

PENDEKATAN DMAIC DAN FMEA UNTUK MENGURANGI WASTE PRODUKSI OFFSET PRINTING DI PT. XYZ

Gavriel Wilibobvan I.¹⁾, Emmalia Adriantantri²⁾, Sumanto³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Industri S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Email : gavriel.wilibobvan463@gmail.com

Abstrak, Tingginya jumlah waste produksi akibat produk cacat menjadi masalah utama yang perlu diselesaikan dalam offset printing di PT. XYZ, dengan total waste mencapai 165,8 ton dan kerugian sebesar \$105.080 dalam tiga bulan terakhir. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor utama penyebab defect menggunakan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) dan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis defect terbanyak adalah *Color Out of CT*, pada mesin offset 12, dengan kontribusi waste sebesar 28% atau sekitar 20.120 Kg. Melalui *fishbone* diagram dan nilai RPN (*Risk Priority Number*) dalam FMEA, didapatkan hasil bahwa kerusakan roll (RPN = 450) merupakan penyebab utama, gap pemahaman antara operator dan *helper* (RPN = 248), serta kerusakan *worm gear* blanket (RPN = 216). Rekomendasi perbaikan meliputi standarisasi roll, pelumasan *bearing*, dan dibuatnya *checklist* kontrol di mesin offset 12.

Kata kunci : DMAIC, FMEA, *Offset Printing*, Waste Produksi, *Color Out of CT*

PENDAHULUAN

Industri percetakan merupakan salah satu sektor manufaktur yang terus berkembang seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat, industri percetakan juga tidak luput dari salah satu industri yang mengalami perkembangan teknologi dengan pesat. Salah satu perkembangannya seperti teknik cetak baru yaitu offset printing. Offset printing dianggap sebagai teknik yang paling ekonomis dengan hasil cetak yang memiliki kualitas tinggi dan daya produksi yang sangat besar serta dapat mempertahankan kualitas cetaknya (Galingging & Arif, 2022).

Dalam setiap proses produksi dengan menerapkan teknik offset printing menghasilkan berbagai jenis waste. Waste merupakan segala aktivitas kerja yang tidak memberikan *added value* dalam proses perubahan input menjadi *output* sepanjang proses untuk membuat, memproduksi, dan menyerahkan produk barang dan atau jasa ke pasar (Naziihah et al., 2022).

(Setiono et al., 2024) Waste dalam proses produksi dibagi menjadi 7 (tujuh) jenis :

- a. *Overproduction*, yaitu waste yang disebabkan oleh pembuatan produk yang berlebihan dari yang telah ditetapkan.
- b. *Waiting*, yaitu waste dari segi waktu jika pengadaan sumber daya tidak datang tepat pada *waktunya* dan menyebabkan pembengkakan biaya yang menyebabkan kerugian.

- c. *Defect*, yaitu memproduksi barang cacat yang akan menyebabkan terjadinya penambahan biaya akibat adanya pekerjaan ulang atau perbaikan.
- d. *Transportation*, yaitu waste yang berasal dari pemindahan atau pengangkutan yang tidak *diperlukan*.
- e. *Inappropriate-processing*, merupakan tahapan yang tidak efisien maupun tidak diperlukan untuk memproses komponen, memproduksi produk cacat, atau bahkan produk yang memiliki kualitas lebih tinggi dari yang disepakati.
- f. *Inventory*, semakin banyak persediaan yang disimpan, akan membuat ruang penyimpanan melebihi kapasitas yang ditentukan.
- g. *Motion*, adalah segala bentuk pemborosan waktu dan energi yang digunakan akibat gerakan yang tidak memberikan nilai tambah.

Pada penelitian ini jenis waste yang terjadi adalah *waste defect* atau cacat seperti *Color Out of CT* yaitu warna dari hasil *printing* diluar toleransi warna yang diminta oleh *customer*, *scumming* yaitu terdapat noda atau kotor pada hasil produk, dan *Ghosting* yaitu munculnya bayangan atau samar.

PT. XYZ sebagai perusahaan manufaktur kemasan kertas dengan menggunakan teknik cetak offset, menghadapi tantangan berupa tingginya jumlah waste akibat produk cacat. Data menunjukkan bahwa selama

Oktober–Desember 2024, total *waste* mencapai 165.800 Kg dengan kerugian sebesar \$105.080. Penyebab utama mencakup kerusakan mesin, gap keterampilan antar pekerja, dan kurangnya prosedur kontrol kualitas.

Penelitian ini menggunakan metode DMAIC yang bertujuan melakukan perbaikan berkelanjutan terhadap proses untuk mencapai standar dan keinginan serta kepuasan pelanggan (Kholil, Muhammad, Dhita Savira Oktaandhini, 2020). Dilanjutkan dengan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) untuk mendeteksi potensi kegagalan dalam proses produksi serta menentukan dampaknya terhadap kualitas produk.

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi, menganalisis, dan meminimalkan *waste* yang muncul dengan menggunakan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Serta memberikan strategi dan rekomendasi untuk mengurangi *waste* produksi akibat produk cacat berdasarkan nilai tertinggi dari RPN pada metode FMEA.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan DMAIC dan FMEA. Data diperoleh dari observasi langsung, wawancara, dokumentasi, dan kuesioner pada operator dan supervisor mesin offset. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

Metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*)

Merupakan sebuah salah satu metode yang berfungsi untuk menyelesaikan permasalahan yang ada, kemudian dilakukan analisa perbaikan berkelanjutan sesuai dengan keinginan dan kepuasan perusahaan. DMAIC terdiri dari lima tahapan, yaitu :

Define

Merupakan tahap awal, mendefinisikan dan mengidentifikasi masalah utama yang terjadi dalam lini proses produksi dan dampak yang diakibatkan.

Measure

Pada tahap *measure*, diterapkan sebuah metode pengukuran yang akurat untuk memantau perkembangan sesuai dengan tujuan

yang ditetapkan. Pada tahap ini diagram pareto dipilih sebagai alat ukur.

Analyze

Merupakan bagian analisa yang dilakukan untuk menemukan akar penyebab masalah. Pada penelitian ini, analisa menggunakan Fishbone Diagram. (Studi et al., 2024) Fishbone diagram berfungsi mengidentifikasi penyebab dengan menggunakan kategori 4M dan 1E, yaitu Man, Method, Machine, Materials, dan Enviroment. Dilanjutkan dengan menggunakan metode FMEA atau *Failure Mode and Effect Analysis*.

Improve

Pada tahap *improve*, akan dilakukan rencana perbaikan lebih lanjut untuk mengurangi terjadinya *waste* produksi akibat produk cacat. Setelah dilakukan analisis penyebab permasalahan dengan fishbone diagram dan analisis masalah prioritas dengan metode FMEA, selanjutnya dilakukan rencana tindakan (*action plan*) dengan menerapkan konsep 5W+1H (Putradieska, 2021).

Control

Tahap akhir, yang berfungsi untuk memastikan bahwa perancangan solusi yang telah dibuat sebelumnya telah diterapkan berjalan dengan baik melalui monitoring serta dilakukan upaya evaluasi atas rekomendasi yang telah dibuat sebelumnya.

Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Merupakan teknik sistematis yang berbentuk tabel untuk menganalisa kegagalan dan bertujuan untuk menentukan tingkat resiko dari setiap jenis kegagalan sehingga dapat diambil keputusan apakah perlu diambil suatu tindakan lanjutan atau tidak. FMEA digunakan untuk menekan kerugian yang timbul akibat kegagalan suatu proses produksi maupun akibat manusia atau pengguna. Terdapat tiga variabel pokok dalam FMEA, yaitu :

Severity (tingkat keparahan)

Merupakan penilaian identifikasi dampak potensi keparahan atau keseriusan atas efek yang ditimbulkan. Terdapat beberapa tingkatan dalam *severity* atau tingkat keparahan mulai dari ranking 1 hingga ranking 10. Berikut tabel *severity* beserta penjelasan rincinya :

Tabel 1. Ranking *Severity*

Ranking	Level	Kriteria
1	<i>Remote</i>	Pengaruh buruk yang dapat diabaikan, tidak berdampak pada kualitas produk.
2 3	<i>Low</i>	Pengaruh buruk yang ringan, akibat yang ditimbulkan hanya bersifat ringan.
4 5 6	<i>Moderate</i>	Penurunan kinerja akan terasa, namun masih bisa ditoleransi & bisa diperbaiki dalam waktu yang cukup singkat.
7 8	<i>High</i>	Pengaruh buruk yang tinggi, akan mengakibatkan hal buruk. Perbaikan yang dilakukan <i>sangat</i> mahal
9 10	<i>Very High</i>	Masalah yang ditimbulkan sangat berbahaya dan berpengaruh terhadap keselamatan pengguna

(Sumber : Elbert et al., 2019)

Occurance (tingkat kegagalan terjadi)

merupakan penilaian untuk mengetahui seberapa sering potensi muncul apabila dilakukannya penggunaan produk. Penentuan

ranking *occurance* mulai dari ranking 1 hingga ranking 10. Berikut tabel *occurance* beserta penjelasan rincinya :

Tabel 2. Ranking *Occurance*

Ranking	Level	Kriteria
1	<i>Remote</i>	Kemungkinan terjadinya kegagalan sangat kecil. Peluang terjadinya sangatlah mustahil.
2 3	<i>Low</i>	Terjadinya kegagalan akan jarang terjadi
4 5 6	<i>Moderate</i>	Kegagalan akan mungkin terjadi
7 8	<i>High</i>	Kegagalan sangat mungkin terjadi
9 10	<i>Very High</i>	Dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi

(Sumber : Elbert et al., 2019)

Detection (pendeteksian)

Merupakan penilaian untuk mengetahui cara dan prosedur untuk mencegah kegagalan

proses. Penentuan ranking *detection* mulai dari ranking 1 hingga ranking 10. Berikut tabel ranking *detection*:

Tabel 3. Ranking *Detection*

Ranking	Level	Kriteria
1	<i>Remote</i>	Sangat mudah dideteksi. Jika hal ini diselesaikan, tidak mungkin penyebab masih muncul
2 3	<i>Low</i>	Dapat dideteksi berbagai faktor penyebab keagalannya
4 5 6	<i>Moderate</i>	Pendeteksian bersifat kurang yakin atas penyebab yang sedang terjadi
7 8	<i>High</i>	Penyebab terjadi masih tinggi (Pendeteksian sulit dilakukan). Metode pencegahan kurang efektif, penyebab masih berulang kembali.
9 10	<i>Very High</i>	Pendeteksian sangat sulit dilakukan. Kemungkinan penyebab terjadi sangat tinggi. Metode pencegahan tidak efektif, penyebab selalu berulang kembali

(Sumber : Elbert et al., 2019)

Setelah tiga aspek penilaian telah didapatkan, maka dilanjutkan dengan *Risk Priority Number* atau disingkat RPN. Untuk

persamaan RPN (*Risk Priority Number*) sebagai berikut :

$$\text{RPN} = \text{Nilai Severity} \times \text{Nilai Occurance} \times \text{Nilai Detection}$$

Pada angka tertinggi dari RPN maka akan dijadikan sebuah prioritas untuk dilakukan analisa lebih lanjut dan dilakukan sebuah aksi penyelesaian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode DMAIC

Define

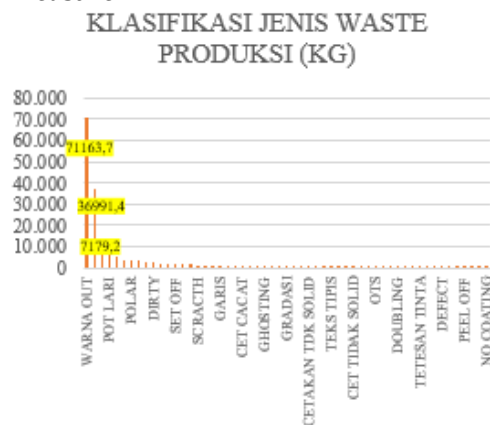
Tabel 4. Data Produksi Oktober hingga Desember 2024

Bulan	Total Produksi (Kg)	Waste Produksi (Kg)	Actual Waste Percentage	Target Waste Percentage
Oktober	1.230.233	52.900	4.3%	4.1%
November	1.278.571	53.700	4.2%	4.3%
Desember	1.286.957	59.200	4.6%	4.3%
Total	3.795.761	165.800	-	-

(Sumber : Pengolahan Data)

Dari tabel 4, didapatkan hasil yang tidak stabil dalam produksi di PT. XYZ. Dalam rentang waktu Oktober hingga Desember 2024, didapatkan waste produksi akibat produk cacat tertinggi di bulan Desember sebesar 4,6% dari keseluruhan produksi.

Measure

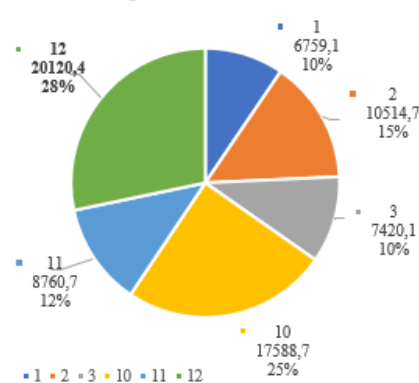


Gambar 1. Diagram Pareto Klasifikasi Jenis Waste Produksi

Hasil pada gambar 1 diagram pareto menunjukkan bahwa jenis *defect* terbesar adalah *Color Out of CT* sebesar 71.163 Kg atau 43% terhadap total waste produksi akibat produk cacat yang ada.

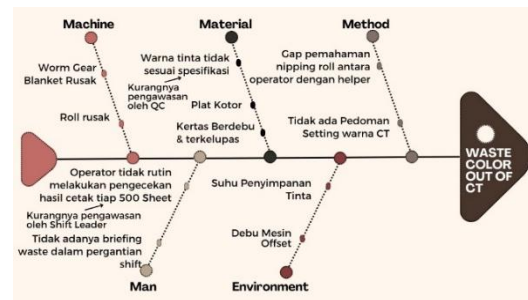
Pada gambar 2, didapatkan hasil bahwa mesin penghasil waste *Color Out of CT* terbesar adalah mesin offset 12 dengan jumlah 20.120 Kg atau sekitar 28% dari total waste *Color Out of CT* dari seluruh mesin, sehingga pada penelitian saat ini difokuskan pada permasalahan jenis cacat berjenis *Color Out of CT* di mesin offset 12.

Mesin Penghasil Waste Color Out of CT



Gambar 2. Mesin Penghasil Waste Color Out of CT

Analyze



Gambar 3. Diagram Fishbone

Pada gambar 3, analisis *fishbone* menunjukkan faktor penyebab timbulnya Waste *Color Out of CT* di mesin offset 12 meliputi:

- Faktor *Machine*
 - Rusaknya *worm gear blanket*
 - Rusaknya roll
- Faktor *Material*
 - Warna tinta tidak sesuai spesifikasi
 - Plat kotor
 - Kertas berdebu dan terkelupas

c. Faktor *Method*

- Gap pemahaman *nipping roll* antara operator dengan *helper*
- Tidak ada pedoman *setting* warna CT

d. Faktor *Man*

- Operator tidak rutin melakukan pengecekan hasil cetak tiap 500 *sheet*.
- Tidak adanya *briefing waste* dalam pergantian *Shift*

e. Faktor *Environment*

- Suhu penyimpanan tinta tidak terkontrol
- Terdapat debu di mesin offset.

Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Berikut adalah hasil perhitungan FMEA dan RPN (*Risk Priority Number*) dari berbagai faktor di *fishbone* diagram.

Tabel 5. Hasil Perhitungan FMEA

RANK	Potential Failure Mode	Potential Causes	S E V	O C C	D E T	R P N	Kategori
1	Roll rusak	✓ Tekanan <i>Nipping Roll</i> melebihi standar ✓ <i>Bearing</i> yang aus ✓ Jurnal Roll yang jarang di <i>cleaning</i>	10	9	5	450	KRITIS
2	Gap Pemahaman <i>Nipping Roll</i> antara Operator dengan <i>Helper</i>	✓ Pelatihan tidak merata pada operator dan tim ✓ Tidak ada kesadaran pentingnya <i>setting nipping roll</i>	8	8	4	248	KRITIS
3	<i>Worm Gear Blanket</i> Rusak	✓ Torsi tekan yang melebihi batas tekan ✓ Minimnya pelumasan ✓ Umur pakai melebihi batas	8	9	3	216	KRITIS
4	Tidak ada Pedoman <i>setting</i> warna CT	✓ Material cetak yang bervariasi ✓ Pengalaman operator yang sudah bertahun tahun	8	7	3	168	TIDAK KRITIS
5	<i>Briefing Waste</i> dalam pergantian <i>Shift</i>	✓ Tidak ada komunikasi antar <i>Shift</i> ✓ Tidak adanya budaya kolaborasi	6	5	3	90	TIDAK KRITIS
6	Warna tinta tidak sesuai spesifikasi	✓ Perubahan Formulasi Tinta ✓ Tidak ada pengawasan kualitas dalam proses pencampuran tinta	7	4	3	84	TIDAK KRITIS

(Sumber : Pengolahan Data)

Dari hasil perhitungan FMEA pada tabel 5 yang diisi oleh dua supervisor, tiga operator, dan tujuh asisten operator. Didapatkan hasil bahwa terdapat tiga permasalahan dalam kategori kritis. Suatu potential failure mode (potensi kegagalan) dikatakan kritis jika angka RPN tiap variabel lebih dari rata rata RPN (Hasanah et al., 2020), dimana angka RPN kritis yang didapat yaitu 209.

Nilai RPN tertinggi yakni sebesar 450 poin, menunjukkan permasalahan yang harus menjadi tindakan prioritas untuk

diselesaikan, apabila permasalahan tertinggi dapat diminimalisir akan menurunkan nilai waste produksi akibat produk cacat. Sehingga didapatkan jawaban bahwa permasalahan *waste Color Out of CT* pada mesin offset 12 disebabkan oleh rusaknya roll.

Improve

Dengan menggunakan 5W+1H, usulan perbaikan yang diberikan untuk menyelesaikan *waste Color Out of CT* akibat rusaknya roll sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil 5W+1H

Penyebab	Rusaknya roll
What	✓ Standarisasi penggunaan roll ✓ Melakukan pemeriksaan dan pembersihan roll serta setiap 3 bulan sekali ✓ Melakukan pelumasan <i>bearing</i> setiap 3 bulan, pergantian <i>bearing</i> secara berkala tiap 8 bulan jika menggunakan grease dengan kualitas lumayan
Why	✓ Menjaga konsistensi produksi ✓ Meminimalisir kerusakan roll

Penyebab	Rusaknya roll
Where	✓ Di masing – masing unit mesin Offset 12
When	✓ Roll dilakukan pemeriksaan tiap 3 bulan sekali ✓ Melakukan pelumasan <i>bearing</i> tiap 3 bulan sekali dan pergantian <i>bearing</i> tiap 8 bulan saat menggunakan grease kualitas lumayan
Who	✓ Tim <i>Maintenance</i> , <i>Shift Leader</i> , dan Operator
How	✓ Pembuatan Standarisasi penggunaan roll ✓ Operator melakukan list roll yang perlu diganti / diperbaiki ✓ <i>Shift Leader</i> membuat jadwal pelumasan <i>bearing</i> dan <i>cleaning</i> roll serta melakukan penggantian <i>sparepart</i>

(Sumber : Pengolahan Data)

Pada tabel 6, didapatkan kesimpulan diperlukan upaya standarisasi penggunaan roll, melakukan pemeriksaan dan pembersihan roll, dan dilakukan pelumasan *bearing*.

Simulasi yang diberikan berdasarkan tabel 5W+1H sebagai berikut :

Pembuatan standarisasi penggunaan roll

Terdapat tiga brand yang dievaluasi, yaitu Us. Reguler, Us. Ultima, dan West.

Tabel 7. Standarisasi penggunaan roll

Merk Roll	Harga	Life Time Brand	Harga / Bulan	Aktual Lifetime
Us. Reguler	± \$196	3 Bulan	± \$65,3	1,3 Bulan - 3 Bulan
Us. Ultima	± \$269	12 Bulan	± \$22,4	6 – 7,6 Bulan
West	± \$489	12 Bulan	± \$40,7	Belum Pernah

(Sumber : Pengolahan Data)

Dari tabel 7 didapatkan rekomendasi beralih ke Us. Ultima, karena memiliki *Lifetime* Brand 4x lipat dibanding Us. Reguler & memiliki biaya bulanan dibawah harga Us. Reguler dan West.

List roll di mesin offset 12 yang perlu diperbaiki atau diganti

Berikut adalah hasil rekap daftar roll yang perlu diperbaiki.

Tabel 8. Tabel list roll yang perlu diperbaiki

Spesifikasi	Fungsi Roll	Post	Abnormal
Ø 106 X 1646 FL	Form + Transfer	1	2
Ø 118 X 1646 FL	Form + Transfer	2&7	3
Ø 121 X 1636 FL	Form + Transfer	4&5&6	8
Ø 144 X 1640 FL	Roll air	12	4

(Sumber : Pengolahan Data)

Ketiga brand tersebut menjadi pertimbangan mengingat pengalaman pemakaian, brand name, dan mudah didapat di Indonesia. Untuk saat ini Us. Reguler merupakan jenis roll yang sedang digunakan. Berikut adalah tabel rekomendasi penggunaan brand roll untuk standarisasi penggunaan roll. List roll di mesin offset 12 yang perlu diperbaiki atau diganti.

Pada tabel 8, diperlukan perbaikan pada roll yang tercantum pada list diatas sesuai spesifikasi dan post masing masing.

Jadwal pelumasan bearing dan cleaning roll yang direkomendasikan.

Tabel 9. Tabel Rekomendasi Pelumasan Bearing

Jenis Grease	Aktivitas
Kualitas Rendah	Melakukan pelumasan <i>bearing</i> dan <i>cleaning</i> roll setiap 3 bulan sekali
Kualitas Sedang	Melakukan pergantian <i>bearing</i> setiap 8 bulan sekali disertai <i>cleaning</i> roll

(Sumber : Pengolahan Data)

Pada tabel 9, dapat disimpulkan bahwa pelumasan *bearing* dilakukan dengan mempertimbangkan kualitas grease, jika kualitas grease rendah, pelumasan *bearing* dan *cleaning* roll dilakukan setiap 3 bulan sekali. Jika menggunakan grease kualitas sedang,

maka penggantian *bearing* setiap 8 bulan disertai *cleaning roll*.

Control

Pengontrolan yang dapat dilakukan oleh PT. XYZ dengan pembuatan dan penggunaan

checklist pengendalian *Waste Color Out of CT* di mesin offset 12. Berikut adalah saran model *checklist* pengendalian *waste* di mesin offset 12.

Tabel 19. Rekomendasi *Checklist* Perbaikan Mesin Offset 12

No	Tindakan	Tgl Pelaksanaan	PIC	Catatan
1	Ganti roll ke Us. Ultima			
2	Pergantian roll rusak sesuai <i>list</i>			
4	Pelumasan <i>bearing</i> & <i>cleaning roll</i> (<i>grease</i> kualitas rendah)			
5	Pergantian <i>bearing</i> (saat menggunakan <i>grease</i> kualitas sedang) + <i>cleaning roll</i>			

(Sumber : Pengolahan Data)

Pada tabel 10, disarankan rekomendasi *checklist* perbaikan mesin offset 12, *checklist* ini diisi oleh PIC (*Person In Charge*) dengan nama dan jabatan pihak yang bertanggung jawab, tanggal pelaksanaan diisi dengan tanggal aktual saat tindakan tersebut dilakukan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian terkait penerapan metode DMAIC dan FMEA untuk menekan jumlah *waste* akibat produk cacat dalam proses offset printing di PT. XYZ, dapat disampaikan beberapa poin kesimpulan sebagai berikut:

Faktor utama penyebab *defect* atau cacat jenis *color out of ct* di mesin offset 12 adalah faktor mesin (roll rusak) dengan nilai RPN dalam FMEA mencapai 450, manusia (gap pemahaman operator dan *helper*) dengan nilai RPN dalam FMEA sebesar 248, dan mesin (*Worm Gear Blanket* rusak) dengan nilai RPN dalam FMEA sebesar 216.

Strategi dan rekomendasi yang diberikan berupa menerapkan standarisasi penggunaan roll dengan brand Us. Ultima yang memiliki *lifetime* dan *cost efficiency* terbaik, melakukan penggantian roll yang rusak, serta melakukan penjadwalan rutin untuk pelumasan dan penggantian *bearing*, dan dibuatnya *checklist* pengendalian *waste* di mesin offset 12 untuk memudahkan memonitor keefektifan mesin.

DAFTAR PUSTAKA

Adib, M. F. (2022). *Analisis Produktivitas Terjadinya Produk Defect Pada Proses Produksi Dengan Metode Six Sigma Dan Failure Mode And Effect Analysis (Fmea)(Studi Kasus: Percetakan Sukun*

Druck).

Elbert, Setyawan, & Widjaja. (2019). Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) Di PT. Asia Mandiri Lines Surabaya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, 7(2), 2570–2583.

Galingging, R., & Arif, S. (2022). Analisis Pengendalian Cetak Kotor (Scuming) pada Mesin Cetak Offset Gronhi 524 di Percetakan MAU Grafika SMK Negeri 4 Malang. *Magenta Official Journal STMK Trisakti*, 6(01), 892–909. <https://doi.org/10.61344/magenta.v6i01.84>

Hafizh, M. A., Prabowo, R., & Artikel, S. (2023). Implementasi Lean Six Sigma untuk Meminimasi *Waste* Proses Produksi Obat Nyamuk Bakar. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 9(1), 1–12. <https://ejurnal.lppmunsera.org/index.php/INTECH/article/view/4583>

Hasanah, T. U., Wulansari, T., Putra, T., & Fauzi, M. (2020). Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode Takt Time dan FMEA untuk Mengidentifikasi *Waste* pada Proses Produksi Steril PT.XYZ. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, 07, 89. <https://doi.org/10.25124/jrsi.v7i2.435>

Kholil, Muhammad, Dhita Savira Oktaandhini, and A. S. (2020). Lean Six Sigma Untuk Mengurangi *Waste* Pada Produksi Tablet Coating. *Jurnal Penelitian Dan Apl. Sist. Tek. Ind.*

Naziihah, A., Arifin, J., & Nugraha, B. (2022).

- Identifikasi Waste Menggunakan Waste Assessment Model (WAM) di Warehouse Raw Material PT. XYZ. Jurnal Media Teknik Dan Sistem Industri, 6(1), 30. <https://doi.org/10.35194/jmtsi.v6i1.1599>
- Putradieska, D. (2021). *Analisis Dan Perbaikan Kualitas Produksi Packaging Dengan Menggunakan Pendekatan Dmaic (Studi Kasus Pt Yogyakarta Mega Grafika, Yogyakarta)*.
- Setiono, S., Rifai, M., & Wibawa, L. A. (2024). Identifikasi Waste Dalam Penerapan Lean Construction (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Tower X, Jakarta Pusat). Matriks Teknik Sipil, 11(3), 262. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v11i3.76526>
- Studi, P., Industri, T., Sarjana, P., Industri, F. T., & Indonesia, U. I. (2024). *Penerapan Failure Mode Effect Analys Dan Analytical Hierarchy Process Dalam Mengidentifikasi Penyebab Defect Kabinet Side Base (Studi Kasus : Section Repair Wood Working , Pt . Yamaha Indonesia)*.