk setiap *splicing* (turunan produk) untuk mencegah *doctor blade* kotor yang menyebabkan terjadinya *defect* garis tinta.
- 2) Melakukan pemasangan *doctor blade* dengan memperhatikan kepresisian antara *doctor blade*, *blade holder* terhadap *cylinder* dan tekanan jarak *doctor blade* saat persiapan proses serta saat pergantian *doctor blade* untuk mencegah sudut blade kurang tepat yang menyebabkan terjadinya *defect* garis tinta, *defect blushing* dan juga *defect ink spot*.
- 3) Melakukan setting ketepatan sensor *color mark register* sebelum jalan dan sesering mungkin mengontrol *eye mark* tepat sesuai dengan layout desain pada *monitor control* untuk mencegah print keluar dari area cetak yang menyebabkan terjadinya *defect misprint*.
- 4) Melakukan perawatan *cylinder* setiap selesai pada proses produksi meliputi pembersihan, pembungkusan dan penyimpanan, serta melakukan pembersihan *raster* pada *cylinder* sebelum proses untuk mencegah raster *cylinder* mampet yang menyebabkan terjadinya *defect* warna belang.
- 5) Melakukan *mixing* perbandingan tinta dengan solvent sesuai dengan standar dan melakukan pemeriksaan ulang viskositas tinta setiap *splicing* (turunan produk) pada saat proses untuk mencegah ketidaksesuaian viskositas tinta yang menyebabkan terjadinya *defect* kering-kering dan *mottling*.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Nilai sigma tingkat kecacatan produk pada proses *printing* diperoleh nilai DPMO sebesar 6.701,046 dan *level sigma* sebesar 3,97.
- 2) *Defect* paling dominan berdasarkan diagram pareto menunjukkan bahwa persentase kumulatif yang menjadi fokus perbaikan dengan nilai total 78 % adalah garis tinta, kering-kering, *blushing*, *misprint*, *mottling*, warna belang dan *ink spot*.
- 3) Hasil RPN tertinggi penyebab kecacatan terdapat pada *defect* garis tinta akibat *doctor blade* kotor dengan RPN 252, dengan usulan pengendalian perbaikan memperhatikan kebersihan *doctor blade* saat proses dan pemasangan jarak sudut *doctor blade* serta *blade holder* berfungsi dengan optimal. Usulan pengendalian perbaikan berikutnya berdasarkan nilai RPN tertinggi dari masing-masing penyebab *Critical to Quality*.

5.2 Saran

Disarankan agar tindakan perbaikan yang akan dilakukan dilaksanakan secara konsisten untuk memperoleh hasil yang optimal. Kemungkinan peningkatan nilai sigma dapat terjadi jika dilakukan penelitian lebih lanjut lagi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada penelitian ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah membimbing dan pihak tempat penelitian yang telah membantu. Penulis juga berterima kasih kepada penerbit yang telah membantu dalam publikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Ahmad, "Six Sigma DMAIC Sebagai Metode Pengendalian Kualitas Produk Kursi pada UKM," *Jisi : Jurnal Integrasi Sistem Industri Volume*, Vol. 6, 2019, Doi: 10.24853/Jisi.6.1.11-17.

- [2] Hartami Dewi dan Olvi Yovanda, “Rancangan Perbaikan Cacat Produk dengan Pendekatan *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control* (DMAIC) pada PT. XYZ,” *Jurnal Teknologi Pertanian*, Vol. Vol. 11, No. 2, Hlm. 118–128, Sep 2022.
- [3] Y. Utomo, A. Jumali, dan N. Salsabila, “Analisis *Critical to Quality* (CTQ) pada Percetakan Koran di PT Temprina Media Grafika (Jawa Pos Group),” *Jurnal Teknik*, Vol. Volume 20, Hlm. 103–109, Jul 2022.
- [4] E. Prasetyo dan W. Safitri, “Analisis Pengendalian Kualitas dengan Metode Six Sigma dan FMEA pada Line Assembly PT Sakai Indonesia 1,” Vol. 9, No. 2, Hlm. 317–338, 2024.
- [5] Y. Utomo dan D. Rahmatulloh, “Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri Penerapan Six Sigma untuk Peningkatan Kualitas Packing pada Minyak Goreng Pouch PT. XYZ di Kabupaten Gresik,” *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri*, Hlm. 09–23, Sep 2021.
- [6] T. Tajuddin, A. Ahistasari, dan S. Arifin, “Analisis *Quality Control* pada Produksi AMDK 240 ml dengan Metode Seven Tools di CV. Tirta Dwimas Sorong,” *Metode Jurnal Teknik Industri*, Vol. 6, No. 2, Hlm. 55–62, 2020.
- [7] K. T. U. Y. Walujo DA, *Pengendalian Kualitas*. Surabaya: Scopindo Media Pustaka, 2020.
- [8] D. R. Nasution, A. Hasibuan, dan S. R. Sibuea, “Pengendalian Kualitas CPO untuk Meminimumkan ALB Menggunakan Metode DMAIC,” *Blend Sains Jurnal Teknik*, Vol. 1, No. 4, Hlm. 333–342, Mar 2023, Doi: 10.56211/Blendsains.V1i4.190.
- [9] A. Rahman dan S. Perdana, “Analisis Perbaikan Kualitas Produk Carton Box di PT XYZ dengan Metode DMAIC dan FMEA,” *Jurnal Optimasi Teknik Industri*, 2021.
- [10] J. Paulin, “Pengendalian Kualitas Proses Printing Kemasan Polycellonium Menggunakan Metode Six Sigma di PT. ACP,” 2022.
- [11] S. Imam, “Penerapan DMAIC dalam Pengendalian Defect pada Proses Produksi Kemasan Karton Lipat di PT Pitu Kreatif Berkah,” *Journal Printing and Packaging Technology*, Vol. 2, No. 1, Hlm. 8–16, 2021.
- [12] M. A. Lutfianto dan R. Prabowo, “Integrasi Six Sigma dan FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) untuk Peningkatan Kualitas Produk Koran (Studi Kasus: PT. ABC Manufacturing – Sidoarjo, Jawa Timur – Indonesia),” *Jiems (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, Vol. 15, No. 1, Hlm. 1–10, 2022, Doi: 10.30813/Jiems.V15i1.3599.