

Artikel Penelitian

Analisis Pengendalian Kualitas Kemasan Produk D Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC) dan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) untuk Mereduksi Tingkat Defect di PT ADP

Wiwi Prastiwinarti *, Galih Tri Nugroho

Teknik Grafika dan Penerbitan, Teknologi Industri Cetak Kemasan, Politeknik Negeri Jakarta, Depok, Jawa Barat, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 01 Juli 2026
Revisi Akhir: 15 Agustus 2026
Diterbitkan Online: 18 Agustus 2026

KATA KUNCI

Dashboard
Early Warning System
FMEA
Kecacatan Produk
Kemasan
Pengendalian Kualitas
Percetakan
SPC

KORESPONDENSI (*)

E-mail: wiwi.prastiwinarti@grafika.pnj.ac.id

A B S T R A K

Persaingan industri kemasan yang semakin ketat menuntut perusahaan menghasilkan produk berkualitas melalui pengendalian kualitas yang efektif. PT ADP merupakan perusahaan percetakan kemasan karton lipat yang masih menghadapi permasalahan kualitas pada produk D dengan rata-rata tingkat defect sebesar 4,03% pada periode Mei–Desember 2025, melebihi batas toleransi perusahaan sebesar 3%. Selain itu, nilai kapabilitas proses (C_p dan C_{pk}) yang berada di bawah 1,00 menunjukkan bahwa proses produksi belum mampu memenuhi spesifikasi kualitas secara konsisten. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi defect dominan, menganalisis penyebab kegagalan, menentukan usulan perbaikan, serta merancang Dashboard Early Warning System (EWS) sebagai media pemantauan kualitas proses produksi. Metode yang digunakan adalah Statistical Process Control (SPC) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Hasil penelitian menunjukkan terdapat enam jenis defect dengan total kecacatan sebesar 31.426 pcs. Analisis Pareto mengidentifikasi defect set-off, scratch/baret, mata ayam, dan warna tidak sesuai sebagai defect dominan yang menyumbang 86,2% dari total kecacatan. Analisis SPC menunjukkan bahwa proses produksi pada kondisi awal belum terkendali secara statistik, namun setelah dilakukan iterasi dan eliminasi data, proses berada dalam kondisi terkendali. Hasil FMEA menunjukkan bahwa penyebab kegagalan utama berasal dari faktor manusia, metode, dan mesin. Usulan perbaikan meliputi perawatan mesin secara berkala, penerapan checklist pemeriksaan, penjadwalan pembersihan mesin, dan pelatihan ulang operator. Selain itu, Dashboard EWS berhasil dirancang untuk mengelompokkan kondisi proses ke dalam kategori ok, warning, alert, dan critical sehingga membantu supervisor produksi mendeteksi penyimpangan lebih dini. Penerapan SPC, FMEA, dan Dashboard EWS diharapkan dapat meningkatkan kualitas produk dan meminimalkan tingkat defect pada proses produksi kemasan.

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri berlangsung semakin pesat seiring kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Tingginya persaingan antarperusahaan turut mendorong pertumbuhan berbagai sektor industri di Indonesia, termasuk industri kemasan [1]. Agar dapat bertahan dan berkembang dalam persaingan industri, perusahaan perlu mengelola kegiatan usahanya secara optimal serta menghasilkan produk dengan kualitas yang baik dan terjamin [2]. Produk berkualitas menjadi syarat penting agar dapat diterima pelanggan dan mampu bersaing dengan kompetitor. Persaingan yang semakin ketat mendorong perusahaan untuk terus meningkatkan kualitas pada seluruh tahapan produksi, mulai dari proses awal hingga produk dikirim kepada pelanggan [3]. Oleh sebab itu, perusahaan perlu melakukan pengendalian kualitas secara berkelanjutan terhadap produk yang dihasilkan. Kualitas produk yang tidak memenuhi standar dapat menjadi salah satu penyebab tidak tercapainya tujuan perusahaan. Selain itu, penggunaan faktor produksi yang kurang optimal juga dapat menurunkan kualitas produk yang dihasilkan [4].

PT ADP merupakan perusahaan yang bergerak di bidang jasa percetakan kemasan cetak offset yang berlokasi di Kota Bekasi. Perusahaan ini telah berdiri sejak tahun 2014 dan memproduksi berbagai jenis kemasan, khususnya kemasan karton lipat yang menjadi produk dengan tingkat produksi tertinggi, terutama pada kemasan produk D. Produk D merupakan produk makanan yang menggunakan material duplex coated 350 gsm sebagai bahan utama kemasannya. Berdasarkan hasil observasi lapangan, data defect produksi kemasan produk D di PT ADP pada periode Mei 2025 hingga Desember 2025 menunjukkan rata-rata defect sebesar 4,03%. Kondisi tersebut telah melampaui batas toleransi perusahaan yang ditetapkan sebesar 3%. Keadaan ini juga dibuktikan oleh nilai Cp dan Cpk yang masih berada di bawah <1,00, sehingga menunjukkan bahwa proses produksi belum berada dalam kondisi yang kapabel. Permasalahan defect yang ditemukan pada produk D meliputi set-off, misregister, scratch/baret, kotor tinta, warna tidak sesuai, dan mata ayam. Defect tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kesalahan selama proses produksi berlangsung serta penerapan SOP yang belum dilakukan secara optimal. Pada dasarnya, defect pada produk kemasan merupakan konsekuensi dari proses produksi itu sendiri. Oleh karena itu, jumlah defect perlu diminimalkan agar tidak berdampak terhadap efisiensi waktu maupun biaya produksi. Dengan demikian, PT ADP perlu menerapkan pengendalian kualitas secara optimal guna menghasilkan kemasan yang berkualitas sehingga mampu bersaing dengan kompetitor.

Pengendalian kualitas di PT ADP masih menggunakan cara manual dengan menggunakan software excel. Kondisi pengendalian kualitas dengan manual menyebabkan Kondisi tersebut menyebabkan proses pengolahan dan pencatatan data sering mengalami inkonsistensi, sehingga data yang diperoleh kurang akurat dan berpotensi memengaruhi efektivitas pengendalian kualitas [5]. Pada kajian ini akan menggunakan metode statistik yang akan memberikan hasil analisis yang lebih terstruktur dan tepat. Berdasarkan permasalahan yang ada maka dibutuhkan metode pengendalian kualitas serta upaya perbaikan yang tepat, yaitu salah satu metode yang tepat ialah metode Statistical Process Control (SPC) dengan kombinasi FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) yang dapat mengidentifikasi sumber permasalahan dan menentukan usulan perbaikan yang sesuai. SPC merupakan sekumpulan alat pengendalian kualitas yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan serta menjaga kestabilan proses melalui pengurangan variasi. Metode ini memiliki keunggulan dalam memantau kualitas produksi secara menyeluruh dengan mengukur berbagai aspek selama proses produksi berlangsung. Selain itu, hasil pengukuran dapat didokumentasikan untuk membantu mengidentifikasi sumber permasalahan yang muncul selama proses berjalan. Data dikumpulkan secara real-time dan diolah ke dalam bentuk grafik berdasarkan batas kendali yang telah ditetapkan sebelumnya [6]. Sedangkan FMEA merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi potensi kegagalan pada sistem, proses, operasi, maupun pemeliharaan sebagai upaya pencegahan terhadap terjadinya masalah. Dalam metode ini, setiap risiko diberikan skala penilaian, umumnya 1–5 atau 1–10. Nilai tersebut kemudian dikalikan berdasarkan tingkat kejadian (occurrence), tingkat dampak kerusakan (severity), dan tingkat deteksi (detection) dari masing-masing risiko untuk memperoleh tingkat prioritas penanganan [7]. FMEA menggabungkan pengetahuan serta pengalaman manusia untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada produk atau proses, mengevaluasi dampak yang ditimbulkan dari kegagalan tersebut, membantu pelaksanaan tindakan perbaikan maupun pencegahan, serta mengurangi atau menghilangkan kemungkinan terjadinya kegagalan [8].

Pada kajian terdahulu di PT. ABC yang merupakan perusahaan garmen yang memproduksi pakaian dalam wanita. Kajian tersebut menggunakan metode Statistical Process Control (SPC) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) mampu dalam mengidentifikasi faktor penyebab cacat produk serta menentukan usulan perbaikan. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan adanya beberapa data yang berada di luar batas kendali, sehingga proses produksi dinilai belum stabil. Selain itu, berdasarkan diagram Pareto, jenis cacat yang paling dominan adalah soil (kotor) dengan persentase sebesar 25,69%. Nilai Risk Priority Number (RPN) yang tinggi pada cacat tersebut menunjukkan bahwa kegagalan proses berdampak pada pemborosan waktu akibat perlunya perbaikan ulang produk agar sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan [9]. Berdasarkan kajian terdahulu, metode SPC dan FMEA telah terbukti efektif dalam mengendalikan kualitas, namun umumnya belum banyak diintegrasikan pada industri kemasan karton lipat, khususnya proses cetak offset. Oleh karena itu, penelitian ini mengintegrasikan SPC untuk mengidentifikasi ketidaksesuaian produk secara statistik dan FMEA untuk menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai RPN. Untuk meningkatkan objektivitas penilaian, nilai RPN diperoleh melalui kuesioner yang melibatkan beberapa expert produksi. Selain itu, penelitian ini mengembangkan visual dashboard Early Warning System (EWS) sebagai sarana monitoring kualitas secara real-time. Melalui penyajian informasi yang visual dan terstruktur, penyimpangan proses dapat dideteksi lebih dini sehingga tindakan perbaikan dapat dilakukan dengan cepat. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan efektivitas pengendalian kualitas, mengurangi tingkat defect produk D, serta mendukung penerapan pengendalian kualitas yang lebih sistematis di PT ADP.

TINJAUAN PUSTAKA

Kemasan

Kemasan berfungsi sebagai pelindung produk dari berbagai potensi kerusakan yang dapat menyebabkan produk tidak dapat digunakan. Oleh karena itu, kemasan harus mampu melindungi produk dari paparan sinar matahari, benturan, serta pengaruh uap air. Apabila fungsi perlindungan tersebut tidak terpenuhi, maka kemasan belum dapat dikategorikan sebagai kemasan yang baik [10]. Berdasarkan struktur sistem kemas, kemasan dibedakan menjadi beberapa jenis [11].

1. Kemasan primer merupakan kemasan yang bersentuhan langsung dengan produk yang dikemas.
2. Kemasan sekunder adalah kemasan yang tidak bersentuhan langsung dengan produk, tetapi berfungsi membungkus produk yang telah dikemas menggunakan kemasan primer.
3. kemasan tersier dan kuartener digunakan untuk mengemas atau melindungi produk setelah melalui tahap kemasan primer maupun sekunder, terutama dalam proses penyimpanan dan distribusi.

Cetak Offset

Cetak offset berasal dari istilah set-off yang berarti beralih atau berpindah. Pada proses ini, lapisan tinta dari pelat cetak tidak langsung dipindahkan ke permukaan bahan cetak, melainkan terlebih dahulu dialihkan ke blanket sebagai media perantara. Oleh karena itu, mesin cetak offset umumnya memiliki tiga silinder utama, yaitu silinder pelat, silinder blanket, dan silinder impression. Proses pemindahan tinta yang melalui blanket sebelum mencapai bahan cetak menyebabkan teknik offset dikategorikan sebagai metode cetak tidak langsung. Pelat cetak offset memiliki prinsip kerja yang serupa dengan stempel, yaitu terdiri atas dua bagian utama, yakni image area yang berfungsi membentuk gambar dan non-image area yang tidak mencetak gambar [12].

Kualitas

Kualitas merupakan kondisi yang bersifat dinamis dan berkaitan dengan kemampuan produk, jasa, manusia, proses, serta lingkungan dalam memenuhi atau bahkan melampaui ekspektasi. Dalam perkembangannya, kualitas juga dihubungkan dengan tingkat pemenuhan kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Selain itu, kualitas dapat diartikan sebagai keseluruhan karakteristik produk atau jasa yang memengaruhi kemampuan dalam memenuhi kebutuhan pelanggan, baik yang dinyatakan secara langsung maupun tidak langsung [13].

Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas atau kualitas merupakan suatu sistem yang bertujuan untuk memverifikasi, memelihara, dan mempertahankan tingkat kualitas produk maupun proses sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pelaksanaannya dilakukan melalui perencanaan yang tepat, penggunaan peralatan yang sesuai, pemeriksaan secara berkelanjutan, serta penerapan tindakan perbaikan apabila diperlukan [14]. Pengendalian kualitas merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari pengendalian produksi. Pengendalian produksi, baik dari aspek kualitas maupun kuantitas, memiliki peran penting dalam kegiatan operasional perusahaan. Hal tersebut karena seluruh proses produksi perlu dikendalikan agar produk barang maupun jasa yang dihasilkan sesuai dengan rencana dan standar yang telah ditetapkan [15].

Statistical Process Control (SPC)

Statistical Process Control (SPC) merupakan bagan visual yang digunakan untuk memberikan gambaran mengenai proses yang sedang berjalan, sehingga dapat diketahui apakah proses tersebut telah sesuai dan masih berada dalam batas pengendalian [16]. Beberapa alat yang digunakan dalam SPC adalah sebagai berikut.

1. Check sheet digunakan sebagai alat untuk mengumpulkan data atau sampel secara lebih terstruktur dan efisien [17].
2. Histogram merupakan diagram batang yang digunakan untuk melihat distribusi serta perbandingan data [17].
3. Diagram Pareto berbentuk kombinasi diagram batang dan diagram garis, di mana diagram batang menunjukkan pengelompokan data, sedangkan diagram garis menggambarkan hasil kumulatif data [17].
4. Control chart merupakan tampilan grafis yang digunakan untuk menunjukkan karakteristik kualitas berdasarkan hasil pengukuran atau perhitungan sampel terhadap jumlah sampel maupun waktu. Grafik ini memiliki garis tengah yang menunjukkan nilai rata-rata karakteristik kualitas dalam kondisi proses yang terkendali. Selain itu, terdapat dua garis horizontal, yaitu batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL), yang digunakan sebagai batas pengendalian proses agar kondisi proses tetap berada dalam keadaan terkendali [18]. Penelitian ini menggunakan control chart u dengan rumus perhitungan [19].

$$u_i = \frac{c_i}{n_i} \quad (1)$$

$$CL = \bar{u} = \frac{\sum_{i=1}^m c_i}{\sum_{i=1}^m n_i} \quad (2)$$

$$UCL = \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}} \quad (3)$$

$$LCL = \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}} \quad (4)$$

5. Diagram fishbone digunakan untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya masalah kualitas pada produk [17].

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan metode terstruktur yang digunakan untuk mengidentifikasi serta mencegah terjadinya mode kegagalan (failure mode). FMEA menerapkan pendekatan sistematis dalam bentuk tabel untuk mempermudah engineer dalam mengidentifikasi jenis kegagalan beserta dampak yang ditimbulkannya. Melalui metode ini, tindakan perbaikan dapat ditentukan berdasarkan skala prioritas dari setiap mode kegagalan, sehingga proses perbaikan dapat dilakukan dengan lebih terarah [20]. Data hasil diagram Ishikawa kemudian diolah menggunakan metode FMEA melalui proses *brainstorming* dan pengisian kuesioner FMEA oleh beberapa responden, yaitu QC, dan kepala divisi produksi. Tahapan selanjutnya dalam metode ini adalah menentukan nilai *Severity*, *Occurrence*, *Detection*, serta *Risk Priority Number* (RPN) untuk mengetahui tingkat prioritas risiko dari setiap potensi kegagalan [21].

Dashboard

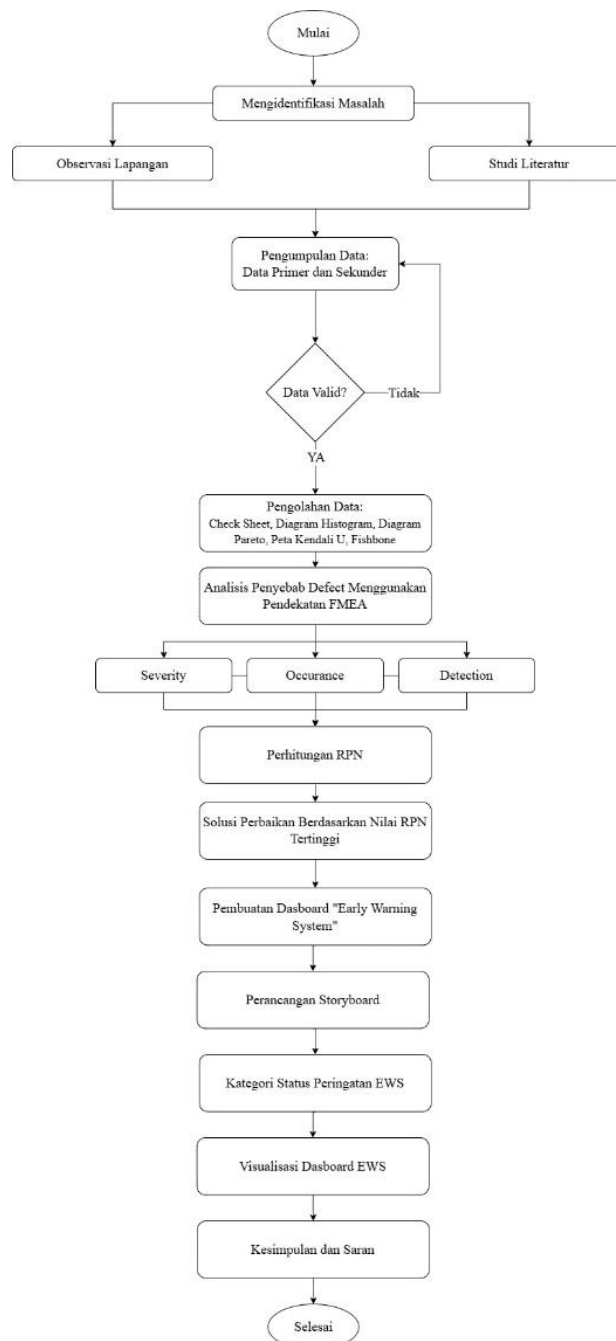
Dashboard adalah tampilan visual yang menyajikan informasi penting secara terintegrasi dalam satu layar untuk memudahkan pemantauan kondisi secara cepat dan ringkas. Dashboard berfungsi sebagai sarana pemantauan, analisis, dan manajemen dengan menampilkan data kinerja dalam bentuk yang mudah dipahami. Selain membantu mengevaluasi pencapaian target, dashboard juga mendukung proses pengawasan dan pengambilan keputusan melalui penyajian data yang cepat, akurat, dan relevan [22].

Early Warning System (EWS)

Early Warning System (EWS) merupakan sistem yang dirancang dengan konsep deteksi dini untuk mengidentifikasi potensi risiko dan manfaat secara lebih cepat. Sistem ini berfungsi sebagai peringatan dini sehingga tindakan pencegahan atau penanganan dapat dilakukan lebih awal [23].

METODOLOGI

PT ADP merupakan perusahaan yang bergerak di bidang jasa percetakan kemasan cetak offset. Penelitian ini menerapkan metode Statistical Process Control (SPC) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Berikut merupakan tahapan penelitian dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini dilakukan pengolahan dan analisis data menggunakan metode Statistical Process Control (SPC) dengan bantuan beberapa alat statistik, yaitu check sheet, diagram Pareto, histogram, u-chart, dan diagram fishbone. Metode tersebut kemudian dikombinasikan dengan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk menganalisis risiko kegagalan berdasarkan permasalahan yang terjadi pada proses produksi.

Statistical Process Control (SPC)

1. Lembar Periksa (Checksheet)

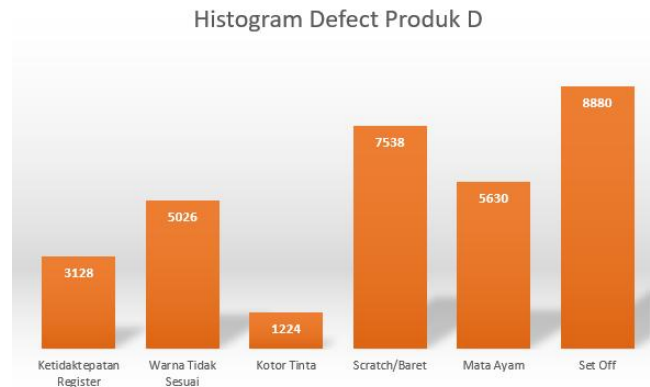
Data yang digunakan yaitu pada kemasan produk D dengan rentang periode Mei 2025 – Desember 2025 di PT ADP. Data dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Lembar Pemeriksaan Data Defect Kemasan Produk D Periode Mei 2025 – Desember 2025

Observasi	Bulan	Total Produksi (pcs)	Jenis Defect						Jumlah Defect (pcs)	Persentase
			Ketidaktepatan Register	Warna Tidak Sesuai	Kotor Tinta	Scratch / Baret	Mata Ayam	Set- Off		
1	Mei	15,200	74	118	27	182	132	217	750	4.93%
2	Mei	14,750	71	110	25	166	128	196	696	4.72%
3	Mei	16,300	53	91	23	133	106	156	562	3.45%
4	Mei	13,900	67	106	25	165	121	190	674	4.85%
5	Mei	12,650	62	107	23	156	112	194	654	5.17%
6	Mei	17,100	74	124	27	193	140	235	793	4.64%
7	Mei	14,200	60	97	24	145	110	164	600	4.23%
8	Mei	15,450	57	85	19	135	105	163	564	3.65%
9	Mei	13,250	47	77	21	104	77	129	455	3.43%
10	Mei	16,800	49	71	23	111	87	115	456	2.71%
11	Mei	15,100	46	69	18	98	75	122	428	2.83%
12	Mei	15,300	76	130	28	186	146	219	785	5.13%
13	Juni	15,400	55	91	17	137	106	158	564	3.66%
14	Juni	14,800	64	98	28	157	115	181	643	4.34%
15	Juni	16,200	47	75	22	104	84	126	458	2.83%
16	Juni	13,600	70	105	29	157	117	176	654	4.81%
17	Juni	15,900	45	64	20	103	77	103	412	2.59%
18	Juni	14,100	33	58	13	81	65	104	354	2.51%
19	Juni	16,500	40	70	15	110	86	129	450	2.73%
20	Juni	15,000	49	87	26	128	99	153	542	3.61%
21	Juni	14,300	62	102	31	155	116	188	654	4.57%
22	Juni	15,700	53	91	26	130	102	162	564	3.59%
23	Juni	13,900	56	93	21	138	105	160	573	4.12%
24	Juni	16,100	70	109	22	160	115	188	664	4.12%
25	Juni	14,600	66	103	28	151	113	193	654	4.48%
26	Juni	15,200	54	87	24	124	93	148	530	3.49%
27	Juni	16,300	57	80	25	132	90	149	533	3.27%
28	Juni	14,400	45	73	13	108	79	139	457	3.17%
29	Juni	15,500	47	70	12	108	74	128	439	2.83%
30	Juni	13,800	53	94	17	133	95	168	560	4.06%
31	Juni	16,000	35	61	9	87	65	101	358	2.24%
32	Juni	12,700	69	104	26	160	120	173	652	5.13%
33	Desember	15,200	53	82	16	125	91	164	531	3.49%
34	Desember	14,600	53	77	19	117	86	154	506	3.47%
35	Desember	16,000	45	75	24	118	86	130	478	2.99%
36	Desember	13,800	62	100	27	145	107	156	597	4.33%
37	Desember	15,700	57	90	27	146	110	160	590	3.76%
38	Desember	14,300	60	85	17	131	98	159	550	3.85%
39	Desember	16,200	84	146	33	216	164	253	896	5.53%
40	Desember	15,100	89	140	37	204	152	232	854	5.66%
41	Desember	14,400	81	126	30	188	143	218	786	5.46%
42	Desember	15,600	56	92	24	141	105	180	598	3.83%
43	Desember	13,900	76	124	32	183	137	202	754	5.42%
44	Desember	16,100	84	139	31	211	154	246	865	5.37%
45	Desember	14,700	68	115	24	169	127	203	706	4.80%
46	Desember	15,300	54	91	19	132	100	164	560	3.66%
47	Desember	16,300	65	113	26	167	118	196	685	4.20%
48	Desember	14,200	70	100	25	161	122	176	654	4.61%
49	Desember	15,500	69	118	32	178	130	216	743	4.79%
50	Desember	13,700	66	107	21	154	113	188	649	4.74%
51	Desember	15,900	63	104	24	162	123	184	660	4.15%
52	Desember	13,500	67	102	29	153	109	172	632	4.68%
Total		780,000	3128	5026	1224	7538	5630	8880	31426	4.03%

2. Diagram Histogram

Data hasil pengamatan yang telah dicatat pada check sheet selanjutnya diolah ke dalam bentuk Histogram untuk menampilkan distribusi jumlah defect yang terjadi. Melalui histogram, frekuensi masing-masing jenis defect dapat terlihat lebih jelas sehingga jenis cacat yang paling dominan selama proses produksi dapat diketahui. Penyajian grafik histogram tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Histogram Jumlah Defect

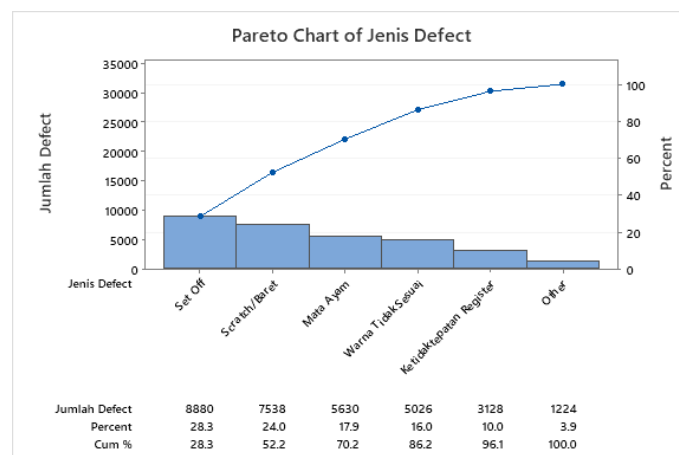
3. Diagram Pareto

Tahap selanjutnya adalah penyusunan pareto chart untuk mengetahui nilai kumulatif dari setiap jenis defect pada kemasan produk Z. Diagram Pareto digunakan untuk menunjukkan persentase masing-masing jenis kecacatan sehingga defect yang paling dominan dapat diidentifikasi dengan lebih mudah. Tabel 2. menunjukkan hasil perhitungan persentase kumulatif dari setiap jenis defect yang digunakan sebagai dasar dalam penyusunan pareto.

Tabel 2. Perhitungan Kumulatif Pareto

Jenis Defect	Jumlah Defect	Persentase	% Kumulatif
Ketidaktepatan Register	3.128	10.0%	10.0%
Warna Tidak Sesuai	5.026	16.0%	25.9%
Kotor Tinta	1.224	3.9%	29.8%
Scratch/Baret	7.538	24.0%	53.8%
Mata Ayam	5.630	17.9%	71.7%
Set-Off	8.880	28.3%	100%
Total	31.426	100%	

Diagram pareto pada Gambar 3. disusun berdasarkan hasil pengolahan data pada Tabel 2. menunjukkan jenis defect yang terjadi pada kemasan produk D.



Gambar 3. Diagram Pareto

Hasil analisis persentase kumulatif menunjukkan bahwa terdapat empat jenis defect dengan jumlah tertinggi, yaitu set-off, scratch/baret, mata ayam, dan warna tidak sesuai, dengan total persentase mencapai 86,2% dari keseluruhan defect. Hasil tersebut sejalan dengan prinsip Pareto 80/20 yang menunjukkan bahwa sebagian besar permasalahan disebabkan oleh sejumlah kecil faktor, yaitu 4 dari 6 jenis defect yang ditemukan.

4. Peta Kendali U

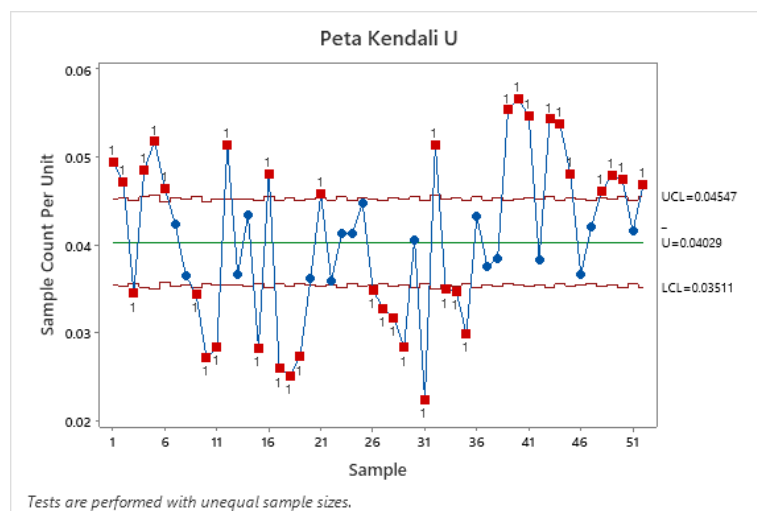
Peta kendali merupakan alat yang digunakan untuk menampilkan data hasil pengamatan sehingga kondisi proses dapat dievaluasi, apakah masih berada dalam pengendalian statistik atau tidak. Titik data yang melebihi batas kendali menunjukkan bahwa proses berada dalam kondisi out of control, sedangkan titik data yang berada di dalam batas kendali menunjukkan bahwa proses masih berada dalam kondisi in control. Berikut dibawah ini perhitungan nilai U_i , CL, UCL, LCL dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Nilai U_i , CL, UCL, LCL Kemasan Produk D Periode Mei 2025- Desember 2025

Observasi	Bulan	Total Produksi (pcs)	Jumlah Defect (pcs)	U_i	CL	UCL	LCL
1	Mei	15,200	750	0.04934	0.04029	0.04517	0.03541
2	Mei	14,750	696	0.04719	0.04029	0.04525	0.03533
3	Mei	16,300	562	0.03448	0.04029	0.04501	0.03557
4	Mei	13,900	674	0.04849	0.04029	0.04540	0.03518
5	Mei	12,650	654	0.05170	0.04029	0.04564	0.03494
6	Mei	17,100	793	0.04637	0.04029	0.04489	0.03568
7	Mei	14,200	600	0.04225	0.04029	0.04534	0.03524
8	Mei	15,450	564	0.03650	0.04029	0.04513	0.03545
9	Mei	13,250	455	0.03434	0.04029	0.04552	0.03506
10	Mei	16,800	456	0.02714	0.04029	0.04494	0.03564
11	Mei	15,100	428	0.02834	0.04029	0.04519	0.03539
12	Mei	15,300	785	0.05131	0.04029	0.04516	0.03542
13	Juni	15,400	564	0.03662	0.04029	0.04514	0.03544
14	Juni	14,800	643	0.04345	0.04029	0.04524	0.03534
15	Juni	16,200	458	0.02827	0.04029	0.04502	0.03556
16	Juni	13,600	654	0.04809	0.04029	0.04545	0.03513
17	Juni	15,900	412	0.02591	0.04029	0.04507	0.03551
18	Juni	14,100	354	0.02511	0.04029	0.04536	0.03522
19	Juni	16,500	450	0.02727	0.04029	0.04498	0.03560
20	Juni	15,000	542	0.03613	0.04029	0.04521	0.03537
21	Juni	14,300	654	0.04573	0.04029	0.04533	0.03525
22	Juni	15,700	564	0.03592	0.04029	0.04510	0.03548
23	Juni	13,900	573	0.04122	0.04029	0.04540	0.03518
24	Juni	16,100	664	0.04124	0.04029	0.04504	0.03554
25	Juni	14,600	654	0.04479	0.04029	0.04527	0.03531
26	Juni	15,200	530	0.03487	0.04029	0.04517	0.03541
27	Juni	16,300	533	0.03270	0.04029	0.04501	0.03557
28	Juni	14,400	457	0.03174	0.04029	0.04531	0.03527
29	Juni	15,500	439	0.02832	0.04029	0.04513	0.03545
30	Juni	13,800	560	0.04058	0.04029	0.04542	0.03516
31	Juni	16,000	358	0.02238	0.04029	0.04505	0.03553
32	Juni	12,700	652	0.05134	0.04029	0.04563	0.03495

33	Desember	15,200	531	0.03493	0.04029	0.04517	0.03541
34	Desember	14,600	506	0.03466	0.04029	0.04527	0.03531
35	Desember	16,000	478	0.02988	0.04029	0.04505	0.03553
36	Desember	13,800	597	0.04326	0.04029	0.04542	0.03516
37	Desember	15,700	590	0.03758	0.04029	0.04510	0.03548
38	Desember	14,300	550	0.03846	0.04029	0.04533	0.03525
39	Desember	16,200	896	0.05531	0.04029	0.04502	0.03556
40	Desember	15,100	854	0.05656	0.04029	0.04519	0.03539
41	Desember	14,400	786	0.05458	0.04029	0.04531	0.03527
42	Desember	15,600	598	0.03833	0.04029	0.04511	0.03547
43	Desember	13,900	754	0.05424	0.04029	0.04540	0.03518
44	Desember	16,100	865	0.05373	0.04029	0.04504	0.03554
45	Desember	14,700	706	0.04803	0.04029	0.04526	0.03532
46	Desember	15,300	560	0.03660	0.04029	0.04516	0.03542
47	Desember	16,300	685	0.04202	0.04029	0.04501	0.03557
48	Desember	14,200	654	0.04606	0.04029	0.04534	0.03524
49	Desember	15,500	743	0.04794	0.04029	0.04513	0.03545
50	Desember	13,700	649	0.04737	0.04029	0.04543	0.03515
51	Desember	15,900	660	0.04151	0.04029	0.04507	0.03551
52	Desember	13,500	632	0.04681	0.04029	0.04547	0.03511

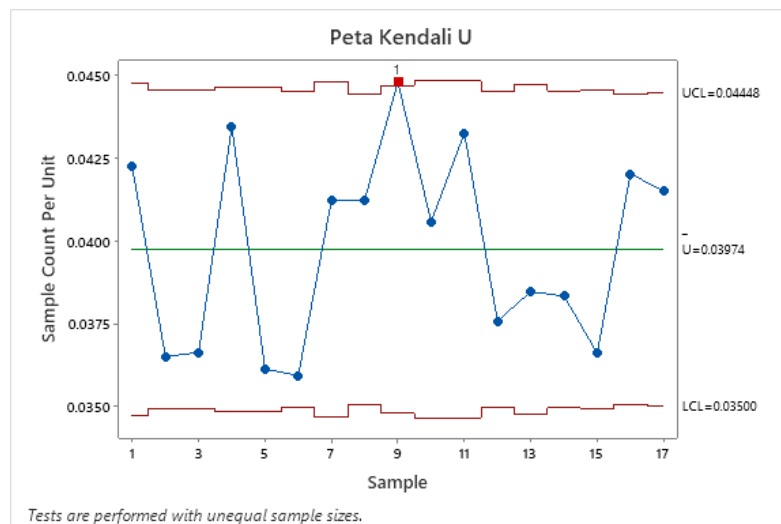
Nilai UCL dan LCL digunakan sebagai batas acuan untuk menentukan apakah data masih berada dalam kondisi terkendali atau tidak. Jika terdapat titik out of control, perlu dilakukan analisis untuk mengetahui penyebab penyimpangan. Setelah penyebabnya diketahui, data tersebut dapat dieliminasi dan peta kendali disusun kembali. Berdasarkan nilai U_i , CL, UCL, dan LCL, selanjutnya dibuat grafik peta kendali U yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. U-Chart Defect Kemasan Produk D

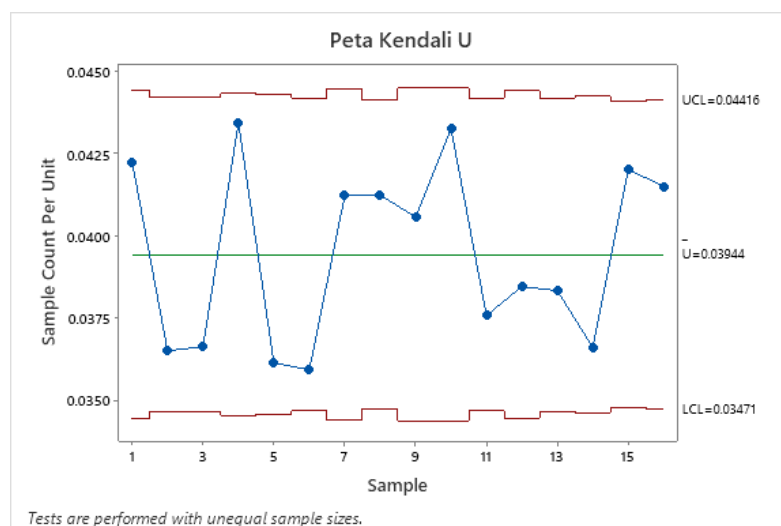
Gambar 4 menunjukkan peta kendali U dengan nilai CL sebesar 0,04029, UCL sebesar 0,04547, dan LCL sebesar 0,03511. Berdasarkan hasil pengamatan, terdapat 35 titik yang berada di luar batas kendali (out of control), yaitu pada pengamatan ke-1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 48, 49, 50, dan 52. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses produksi masih mengalami variasi yang disebabkan oleh defect pada kemasan produk D. Oleh karena itu, data yang berada di luar batas kendali dieliminasi untuk membentuk peta kendali baru dengan nilai CL, UCL, dan LCL yang diperbarui. Selanjutnya, analisis dilakukan kembali menggunakan data yang masih berada dalam batas kendali.

Berikut merupakan grafik hasil perhitungan nilai U_i , CL, UCL, dan LCL pada iterasi pertama disajikan pada Gambar 5.



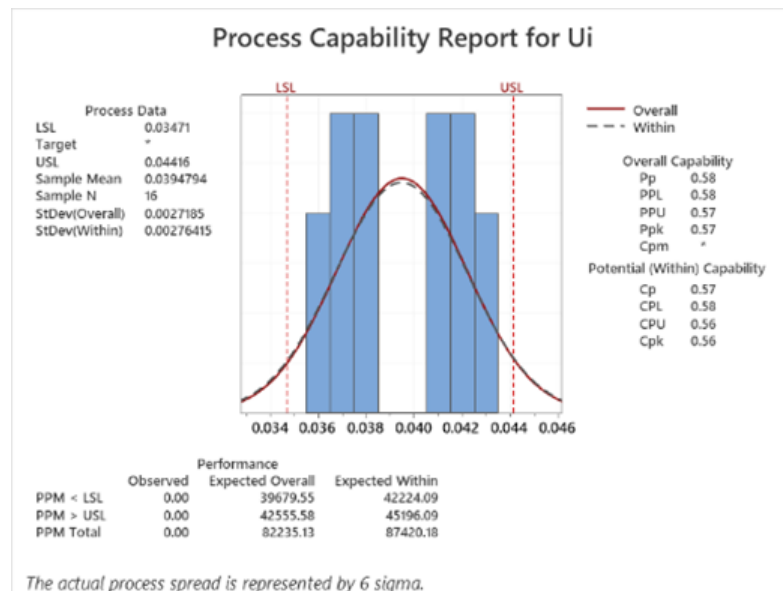
Gambar 5. U-Chart Iterasi Pertama

Berdasarkan peta kendali U pada iterasi pertama, diperoleh nilai CL sebesar 0,03974, UCL sebesar 0,04448, dan LCL sebesar 0,03500. Hasil pengamatan menunjukkan masih terdapat 1 titik yang berada di luar batas kendali (out of control), yaitu pada pengamatan ke-25. Kondisi out of control tersebut disebabkan oleh adanya jenis defect pada periode pengamatan tersebut serta operator yang kurang menjalankan SOP dalam proses produksi, sehingga menyebabkan tingkat defect melebihi batas kendali. Oleh karena itu, titik pada pengamatan ke-25 dieliminasi karena merupakan kondisi khusus (special cause variation) dalam proses produksi, kemudian dilakukan perhitungan ulang untuk membentuk peta kendali yang baru. Hasil grafik perhitungan nilai U_i , CL, UCL, dan LCL pada iterasi kedua disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. U-Chart Iterasi Kedua

Berdasarkan hasil peta kendali U pada Gambar 5, seluruh data telah berada dalam batas kendali statistik sehingga proses iterasi tidak perlu dilanjutkan. Tahap berikutnya adalah menghitung kapabilitas proses (Cpk) menggunakan nilai UCL dan LCL yang telah diperoleh. Perhitungan dilakukan dengan bantuan software Minitab pada proses produksi kemasan produk D di PT ADP, dan hasilnya disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Capability Report for Ui

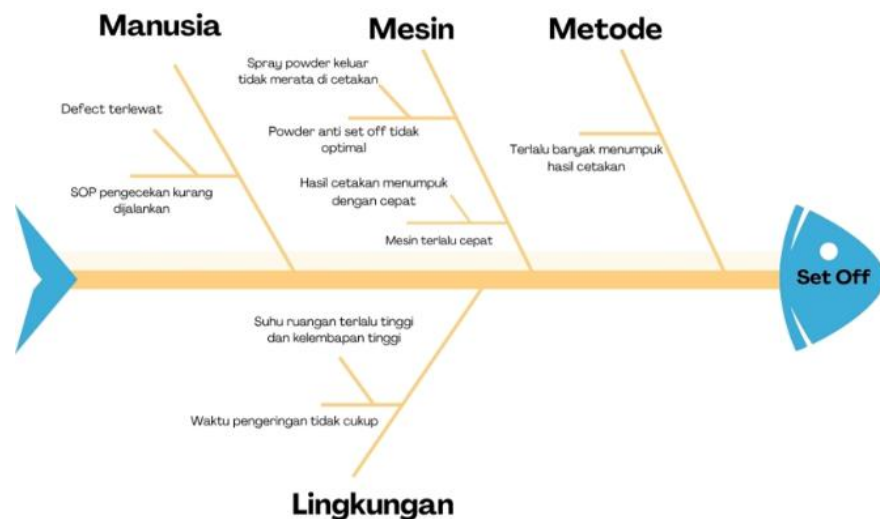
Berdasarkan hasil analisis kapabilitas proses pada Gambar 4, diperoleh nilai Cp dan Cpk <1,00. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi belum capable dan belum mampu menghasilkan produk yang memenuhi batas spesifikasi yang ditetapkan. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan proses untuk meningkatkan kemampuan proses dan mencapai standar kualitas yang diinginkan.

5. Fishbone Diagram

Hasil pengolahan data menggunakan diagram Pareto menunjukkan bahwa defect set-off, scratch/baret, mata ayam, dan warna tidak sesuai merupakan jenis cacat yang memiliki kontribusi terbesar terhadap total defect yang terjadi, dengan persentase kumulatif mencapai sekitar 80%. Sesuai dengan prinsip pareto, keempat defect tersebut diprioritaskan untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan diagram fishbone guna mengidentifikasi akar penyebab permasalahan. Faktor-faktor penyebab yang memengaruhi terjadinya masing-masing defect kemudian diuraikan berdasarkan hasil analisis diagram fishbone.

6. Set-off

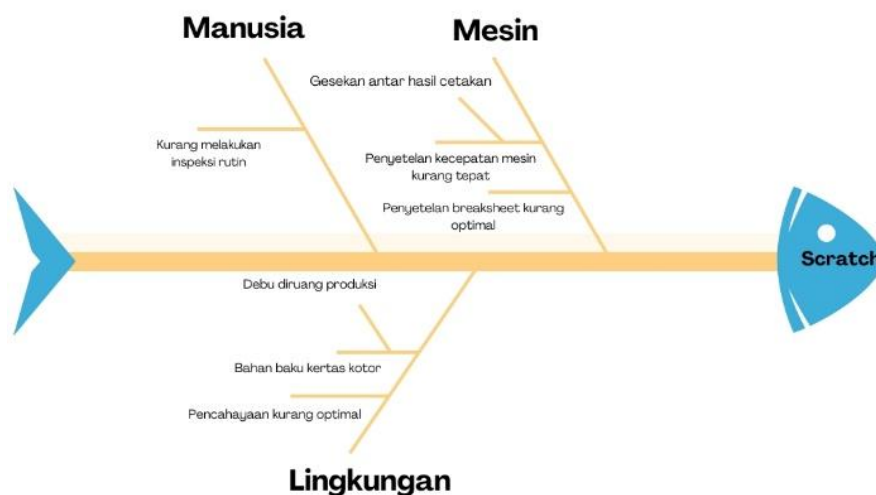
Set-off adalah kondisi cacat pada produk cetak yang terjadi karena tinta pada permukaan cetakan berpindah ke sisi belakang lembaran lain yang saling bertumpukan, sehingga menghasilkan noda atau bekas tinta yang tidak diinginkan. Permasalahan defect set-off ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu manusia, mesin, metode, dan lingkungan. Pada faktor manusia, SOP pengecekan hasil cetak kurang dijalankan secara optimal sehingga produk yang mengalami defect set-off dapat terlewat dan lolos ke proses berikutnya. Pada faktor mesin, kecepatan mesin yang terlalu tinggi menyebabkan hasil cetakan menumpuk dengan cepat sehingga tinta belum mengering secara sempurna. Selain itu, pemberian powder anti set-off yang tidak optimal mengakibatkan serbuk tidak tersebar merata pada permukaan cetakan sehingga kemampuan mencegah perpindahan tinta menjadi berkurang. Pada faktor metode, penumpukan hasil cetakan yang terlalu banyak pada meja pengeluaran menyebabkan lembaran bagian bawah menerima tekanan dari tumpukan di atasnya, sehingga tinta yang masih basah menjadi lengket dan berpindah ke permukaan cetakan lainnya. Sementara itu, pada faktor lingkungan, waktu pengeringan tinta menjadi tidak mencukupi karena suhu dan kelembapan ruangan yang terlalu tinggi, sehingga meningkatkan risiko terjadinya defect set-off pada hasil cetakan.



Gambar 8. Fishbone Defect Set-Off

7. Scratch/Baret

Defect scratch/baret ditandai oleh munculnya goresan pada permukaan kemasan yang dapat menurunkan kualitas visual produk. Permasalahan defect scratch/baret ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu manusia, mesin, dan lingkungan. Pada faktor manusia, kurangnya pelaksanaan inspeksi rutin pada hasil cetakan di setiap lintasan menyebabkan defect scratch/baret tidak segera terdeteksi sehingga berpotensi berlanjut pada proses produksi berikutnya. Pada faktor mesin, penyetelan kecepatan mesin dan penggunaan breaksheet yang kurang optimal menyebabkan terjadinya gesekan antar lembar hasil cetakan, sehingga menimbulkan goresan atau baret pada permukaan cetakan. Sementara itu, pada faktor lingkungan, pencahayaan yang kurang memadai di area produksi membuat operator sulit mendeteksi adanya scratch/baret pada hasil cetakan. Selain itu, keberadaan debu halus pada bahan baku kertas maupun di ruang produksi dapat menempel pada permukaan cetakan dan menyebabkan gesekan selama proses produksi, sehingga meningkatkan risiko terjadinya defect scratch/baret pada hasil cetakan.

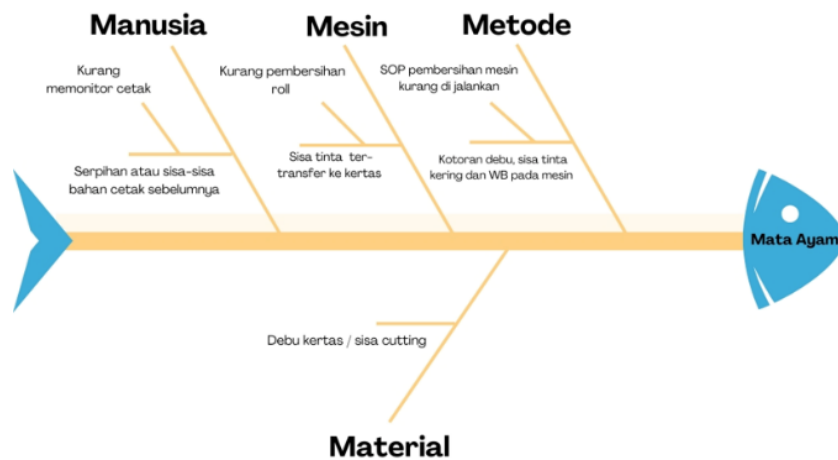


Gambar 9. Fishbone Defect Scratch/Baret

8. Mata Ayam

Defect mata ayam merupakan salah satu cacat cetak yang ditandai dengan munculnya bintik-bintik kecil, lingkaran, atau noda pada permukaan hasil cetakan. Permasalahan defect mata ayam ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu manusia, mesin, metode, dan material. Pada faktor manusia, operator kurang melakukan monitoring selama proses cetak berlangsung sehingga serpihan atau sisa bahan cetak yang menempel pada mesin tidak segera terdeteksi dan dibersihkan. Pada faktor mesin, kurangnya pembersihan pada roll mesin menyebabkan sisa tinta tertinggal pada permukaan mesin. Kondisi tersebut dapat berpindah ke permukaan kertas selama proses cetak dan menimbulkan titik atau bercak pada hasil cetakan. Pada faktor metode, SOP

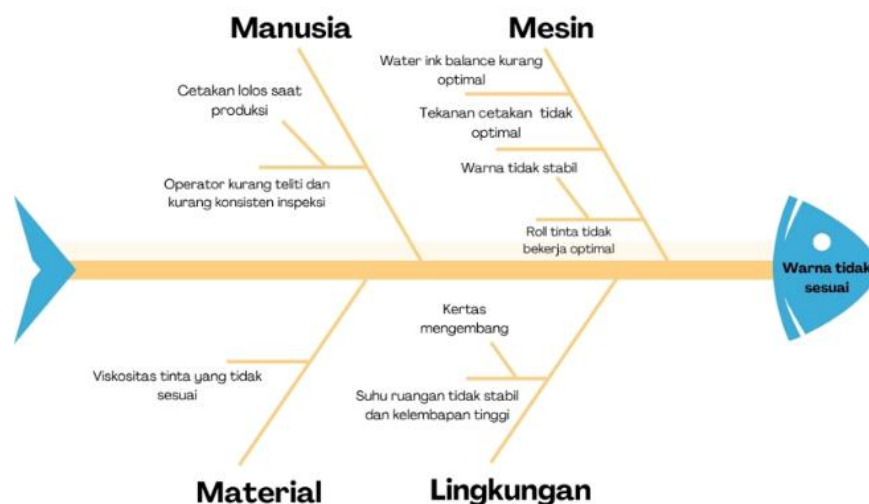
pembersihan mesin kurang dijalankan secara optimal sehingga kotoran debu, sisa tinta kering dan lapisan WB masih tertinggal pada komponen mesin. Akibatnya, debu, sisa tinta dan WB yang telah mengering atau terjatuh dapat menempel pada area cetak dan menyebabkan kecacatan visual berupa defect mata ayam. Sementara itu, pada faktor material, sisa serbuk dari proses cutting dapat terbawa dan menempel pada plate maupun blanket mesin sehingga menghasilkan noda berbentuk titik pada hasil cetakan.



Gambar 10. Fishbone Defect Mata Ayam

9. Warna Tidak Sesuai

Defect warna tidak sesuai merupakan cacat cetak yang ditandai oleh warna yang tidak merata serta hasil cetakan yang berada di luar batas standar yang telah ditetapkan pada colour guide kemasan. Permasalahan defect warna tidak sesuai dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu manusia, mesin, material, dan lingkungan. Pada faktor manusia, operator kurang teliti dalam melakukan pemeriksaan warna serta kurang konsisten dalam melakukan inspeksi pada setiap lintasan cetak, sehingga penyimpangan warna pada hasil cetakan tidak terdeteksi dan dapat lolos selama proses produksi. Pada faktor mesin, Kinerja roller tinta yang tidak optimal dapat dipengaruhi oleh kondisi roller yang telah mengalami keausan serta kegiatan pembersihan yang belum dilakukan secara maksimal. Kondisi tersebut mengakibatkan distribusi tinta ke pelat cetak menjadi kurang merata sehingga berpotensi menimbulkan ketidaksesuaian warna cetak. Selain itu, tekanan cetak yang kurang optimal dapat mempengaruhi warna yang tercetak di media cetak. Ketidakseimbangan antara air dan tinta (water-ink balance) juga dapat menyebabkan warna tercetak tidak stabil. Pada faktor material, viskositas tinta yang tidak sesuai dapat mengganggu aliran dan distribusi tinta selama proses pencetakan sehingga warna yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan. Sementara itu, pada faktor lingkungan, suhu dan kelembapan ruangan yang tidak stabil dapat mempengaruhi proses pencetakan serta kestabilan warna. Kondisi tersebut juga dapat menyebabkan kertas mengalami pengembangan atau perubahan dimensi sehingga warna hasil cetakan mengalami penyimpangan dari spesifikasi warna yang telah ditentukan.



Gambar 11. Fishbone Defect Warna Tidak Sesuai

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

Pendekatan kuantitatif diterapkan dalam penelitian ini karena proses analisis risiko dilakukan secara terukur melalui penilaian terhadap parameter Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D), yang kemudian digunakan untuk menghitung nilai Risk Priority Number (RPN) [24]. Nilai dari setiap parameter diperoleh berdasarkan penilaian responden yang memahami proses produksi serta dampaknya terhadap kualitas produk yang dihasilkan. Pengumpulan data dilakukan menggunakan kuesioner dengan skala penilaian 1–10, sehingga responden dapat memberikan evaluasi terhadap tingkat keparahan (Severity), frekuensi kejadian (Occurrence), dan kemampuan deteksi (Detection) pada setiap risiko yang diidentifikasi [25]. Berikut merupakan skala 1-10 pada parameter Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D) dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Skala Penilaian

Skala Penilaian					
Severity (S)		Occurrence (O)		Detection (D)	
Skor	Kriteria	Skor	Kriteria	Skor	Kriteria
10	Sangat Parah	10	Hampir Pasti Terjadi	10	Hampir Tidak Mungkin Terdeteksi
9	Parah Sekali	9	Sering Terjadi	9	Sangat Sulit Terdeteksi
8	Parah	8	Cukup Sering	8	Sulit Terdeteksi
7	Cukup Parah	7	Terjadi Sese kali	7	Sedikit Sulit Terdeteksi
6	Sedang	6	Kadang-Kadang	6	Mungkin Terdeteksi
5	Moderat	5	Jarang	5	Cukup Mungkin Terdeteksi
4	Kecil	4	Sangat Jarang	4	Mudah Terdeteksi
3	Sangat Kecil	3	Hampir Tidak Pernah	3	Sangat Mudah Terdeteksi
2	Minor	2	Sangat Jarang Sekali	2	Hampir Pasti Terdeteksi
1	Tidak Ada Dampak	1	Praktis Tidak Pernah	1	Pasti Terdeteksi

Survei dilakukan kepada expert dari Departemen Produksi dan Quality Control (QC) untuk memperoleh penilaian terhadap tingkat keparahan (Severity), kemungkinan terjadinya (Occurrence), dan kemampuan deteksi (Detection) dari setiap potensi kegagalan yang teridentifikasi. Penilaian tersebut digunakan sebagai dasar perhitungan RPN guna menentukan prioritas perbaikan. Keterlibatan expert yang memahami proses produksi secara langsung akan memperoleh hasil penilaian lebih akurat dan sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Berikut hasil perhitungan nilai RPN dari setiap potensi kegagalan berdasarkan jenis defectnya ditunjukkan pada Tabel 5. 6. 7. 8.

Tabel 5. Nilai FMEA Set-Off

Faktor	Identifikasi Penyebab Kegagalan	Identifikasi Dampak Kegagalan	S	Pemicu Kegagalan	O	Tindakan Pengendalian Saat Ini	D	RPN	Prioritas
Manusia	SOP pengecekan kurang dijalankan	Defect terlewat dan cetakan inspeksi	7	Operator kurang rutin dalam melakukan pengecekan hasil cetakan	5	Pengawasan dan <i>briefing</i> operator sebelum produksi	4	140	3
Mesin	Mesin terlalu cepat	Hasil cetakan menumpuk dengan cepat sehingga tinta belum kering sempurna	5	Operator terburu-buru banyaknya produksi	5	Memonitoring kecepatan mesin	4	100	4
Mesin	<i>Powder</i> anti set-off tidak optimal	Spray powder keluar tidak merata pada hasil cetakan	6	Kurang adanya pemeriksaan <i>spray powder</i> pada mesin.	5	Pemeriksaan distribusi <i>powder</i> secara berkala	6	180	1
Metode	Hasil cetakan menumpuk terlalu banyak	Permukaan cetakan saling menempel dan tinta berpindah ke lembar lain	6	Tidak adanya batasan tumpukan meja pengeluaran	4	Memantau jumlah tumpukan hasil cetakan	6	144	2

Lingkungan	Suhu dan kelembapan ruangan terlalu tinggi	Waktu pengeringan tinta menjadi lebih lama	5	Tidak adanya standar suhu dan kelembapan pada ruang produksi	5	Mengatur suhu dan kelembapan ruangan produksi	4	100	4
------------	--	--	---	--	---	---	---	-----	---

Berdasarkan hasil analisis FMEA pada defect set-off, terdapat tiga penyebab kegagalan yang diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan berdasarkan nilai RPN tertinggi. Prioritas pertama adalah powder anti set-off tidak optimal dengan nilai RPN 180, yang disebabkan oleh distribusi spray powder yang tidak merata. Perbaikan yang diusulkan yaitu melakukan perawatan unit powder secara berkala serta menerapkan dan membuat checklist pemeriksaan distribusi powder. Prioritas kedua adalah hasil cetakan menumpuk terlalu banyak dengan nilai RPN 144, perbaikan yang diusulkan yaitu pengendalian jumlah tumpukan dan penetapan batas maksimal tumpukan pada setiap palet. Prioritas ketiga adalah SOP pengecekan kurang dijalankan dengan nilai RPN 140, perbaikan yang diusulkan yaitu perlu diterapkan dan membuat checklist inspeksi rutin untuk memastikan pemeriksaan dilakukan secara konsisten. Oleh karena itu, penelitian ini memfokuskan usulan perbaikan pada ketiga penyebab kegagalan tersebut karena memiliki tingkat risiko tertinggi dan berpotensi memberikan dampak paling signifikan dalam mengurangi defect set-off.

Tabel 6. Nilai FMEA Scratch/Baret

Faktor	Identifikasi Penyebab Kegagalan	Identifikasi Dampak Kegagalan	S	Pemicu Kegagalan	O	Tindakan Pengendalian Saat Ini	D	RPN	Prioritas
Manusia	Kurang melakukan inspeksi rutin	Defect scratch/baret pada hasil cetakan tidak terdeteksi	6	SOP yang kurang di jalankan	5	Memonitoring karyawan dan <i>briefing</i>	5	150	3
Mesin	Kecepatan mesin kurang tepat	Terjadi gesekan antar hasil cetakan	5	Setelan mesin kurang tepat	5	Pengaturan dan monitoring kecepatan mesin saat produksi	5	125	4
Mesin	Penyetelan <i>breaksheet</i> kurang optimal	Permukaan cetakan mengalami baret atau goresan	7	Posisi dan fungsi <i>breaksheet</i> tidak bekerja optimal	7	Pemeriksaan setting <i>breaksheet</i> sebelum produksi	6	294	1
Lingkungan	Bahan baku kertas kotor	Debu halus pada kertas di ruang produksi menyebabkan gesekan pada permukaan cetakan	7	Bahan baku tidak ditutup	6	Menutup material kertas dengan pembungkus kertas coklat	6	252	2
Lingkungan	Pencahayaan kurang optimal	Operator sulit melihat defect scratch/baret pada cetakan	4	Intensitas pencahayaan kurang maksimal	4	Mengganti lampu secara berkala dengan intensitas cahaya yang cukup	5	80	5

Berdasarkan hasil analisis FMEA pada defect scratch/baret, terdapat tiga penyebab kegagalan yang diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan berdasarkan nilai RPN tertinggi. Prioritas pertama adalah penyetelan *breaksheet* kurang optimal dengan nilai RPN 294, yang menyebabkan terjadinya gesekan pada permukaan cetakan. Perbaikan yang diusulkan yaitu membuat dan menerapkan checklist pemeriksaan *breaksheet* sebelum proses produksi. Prioritas kedua adalah bahan baku kertas kotor dengan nilai RPN 252, sehingga diperlukan perbaikan sistem penyimpanan bahan baku melalui penutupan kertas menggunakan wrap plastik untuk mencegah kontaminasi debu. Prioritas ketiga adalah kurang melakukan inspeksi rutin dengan nilai RPN 150, sehingga perlu diterapkan dan membuat checklist inspeksi rutin agar proses pemeriksaan dilakukan secara konsisten dan terdokumentasi.

Tabel 7. Nilai FMEA Mata Ayam

Faktor	Identifikasi Penyebab Kegagalan	Identifikasi Dampak Kegagalan	S	Pemicu Kegagalan	O	Tindakan Pengendalian Saat Ini	D	RPN	Prioritas
Manusia	Kurang melakukan	Serpihan atau sisa bahan cetak pada menempel	7	Kurang menjalankan SOP	6	Monitoring proses cetak secara berkala oleh operator dan	5	210	3

	monitoring cetak	mesin dan hasil cetakan			pengawasan karyawan				
Mesin	Kurang pembersihan roll	Sisa tinta berpindah ke permukaan kertas	5	Roll tidak dibersihkan secara maksimal	5	Pembersihan sebelum dan sesudah produksi	5	125	4
Metode	SOP pembersihan mesin kurang dijalankan	Kotoran debu, sisa tinta kering dan WB menempel pada area cetak sehingga menimbulkan bercak	8	Operator kurang menjalankan prosedur pembersihan mesin sesuai SOP	6	Pengawasan pelaksanaan SOP pembersihan mesin	6	288	1
Material	Debu kertas atau sisa cutting	Timbul noda berbentuk titik pada hasil cetakan	6	Tidak adanya pemeriksaan kebersihan kertas	8	Pembersihan material kertas	5	240	2

Berdasarkan hasil analisis FMEA pada defect mata ayam, terdapat tiga penyebab kegagalan yang diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan berdasarkan nilai RPN tertinggi. Prioritas pertama adalah SOP pembersihan mesin kurang dijalankan dengan nilai RPN 288, yang menyebabkan debu, sisa tinta, dan water base masih menempel pada area cetak. Perbaikan yang diusulkan yaitu membuat checklist penjadwalan pembersihan mesin secara rutin disertai pengawasan berkala. Prioritas kedua adalah debu kertas atau sisa cutting dengan nilai RPN 240, perbaikan yang diusulkan yaitu diperlukan pemeriksaan kebersihan material sebelum digunakan, pembersihan sisa cutting pada kertas secara rutin, dan penggunaan air duster untuk menghilangkan debu pada permukaan kertas. Prioritas ketiga adalah kurang melakukan monitoring cetak dengan nilai RPN 210, perbaikan yang diusulkan yaitu perlu diterapkan dan membuat checklist pemeriksaan hasil cetakan secara rutin agar proses monitoring dilakukan secara konsisten dan terdokumentasi.

Tabel 8. Nilai FMEA Warna Tidak Sesuai

Faktor	Identifikasi Penyebab Kegagalan	Identifikasi Dampak Kegagalan	S	Pemicu Kegagalan	O	Tindakan Pengendalian Saat Ini	D	RPN	Prioritas
Manusia	Operator kurang teliti dan kurang konsisten inspeksi	Cetakan lolos saat produksi	7	SOP kurang dijalankan	8	Pemeriksaan warna hasil cetakan secara berkala	6	336	1
Mesin	Roll tinta tidak berkerja optimal	Warna stabil	7	Roller yang sudah aus dan kurang perawatan berkala	6	Pemeliharaan roller tinta serta kalibrasi mesin dilakukan secara berkala.	6	252	2
Mesin	Tekanan cetakan tidak optimal	Warna konsisten	4	Kurangnya kalibrasi mesin	5	Melakukan kalibrasi mesin pada tekanan cetak	5	100	6
Mesin	<i>Water ink balance</i> kurang optimal	Warna tercetak tidak sesuai pada permukaan cetakan	5	Kurang kontrol pada keseimbangan antara air dan tinta pada proses cetak	5	Pengontrolan pengaturan <i>water ink balance</i> saat produksi	7	175	3
Material	Viskositas tinta tidak sesuai	Warna cetakan sesuai	5	Tidak adanya standar pada tinta	6	Pemeriksaan kekentalan tinta sebelum proses cetak	5	150	5
Lingkungan	Bahan kertas cetak mengembang	Warna cetakan mengalami penyimpangan	6	Tidak adanya standar suhu dan lembab ruangan	7	Mengatur suhu dan kelembapan ruang produksi	4	168	4

Berdasarkan hasil analisis FMEA pada defect warna tidak sesuai, terdapat tiga penyebab kegagalan yang diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan berdasarkan nilai RPN tertinggi. Prioritas pertama adalah operator kurang teliti dan kurang konsisten dalam inspeksi dengan nilai RPN 336, perbaikan yang diusulkan yaitu pelatihan ulang mengenai pengendalian warna dan penggunaan spectrodensitometer, serta penerapan dan membuat checklist pengecekan warna secara rutin.

Prioritas kedua adalah roll tinta tidak bekerja optimal dikarenakan roller sudah aus dengan nilai RPN 252, perbaikan yang diusulkan yaitu perawatan berkala dan kalibrasi mesin untuk menjaga kestabilan distribusi warna. Prioritas ketiga adalah water ink balance kurang optimal dengan nilai RPN 175, perbaikan yang diusulkan yaitu pengontrolan dan pemeriksaan water ink balance secara berkala sesuai spesifikasi warna yang ditetapkan.

Dashboard

Dashboard monitoring kualitas dirancang berdasarkan data hasil pengolahan metode SPC, seperti nilai U_i , UCL, CL, LCL, jumlah dan persentase defect, diagram Pareto, histogram, serta capability process. Selain itu, digunakan data pendukung berupa suhu, kelembapan ruangan, dan tekanan cetak. Data tersebut menjadi dasar dalam pengembangan Early Warning System (EWS) berbasis dashboard untuk memantau kualitas proses produksi. Setelah data ditentukan, tahap berikutnya adalah penyusunan storyboard sebagai rancangan tampilan dashboard.

Rancangan Storyboard

Pada tahap perancangan, kegiatan difokuskan pada pemilihan komponen informasi yang akan ditampilkan serta penyusunan tata letak dashboard. Proses diawali melalui penyusunan storyboard sebagai panduan untuk menggambarkan alur penyajian informasi, struktur konten, urutan tampilan, serta navigasi yang akan digunakan pada dashboard [26]. Penyusunan komponen dashboard dibagi ke dalam beberapa bagian yang ditampilkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Storyboard

No	Scene	Isi	Keterangan
1.	Scene 1	Dashboard	Menampilkan sistem monitoring peringatan deteksi dini penyimpangan proses.
2.	Scene 2	Slicer periode	Menampilkan pilihan periode.
3.	Scene 3	Status sekarang	Menampilkan peringatan critical.
4.	Scene 4	Periode	Menampilkan periode data.
5.	Scene 5	Penyebab utama	Menampilkan status peringatan data suhu, kelembapan dan tekanan cetak.
6.	Scene 6	KPI ringkasan	Menampilkan data jumlah defect, rata-rata defect, maksimal defect, status nilai defect, trend.
7.	Scene 7	Peta kendali u dan monitoring Menggunakan slicer	Menampilkan grafik peta kendali serta monitoring.
8.	Scene 8	Pareto	Menampilkan grafik pareto.
9.	Scene 9	Histogram dengan slicer	Menampilkan grafik histogram.
10.	Scene 10	Kapabilitas proses	Menampilkan grafik kapabilitas proses.
11.	Scene 11	Tabel monitoring periode	Menampilkan data periode, jumlah produksi, status, trend, persentase defect, U_i , CL, UCL, LCL, dan penyebab utama.

Pada tahap implementasi, rancangan storyboard diterapkan ke dalam dashboard Early Warning System (EWS) menggunakan berbagai fitur Microsoft Excel, seperti pivot table, chart, dan rumus excel. Dashboard yang dikembangkan mampu menyajikan informasi kondisi kualitas proses secara visual, interaktif, dan mudah dipahami. Tampilan utama dashboard digunakan sebagai representasi akhir sistem yang dirancang untuk mendukung pemantauan kualitas secara efektif.

Kategori Status Peringatan Early Warning System

Kategori peringatan pada Early Warning System (EWS) digunakan untuk menginformasikan kondisi kualitas proses berdasarkan hasil pemantauan SPC. Klasifikasi peringatan terdiri atas ok, warning, alert, dan critical. Penjelasan kategori setiap tingkat peringatan ditampilkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Kategori Status Peringatan

Peringatan	Keterangan
OK	Menunjukkan kondisi proses produksi berjalan normal dan terkendali.
Critical	Data berada di luar batas kendali.
Warning	Persentase defect telah melebihi batas toleransi yang ditetapkan perusahaan.
Alert	Nilai Ui pada peta kendali U menunjukkan kecenderungan (trend) meningkat atau menurun secara berurutan.

Dashboard Early Warning System (EWS)

Dashboard Early Warning System (EWS) dirancang dan dikembangkan berdasarkan storyboard yang telah disusun sebelumnya sebagai media pemantauan kualitas proses produksi. Dashboard ini menyajikan informasi secara visual dan informatif dengan mengelompokkan kondisi proses ke dalam empat tingkat peringatan, yaitu ok, warning, alert, dan critical. Kategori peringatan tersebut membantu supervisor produksi dalam mengidentifikasi tingkat risiko serta menentukan prioritas tindakan yang perlu dilakukan. Dengan adanya dashboard ini, proses pemantauan kualitas dapat dilakukan secara lebih cepat, efektif, dan terstruktur sehingga potensi penyimpangan dapat dideteksi lebih dini dan ditindaklanjuti secara tepat. Tampilan keseluruhan Dashboard EWS ditunjukkan pada Gambar 12.



MONITORING PERIODE									
Periode	Produksi	Defect	Status	Trend (U)	% defect	U	CL	UCL	LCL
1	7620	750	CRITICAL	0	4.92	0.047362	0.0427	0.043174	0.034801007
2	16750	494	CRITICAL	0	4.72	0.04786	0.0427	0.043248	0.03522561
3	16200	562	CRITICAL	0	3.45	0.034379	0.0427	0.043086	0.03527291
4	13900	474	CRITICAL	0	4.85	0.04849	0.0427	0.043797	0.03582771
5	12650	454	CRITICAL	0	5.17	0.0517	0.0427	0.043644	0.034753807
6	13900	793	CRITICAL	0	4.44	0.046374	0.0427	0.044895	0.035684801
7	12650	480	OK	0	4.73	0.04754	0.0427	0.043633	0.035736452
8	17000	544	OK	0	3.65	0.036305	0.0427	0.043154	0.035443384
9	16200	425	CRITICAL	0	3.43	0.03434	0.0427	0.043521	0.03505642

Gambar 12. Tampilan Dashboard Early Warning System (EWS)

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan enam jenis defect pada produk D dengan total kecacatan sebesar 31.426 pcs. Analisis Pareto menunjukkan bahwa defect set-off, scratch/baret, mata ayam, dan warna tidak sesuai merupakan defect dominan yang menyumbang 86,2% dari total kecacatan sehingga menjadi prioritas utama perbaikan. Hasil analisis SPC menunjukkan bahwa pada kondisi awal proses produksi belum terkendali secara statistik karena masih terdapat titik pengamatan di luar batas kendali. Setelah dilakukan iterasi dan eliminasi data, proses berada dalam kondisi terkendali. Namun, nilai kapabilitas proses yang masih rendah menunjukkan bahwa kemampuan proses dalam memenuhi spesifikasi kualitas belum optimal dan masih memerlukan peningkatan.

Berdasarkan hasil analisis FMEA, diperoleh penyebab kegagalan dengan nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi pada setiap defect dominan yang menjadi prioritas perbaikan, yaitu pada defect set-off, penyebab utama adalah powder anti set-off tidak optimal dengan nilai RPN 180, sehingga perbaikan yang diusulkan berupa perawatan unit powder secara berkala dan penerapan serta pembuatan checklist pemeriksaan distribusi powder. Pada defect scratch/baret, penyebab utama adalah penyetelan breaksheet kurang optimal dengan nilai RPN 294, sehingga usulan perbaikannya penerapan serta pembuatan checklist pemeriksaan setting breaksheet sebelum proses produksi. Pada defect mata ayam, penyebab utama adalah SOP pembersihan mesin kurang dijalankan dengan nilai RPN 288, sehingga solusi perbaikannya penjadwalan pembersihan mesin secara rutin serta pembuatan checklist kebersihan mesin. Sementara itu, pada defect warna tidak sesuai, penyebab utama adalah operator kurang teliti dan kurang konsisten dalam inspeksi dengan nilai RPN 336, sehingga usulan perbaikan diperlukan pelatihan ulang operator serta penerapan dan pembuatan checklist inspeksi warna selama proses produksi. Secara keseluruhan, hasil FMEA menunjukkan bahwa penyebab kegagalan dengan tingkat risiko tertinggi berasal dari faktor manusia, metode, dan mesin. Implementasi usulan perbaikan pada penyebab kegagalan dengan nilai RPN tertinggi tersebut diharapkan dapat mengurangi potensi terjadinya defect dan meningkatkan kualitas produk secara lebih konsisten.

Dashboard Early Warning System (EWS) berhasil dirancang sebagai media pemantauan kualitas proses produksi yang mengelompokkan kondisi proses ke dalam kategori ok, warning, alert, dan critical. Dashboard ini membantu supervisor produksi mendeteksi potensi penyimpangan lebih dini, menentukan prioritas tindakan, serta meningkatkan efektivitas dan pengendalian kualitas proses produksi.

Berdasarkan hasil penelitian, perusahaan perlu memprioritaskan perbaikan pada defect yang paling dominan untuk menurunkan tingkat cacat dan meningkatkan kualitas produk. Usulan perbaikan yang dihasilkan dapat dijadikan acuan dalam upaya peningkatan kualitas proses produksi. Namun, penelitian ini masih terbatas hanya sampai tahap identifikasi masalah dan penyusunan rekomendasi perbaikan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan implementasi serta evaluasi usulan perbaikan secara menyeluruh untuk mengukur efektivitas tindakan yang dilakukan terhadap penurunan tingkat defect dan peningkatan kapabilitas proses produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. F. Ningrum, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode Statistical Process Control (Spc) Pada Pt Difa Kreasi," *J. Bisnisan Ris. Bisnis Dan Manaj.*, Vol. 1, No. 2, Pp. 61–75, 2019, Doi: 10.52005/Bisnisan.V1i2.14.
- [2] D. L. Trenggonowati And N. M. Arafany, "Pengendalian Kualitas Produk Baja Tulangan Sirip 25 Dengan Menggunakan Metode Spc Di Pt Krakatau Wajatama Tbk," *J. Ind. Serv.*, Vol. 3, No. 2, Pp. 122–131, 2018, Doi: <http://dx.doi.org/10.36055/jiss.V3i2.3188>.
- [3] A. Rahman And F. Fahma, "Use Of The Method Fmeca (Failure Modes Effects Criticality Analysis) In The Identification Of Critical Point In Industrial Packaging," *J. Teknol. Ind. Pertan.*, Vol. 31, No. 1, Pp. 110–119, 2021, Doi: <https://doi.org/10.24961/J.Tek.Ind.Pert.2021.31.1.110>.
- [4] N. Suhartini, "Penerapan Metode Statistical Proses Control (Spc) Dalam Mengidentifikasi Faktor Penyebab Utama Kecacatan Pada Proses Produksi Produk Abc," *J. Ilm. Teknol. Dan Rekayasa*, Vol. 25, No. 1, Pp. 10–23, 2020, Doi: 10.35760/Tr.2020.V25i1.2565.
- [5] M. A. Rahmadiano And W. Prastiwinarti, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk A Menggunakan Pendekatan Statistical Process Control Di Pt Xyz," *Semin. Nas. Inov. Vokasi*, Vol. 4, Pp. 1273–1281, 2025, [Online]. Available: <https://prosiding.pnj.ac.id/index.php/Sniv/Article/View/3935>
- [6] P. P. Novaliansyah, J. M. P. Silalahi, And T. Sukreni, "Pengendalian Kualitas Dengan Metode Statistical Process Control (Spc) Pada Line Produksi Semi Solid," *J. Kaji. Ilm.*, Vol. 23, No. 3, Pp. 295–308, 2023, Doi:

- <https://doi.org/10.31599/Q7taxw33>.
- [7] R. Mardhiah, Aprissa, Asih, "Analisis Resiko Kebakaran Di Bandara Rr Menggunakan Metode Fmea," *Metod. J. Tek. Ind.*, Vol. 9, No. 1, Pp. 22–33, 2023, Doi: <https://doi.org/10.33506/Mt.V9i1.2205>.
 - [8] Apriyan, Setiawan, And Ervianto, "Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proyek Bangunan Gedung Dengan Metode Fmea," *J. Muara Sains, Teknol. Kedokt. Dan Ilmu Kesehat.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 115–123, 2017, Doi: <https://doi.org/10.24912/Jmstkik.V1i1.419>.
 - [9] P. K. Alifka And F. Apriliani, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode Statistical Process Control (Spc) Dan Failure Mode And Effect Analysis (Fmea)," *Fact. J. Ind. Manaj. Dan Rekayasa Sist. Ind.*, Vol. 2, No. 3, Pp. 97–118, 2024, Doi: <https://doi.org/10.56211/Factory.V2i3.486>.
 - [10] F. E. Naufalina, "Peranan Utama Pada Anyaman Bambu Sebagai Kemasan Telur Asin Brebes," *Atrat J. Seni Rupa*, Vol. 8, No. 2, Pp. 195–202, 2021, Doi: <https://doi.org/10.26742/Atrat.V8i2.1527>.
 - [11] E. Ermawati, "Pendampingan Peranan Dan Fungsi Kemasan Produk Dalam Dunia Pemasaran Desa Yosowilangun Lor," *Empower. Soc.*, Vol. 2, No. 2, Pp. 15–22, 2019, Doi: [10.30741/Eps.V2i2.459](https://doi.org/10.30741/Eps.V2i2.459).
 - [12] R. Galingging And S. Arif, "Analisis Pengendalian Cetak Kotor (Scumming) Pada Mesin Cetak Offset Gronhi 524 Di Percetakan Mau Grafika Smk Negeri 4 Malang (Studi Kasus Cetak Kemasan Martabak Marcello)," *J. Magenta, Smk Trisakti*, Vol. 6, No. 01, Pp. 892–909, 2022, Doi: [10.61344/Magenta.V6i01.84](https://doi.org/10.61344/Magenta.V6i01.84).
 - [13] F. S. Dillah, A. I. Sabilah, And D. Sjarifudin, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Tube Untuk Mengurangi Cacat Produk Dengan Metode Spc Dan Fmea Di Pt Dnia," *Pros. Semnastek Ft-Ubj*, Vol. 1, No. 1, Pp. 1–13, 2024.
 - [14] M. F. Y. Haryono And S. Sumiati, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Paving Block Menggunakan Metode Statistical Quality Control (Sqc) Dan Failure Mode Effect Analysis (Fmea) Di Pt. Duta Beton Mandiri, Pasuruan," *J. Penelit. Rumpun Ilmu Tek.*, Vol. 2, No. 3, Pp. 45–65, 2023, Doi: [10.58227/Jiei.V1i1.66](https://doi.org/10.58227/Jiei.V1i1.66).
 - [15] T. H. Suryatman, M. E. Kosim, And S. Julaha, "Sqc Method Is Used On Roma Sandwich Production In Order To Reduce The Rejection On The Packing," *J. Ind. Manuf.*, Vol. 5, No. 1, Pp. 1–12, 2020, Doi: [10.31000/Jim.V5i1.2429](https://doi.org/10.31000/Jim.V5i1.2429).
 - [16] N. R. S. U, N. R. Ratih, And M. A. Niam, "Penerapan Metode Statistical Proses Control (Spc) Dan Failure Mode Andeffect Analysis (Fmea) Terhadap Pengendalian Kualitas Produk," *J. Ilm. Cendekia Akunt.*, Vol. 7, No. 4, Pp. 38–51, 2022, Doi: <https://doi.org/10.32503/Cendekiaakuntansi.V7i4.2871>.
 - [17] A. Nissra And A. Saputra, "Analisis Faktor Pengendalian Tingginya Kadar Air Pada Produksi Crude Palm Oil Melalui Pendekatan Spc Dan Fmea Di Pt Socfindo Seunagan," *Sitekin J. Sains, Teknol. Dan Ind.*, Vol. 19, No. 2, Pp. 350–356, 2022, Doi: <http://dx.doi.org/10.24014/Sitekin.V19i2.17817>.
 - [18] S. A. Danik, S. Sukmawati, And M. Mislana, "Analisis Pengendalian Kualitas Mesin Buffering Di Pt. Communication Cable Systems Indonesia Menggunakan Metode Spc Dan Fmea," *J. Taguchi J. Ilm. Tek. Dan Manaj. Ind.*, Vol. 5, No. 2, Pp. 533–544, 2025, Doi: <https://doi.org/10.46306/Tgc.V5i2.299>.
 - [19] V. Andriani, F. Yanuar, And Y. Asdi, "Analisis Pengendalian Kualitas Pada Produksi Lampu Tl Di Pt Philips Indonesia Dengan Peta Kendali U Dan Decision On Belief (Dob)," *J. Mat. Unand*, Vol. 10, No. 2, Pp. 194–201, 2021, Doi: [10.25077/Jmu.10.2.194-201.2021](https://doi.org/10.25077/Jmu.10.2.194-201.2021).
 - [20] S. D. Herindawan And Y. Utomo, "Penggunaan Statistical Process Control (Spc) Dan Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Pada Identifikasi Kecacatan Produk Susu Uht Di Pt. Cmd," *J. Taguchi J. Ilm. Tek. Dan Manaj. Ind.*, Vol. 5, No. 1, Pp. 21–32, 2025, Doi: <https://doi.org/10.46306/Tgc.V5i1.277>.
 - [21] N. K. Azis And N. A. Mahbubah, "Managing Quality Of Casting Cover Case Type En 1-315 Using Spc And Fmea Methods," *Tek. Sains J. Ilmu Tek.*, Vol. 8, No. 1, Pp. 44–57, 2023, Doi: [10.24967/Teksis.V8i1.2142](https://doi.org/10.24967/Teksis.V8i1.2142).
 - [22] K. Putri Adisti And I. Nugraha, "Implementasi Sistem Dashboard Untuk Visualisasi Data Monitoring Penagihan Dengan Menggunakan Google Looker Studio," *Jati (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, Vol. 9, No. 2, Pp. 1855–1861, 2025, Doi: <https://doi.org/10.36040/Jati.V9i2.12744>.
 - [23] Y. Firmanto, "Early Warning System: Solusi Klaim Negatif Rumah Sakit Program Jaminan Kesehatan Nasional," *Jeam J. Ekon. Akunt. Dan Manaj.*, Vol. 20, No. 1, Pp. 12–32, 2021.
 - [24] R. A. Putra, A. S. K. Lestari, And R. A. Sari, "Analisis Risk Priority Number (Rpn) Menggunakan Failure Mode And Effects Analysis (Fmea) Terhadap Hasil Inspeksi Airworthiness," *J. Mhs. Dirgant.*, Vol. 4, No. 2, Pp. 84–89, 2025, Doi: <https://doi.org/10.35894/Jmd.V4i2.177>.
 - [25] A. Basuki And I. Chusnayaini, "Identifikasi Resiko Kegagalan Proses Penyebab Terjadinya Cacat Produk Dengan Metode Fmea-Saw," *Matrik J. Manaj. Dan Tek. Ind. Produksi*, Vol. 22, No. 1, Pp. 37–44, 2021, Doi: <https://doi.org/10.30587/Matrik.V22i1.1967>.
 - [26] Y. D. Ayuningtyas, A. Fitriana, And A. Afandi, "Perancangan Dashboard Berbasis Microsoft Excel Untuk Pengelolaan Keuangan (Studi Kasus : Umkm Mel Kitchen Malang)," *J. Satya Mandiri Manaj. Dan Bisnis*, Vol. 11, No. 2, Pp. 134–141, 2025, Doi: <https://doi.org/10.54964/Satyamandiri.V11i2.520>.