

Usulan Perbaikan Kualitas Produk *Banner* Dengan Metode *Six Sigma* Di Percetakan Kamoro PT Irian Bhakti Papua Cabang Timika

1st Glorido Pascal Soumokil

Teknik Industri
Universitas Telkom
Surabaya, Indonesia

gloridosoumokil@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Aufar Fikri Dimiyati

Teknik Industri
Universitas Telkom
Surabaya, Indonesia

aufarfd@telkomuniversity.ac.id

3rd Rizqa Amelia Zunaidi

Teknik Industri
Universitas Telkom
Surabaya, Indonesia

rizqazunaidi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Tingginya persentase cacat pada produk banner di percetakan Kamoro PT Irian Bhakti Papua cabang Timika berdampak pada peningkatan biaya produksi dan rework. Penelitian ini bertujuan mengusulkan perbaikan kualitas menggunakan metode *Six sigma* dengan pendekatan DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Pada tahap define, identifikasi masalah dilakukan melalui SIPOC dan pemetaan critical to quality (CTQ), yang mengungkap empat jenis cacat utama: lecet, bergaris, cetakan miring, dan gambar pecah. Tahap measure menghitung nilai DPMO sebesar 23.384 dan level sigma sebesar 3,5, yang menunjukkan proses masih tergolong cukup baik, namun masih terdapat variasi signifikan. Pada tahap analyze, digunakan diagram Pareto, fishbone, dan FMEA untuk menemukan akar penyebab cacat, dengan cacat bergaris sebagai yang tertinggi (35%) akibat tidak adanya SOP pengecekan bahan dan jadwal perawatan mesin. Tahap improve menghasilkan usulan SOP pengecekan bahan serta penjadwalan dan pencatatan perawatan mesin. Tahap control merancang rencana pengendalian untuk menjamin keberlanjutan perbaikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Six sigma* efektif dalam mengidentifikasi penyebab utama kecacatan dan menyusun solusi sistematis untuk meningkatkan kualitas proses produksi.

Kata kunci— banner, DMAIC, cacat produksi, pengendalian kualitas, *six sigma*

I. PENDAHULUAN

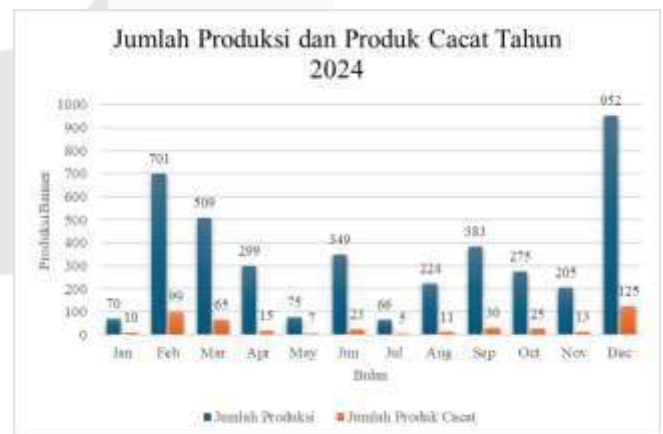
Ekonomi kreatif memegang peran penting dalam pertumbuhan ekonomi Indonesia. Berdasarkan data Kementerian Pariwisata dan Ekonomi Kreatif, kontribusi produk domestik bruto (PDB) dari sektor ini terus meningkat pascapandemi, mencapai lebih dari Rp1.300 triliun pada tahun 2023 dan menciptakan lebih dari 22 juta lapangan kerja [1]. Dari 17 subsektor ekonomi kreatif, subsektor penerbitan memiliki potensi besar dalam mendorong pertumbuhan ekonomi dan peningkatan literasi masyarakat [2]. Salah satu bagian penting dari subsektor ini adalah industri percetakan.

Kinerja industri percetakan mengalami pertumbuhan seiring meningkatnya permintaan, terutama menjelang Pemilu 2024. Menurut Kementerian Perindustrian, sektor

percetakan tumbuh sebesar 4,52% didorong lonjakan permintaan [3]. Pertumbuhan ini menuntut perusahaan untuk menjaga kualitas produk, terlebih di tengah persaingan pasar dan kemajuan teknologi seperti digital printing yang meningkatkan efisiensi dan presisi hasil cetak [4] [5].

Namun, kendala kualitas masih ditemukan di lapangan, salah satunya di percetakan Kamoro PT Irian Bhakti Papua, Cabang Timika. Perusahaan ini bergerak di berbagai sektor, salah satunya jasa percetakan yang telah beroperasi sejak tahun 2001. Permintaan tinggi terhadap layanan banner dari individu hingga instansi pemerintahan menuntut perusahaan untuk menjaga kualitas secara konsisten.

Sepanjang tahun 2024, perusahaan mencatat fluktuasi jumlah produksi dan produk cacat banner. Puncak produksi terjadi pada Desember sebanyak 952 unit, disertai 125 produk cacat. Sementara pada bulan Februari diproduksi 701 unit dengan 99 cacat. Rincian nya disajikan pada Gambar 1.



GAMBAR 1

(JUMLAH PRODUKSI *BANNER* DAN PRODUK *BANNER* CACAT)

Persentase kecacatan per bulan berada di kisaran 10% hingga 14%, jauh melebihi ambang batas toleransi sebesar 5% yang ditetapkan perusahaan. Tingginya tingkat cacat ini diduga dipengaruhi oleh kurangnya perawatan mesin serta kesalahan operator saat proses produksi. Data lengkapnya ditampilkan pada Gambar 2.



GAMBAR 2

(PERSENTASE PRODUK CACAT TAHUN 2024)

Jenis kecacatan yang dominan meliputi ukuran tidak sesuai, potongan tidak rapi *cutting*, *typo*, dan garis halus *banding*. Dampak dari produk cacat ini sangat signifikan, dengan estimasi kerugian mencapai sekitar Rp70.620.000. Jika tidak segera dilakukan perbaikan, hal ini dapat menurunkan kepercayaan pelanggan dan merusak reputasi perusahaan.

Untuk menanggulangi masalah tersebut, diperlukan metode pengendalian kualitas yang sistematis. Salah satu pendekatan yang relevan adalah metode *Six sigma* dengan tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Metode ini terbukti efektif dalam mengurangi cacat dan meningkatkan kualitas berdasarkan analisis data riil [6] [7]. Dibandingkan metode lain seperti *Total Quality Management* (TQM), *Six sigma* lebih terfokus secara teknis dan cocok untuk permasalahan yang bersifat spesifik dan terukur [8]. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan pendekatan *Six sigma* sebagai solusi perbaikan kualitas *banner* di percetakan Kamoro.

II. KAJIAN TEORI

A. Banner/Spanduk

Bagian ini membahas media utama dalam penelitian, yaitu banner atau spanduk, yang merupakan salah satu bentuk promosi visual yang masih banyak digunakan hingga saat ini. Secara umum, banner adalah media cetak fleksibel yang memuat simbol, pesan, atau informasi promosi. Istilah banner berasal dari bahasa Latin *bandum*, yang awalnya merujuk pada kain pembawa simbol atau identitas (Khorri Kanvas, 2024). Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), banner berfungsi sebagai alat komunikasi visual yang menyampaikan informasi kepada khalayak luas, serta banyak dimanfaatkan dalam kegiatan promosi untuk menarik perhatian konsumen. Sebagai media iklan, banner menggabungkan elemen gambar dan teks secara terstruktur agar mampu menarik perhatian pembaca [9]. Beberapa jenis banner yang umum digunakan dalam berbagai kegiatan promosi, acara, maupun proyek konstruksi antara lain: (1) X-Banner, yaitu banner berukuran sekitar 160 × 60 cm dengan penyangga berbentuk huruf X yang ringan dan praktis untuk kegiatan berskala kecil; (2) Banner Mesh, berbahan berlubang kecil untuk sirkulasi udara, cocok digunakan di area berangin atau sebagai pembungkus bangunan dan dekorasi interior; (3) Banner Kain (Fabric Banner), dibuat dari bahan tekstil seperti polyester, memberikan tampilan elegan yang sering digunakan dalam acara formal; (4) Roll Banner, jenis banner yang dapat

digulung dan disimpan dengan mudah, dicetak pada bahan seperti luster, polyskin, atau flexy German; (5) Banner Vinyl, berbahan dasar PVC yang tahan lama dan fleksibel, ideal untuk promosi luar ruangan dengan pencetakan digital; serta (6) Flag Banner, berbentuk seperti bendera yang tahan terhadap cuaca buruk dan cocok untuk promosi luar ruangan dengan mobilitas tinggi.

B. Kualitas

Makna kualitas memiliki cakupan luas dan dapat ditinjau dari berbagai perspektif. Secara umum, kualitas merujuk pada karakteristik produk seperti kinerja, keandalan, kemudahan penggunaan, dan nilai estetika. Dalam pendekatan yang lebih strategis, kualitas diartikan sebagai kemampuan suatu produk atau jasa dalam memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan [10]. Menurut Shiyamy, kualitas mencerminkan sejauh mana suatu produk atau layanan mampu menjawab kebutuhan konsumen, baik yang tampak maupun tersembunyi [11]. Oleh karena itu, pemahaman terhadap preferensi pelanggan menjadi kunci dalam pengelolaan mutu. Lebih dari sekadar hasil akhir, kualitas juga dipengaruhi oleh proses produksi, sumber daya manusia, serta lingkungan kerja yang mendukung tercapainya standar mutu [10].

Secara umum, terdapat sembilan faktor utama yang memengaruhi mutu produk dan jasa, yakni: (1) Market, persaingan pasar menuntut responsivitas terhadap perubahan kebutuhan; (2) Money, efisiensi biaya berperan penting dalam menjaga mutu; (3) Management, peran manajerial yang terorganisir memastikan pencapaian standar mutu; (4) Men, kualitas SDM menjadi penopang utama sistem mutu yang berkelanjutan; (5) Motivation, penghargaan dapat meningkatkan kesadaran terhadap mutu; (6) Material, pemilihan bahan baku harus selektif agar hasil produk sesuai harapan; (7) Machine and Mechanization, penggunaan teknologi yang tepat mendukung konsistensi hasil; (8) Modern Information Method, sistem informasi mempermudah pengawasan mutu; serta (9) Mounting Product Requirement, peningkatan kompleksitas desain menuntut pengendalian proses yang lebih ketat [12] [13].

C. Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan langkah penting untuk memastikan bahwa produk memenuhi standar yang telah ditetapkan dan selaras dengan kebutuhan pasar. Menurut Chandra dan Ratnamurni, pengendalian kualitas mencakup proses pengawasan serta koreksi terhadap produk agar sesuai dengan standar mutu perusahaan [14]. Hal ini sejalan dengan pendapat Friscila yang menyatakan bahwa tujuan utama quality control adalah memastikan barang atau jasa sesuai spesifikasi desain dan standar mutu yang berlaku [15]. Sementara itu, Sekarwangi dan Pramestari menjelaskan bahwa pengendalian kualitas dilakukan melalui pengukuran hasil terhadap standar tertentu, disertai tindakan korektif jika terjadi penyimpangan [16].

Dari berbagai pandangan tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengendalian kualitas mencakup aktivitas pemantauan dan perbaikan yang bertujuan menjaga konsistensi mutu produk atau layanan sesuai spesifikasi yang ditetapkan. Fokus utama dari kegiatan ini adalah memastikan proses produksi berjalan sesuai standar, yang salah satunya dilakukan melalui pendekatan statistik [15]. Adapun menurut Juwito dan Al-Faritsy, terdapat empat unsur utama dalam

pengendalian kualitas, yaitu: kemampuan proses, kesesuaian spesifikasi produk, toleransi terhadap ketidaksesuaian, serta biaya yang dikeluarkan untuk menjaga mutu [17]. Keempatnya harus diperhatikan agar pengendalian mutu berjalan efektif dan efisien.

D. Total Quality Management

Total Quality Management (TQM) merupakan pendekatan manajemen yang berfokus pada perbaikan berkelanjutan di seluruh aspek organisasi, mulai dari produk, layanan, proses, hingga sumber daya manusia dan lingkungan kerja. Tujuannya adalah untuk memenuhi dan melampaui harapan pelanggan melalui peningkatan kualitas yang konsisten [18]. TQM menekankan pentingnya kualitas sejak tahap awal proses, dengan prinsip utama zero defect, yaitu menghindari cacat sejak awal [19]. Untuk mendukung implementasinya, TQM menggunakan berbagai alat analisis guna mengidentifikasi permasalahan dan peluang perbaikan. Beberapa tools yang umum digunakan antara lain *diagram pareto*, *fishbone diagram*, *check sheet*, *control chart*, serta metode 5S. Dalam penelitian ini, pendekatan yang digunakan adalah *diagram pareto*, *diagram fishbone*, dan *control chart*.

1. Diagram Pareto membantu mengidentifikasi faktor dominan penyebab masalah dengan menyusun data berdasarkan frekuensi tertinggi hingga terendah [20].
2. Control Chart digunakan untuk memantau stabilitas proses produksi. Alat ini menganalisis data variabel (rata-rata dan deviasi) maupun atribut (jumlah cacat), dan membantu mendeteksi adanya penyimpangan dari standar proses [21].

E. Six sigma

Six sigma adalah pendekatan berbasis statistik yang bertujuan meningkatkan kualitas proses dengan menargetkan maksimal 3,4 cacat per satu juta peluang (Baldah, 2020). Metode ini berfokus pada pengurangan variasi, perbaikan berkelanjutan, dan pengambilan keputusan berbasis data guna memenuhi kebutuhan pelanggan secara konsisten (Widyawati, 2023). Sebagai sistem manajemen yang fleksibel, *Six sigma* tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga memperkuat daya saing perusahaan melalui pemahaman mendalam terhadap proses dan preferensi pelanggan (Adi Juwito & Al-Faritsy, 2022). Pendekatan ini biasanya diterapkan melalui lima tahap dalam siklus DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), yaitu:

1. *Define*, menetapkan permasalahan, sasaran perbaikan, dan kebutuhan pelanggan [22].
2. *Measure*, mengumpulkan data untuk menilai kinerja proses saat ini, termasuk menghitung DPMO dan level sigma.
3. *Analyze*, mengidentifikasi akar penyebab kegagalan dan variasi proses berdasarkan analisis data.
4. *Improve*, merancang dan menerapkan solusi yang efektif untuk mengurangi atau menghilangkan sumber cacat.
5. *Control*, menjaga hasil perbaikan tetap stabil dalam jangka panjang, serta memastikan mutu proses tetap sesuai standar [23].

F. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah metode sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi kegagalan dalam suatu proses atau sistem sebelum menimbulkan dampak pada pelanggan. Tujuan utamanya adalah meminimalkan risiko dengan menentukan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat keparahan, kemungkinan terjadinya, dan kemampuan deteksi terhadap kegagalan [24]. Ketiga aspek ini dikenal sebagai *Severity (S)*, *Occurrence (O)*, dan *Detection (D)*, yang selanjutnya digunakan untuk menghitung *Risk Priority Number (RPN)*.

Menurut Indrerespati, FMEA membantu menyusun strategi penanganan kegagalan secara efektif melalui pemeringkatan risiko [25]. Pendekatan ini bersifat preventif dan digunakan untuk mengantisipasi potensi kesalahan sebelum produk atau layanan sampai ke konsumen [26]. Dengan demikian, FMEA menjadi salah satu alat penting dalam manajemen mutu untuk menjaga konsistensi kualitas produk dan proses.

TABEL 1
(FMEA DARI PENELITIAN LAIN)

No	Proses/Komponen	Failure Mode	Cause of Failure	Effect of Failure	Severity (S)	Occurrence (O)	Detection (D)	Risk Priority Number
1	Proses A	Kegagalan A	Penyebab A	Dampak A	1	2	3	6
2	Proses B	Kegagalan B	Penyebab B	Dampak B	5	3	4	60
3	Proses C	Kegagalan C	Penyebab C	Dampak C	8	2	2	32

G. Root Cause Analysis (RCA)

Root Cause Analysis (RCA) merupakan metode sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab suatu masalah dalam proses manufaktur maupun jasa [27]. Tujuan utama dari pendekatan ini adalah mengevaluasi berbagai faktor penyebab kejadian guna mendorong perbaikan menyeluruh dan berkelanjutan [28]. RCA efektif dalam menganalisis kegagalan yang terjadi secara tak terduga, dengan menelusuri penyebab utamanya serta memahami konteks terjadinya masalah.

Beberapa teknik umum dalam RCA meliputi *5 Why*, *diagram Fishbone*, *Is/Is Not*, dan *Fault Tree Analysis* [29]. Pada penelitian ini, digunakan diagram Fishbone sebagai alat bantu visual untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan berbagai penyebab potensial dalam lima kategori utama: *Man* (tenaga kerja), *Machine* (peralatan), *Method* (prosedur), *Material* (bahan baku), dan *Environment* (lingkungan kerja) [30]. Klasifikasi ini mempermudah dalam menemukan sumber masalah yang paling dominan dan menjadi dasar dalam perumusan solusi yang tepat.

III. METODE

A. Pengumpulan data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif, yang meliputi jumlah produksi, jumlah produk cacat, serta persentase cacat. Data yang digunakan terdiri dari data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara dengan pegawai percetakan Kamoro

PT Irian Bhakti Timika. Informasi yang dikumpulkan meliputi data persentase cacat dan jumlah produksi banner selama tahun 2024, serta profil singkat perusahaan.

2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber tertulis seperti website, jurnal ilmiah, skripsi, dan studi terdahulu yang berkaitan dengan upaya perbaikan kualitas produk.

Pada tahap awal, peneliti melakukan observasi langsung di lapangan dan mengumpulkan informasi dari pekerja sebagai sumber data pendukung. Selama 30 hari pengamatan, data dikumpulkan dan diolah menggunakan alat bantu yang relevan untuk menganalisis permasalahan yang dihadapi percetakan Kamoro PT Irian Bhakti Papua cabang Timika. Data yang diperoleh mencakup jumlah produksi serta jenis dan rincian cacat yang teramati selama periode pengumpulan, yaitu dari 18 Januari hingga 22 Februari 2025.

TABEL 2
(DATA PRODUK CACAT)

Data Produk Cacat				
No	Tanggal	Jumlah Produksi	Jumlah Produk Cacat	Persentase
1	18-Jan	23	4	17%
2	20-Jan	37	3	8%
3	21-Jan	74	9	12%
4	22-Jan	25	3	12%
5	23-Jan	28	3	11%
6	24-Jan	56	6	11%
7	25-Jan	18	2	11%
8	27-Jan	75	7	9%
9	28-Jan	37	3	8%
10	30-Jan	23	4	17%
11	31-Jan	26	3	12%
12	1-Feb	75	6	8%
13	3-Feb	37	3	8%
14	4-Feb	26	1	4%
15	5-Feb	51	4	8%
16	6-Feb	26	2	8%
17	7-Feb	77	8	10%
18	8-Feb	37	3	8%
19	10-Feb	51	3	6%
20	11-Feb	56	2	4%
21	12-Feb	37	3	8%
22	13-Feb	51	1	2%
23	14-Feb	26	3	12%
24	15-Feb	37	2	5%
25	17-Feb	23	2	9%
26	18-Feb	26	4	15%
27	19-Feb	51	5	10%
28	20-Feb	26	1	4%
29	21-Feb	23	3	13%
30	22-Feb	37	4	11%
Total		1195	107	9%

Berdasarkan Tabel 2, total produksi banner mencapai 1.195 unit dengan jumlah produk cacat sebanyak 107 unit, menghasilkan rata-rata cacat sebesar 9%. Temuan ini menunjukkan bahwa proses produksi masih menghasilkan tingkat cacat yang relatif tinggi, sehingga diperlukan upaya perbaikan berkelanjutan guna menurunkan tingkat kecacatan dan meningkatkan kualitas produk secara keseluruhan.

TABEL 3
(DATA JUMLAH CACAT PRODUK BANNER)

Jumlah Cacat Produk Tahun 2025								
No	Tanggal	Jumlah Produksi	Jenis Cacat Produksi				Jumlah Produk Cacat	Persentase Cacat
			Lecet	Bergaris	Gambar Pecah	Cetakan Miring		
1	18-Jan	23	2	1	0	1	4	17%
2	20-Jan	37	0	1	0	2	3	8%
3	21-Jan	74	3	3	1	2	9	12%
4	22-Jan	25	0	1	1	1	3	12%
5	23-Jan	28	1	1	0	1	3	11%
6	24-Jan	56	1	3	0	2	6	11%
7	25-Jan	18	1	1	0	0	2	11%
8	27-Jan	75	2	2	1	2	7	9%
9	28-Jan	37	1	1	0	1	3	8%
10	30-Jan	23	3	1	0	0	4	17%
11	31-Jan	26	0	2	1	0	3	12%
12	1-Feb	75	1	2	1	2	6	8%
13	3-Feb	37	2	1	0	0	3	8%
14	4-Feb	26	0	1	0	0	1	4%
15	5-Feb	51	1	1	1	1	4	8%
16	6-Feb	26	0	0	2	0	2	8%
17	7-Feb	77	2	3	1	2	8	10%
18	8-Feb	37	0	3	0	0	3	8%
19	10-Feb	51	1	1	0	1	3	6%
20	11-Feb	56	0	1	0	1	2	4%
21	12-Feb	37	1	0	2	0	3	8%
22	13-Feb	51	0	0	0	1	1	2%
23	14-Feb	26	1	1	0	1	3	12%
24	15-Feb	37	1	1	0	0	2	5%
25	17-Feb	23	0	0	2	0	2	9%
26	18-Feb	26	1	1	1	1	4	15%
27	19-Feb	51	2	1	1	1	5	10%
28	20-Feb	26	0	0	1	0	1	4%
29	21-Feb	23	1	1	0	1	3	13%
30	22-Feb	37	1	2	1	0	4	11%
Total		1195	29	37	17	24	107	9%

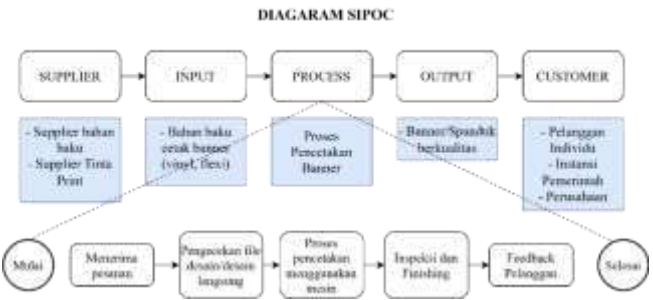
B. Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dilakukan dengan menerapkan metode *Six sigma* melalui pendekatan DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Proses ini bertujuan untuk memahami tingkat kegagalan produk banner, mengidentifikasi jenis-jenis cacat, serta menganalisis faktor-faktor penyebabnya.

C. Define

Tahap define diawali dengan penyusunan diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) untuk mengidentifikasi elemen-elemen kunci dalam proses

produksi banner di Percetakan Kamoro PT Irian Bhakti Papua cabang Timika.

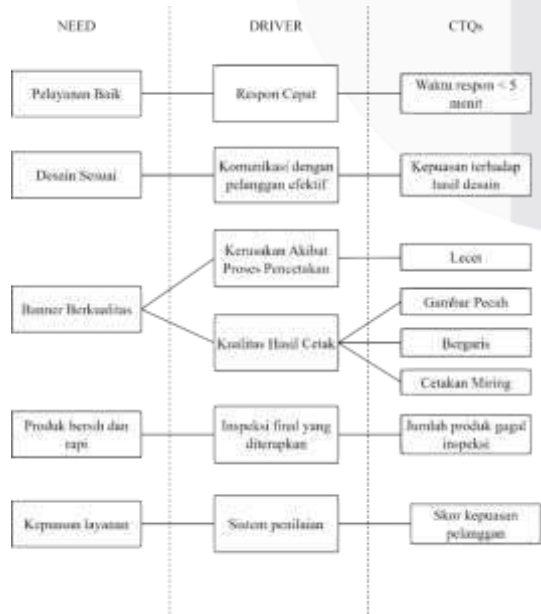


GAMBAR 3
(DIAGRAM SIPOC)

Pada tahap define, peneliti menyusun diagram SIPOC untuk mengidentifikasi elemen penting dalam proses produksi banner di Percetakan Kamoro PT Irian Bhakti Papua, cabang Timika. Diagram SIPOC mencakup:

1. *Supplier*, pemasok bahan baku utama adalah Ecoprint dan Brani Jaya Digital, yang menyediakan tinta dan material banner berbahan dasar PVC.
2. *Input*, material utama berupa PVC yang dicampur senyawa organik untuk meningkatkan fleksibilitas dan daya tahan.
3. *Process*, proses produksi terdiri dari empat tahap, yaitu penerimaan pesanan, desain/validasi file, pencetakan dengan mesin digital, serta inspeksi, finishing, dan pengemasan.
4. *Output*, produk akhir berupa banner cetak yang sesuai desain dan standar kualitas pelanggan.
5. *Customer*, pelanggan meliputi instansi pemerintah, perusahaan, dan individu yang membutuhkan layanan percetakan.

Setelah SIPOC disusun, langkah berikutnya adalah menetapkan Critical to Quality (CTQ) berdasarkan harapan pelanggan. Kebutuhan utama seperti hasil cetak yang rapi, tajam, dan sesuai desain dijadikan acuan dalam penentuan atribut CTQ.



GAMBAR 4
(DIAGRAM CTQ (CRITICAL TO QUALITY))

Berdasarkan Gambar 4, diagram *Critical to Quality* (CTQ) menguraikan lima kebutuhan utama pelanggan dalam layanan percetakan: pelayanan yang baik, desain sesuai, banner berkualitas, hasil rapi dan bersih, serta kepuasan pelanggan. Fokus penelitian diarahkan pada aspek "banner berkualitas" karena mencakup sejumlah permasalahan utama. Kebutuhan tersebut diturunkan menjadi dua faktor pendorong utama, yakni potensi kerusakan selama pencetakan dan mutu hasil cetak. Pada faktor pertama, ditemukan CTQ berupa lecet pada permukaan banner akibat gesekan dengan roller mesin. Sedangkan pada faktor kedua, teridentifikasi CTQ seperti cetakan bergaris, gambar pecah, dan posisi cetak miring semuanya berasal dari tahapan pencetakan. Permasalahan-permasalahan ini berdampak langsung terhadap kualitas produk akhir, sehingga menjadi fokus utama dalam penyusunan usulan perbaikan proses.

D. Measure

- a. Perhitungan *Defect per Million Opportunities*

Perhitungan *Defect per Million Opportunities* (DPMO) merupakan bagian dari pendekatan DMAIC dalam metode *Six sigma* yang bertujuan untuk mengukur tingkat kegagalan produk dalam suatu proses produksi. Metode ini digunakan untuk mengetahui seberapa sering kesalahan terjadi dibandingkan dengan jumlah peluang yang tersedia dalam proses produksi. Dalam penelitian ini, perhitungan DPMO dilakukan untuk menilai kualitas proses pencetakan banner di percetakan Kamoro PT Irian Bhakti Papua, Cabang Timika. Berdasarkan Tabel 3, diperoleh hasil perhitungan DPMO beserta nilai sigma yang mencerminkan kinerja proses produksi selama periode observasi selama 30 hari. Hasil ini menjadi dasar evaluasi untuk menentukan langkah perbaikan pada tahap selanjutnya.

TABEL 4
(PERHITUNGAN DPMO DAN NILAI SIGMA)

Jumlah Cacat Produk Tahun 2025												
No	Tanggal	Jumlah Produk	Jenis Cacat Produksi					Presentase Cacat	CTQ	DPU	DPO	SIGMA
			Lecet	Bergaris	Gambar Pecah	Cetakan Miring	Jumlah Produk Cacat					
1	16-Jan	23	2	1	0	1	4	17%	4	0.17	0.04	43,478
2	20-Jan	37	0	1	0	2	3	8%	4	0.08	0.02	20,270
3	21-Jan	74	3	3	1	2	9	12%	4	0.12	0.03	30,405
4	22-Jan	25	0	1	1	1	3	12%	4	0.12	0.03	30,000
5	23-Jan	28	1	1	0	1	3	11%	4	0.11	0.03	28,786
6	24-Jan	55	1	3	0	2	6	11%	4	0.11	0.03	26,786
7	25-Jan	18	1	1	0	0	2	11%	4	0.11	0.03	27,778
8	27-Jan	75	2	2	1	2	7	9%	4	0.09	0.02	33,333
9	28-Jan	37	1	1	0	1	3	8%	4	0.08	0.02	20,270
10	30-Jan	23	3	1	0	0	4	17%	4	0.17	0.04	43,478
11	31-Jan	26	0	2	1	0	3	12%	4	0.12	0.03	28,846
12	1-Feb	75	1	2	1	2	6	8%	4	0.08	0.02	30,000
13	3-Feb	37	2	1	0	0	3	8%	4	0.08	0.02	20,270
14	4-Feb	26	0	1	0	0	1	4%	4	0.04	0.01	9,813
15	5-Feb	51	1	1	1	1	4	8%	4	0.08	0.02	18,008
16	6-Feb	26	0	0	2	0	2	8%	4	0.08	0.02	19,231
17	7-Feb	77	2	3	1	2	8	10%	4	0.10	0.03	25,974
18	8-Feb	37	0	3	0	0	3	8%	4	0.08	0.02	20,270
19	10-Feb	51	1	1	0	1	3	6%	4	0.06	0.01	14,706
20	11-Feb	55	0	1	0	1	2	4%	4	0.04	0.01	8,929

21	12-Feb	37	1	0	2	0	3	8%	4	0.08	0.02	20,270	3.5
22	13-Feb	31	0	0	0	1	1	2%	4	0.02	0.00	4,902	4.1
23	14-Feb	26	1	1	0	1	3	12%	4	0.12	0.03	28,846	3.4
24	15-Feb	37	1	1	0	0	2	3%	4	0.05	0.01	13,514	3.7
25	17-Feb	23	0	0	2	0	2	9%	4	0.09	0.02	21,739	3.3
26	18-Feb	26	1	1	1	1	4	13%	4	0.13	0.04	18,402	3.3
27	19-Feb	31	2	1	1	1	5	10%	4	0.10	0.02	24,510	3.5
28	20-Feb	26	0	0	1	0	1	4%	4	0.04	0.01	9,413	3.8
29	21-Feb	23	1	1	0	1	3	13%	4	0.13	0.03	32,609	3.3
30	22-Feb	37	1	2	1	0	4	11%	4	0.11	0.03	27,027	3.4
Total		1195	29	37	17	24	107	9%	4	0.09	0.02	23,384	3.5

Berdasarkan Tabel 4, nilai DPMO pada proses produksi banner sebesar 23.384, yang berarti terdapat 23.384 cacat dari setiap satu juta peluang. Hasil ini menunjukkan adanya ketidaksesuaian yang masih perlu diperbaiki. Setelah dikonversi, nilai sigma yang diperoleh adalah 3,5. Nilai ini mencerminkan bahwa proses produksi cukup andal, tetapi masih memiliki ruang untuk peningkatan. Semakin tinggi nilai sigma, maka semakin konsisten dan berkualitas proses produksi tersebut.

b. Perhitungan Peta Kontrol (*p-chart*)

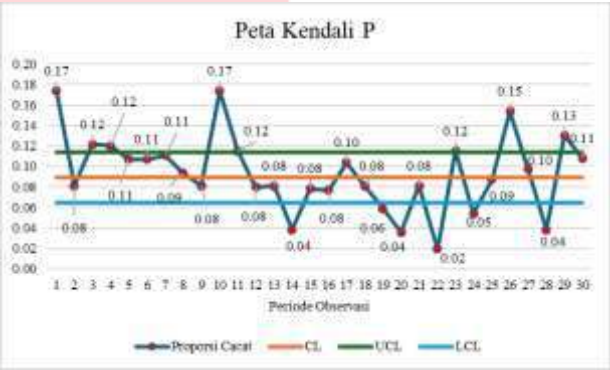
Peta kontrol *p* (*p-chart*) digunakan pada tahap *measure* untuk memantau kestabilan proses dan kualitas produksi. Perhitungan *center line* (CL), *upper control limit* (UCL), dan *lower control limit* (LCL) dilakukan berdasarkan data produksi selama 30 hari di percetakan Kamoro PT Irian Bhakti Papua, cabang Timika. Peta ini membantu mengevaluasi apakah tingkat cacat produk masih dalam batas kendali yang ditentukan.

TABEL 5
(DATA PETA KONTROL P)

Data Produk Cacat								
No	Tanggal	Jumlah Produk	Jumlah Produk Cacat	Persentase	Proporsi Cacat	CL	UCL	LCL
1	18-Jan	23	4	17%	0.17	0.09	0.11	0.06
2	20-Jan	37	3	8%	0.08	0.09	0.11	0.06
3	21-Jan	74	9	12%	0.12	0.09	0.11	0.06
4	22-Jan	25	3	12%	0.12	0.09	0.11	0.06
5	23-Jan	28	3	11%	0.11	0.09	0.11	0.06
6	24-Jan	56	6	11%	0.11	0.09	0.11	0.06
7	25-Jan	18	2	11%	0.11	0.09	0.11	0.06
8	27-Jan	75	7	9%	0.09	0.09	0.11	0.06
9	28-Jan	37	3	8%	0.08	0.09	0.11	0.06
10	30-Jan	23	4	17%	0.17	0.09	0.11	0.06
11	31-Jan	26	3	12%	0.12	0.09	0.11	0.06
12	1-Feb	75	6	8%	0.08	0.09	0.11	0.06
13	3-Feb	37	3	8%	0.08	0.09	0.11	0.06
14	4-Feb	26	1	4%	0.04	0.09	0.11	0.06
15	5-Feb	31	4	8%	0.08	0.09	0.11	0.06
16	6-Feb	26	2	8%	0.08	0.09	0.11	0.06
17	7-Feb	77	8	10%	0.10	0.09	0.11	0.06
18	8-Feb	37	3	8%	0.08	0.09	0.11	0.06
19	10-Feb	31	3	0%	0.08	0.09	0.11	0.06
20	11-Feb	56	2	4%	0.04	0.09	0.11	0.06
21	12-Feb	37	3	8%	0.08	0.09	0.11	0.06
22	13-Feb	31	1	2%	0.02	0.09	0.11	0.06
23	14-Feb	26	3	12%	0.12	0.09	0.11	0.06
24	15-Feb	37	2	5%	0.05	0.09	0.11	0.06
25	17-Feb	23	2	9%	0.09	0.09	0.11	0.06
26	18-Feb	26	4	15%	0.15	0.09	0.11	0.06
27	19-Feb	31	5	10%	0.10	0.09	0.11	0.06
28	20-Feb	26	1	4%	0.04	0.09	0.11	0.06
29	21-Feb	23	3	13%	0.13	0.09	0.11	0.06
30	22-Feb	37	4	11%	0.11	0.09	0.11	0.06

Tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan CL, UCL, dan LCL selama 30 hari proses produksi banner di percetakan Kamoro PT Irian Bhakti Papua, cabang Timika. Ketiga nilai ini digunakan untuk menentukan batas kendali dan mengevaluasi apakah variasi dalam proses masih tergolong normal atau mengindikasikan penyimpangan.

Gambar 5 menunjukkan bahwa batas kendali bawah (LCL) berada pada nilai 0.06, garis pusat (CL) sebesar 0.09 dan batas kendali atas (UCL) 0.11. Berdasarkan hasil perhitungan, terdapat beberapa titik data yang berada diluar batas kendali tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa proses produksi *banner* di percetakan Kamoro PT Irian Bhakti Papua cabang Timika berada dalam kondisi tidak terkendali, sehingga diperlukan upaya perbaikan untuk meningkatkan kestabilan proses.



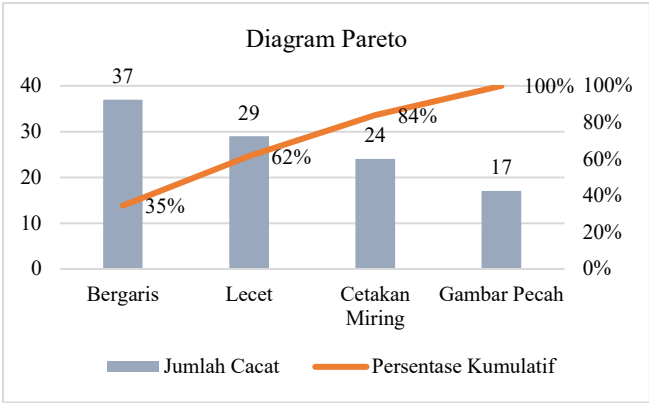
GAMBAR 5
(GRAFIK PETA KENDALI P-CHART PADA CACAT PRODUKSI)

E. *Analyze*

Tahap *analyze* dalam metode *Six sigma* bertujuan mengidentifikasi penyebab utama cacat. Pada proses produksi banner di percetakan Kamoro PT Irian Bhakti Papua cabang Timika, jenis cacat dominan dianalisis lebih lanjut menggunakan diagram fishbone untuk menelusuri akar masalah. Analisis ini diperkuat dengan FMEA, yang membantu mengukur tingkat risiko kegagalan serta menentukan prioritas perbaikan.

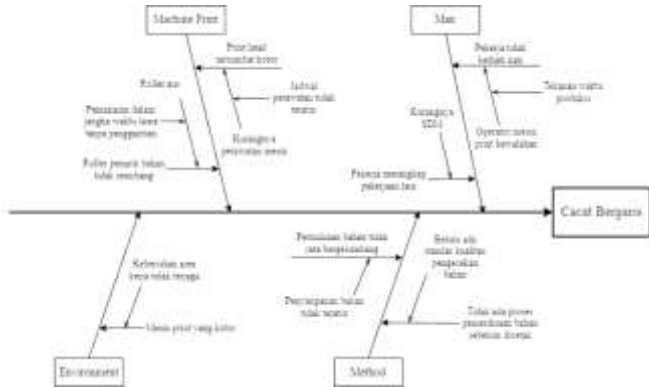
TABEL 6
(DATA PERSENTASE KUMULATIF CACAT PRODUK)

No	CTQ	Jumlah Cacat	Persentase	Persentase Kumulatif
1	Bergaris	37	35%	35%
2	Lecet	29	27%	62%
3	Cetakan Miring	24	22%	84%
4	Gambar Pecah	17	16%	100%



GAMBAR 6
(DIAGRAM PARETO CACAT PRODUK)

Berdasarkan Tabel 6, ditemukan empat jenis cacat utama pada produk banner, yaitu bergaris, lecet, cetakan miring, dan gambar pecah. Cacat bergaris merupakan yang paling dominan dengan 37 unit atau 35% dari total cacat. Sesuai prinsip Pareto (80/20), sebagian besar masalah berasal dari sebagian kecil penyebab, sehingga cacat bergaris dipilih sebagai prioritas perbaikan. Fokus pada cacat ini diharapkan dapat memberikan dampak signifikan dalam peningkatan kualitas produksi.



GAMBAR 7
(DIAGRAM FISHBONE PRODUK BANNER CACAT BERGARIS)

Gambar 7 menampilkan diagram fishbone yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab utama cacat bergaris pada banner, dengan pendekatan 4M (*Man, Machine, Method, Environment*).

- Faktor manusia berkaitan dengan tekanan waktu produksi dan kurangnya ketelitian operator, serta keterbatasan tenaga kerja yang berdampak pada pengawasan kualitas.
- Faktor mesin meliputi jadwal perawatan yang tidak teratur dan penggunaan printhead serta roller yang aus, sehingga menimbulkan ketidakseimbangan saat pencetakan.
- Faktor metode mencakup belum adanya standar pengecekan bahan serta penyimpanan bahan yang kurang baik, yang mengakibatkan permukaan bahan tidak rata.
- Faktor lingkungan meliputi kebersihan area kerja yang buruk serta debu pada bahan yang mengganggu distribusi tinta saat pencetakan.

Setelah itu, dilakukan analisis FMEA untuk menilai setiap penyebab berdasarkan tiga aspek utama: *severity*,

occurrence, dan *detection*. Hasil analisis disajikan pada Tabel 7.

TABEL 7
(FMEA CACAT BERGARIS)

Proses Manufaktur	Failure Mode	Factor	Cause of Failure	Effect of Failure	Severity (S)	Occurrence (O)	Detection (D)	Risk Priority Number
Proses Pencetakan	Garis-garis putus-putus	Man	Operator tidak terlatih	Operator mengoperasikan mesin menggunakan kemampuan yang tidak memadai, sehingga menghasilkan garis-garis putus-putus	7	8	3	168
		Machine	Roller aus	Roller aus menyebabkan garis-garis putus-putus, karena roller tidak dapat menahan tinta dengan baik	6	6	2	72
	Garis-garis bergelombang	Man	Operator tidak disiplin	Operator tidak memperhatikan detail, sehingga menghasilkan garis-garis bergelombang	6	6	2	72
		Machine	Jadwal perawatan tidak teratur	Jadwal perawatan tidak teratur, sehingga menyebabkan garis-garis bergelombang	6	6	2	72
	Gambar pecah	Man	Operator tidak memperhatikan detail	Operator tidak memperhatikan detail, sehingga menghasilkan gambar pecah	6	6	2	72
		Machine	Pemakaian dalam jangka waktu lama tanpa penggantian	Pemakaian dalam jangka waktu lama tanpa penggantian, sehingga menyebabkan gambar pecah	6	6	2	72
	Gambar miring	Man	Operator tidak memperhatikan detail	Operator tidak memperhatikan detail, sehingga menghasilkan gambar miring	6	6	2	72
		Machine	Pemakaian dalam jangka waktu lama tanpa penggantian	Pemakaian dalam jangka waktu lama tanpa penggantian, sehingga menyebabkan gambar miring	6	6	2	72
	Gambar buram	Man	Operator tidak memperhatikan detail	Operator tidak memperhatikan detail, sehingga menghasilkan gambar buram	6	6	2	72
		Machine	Pemakaian dalam jangka waktu lama tanpa penggantian	Pemakaian dalam jangka waktu lama tanpa penggantian, sehingga menyebabkan gambar buram	6	6	2	72

Tabel 8 menunjukkan persentase penyebab cacat bergaris berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Nilai RPN yang tinggi menandakan potensi risiko signifikan. Dari hasil analisis, empat faktor utama penyebab kegagalan berasal dari aspek manusia, mesin cetak, metode kerja, dan lingkungan kerja.

TABEL 8
(PERSENTASE PENYEBAB KEGAGALAN CACAT BERGARIS)

Penyebab Kegagalan	RPN	Persentase	Kumulatif
Belum ada standar kualitas pengecekan bahan	192	23%	23%
Jadwal perawatan tidak teratur	168	20%	43%
Pemakaian dalam jangka waktu lama tanpa penggantian	147	18%	61%
Kurangnya sumber daya manusia	96	12%	73%
Tekanan waktu produksi	84	10%	83%
Penyimpanan bahan tidak teratur	84	10%	93%
Kebersihan area kerja tidak terjaga	60	7%	100%

Tabel 8 memperlihatkan penyebab utama cacat bergaris berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi. Empat faktor dominan yang teridentifikasi yaitu: belum adanya standar kualitas pengecekan bahan sebelum pencetakan, jadwal perawatan mesin yang tidak teratur, penggunaan roller yang sudah aus, serta keterbatasan jumlah tenaga kerja.

F. Improve

Tahap improve merupakan fase keempat dalam metode *Six sigma* yang berfokus pada usulan perbaikan proses. Perbaikan difokuskan pada penyebab cacat banner berdasarkan hasil analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), sehingga solusi yang diusulkan lebih tepat sasaran dan efektif.

TABEL 9
(USULAN ALTERNATIF PERBAIKAN CACAT BERGARIS)

Jenis Cacat	RPN tertinggi	Nilai RPN	Alternatif Perbaikan
Cacat Bergaris	Belum ada standar kualitas pengecekan bahan	192	menyusun SOP pengecekan bahan sebelum melakukan pencetakan untuk memastikan kondisi permukaan bahan dalam keadaan layak
	Jadwal perawatan tidak teratur	168	menyusun jadwal perawatan mesin secara berkala, termasuk pembersihan printhead dan penggantian roller, serta menyusun sistem pencetakan, pelaksanaan perawatan untuk memastikan mesin selalu dalam kondisi optimal
	Pemakaian dalam jangka waktu lama tanpa penggantian	147	menetapkan batas usia pakai untuk setiap komponen mesin yang kritis dan melakukan inspeksi berkala guna mendeteksi kerusakan serta mengganti komponen sesuai siklus pemakaian yang telah ditentukan

Berdasarkan analisis FMEA dan perhitungan RPN, ditemukan tiga penyebab utama cacat bergaris pada produk banner. Penyebab dengan nilai RPN tertinggi (192) adalah belum adanya standar kualitas pengecekan bahan sebelum pencetakan. Hal ini memungkinkan bahan dengan permukaan tidak layak ikut dicetak, sehingga meningkatkan risiko cacat. Solusi yang diusulkan adalah penyusunan SOP pengecekan

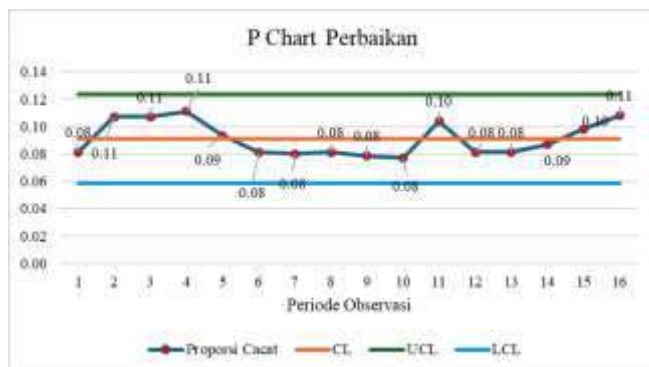
bahan untuk memastikan kualitas sesuai standar sebelum diproses.

Penyebab kedua dengan nilai RPN 168 adalah jadwal perawatan mesin yang tidak teratur, yang dapat menyebabkan komponen seperti printhead menjadi kotor atau tersumbat. Untuk itu, disarankan menyusun jadwal perawatan berkala dan sistem pencatatan aktivitas perawatan guna menjaga performa mesin.

Penyebab ketiga, dengan nilai RPN 147, adalah penggunaan komponen mesin dalam jangka panjang tanpa penggantian. Solusinya adalah menetapkan batas usia pakai pada komponen kritis dan melakukan inspeksi rutin. Penentuan usia pakai ini dapat mengacu pada *survival analysis*, seperti model Kaplan-Meier atau Weibull, dan strategi *age replacement* untuk menentukan waktu penggantian yang optimal. Adapun masa manfaat ekonomis mesin cetak Fox Polaris NF 3302 dan Solvent Konica 512i berada pada kisaran empat tahun.

G. Control

Pada tahap control, penelitian ini tidak melakukan implementasi untuk membandingkan nilai sigma sebelum dan sesudah usulan perbaikan [31]. Namun, sebagai bentuk keberlanjutan perbaikan, peneliti menyusun rencana pengendalian berupa peta kendali yang berfungsi sebagai alat monitoring untuk menjaga stabilitas proses produksi secara konsisten.



GAMBAR 8

(GRAFIK PROSES PRODUKSI DALAM BATAS KENDALI)

Berdasarkan Gambar 8, disusun rencana pengendalian dalam bentuk grafik yang berfungsi sebagai alat monitoring berkelanjutan untuk memastikan proses produksi tetap sesuai standar kualitas.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Define

Tahap awal metode *Six sigma* diawali dengan mengidentifikasi masalah kualitas dalam proses produksi banner di Percetakan Kamoro. Untuk memahami alur kerja secara menyeluruh, digunakan diagram SIPOC yang menggambarkan proses mulai dari pemasok bahan baku (Ecoprint dan Brani Jaya Digital) hingga ke pelanggan akhir.

Proses produksi terdiri dari empat tahapan: penerimaan pesanan, pengecekan atau pembuatan desain, pencetakan menggunakan mesin digital, serta pemeriksaan hasil cetak yang dilanjutkan dengan finishing dan pengemasan. Pelanggan Kamoro berasal dari instansi pemerintah, perusahaan swasta, dan konsumen individu.

Setelah pemetaan proses, dilakukan analisis *Critical to Quality* (CTQ) untuk mengidentifikasi cacat yang sering muncul. Ditemukan empat jenis cacat utama lecet, cetakan

miring, gambar pecah, dan hasil cetak bergaris yang menyebabkan pemborosan bahan karena pencetakan ulang. Fokus pada CTQ memudahkan perusahaan menentukan arah perbaikan kualitas yang sesuai ekspektasi pelanggan. Tahap ini menekankan pentingnya pemahaman kebutuhan konsumen sebagai dasar perbaikan berikutnya dalam kerangka *Six sigma*.

B. Analisis Measure

Tahap ini menganalisis kinerja proses produksi banner menggunakan peta kendali tipe p (p-chart), perhitungan Defects Per Million Opportunities (DPMO), dan konversi ke level sigma. Data diperoleh dari observasi selama 30 hari berturut-turut. Hasilnya menunjukkan rata-rata DPMO sebesar 23.384 dengan level sigma 3,5. Nilai ini menandakan bahwa proses berada pada kategori cukup baik menurut standar nasional, meskipun tingkat variasi cacat masih tergolong tinggi sehingga perbaikan tetap dibutuhkan.

Analisis p-chart memperlihatkan adanya titik pengamatan yang melampaui batas kendali atas (UCL = 0,11), yang mengindikasikan bahwa proses belum sepenuhnya stabil secara statistik. Ketidakstabilan ini meningkatkan risiko cacat berulang. Oleh karena itu, diperlukan standarisasi proses serta pengendalian kualitas yang lebih ketat agar kapabilitas proses meningkat, DPMO menurun, dan level sigma mendekati standar ideal industri percetakan. Langkah ini penting untuk memastikan kualitas hasil cetak tetap konsisten dan sesuai harapan pelanggan.

C. Analisis Improve

Tahap analyze bertujuan mengidentifikasi akar penyebab utama cacat produksi yang ditemukan pada tahap sebelumnya. Berdasarkan analisis Pareto, jenis cacat dominan adalah cetakan bergaris (35%), diikuti lecet (27%), cetakan miring (22%), dan gambar pecah (16%). Meski total kumulatif belum mencapai prinsip Pareto 80%, cacat bergaris diprioritaskan karena memiliki kontribusi tertinggi terhadap total cacat. Analisis dilanjutkan dengan diagram fishbone yang mengelompokkan penyebab ke dalam lima kategori: manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan. Faktor manusia berkaitan dengan tekanan kerja dan keterbatasan tenaga, menyebabkan ketidaktepatan dalam pengawasan. Dari sisi mesin, kerusakan printhead akibat kurangnya perawatan serta roller aus menjadi pemicu utama hasil cetak bergaris dan tidak presisi. Pada metode, tidak adanya standar pengecekan bahan dan penyimpanan yang kurang rapi menyebabkan bahan bergelombang yang berdampak pada kualitas cetak. Lingkungan kerja yang kotor juga berkontribusi, karena debu dapat mengganggu distribusi tinta. Selanjutnya, analisis FMEA menunjukkan bahwa penyebab utama adalah belum adanya standar pemeriksaan bahan (RPN 192), disusul jadwal perawatan mesin yang tidak teratur (RPN 168), dan roller yang tidak diganti secara berkala (RPN 147). Nilai RPN ini menjadi dasar penentuan prioritas perbaikan, dengan fokus utama pada faktor metode dan mesin, sesuai dengan temuan Anastasya dan Yuamita bahwa penyebab dengan RPN tertinggi harus menjadi fokus peningkatan kualitas [32].

D. Analisis Control

Tahap ini bertujuan memastikan perbaikan kualitas dapat dijalankan secara berkelanjutan. Peneliti menyusun rencana pengendalian untuk menjaga mutu cetakan tetap dalam batas kendali dan mencegah terulangnya cacat bergaris. Salah satu alat yang diusulkan adalah peta kendali p (p-chart), yang

digunakan sebagai sistem monitoring kualitas secara rutin. Penggunaan p-chart membantu operator mendeteksi lebih awal adanya variasi proses, sehingga produksi tetap stabil. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip *six sigma*, yang menekankan perbaikan berkesinambungan melalui pemantauan dan evaluasi proses secara sistematis [33].

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Six sigma*, ditemukan empat jenis cacat utama pada produksi banner di percetakan Kamoro PT Irian Bhakti Papua Cabang Timika, yaitu cacat bergaris (35%), lecet (27%), cetakan miring (22%), dan gambar pecah (16%). Cacat bergaris menjadi prioritas perbaikan karena memiliki persentase tertinggi. Nilai DPMO sebesar 23.384 menunjukkan bahwa terdapat sekitar 23.384 cacat per satu juta peluang, dengan level sigma sebesar 3,5. Analisis menggunakan diagram fishbone dan FMEA menunjukkan bahwa penyebab utama cacat bergaris berasal dari faktor metode, seperti belum adanya standar pengecekan bahan; serta dari faktor mesin, yaitu jadwal perawatan yang tidak teratur dan penggunaan roller dalam jangka waktu lama tanpa penggantian. Faktor pendukung lainnya meliputi tekanan waktu produksi dan keterbatasan tenaga kerja (man), serta lingkungan kerja yang kurang bersih (environment). Berdasarkan temuan tersebut, disusun beberapa usulan perbaikan, yaitu: (1) penyusunan SOP pengecekan bahan sebelum pencetakan, (2) penjadwalan dan pencatatan perawatan mesin secara berkala, (3) penetapan batas usia pakai komponen mesin dan inspeksi rutin, serta (4) penggunaan peta kendali sebagai alat monitoring kualitas. Dengan penerapan usulan tersebut, diharapkan level sigma dapat meningkat ke 4, serta menjamin keberlanjutan kualitas produksi dan stabilitas proses operasional di masa mendatang.

REFERENSI

- [1] A. Ahdiat, "Nilai PDB Ekonomi Kreatif Indonesia Meningkat Usai Pandemi," <https://Databoks.Katadata.Co.Id/Infografik/2024/04/29/Nilai-Pdb-Ekonomi-Kreatif-Indonesia-Meningkat-USai-Pandemi>. Accessed: Oct. 16, 2024. [Online]. Available: <https://Databoks.Katadata.Co.Id/Infografik/2024/04/29/Nilai-Pdb-Ekonomi-Kreatif-Indonesia-Meningkat-USai-Pandemi>
- [2] A. Shelawati And F. Laily Nisa, "Jurnal Ekonomi Kreatif Indonesia Mengembangkan Potensi Ekonomi Kreatif Subsektor Kriya: Sebuah Tantangan Dan Peluang," *Jurnal Ekonomi Kreatif Indonesia*, Vol. 2, No. 3, Pp. 170–177, Aug. 2024, Doi: <https://doi.org/10.61896/Jeki.V2i3>.
- [3] Eko, "Efek Pemilu 2024, Industri Kertas Tumbuh 4,52 Persen dipengaruhi Permintaan Percetakan Menjelang Pemilu," *Fortune Indonesia*. Accessed: Sep. 22, 2024. [Online]. Available: <https://www.fortuneidn.com/business/eko-wahyudi/efek-pemilu-2024-industri-kertas-tumbuh-4-52-persen?page=all>
- [4] F. Farchiyah, "Analisis Pengendalian Kualitas Spanduk dengan Metode *Seven Quality Control Tools* (7 QC) pada PT. Fajar Interpratama Mandiri (Fim Printing)," *Jurnal Of Industrial Engineering And Manajemen*, Vol. 16, No. 1, Pp. 36–47, Nov. 2021.
- [5] T. A. Putri And M. N. Alfareza, "Seminar dan Konferensi Nasional IDEC Pengendalian Kualitas Produk Kaos Menggunakan Metode *Six sigma* (Studi Kasus pada Konveksi X di Yogyakarta)," 2019.
- [6] A. K. Akmal, R. Irawan, K. Hadi, H. T. Irawan, I. Pamungkas, And K. Kasmawati, "Pengendalian Kualitas Produk Paving Block untuk Meminimalkan Cacat Menggunakan *Six sigma* pada UD. Meurah Mulia," *Jurnal Optimalisasi*, Vol. 7, No. 2, Pp. 236–248, Nov. 2021, doi: 10.35308/jopt.v7i2.4435.
- [7] S. Tuasamu, J. Sahupala, And T. D. Kaisupy, "Penerapan Metode *Six sigma* dengan Konsep DMAIC Sebagai Alat Pengendalian Kualitas Produk," *Indo-Fintech Intellectuals: Journal Of Economics And Business*, Vol. 3, No. 1, Pp. 36–48, Apr. 2023, doi: 10.54373/ifjeb.v3i1.83.
- [8] V. S. Patyal And K. Maddulety, "Interrelationship Between Total Quality Management and *Six sigma*: A Review," *Global Business Review*, Vol. 16, No. 6, Pp. 1025–1060, Dec. 2015, doi: 10.1177/0972150915597607.
- [9] N. N. Rahman, R. S. Utami, And A. Z. M. Raden, "Analisis Tipografi pada Spanduk Pemasaran Perumahan," *Jurnal Desain*, Vol. 5, No. 03, Pp. 250–257, Jun. 2018, doi: 10.30998/jurnal desain.v5i03.2572.
- [10] T. Hernawati Suryatman, M. Engkos Kosim, And S. Julacha, "Pengendalian Kualitas Produksi Roma Sandwich Menggunakan Metode *Statistik Quality Control* (SQC) dalam Upaya Menurunkan Reject di Bagian Packing *SQC Method Is Used On Roma Sandwich Production In Order To Reduce The Rejection On The Packing*," *Journal Industrial Manufacturing*, Vol. 5, No. 1, Pp. 1–12, 2020.
- [11] A. F. Shiyamy, S. Rohmat, And A. Sopian, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk dengan *Statistical Process Control*," *Komitmen: Jurnal Ilmiah Manajemen*, Vol. 2, No. 2, Pp. 32–44, Oct. 2021, doi: 10.15575/jim.v2i2.14377.
- [12] L. S. Pratama, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Wafer Snack dengan Metode *Six sigma* di PT XYZ," Program Studi Manajemen S1 Fakultas Ekonomi Dan Bisnis, Bandung, Nov. 2022. Accessed: Nov. 04, 2024. [Online]. Available: <http://repository.widyatama.ac.id/xmlui/handle/123456789/15378>
- [13] S. Sajida, "Analisa Pengendalian Kualitas Produksi Crude Palm Oil (CPO) dengan Menggunakan Metode *Seven Tools* di PT. Lonsum," Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Sep. 2024. Accessed: Nov. 04, 2024. [Online]. Available: <http://repository.uisu.ac.id/handle/123456789/3736>
- [14] N. Chandra And E. D. Ratnamurni, "Pengendalian Kualitas Produk Tahu dengan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)," *Inobis: Jurnal Inovasi Bisnis Dan Manajemen Indonesia*, Vol. 5, No. 3, Pp. 369–383, May 2022, doi: 10.31842/jurnal inobis.v5i3.236.

- [15] N. Friscila, H. Tunjang, And A. Syamsudin, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Untuk Meminimumkan Produk Gagal pada Pabrik Roti Prabu Bakery," *Jurnal Manajemen Sains Dan Organisasi*, Vol. 1, No. 3, Pp. 203–213, Dec. 2020, doi: 10.52300/jmso.v1i3.2762.
- [16] R. Sekarwangi And D. Pramestari, "Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Metode *Statistical Quality Control* di PT Sunstar Engineering Indonesia," *Ikraith-Teknologi*, Vol. 7, No. 1, Pp. 11–20, Nov. 2022, doi: 10.37817/ikraith-teknologi.v7i1.2315.
- [17] Adi Juwito And Ari Zaqi Al-Faritsy, "Analisis Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Cacat Produk Dengan Metode *Six sigma* Di Umkm Makmur Santosa," *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, Vol. 1, No. 12, Pp. 3295–3314, Aug. 2022, Doi: 10.53625/Jcijurnalcakrawalailmiah.V1i12.3193.
- [18] H. I. Wulogening And A. Timan, "Implementasi Total Quality Management (Tqm) Dalam Sistem Manajemen Perencanaan Kepala Sekolah," *Jurnal Akuntabilitas Manajemen Pendidikan*, Vol. 8, No. 2, Pp. 137–146, Sep. 2020, Doi: 10.21831/Jamp.V8i2.31282.
- [19] S. Safuan, R. Rini, D. Maulidta, V. Hijriyana, And F. Azzahra, "Manajemen Kualitas Dalam Meningkatkan Efisiensi Proses Bisnis Perusahaan," *Jurnal Syntax Admiration*, Vol. 5, No. 10, Pp. 3989–3999, Oct. 2024, Doi: 10.46799/Jsa.V5i10.1630.
- [20] Y. Lastiawan And R. Aprilyanti, "Analisis Penerapan Total Quality Management (Tqm), Sistem Pengukuran Kinerja, Dan Biaya Kualitas Terhadap Efisiensi Biaya Di Bagian Produksi Melamin Pada Pt. Presindo Central," *Eco-Fin*, Vol. 3, No. 3, Pp. 333–349, Oct. 2021, Doi: 10.32877/Ef.V3i3.415.
- [21] S. Subhan, "Penerapan Metode Seven Tools Of Quality Control Dalam Mengurangi Irregularity Cargo Pada Pos Operasional Cargo Export Pt. Gapura Angkasa Cabang Denpasar," Badung, Jul. 2022. Accessed: Dec. 20, 2024. [Online]. Available: [Http://Repository.Pnb.Ac.Id/Id/Eprint/2260](http://Repository.Pnb.Ac.Id/Id/Eprint/2260)
- [22] F. Liyanto And Y. D. Pratama, "Peningkatan Produktivitas Pemasaran Produk Umkm Pempek Acen Dengan Pendekatan Analisis Swot Dan Dmaic," *Jurnal Pasti*, Vol. 14, No. 2, Pp. 136–145, Nov. 2020, Doi: 10.22441/Pasti.2020.V14i2.004.
- [23] Y. Lucky Fearnanda, "Usulan Peningkatan Kualitas Produk Dupa Menggunakan Metode *Six sigma* Di Ud. Dupa Karya Mandiri," Surabaya, Dec. 2024. Accessed: Dec. 21, 2024. [Online]. Available: <https://Openlibrary.Telkomuniversity.Ac.Id/Pustaka/209484/Usulan-Peningkatan-Kualitas-Produk-Dupa-Menggunakan-Metode-Six-Sigma-Di-Ud-Dupa-Karya-Mandiri.Html>
- [24] A. Khatammi And A. R. Wasiur, "Analisis Kecacatan Produk Pada Hasil Pengelasan Dengan Menggunakan Metode Fmea (Failure Mode Effect Analysis)," *Jurnal Serambi Engineering*, Vol. 7, No. 2, Pp. 2922–2928, Apr. 2022, Doi: 10.32672/Jse.V7i2.3853.
- [25] R. Indrerespati, J. Haekal, And M. Kholil, "Analisa Risiko Operasional Persediaan Pada Gudang Bahan Baku Ukm Makanan Ringan Metode Fmea," *Jurnal Penelitian Dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri (Pasti)*, Vol. 15, No. 2, Pp. 221–229, Aug. 2021, Doi: <https://doi.org/10.22441/Pasti.2021.V15i2.010>.
- [26] S. M. Khoiroh, "Analisis Supply Chain Risk Management Industri Budidaya Lobster Air Tawar Dengan Pendekatan Fmea," *Operations Excellence Journal Of Applied Industrial Engineering*, Vol. 13, No. 3, Pp. 321–329, Nov. 2021, Doi: 10.22441/Oe.2021.V13.I3.030.
- [27] Yunita, "Analisis Defect Kemasan Wafer Stik Coklat Premium Guna Meminimumkan Reject Dengan Implementasi *Six sigma*," Surabaya, Dec. 2024. Accessed: Dec. 24, 2024. [Online]. Available: <https://Openlibrary.Telkomuniversity.Ac.Id/Home/Catalog/Id/211418/Slug/Analisis-Defect-Kemasan-Wafer-Stik-Coklat-Premium-Guna-Meminimumkan-Reject-Dengan-Implementasi-Six-Sigma.Html>
- [28] R. De Fretes, "Analisis Penyebab Kerusakan Transformator Menggunakan Metode Rca (Fishbone Diagram And 5-Why Analysis) Di Pt. Pln (Persero) Kantor Pelayanan Kiandarat," *Arika*, Vol. 16, No. 2, Pp. 117–124, Aug. 2022, Doi: 10.30598/Arika.2022.16.2.117.
- [29] D. Christian, A. Sutrisno, And J. Mende, "Penerapan Metode Root Cause Analysis (Rca) Untuk Menentukan Akar Penyebab Keluhan Konsumen," *Jurnal Online Poros Teknik Mesin Unsrat*, Vol. 7, No. 2, Pp. 111–124, Jul. 2020.
- [30] E. Aristriyana And R. Ahmad Fauzi, "Analisis Penyebab Kecacatan Produk Dengan Metode Fishbone Diagram Dan Failure Mode Effect Analysis (Fmea) Pada Perusahaan Elang Mas Sindang Kasih Ciamis," *Jurnal Industrial Galuh*, Vol. 4, No. 2, Pp. 75–85, Feb. 2023, Doi: 10.25157/Jig.V4i2.3021.
- [31] Z. Zulkarnain, T. Wicaksono, And D. Silvia, "Metode *Six sigma* Dalam Perbaikan Cacat Botol Pada Produk Personal Care," *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, Vol. 7, No. 1, P. 19, Jun. 2021, Doi: 10.24014/Jti.V7i1.10243.
- [32] A. Anastasya And F. Yuamita, "Pengendalian Kualitas Pada Produksi Air Minum Dalam Kemasan Botol 330 Ml Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (Fmea) Di Pdam Tirta Sembada," *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, Vol. 1, No. 1, Pp. 15–21, Mar. 2022, Doi: 10.55826/Tmit.V1i1.4.
- [33] F. Sumasto, P. Satria, And E. Rusmiati, "Implementasi Pendekatan Dmaic Untuk Quality Improvement Pada Industri Manufaktur Kereta Api," *Jurnal Intech Teknik Industri Universitas Serang Raya*, Vol. 8, No. 2, Pp. 161–170, Nov. 2022, Doi: 10.30656/Intech.V8i2.4734.