



Analisis Penyebab Kontaminasi Pada Saat Proses Laminasi Ekstrusi Dengan *Surface Inspection System* Kemasan Lid Mie Instan Cup

Rumbel Galingging¹, Rendi Sudtando², Toni Sitompul³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Grafika, Sekolah Tinggi Media Komunikasi Trisakti- Jakarta, Indonesia

Article Info

Article history:

Received January 15, 2025

Revised January 15, 2025

Accepted January 15, 2025

Kata Kunci:

Laminasi Ekstrusi,
Pengendalian Kualitas,
Kontaminasi,
SQC

Keywords:

Extrusion Lamination,
Quality Control,
Contaminations,
SQC

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis upaya mengurangi kontaminasi pada proses laminasi ekstrusi pada proses produksi lid mie instan cup di PT X. Kontaminasi, khususnya masalah PE kotor, kerap menyebabkan kerugian dari keluhan pelanggan. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi sumber kontaminasi dan menentukan solusi perbaikan menggunakan metode analisis *Statistical Quality Control* (SQC) yang meliputi *check sheet*, diagram pareto, peta kendali, dan diagram sebab akibat. Berdasarkan hasil analisis, ditemukan bahwa kontaminasi PE kotor disebabkan oleh faktor lingkungan (pendingin udara tidak stabil dan kebersihan ruang produksi yang kurang baik), pengendalian kualitas yang kurang baik, kurangnya kemampuan operator, perawatan mesin yang kurang optimal serta kualitas resin PE yang kurang konsisten. Rekomendasi yang diajukan mencakup pengendalian suhu ruangan produksi, jadwal kebersihan rutin, peningkatan standar operasional, perawatan mesin secara berkala, dan kontrol kualitas bahan baku. Implementasi solusi ini diharapkan dapat menurunkan tingkat kontaminasi dan meningkatkan efisiensi proses produksi laminasi ekstrusi di PT X.

ABSTRACT

This study analyzed to reduce contamination in the extrusion lamination process of instant noodle cup lid packaging at X company. Contamination particularly dirty PE, often causes losses and customer complaints. The study aims to identify sources of contamination and propose corrective solutions using Statistical Quality Control (SQC) methods, including check sheets, Pareto diagrams, control charts, and cause-and-effect diagrams. Based on the analysis, it was found that dirty PE contamination is caused by environmental factors (unstable air conditioning and poor cleanliness of the production area), suboptimal methods, operator negligence, inadequate machine maintenance, and inconsistent resin quality. Recommendations include room temperature control, regular cleaning schedules, improvement of operational standards, routine machine maintenance, and quality control of raw materials. Implementing these solutions is expected to reduce contamination levels and increase efficiency in the extrusion lamination production process at x company

This is an open access article under the [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.



Corresponding Author:

Rumbel Galingging
Program Studi Teknologi Grafika, Sekolah Tinggi Media Komunikasi Trisakti
Jakarta, Indonesia
Email: rumbel.galingging@trisaktimultimedia.ac.id

1. PENDAHULUAN

Kemasan adalah suatu wadah atau pembungkus yang digunakan sebagai pelindung untuk produk yang dikemas, serta berfungsi untuk membangun identitas suatu merek dan menarik perhatian konsumen terhadap produk tersebut [1]. Kemasan produk diklasifikasikan menjadi tiga berdasarkan kontak produk yaitu kemasan primer, kemasan sekunder dan kemasan tersier. Kemasan primer adalah kemasan yang langsung mewadahi atau membungkus bahan pangan (seperti kaleng susu, botol minuman, *mie instan cup*), sedangkan kemasan sekunder adalah kemasan yang fungsi utamanya melindungi kelompok-kelompok kemasan lain (seperti kotak karton sebagai wadah susu dalam kaleng), dan kemasan tersier adalah kemasan yang berfungsi sebagai pelindung selama pengangkutan barang (seperti jeruk yang sudah dibungkus kemudian dimasukkan ke dalam kardus lalu dibawa menggunakan peti kayu) [2]. Pada dasarnya kemasan produk dirancang untuk menyimpan produk dan melindungi produk dari kerusakan yang diwujudkan dalam berbagai macam bentuk dan ukuran [3]. Kemasan produk memiliki peran yang sangat penting selain untuk wadah penyimpanan produk tetapi juga berfungsi menyampaikan informasi produk tersebut dan juga sebagai media promosi produk. Kemasan produk sebagai wadah atau pembungkus dapat mencegah kerusakan produk dan melindungi isi kemasan agar tetap utuh [4]. Salah satu fungsi dari kemasan adalah sebagai wadah untuk melindungi makanan dan minuman dari gangguan eksternal seperti, gesekan, benturan, getaran, bahan kimia, dan jamur. Pada umumnya bahan yang digunakan sebagai kemasan makanan dan minuman tersebut menggunakan bahan fleksibel, atau yang umum disebut kemasan fleksibel (*Flexible packaging*). Adapun jenis makanan yang sering menggunakan kemasan fleksibel adalah makanan ringan, makanan beku, dan makanan instan seperti *mie*, bubur dan bihun.



Gambar 1. Contoh kemasan fleksibel

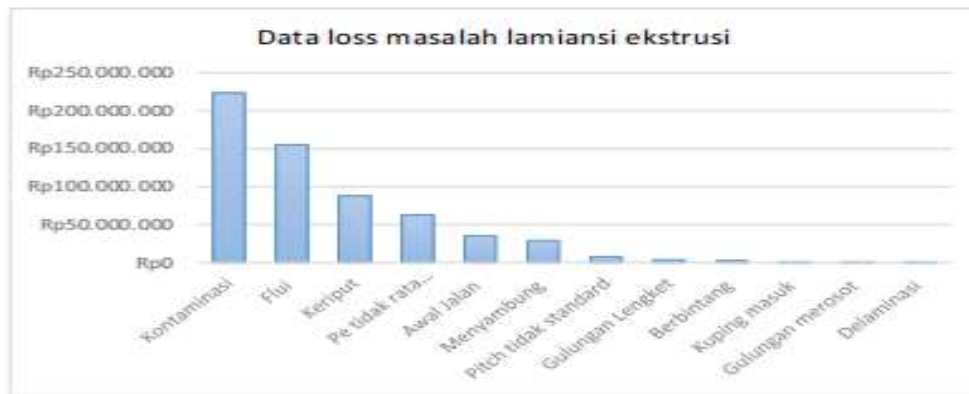
Industri kemasan produk di Indonesia terus berkembang seiring dengan meningkatnya perkembangan industri dan permintaan konsumen yang tinggi sehingga jumlah produksi kian meningkat. Perkembangan permintaan untuk industri kemasan di dunia akan mencapai \$1.05 Triliun di tahun 2024. Tren konsumen dan tren industri kemasan mendorong tingkat pertumbuhan yang sangat besar (World Packaging Organization, 2023). Menurut data dari Statista (2024),emasan fleksibel sendiri menyumbang sekitar \$210,25 Miliar terhadap pertumbuhan industri pengemasan global pada tahun 2022. Industri kemasan fleksibel akan terus berkembang di tahun 2024 [5] memperkirakan ukuran pasar

kemasan fleksibel di Indonesia sebesar \$4,37 Miliar pada tahun 2024 dan diperkirakan akan mencapai \$5,51 Miliar pada tahun 2029, dengan tingkat pertumbuhan per tahun (CAGR) sebesar 4,75% pada periode waktu 2024-2029. Indonesia Packaging Federation (IPF) memperkirakan pertumbuhan volume kemasan di Indonesia pada tahun 2024 berada di kisaran 3%-4% (Kontan, 2024). Produk kemasan fleksibel sendiri masih mendominasi dengan kontribusi sebesar 45% (Investor, 2023). *Mie* instan umumnya dikemas dalam dua tipe kemasan, yaitu *sachet* dan *cup*. Kemasan *sachet* adalah wadah tertutup kecil yang terbuat dari kertas atau plastik yang berisi produk yang kecil dan biasanya hanya untuk digunakan sekali pakai [6]. Pada produk *mie* instan *cup* terdapat *lid* yang berfungsi sebagai penutup kemasan dan juga sebagai segel untuk melindungi isi kemasan. *Lid* atau penutup kemasan *cup* diproduksi melalui beberapa tahapan pencetakan. Tahap awal dilakukan melalui proses cetak (*printing*) menggunakan mesin cetak *rotogravure*. Produk jadi (cetakan) selanjutnya melalui proses *rewinding/sortir* untuk memisahkan hasil cetak yang baik dengan hasil cetak yang tidak sesuai standar (tidak lolos proses pengendalian kualitas/*quality control*). Kemudian hasil cetak yang telah memenuhi standar saat proses *rewinding* digabungkan dengan lapisan kemasan kertas dan aluminium foil sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan oleh pelanggan, proses inilah yang disebut dengan proses laminasi ekstrusi. Hasil dari laminasi ekstrusi tersebut kemudian dipotong (*slitting*) sesuai dengan model kemasan.



Gambar 2. Contoh kemasan *Lid Cup*

Pada beberapa perusahaan yang melakukan laminasi ekstrusi pada kemasan *lid* produk *mie cup* biasanya mengalami beberapa kendala seperti laminasi yang tidak rata, kontaminasi dan keriput. Hal ini juga terjadi pada PT X yang merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri kemasan fleksibel yang jugamemproduksi *lid* produk *mie cup*. Proses laminasi ekstrusi di PT X dilaksanakan pada divisi Laminasi. PT X mengalami masalah yang sering dikeluhkan oleh pelanggan yaitu kontaminasi. PT X mengalami komplain sehubungan dengan kontaminasi pada *lid* produk *mie cup* pada tahun 2024 ini dan menjadi fokus penting untuk diperbaiki karena standar sesungguhnya dari PT X sendiri adalah *zero defect* (tidak ada kontaminasi atau masalah cetak yang terkirim ke pelanggan). Kontaminasi yang dimaksud dalam hal ini memiliki pengertian masuknya zat asing yang tidak dikehendaki seperti rambut, debu dan kotoran lainnya [7]. Oleh karena target dari PT X adalah *zero defect*, maka penting untuk mengetahui penyebab kontaminasi, yang kemudian dikerjakan menggunakan mesin *Surface Inspection System*. Mesin *Surface Inspection System* berfungsi untuk memeriksa permukaan bahan yang berupa lembaran seperti kertas, film dan aluminium foil. Dengan adanya mesin *Surface Inspection System* ini diharapkan kontaminasi dapat dideteksi dan dikendalikan.



Gambar 3. Diagram kerugian di divisi laminasi ekstrusi periode bulan Mei – Juli 2024

Metode penelitian didefinisikan sebagai cara atau langkah dalam melakukan metode penelitian. Selain itu, metode penelitian dapat diartikan sebagai penjabaran teknis tentang serangkaian atau sekumpulan metode-metode penelitian yang digunakan dalam sebuah penelitian. Metode penelitian lebih bersifat praktis dalam menjabarkan cara-cara atau langkah-langkah yang akan digunakan dalam teknis penelitian yang akan dilakukan (Sukiati, 2016) [8]. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode penelitian kuantitatif. Metode kuantitatif menekankan analisisnya pada data-data kuantitatif (angka) yang dikumpulkan melalui prosedur pengukuran dan diolah dengan metode analisis statistika

2. METODE

Analisis data yang dipakai dalam penelitian ini memiliki sifat deskriptif lalu data-data yang telah dikumpulkan dipaparkan secara langsung. Data-data yang telah dikumpulkan dilakukan analisis untuk mendapatkan hasil penelitian. Berikut adalah analisis data yang digunakan dalam penelitian ini:

(1) Check Sheet

Check sheet yang diambil data pada penelitian ini adalah dokumen kerja mesin laminasi ekstrusi. Dokumen kerja yang diambil datanya untuk penelitian antara lain; hasil kerja mesin laminasi ekstrusi, check sheet kontrol temperature extruder, dan hasil tangkapan kontaminasi dari mesin surface inspection system. Data dokumen kerja mesin laminasi ekstrusi ini diambil dari bulan Mei sampai bulan Juli 2024.

(2) Diagram Pareto

Teknik ini menganalisis data dengan cara mengurutkan data dari masalah terbesar hingga terkecil berdasarkan frekuensi masalah yang muncul sehingga diagram yang dibuat akan terlihat masalah yang sering terjadi dalam sampel yang diteliti [9]. Penentuan jenis-jenis kontaminasi yang ditemukan pada proses produksi laminasi ekstrusi dilakukan dengan membuat diagram pareto. Setelah diagram pareto dibuat maka dapat ditentukan jenis kontaminasi yang harus diteliti terlebih dahulu.

(3) Peta Kendali

Peta kendali atau control chart adalah alat yang digunakan untuk memantau dan mengendalikan kualitas proses produksi secara statistik [10]. Pembuatan peta kendali dalam penelitian ini berfungsi untuk mengetahui apakah dalam keseluruhan kontaminasi yang terjadi pada proses produksi laminasi ekstrusi sudah berada dalam batas pengendalian atau belum. Diagram sebab akibat (Fish Bone Diagram) Diagram sebab akibat atau fishbone diagram merupakan gabungan sebuah garis dan simbol yang menunjukkan hubungan sebab dan akibat [11]. Dalam prosedur analisis yang dilakukan untuk menemukan kemungkinan masalah dalam proses produksi produk, diagram sebab-akibat sangat membantu. Diagram sebab akibat terdiri dari kejadian yang dipengaruhi oleh beberapa penyebab utama yang ditulis pada bagian diagram tulang ikan. Penyebab ini adalah hasil dari masalah yang dominan pada peta kendali yang biasanya terdiri dari beberapa kategori. Kategori yang paling umum digunakan adalah: Manusia (Man), Metode (Method), Bahan (Material), Mesin (Machine), dan Lingkungan (Environment). Proses produksi kemasan fleksibel dilakukan dalam beberapa tahapan mulai dari desain,

pembuatan acuan, cetak, laminasi dan potong. Pada PT X dibagi menjadi beberapa bagian yaitu DTP (Desktop Publishing), GCM (Gravure Cylinder Making), Gravure, LRM (Large Rewinder Machine), EC (Extruder Coating), LMD (Dry Lamination), dan BC (Bobbin Cutting). Berikut alur proses pembuatan kemasan fleksibel yang digunakan pada unit kerja pada PT X:

- (1) Desktop Publishing (DTP) : Unit kerja desktop publishing mengolah desain dari pelanggan untuk keperluan pembuatan acuan cetak, pengaturan warna, penambahan alat bantu cetak dan tata letak. Desain dari pelanggan ini nantinya akan menjadi desain kemasan lid produk mie instan cup.
- (2) Gravure Cylinder Making (GCM) : Pada unit kerja GCM bertugas membuat silinder cetak rotogravure sesuai dengan jumlah warna dari desain kemasan yang telah diolah pada unit kerja DTP. Desain dari bagian DTP akan di engrave ke atas permukaan silinder cetak. Pada bagian ini terdapat proses cylinder making, cylinder imaging, dan polishing.
- (3) Gravure (GR) : Proses cetak rotogravure dengan silinder sebagai acuan cetaknya pada bahan cetak fleksibel dari hasil laminasi ekstrusi. Cetak gravure menghasilkan cetakan yang jumlah produksi >10.000 meter. Mesin rotogravure pada PT X memiliki beberapa unit cetak sehingga dapat mencetak dengan warna proses dan warna special. Selain itu proses pada mesin rotogravure dapat langsung dikirim ke bagian selanjutnya karena dilengkapi unit pengering (dryer) pada tiap unit cetaknya.
- (4) Large Rewinder Machine (LRM) : Bertugas membalik arah gulungan material setelah proses cetak, bagian ini juga bertugas untuk menyortir hasil cetakan dengan alat surface inspection system. Masalah yang ditemukan pada bagian ini akan diinformasikan pada bagian selanjutnya untuk ditindaklanjuti.
- (5) Laminasi Ekstrusi : Bagian yang bertugas untuk membuat material kemasan dari hasil penggabungan dua material fleksibel atau lebih untuk meningkatkan performa dan karakteristiknya. Hasil dari proses laminasi ekstrusi digunakan sebagai material cetak rotogravure. Penelitian ini akan difokuskan di bagian laminasi ekstrusi untuk menangani masalah kontaminasi yang sering terjadi. Pada mesin laminasi ekstrusi terdapat mesin surface inspection system yang berfungsi untuk mendeteksi kontaminasi selama proses produksi. Hasil deteksi ini nantinya akan dianalisis untuk mengetahui penyebab dominan dan diharapkan kontaminasi dapat diminimalisasi.
- (6) Bobbin Cutting (BC) : Unit kerja ini bertugas untuk memotong roll besar menjadi ukuran dan jumlah yang sesuai dengan ukuran yang dipesan oleh pelanggan. Unit kerja ini juga berfungsi sebagai sortir roll yang bermasalah dari bagian sebelumnya sehingga tidak sampai ke pelanggan.
- (7) Die Cutting : Unit kerja ini berfungsi untuk memotong kemasan sesuai bentuk kemasan yang dikehendaki oleh pelanggan. Hasil cetak yang sebelumnya masih berbentuk gulungan roll lembaran pada bagian ini dipotong ke dalam bentuk satuan kemasan. Dari proses unit-unit kerja yang ada pada PT X peneliti melakukan penelitian pada unit kerja laminasi ekstrusi di mesin laminasi ekstrusi 2 di PT X. Pada proses laminasi ekstrusi masalah kontaminasi pada proses produksi sering terjadi dan cukup beragam. Objek penelitian ini diambil dari salah satu order kemasan lid cup pada produk mie instan cup. Kemasan ini memiliki spesifikasi PET/POST-P/AL/LL-XNS/EP-APPS2.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Check Sheet

Berdasarkan temuan kontaminasi yang terkirim ke pelanggan terdapat 4 temuan kontaminasi pada kemasan lid cup produk mie instan. Hal ini menyebabkan kerugian waktu dan tenaga untuk melakukan proses sortir ulang dan penarikan kembali kemasan lid cup yang telah dikirim ke pelanggan. Bagian laminasi ekstrusi menjadi bagian yang paling banyak menyumbang kerugian pada bagian produksi divisi rotogravure di PT X. Oleh sebab ini, penelitian difokuskan di bagian laminasi ekstrusi. Temuan kontaminasi yang terjadi di mesin laminasi ekstrusi khususnya pada produksi kemasan lid produk mie instan cup menjadi fokus pada penelitian ini untuk mengetahui lebih lanjut penyebab dari kontaminasi. Untuk itu, observasi dilakukan pada mesin laminasi ekstrusi saat proses produksi kemasan lid produk

mie instan cup. Observasi ini bertujuan untuk mengambil data berupa kejadian-kejadian, perilaku, objek yang dilihat untuk mendukung penelitian yang dilakukan.

Pengambilan data pada bagian laminasi ekstrusi selain dari hasil observasi juga berasal dari pengambilan data-data dokumen hasil kerja. Data ini nantinya akan dianalisis dengan teknik analisis statistical quality control. Pada proses analisisnya, penyebab dominan dari kontaminasi ditentukan terlebih dahulu dengan analisis diagram pareto. Hal ini bertujuan untuk memusatkan masalah pada temuan yang terbanyak hingga temuan paling sedikit. Data hasil dari tangkapan kontaminasi laminasi ekstrusi ini kemudian dianalisis dengan teknik analisis peta kendali untuk melihat bagaimana pengendalian kualitas saat ini. Setelah melihat pengendalian kualitas dari data kontaminasi hasil dari analisis peta kendali, kemudian harus dicari penyebab kontaminasi yang terjadi pada mesin laminasi ekstrusi pada produksi kemasan lid produk mie instan cup. Mencari faktor penyebab kontaminasi dengan analisis sebab akibat. Pada analisis proses produksi laminasi ekstrusi dilakukan rincian kejadian yang terjadi pada proses produksi. Data rincian tersebut kemudian ditampilkan pada bagian, diagram tulang ikan. Perincian ini kemudian dimasukkan kedalam beberapa kategori. Kategori yang dapat terjadi pada proses laminasi ekstrusi adalah: Manusia (Man), Metode (Method), Bahan (Material), Mesin (Machine), dan Lingkungan (Environment). Dari lembar kerja hasil produksi dapat diambil data jumlah meter dan banyak roll produksi pada kemasan lid produk mie instan cup.

Tabel 1. Jenis kontaminasi yang terjadi pada proses laminasi ekstrusi.

No	Jenis Kontaminasi	Deskripsi
1	PE kotor	Kontaminasi yang bersumber dari kotoran pada resin PE yang ikut terlaminasi
2	Gel PE	Kontaminasi yang berasal dari resin PE yang meleleh secara tidak sempurna
3	Kotoran mesin	Kontaminasi yang berasal dari kotoran, kerak, sisa potongan material yang berasal dari rol-rol mesin laminasi ekstrusi
4	Kuping/Stroke	Kontaminasi yang bersumber dari sisi potongan material (kuping/stroke) yang ikut terlaminasi
5	Air pendingin	Kontaminasi air pendingin pada cooling roll yang ikut terlaminasi
6	Kotoran ducting	Kontaminasi dari kotoran ducting yang bersumber dari proses peleburan PE pada T-die yang berkerak
7	Serangga	Kontaminasi masuknya serangga pada proses laminasi ekstrusi
8	Rambut	Kontaminasi yang bersumber dari masuknya rambut pada proses

Data berikutnya diambil dari data tangkapan kontaminasi hasil tangkapan mesin *surface inspection system* yang diperoleh saat produksi kemasan lid produk mie instan cup. Data ini berupa jumlah kontaminasi pada tiap roll hasil produksi laminasi ekstrusi dan juga jenis kontaminasinya.

Tabel 2. Data keseluruhan hasil tangkapan kontaminasi mesin *surface inspection system*

No.	Jumlah Order (meter)	Gel		Kotoran		Air	Kotoran			
	Defect	Pe kotor	pe	Mesin	Kuping/Stroke	Pendingin	Ducting	Serangga	Rambut	
1	100.000	1744	718	328	275	183	149	83	6	2
2	80.000	2120	1218	423	228	129	71	42	8	1
3	110.000	2133	992	537	237	160	158	42	3	4
Jumlah	290.000	5.997	1.288	740	472	378	167	17	7	
	2.928									
Persentase:		2%								

Berdasarkan temuan dari banyaknya kontaminasi pada proses lid cup produk mie instan cup rata-rata banyaknya kontaminasi adalah:

$$\text{Persentase\%} = \frac{\text{Jumlah cacat (defects)}}{\sum x} \times 100\%$$

$$= \frac{5.997}{290.000} \times 100\% = 2\%$$

Hal ini menunjukkan tingkat terjadinya kontaminasi melebihi standar dari PT X yaitu 1%. Berikut adalah hasil rangkuman tangkapan pada mesin *surface inspection system* pada proses produksi kemasan *lid cup* produk *mie instan cup*:

Tabel 3. Data hasil kontaminasi no. order 132xx

No. Roll	Jml. Cetak	Pe kotor Gel pe (meter/pieces)	Kotoran Ducting (meter/pieces)	Kuping/Stroke (meter/pieces)	Air Pendingin (meter/pieces)	Kotoran Mesin (meter/pieces)	Serangga (meter/pieces)	Rambut (meter/pieces)	Total Defect (meter/pieces)
1	1.500	43	27	11	11	25	8	0	125
2	1.500	32	22	17	14	17	5	0	107
3	2.000	28	14	26	15	20	4	0	107
4	2.500	11	3	16	0	15	0	0	45
5	3.000	15	4	2	0	14	3	0	38
6	3.000	12	7	15	0	13	2	0	49
7	3.100	17	1	7	12	12	0	0	49
8	3.000	18	4	11	0	3	0	0	36
9	3.000	37	25	3	0	4	0	0	69
10	2.700	32	21	4	32	0	0	0	89
11	3.000	8	4	16	1	0	0	0	29
12	3.000	14	1	5	0	0	4	0	24
13	3.000	17	2	6	0	0	0	1	26
14	3.000	18	3	16	0	0	2	0	39
15	3.100	20	4	1	7	0	3	0	35
16	3.000	37	16	2	5	4	0	0	64
17	3.000	32	19	14	10	4	2	1	82
18	3.000	41	27	5	0	2	1	0	76
19	3.000	10	1	2	0	1	3	0	17
20	3.200	8	3	4	0	0	2	0	17
21	2.500	14	4	17	10	0	1	2	48
22	3.000	17	1	16	8	0	1	0	44
23	3.000	26	19	1	17	0	0	0	63
24	3.000	34	17	13	0	0	4	1	69
25	3.000	38	15	16	0	0	1	0	70
26	3.000	24	17	8	22	0	3	0	74
27	2.800	42	31	7	0	4	7	0	91
28	3.000	6	2	1	0	3	3	1	16
29	3.000	7	1	0	0	5	2	0	15
30	3.000	8	2	0	1	2	1	0	14
31	3.000	7	1	3	2	1	4	0	18
32	3.000	9	3	4	13	0	5	0	34
33	3.000	9	1	1	0	0	6	0	17
34	2.800	11	2	2	0	0	3	1	19
35	2.300	12	2	3	3	0	1	0	21
36	1.000	4	2	0	0	0	2	0	8

Total	100.000	718	328	275	183	149	83	6	2	1744
--------------	----------------	------------	------------	------------	------------	------------	-----------	----------	----------	-------------

Tabel 4. Data hasil kontaminasi no. order 142xx

No. Roll	Jml. Cetak (meter)	Pe kotor Ducting (meter/pieces)	Gel pe (meter/pieces)	Kotoran Keping/Stroke (meter/pieces)	Air Pendingin (meter/pieces)	Kotoran Mesin (meter/pieces)	SeranggaRambut Defect (meter/pieces)	Total		
1	1.000	41	24	12	0	11	3	0	0	91
2	1.200	47	12	15	0	7	2	0	0	83
3	1.500	46	19	17	13	3	1	0	0	99
4	2.500	57	24	9	0	0	2	0	0	92
5	2.700	62	32	7	0	0	3	0	0	104
6	2.100	43	21	11	7	0	3	1	0	86
7	3.000	47	20	14	0	0	0	0	0	81
8	3.000	58	18	16	0	0	1	1	0	94
9	3.000	15	14	17	0	0	0	0	0	46
10	3.000	27	11	7	0	0	2	1	0	48
11	3.100	36	15	5	0	0	0	0	0	56
12	2.700	41	13	3	0	0	0	0	0	57
13	3.000	14	14	5	13	0	3	1	0	50
14	3.000	36	17	6	17	0	3	0	0	79
15	3.000	39	13	3	0	0	0	0	1	56
17	3.000	41	14	6	0	0	4	0	0	65
18	3.000	58	11	7	33	0	2	1	0	112
19	1.500	12	9	2	0	14	0	0	0	37
20	2.000	11	17	6	0	7	0	0	0	41
21	1.800	25	7	11	0	3	0	0	0	46
22	2.400	37	5	2	0	0	0	0	0	44
23	3.000	47	7	5	24	0	0	1	0	84
28	3.100	51	11	6	0	0	5	0	0	73
29	1.500	21	6	1	0	11	2	0	0	41
30	1.000	36	8	2	0	7	3	0	0	56
31	2.500	36	12	4	0	5	1	0	0	58
32	3.000	46	9	6	13	2	0	1	0	77
33	3.100	52	3	5	0	0	1	0	0	61

34	3.000	32	12	6	0	0	0	0	0	50
35	2.300	27	13	2	0	1	1	1	0	45
36	3.000	36	7	5	9	0	0	0	0	57
37	3000	41	5	5	0	0	0	0	0	51
Total	80.000	1218	423	228	129	71	42	8	1	2120

Tabel 5. Data hasil kontaminasi no. order 143xx

No. Roll	Jml. Cetak (meter)	Pe kotor (meter/pieces)	Gel pe Kotoran Ducting (meter/pieces)	Kuping/ Stroke (meter/pieces)	Air PENDINGIN (meter/pieces)	Kotoran Mesin (meter/pieces)	Serangga (meter/pieces)	Rambut (meter/pieces)	Total Defect (meter/pieces)	
1	1	27	17	9	0	24	3	0	0	80
2	1.5	33	11	5	0	18	2	0	0	69
3	1.7	47	24	7	13	10	1	0	0	102
4	3	53	31	6	0	8	0	0	0	98
5	3.1	12	23	8	2	3	0	0	0	48
6	3	11	25	4	0	1	0	0	0	41
7	3.1	15	33	1	27	0	1	0	0	77
8	3	16	16	5	0	0	2	0	0	39
9	3	14	13	3	0	0	1	0	0	31
10	3	25	15	9	0	0	1	0	1	51
11	3.1	29	11	5	4	0	2	0	0	51
12	3	31	17	8	0	5	1	1	0	63
13	3.1	43	14	4	0	0	1	0	0	62
14	2.5	25	13	2	31	0	1	0	0	72
15	3	23	9	7	0	0	2	0	0	41
17	3	25	13	4	0	0	0	0	0	42
18	3	16	12	3	0	0	3	0	0	34
19	3	18	15	7	0	0	1	0	0	41
20	3	23	11	6	23	0	0	0	0	63
21	3	37	16	9	0	0	1	0	0	63
22	1.7	13	5	10	0	21	1	0	1	51
23	2.7	26	11	11	0	14	1	0	0	63
28	3.1	37	7	13	7	9	4	0	0	77
29	3	40	5	11	0	14	2	0	0	72
30	3.7	57	8	16	0	10	0	0	0	91
31	3.1	42	6	5	0	8	2	0	0	63
32	3	31	11	6	9	5	1	0	0	63
33	1.5	12	2	3	0	3	1	0	0	21

34	3	14	14	3	0	0	3	0	1	35
35	3	16	16	5	0	0	1	1	0	39
36	3.1	23	13	6	0	0	0	0	0	42
37	3000	27	19	4	23	5	1	0	1	80
38	3000	21	16	5	0	0	1	0	0	43
39	3000	25	13	8	0	0	1	0	0	47
40	3000	25	7	9	7	0	0	0	0	48
41	3000	23	8	2	0	0	0	1	0	34
42	3000	14	14	3	0	0	0	0	0	31
43	3000	12	9	4	14	0	0	0	0	39
44	3000	11	14	1	0	0	0	0	0	26
Total	110000	992	537	237	160	158	42	3	4	2133

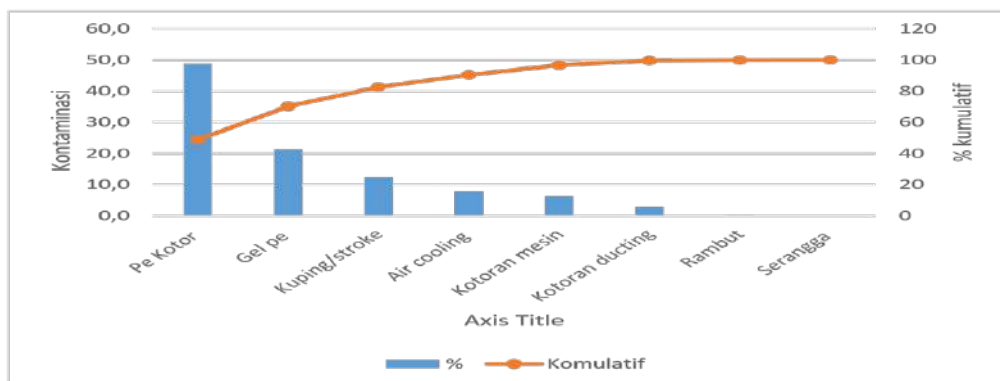
3.2 Analisis Diagram Pareto

Fungsi dari analisis diagram pareto adalah untuk mengidentifikasi atau menyeleksi masalah utama untuk peningkatan masalah kontaminasi dari yang paling besar ke paling kecil. Analisis ini menggunakan diagram diawali dengan data hasil tangkapan kontaminasi pada Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4 dimasukkan dalam tabel analisis.

Tabel 6. Tabel analisis pareto

No.	Defects	Total Defects	%
1	Pe Kotor	2928	48,8
2	Gel pe	1288	21,5
3	Kuping/stroke	740	12,3
4	Air cooling	472	7,9
5	Kotoran mesin	378	6,3
6	Kotoran ducting	167	2,8
7	Rambut	17	0,3
8	Serangga	7	0,1
	Jumlah	5997	

Dari data pada Tabel 6, masalah kontaminasi yang terjadi dari yang terbesar hingga terkecil adalah PE kotor, gel PE, kuping masuk/stroke, air cooling roll, kotoran mesin, kotoran ducting, rambut dan serangga. Data yang telah diurutkan, lalu dibuat dalam bentuk diagram pareto agar diketahui masalah yang terbanyak.



Gambar 4. Diagram Pareto Kontaminasi pada mesin laminasi ekstrusi

Dari data diagram pareto pada gambar 2, kontaminasi pe kotor memiliki tingkat persentase 48,8% dari total masalah kontaminasi. Hal ini menjadi masalah dan perlu ada penanganan lebih lanjut mengenai kontaminasi pe kotor pada proses produksi laminasi ekstrusi. Langkah berikutnya dilakukan analisis peta kendali untuk melihat pengendalian kualitas kontaminasi pe kotor pada proses produksi laminasi.

3.3 Analisis Peta Kendali Produk Cacat

Peta kendali atau *control chart* mempunyai manfaat untuk mengendalikan kualitas produk serta memberikan informasi mengenai kapan dan dimana perusahaan harus melakukan perbaikan kualitas. Analisa tingkat kontaminasi pe kotor menggunakan peta kendali dengan data tangkapan mesin *surface inspection system* dilakukan perhitungan pada tabel batas kendali tiap ordernya. Untuk membangun diagram kendali, 100 sampel yang diteliti pada Tabel 2-4, diambil $n = 50$ diambil pada interval setengah jam selama periode tiga shift. Berikut hasil perhitungan batas kendali p kontaminasi pe kotor pada tiga order produksi kemasan *lid cup* produk *mie* instan:

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{mn} = \frac{1413}{(50)(100)} = 0,2826$$

Menggunakan \bar{p} sebagai estimasi fraksi proses sebagai batas kendali, sekarang dapat dihitung batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{p}{n} \pm 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} &= 0,2826 \pm 3 \sqrt{\frac{0,2826(0,7174)}{100}} \\ &= 0,2826 \pm 3(0,04502) \\ &= 0,2826 \pm 0,1350 \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} \text{UCL} = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} &= 0,2826 + 0,1350 = 0,4176 \\ \text{dan} \\ \text{LCL} = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} &= 0,2826 - 0,1350 = 0,1476 \end{aligned}$$

Tabel 7. Tabel Analisis Batas Kendali

Nomor sampel	Defects	Sampel fraksi p	Nomor sampel	Defects	Sampel fraksi p
1	43	0,43	26	39	0,39
2	28	0,28	27	58	0,58
3	15	0,15	28	11	0,11
4	17	0,17	29	37	0,37
5	37	0,37	30	51	0,51
6	8	0,08	31	36	0,36
7	17	0,17	32	46	0,46
8	20	0,2	33	32	0,32
9	32	0,32	34	36	0,36
10	10	0,1	35	27	0,27
11	14	0,14	36	47	0,47
12	26	0,26	37	12	0,12
13	38	0,38	38	15	0,15
14	42	0,42	39	14	0,14

15	7	0,07	40	29	0,29
16	7	0,07	41	43	0,43
17	9	0,09	42	23	0,23
18	12	0,12	43	16	0,16
19	41	0,41	44	23	0,23
20	46	0,46	45	13	0,13
21	62	0,62	46	37	0,37
22	47	0,47	47	57	0,57
23	15	0,15	48	31	0,31
24	36	0,36	49	14	0,14
25	14	0,14	50	23	0,23
				1413	$p= 0,2826$

Berdasarkan hasil analisis menggunakan peta kendali, tujuh titik pada ketiga order produksi laminasi ekstrusi yang berada pada luar peta batas kendali. Hal ini menunjukkan pengendalian kontaminasi *pe* kotor pada laminasi ekstrusi di PT X masih di luar batas kendali. Hal ini memerlukan adanya perbaikan dengan menggunakan analisis sebab-akibat sehingga dapat diketahui faktor penyebab dari masalah kontaminasi *pe* kotor.

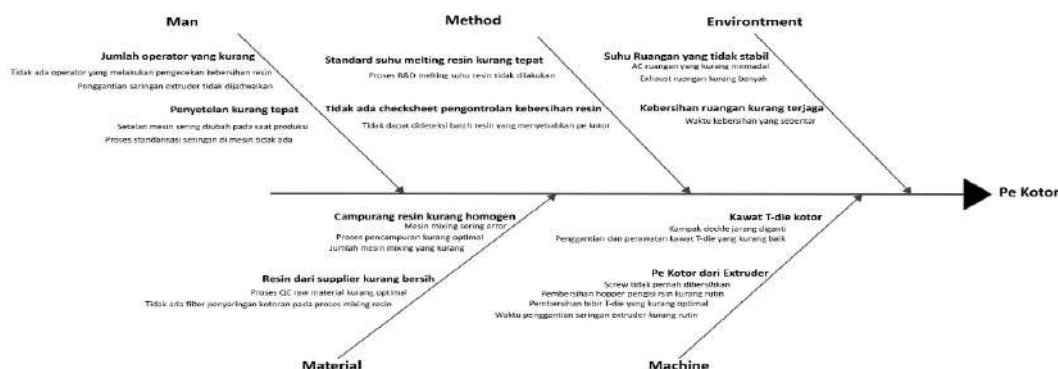
3.4 Analisis Diagram Sebab-Akibat

Penelitian ini menggunakan analisis sebab akibat untuk menemukan sumber masalah *pe* kotor berdasarkan beberapa faktor penyebabnya. Faktor penyebab dianalisis dari faktor lingkungan (*environment*), bahan (*material*), metode (*method*), manusia (*man*), dan mesin (*machine*). Hasil dari analisis peta kendali kontaminasi *pe* kotor dikonversi ke dalam analisis sebab akibat dengan dibuat nilai bobot untuk pengolahan data ke diagram tulang ikan.

Kontaminasi *pe* kotor dikelompokkan penyebab pada proses produksi kemasan *lid mie* instan *cup* dan dikelompokkan pada faktor dan sub faktor penyebabnya. Data ini diambil dari pendapat para ahli melalui proses *brainstorming* dalam produksi laminasi ekstrusi. Para ahli memberikan nilai dari 1-10 pada setiap sub faktor penyebab kontaminasi. Hasil dari frekuensi relatif yang menjadi bobot penyebab dominan kontaminasi *pe* kotor, kemudian diambil angka yang terbesar sebagai perkalian dalam analisis sebab akibat.

Tabel 8. Tabel pembobotan analisis sebab-akibat

No.	Kategori Faktor	Sub Faktor	Brainstorming dari para ahli					Rata-rata	Hasil Penilaian dari pakar/ahli	Bobot Kategori
			A	B	C	D	E			
1	Manusia	Jumlah operator kurang	3	3	5	6	4	4,2	0,07	0,13



		Penyetelan suhu melting kurang tepat	4	3	3	4	4	3,6	0,06	
2	Metode	Standar suhu melting kurang update	7	7	6	6	8	6,8	0,11	0,19
		Tidak ada checksheet kebersihan resin	5	6	4	4	5	4,8	0,08	
3	Lingkungan	Suhu ruangan tidak stabil	8	9	8	8	7	8	0,13	0,26
		Kebersihan ruangan kurang terjaga	7	8	9	7	8	7,8	0,13	
4	Material	Campuran resin kurang homogen	6	8	6	5	8	6,6	0,11	0,20
		Resin dari supplier kurang bersih	5	6	5	7	5	5,6	0,09	
5	Mesin	Kawat T-die kotor	7	6	8	6	8	7	0,11	0,23
		Pe kotor dari extruder	8	7	6	7	6	6,8	0,11	
								61,2	1	

Gambar 5 Diagram sebab akibat masalah pe kotor

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data pada divisi *rotogravure* di PT X, proses laminasi ekstrusi mengalami kerugian tertinggi yang didominasi oleh masalah kontaminasi. Untuk mengetahui masalah kontaminasi yang dominan pada proses laminasi ekstrusi kemasan *lid mie* instan *cup*, dilakukan pengambilan data pada lembar pengecekan masalah kontaminasi. Berdasarkan temuan dari banyaknya kontaminasi pada proses *lid cup* produk *mie* instan *cup* rata-rata banyaknya kontaminasi adalah 2%. Hal ini menunjukkan tingkat terjadinya kontaminasi melebihi standar dari PT X yaitu 1%. Hasil pengambilan data pada lembar pengecekan lalu dianalisis kembali ke dalam diagram pareto. Hasil dari diagram pareto menunjukkan kontaminasi pe kotor memiliki tingkat persentase 48,8% dari total masalah kontaminasi. Maka dari itu masalah kontaminasi yang dominan yang terjadi pada proses laminasi ekstrusi adalah kontaminasi *pe* kotor.

Kontaminasi PE kotor pada proses laminasi ekstrusi di PT X disebabkan oleh beberapa faktor yang diidentifikasi melalui analisis diagram sebab-akibat. Kondisi lingkungan seperti pendingin udara yang tidak stabil dan frekuensi pembersihan yang rendah mempengaruhi peleburan resin, sementara metode yang kurang optimal, seperti standar suhu leleh yang tidak tepat dan tidak adanya lembar pengecekan, menghambat deteksi kontaminasi. Faktor manusia melibatkan inspeksi kebersihan resin yang tidak memadai dan penjadwalan penggantian saringan yang buruk, ditambah dengan perawatan mesin yang tidak memadai, seperti ulir screw dan kawat T-die yang kotor. Masalah material berasal dari resin yang tidak homogen dan pasokan yang tidak bersih. Solusi yang diperlukan meliputi perbaikan pengendalian suhu, pembersihan, standar operasional, pemeliharaan peralatan, dan kontrol kualitas bahan baku. Dengan demikian upaya untuk mengurangi produk cacat dalam proses produksi laminasi ekstrusi pada kemasan *lid mie* instan *cup* berdasarkan penyebabnya, upaya yang harus dilakukan oleh PT X adalah sebagai berikut: 1. Perlu adanya tindakan dan komitmen dari perusahaan khususnya pada divisi laminasi ekstrusi untuk melakukan evaluasi sistem kualitas dan penunjang sarana dan prasarana produksi yang memadai. 2. Perbaikan dalam proses produksi ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas kemasan sehingga masalah kontaminasi dapat dikendalikan pada batas terendah. Proses laminasi ekstrusi pada kemasan *lid mie* instan *cup* menghadapi tantangan besar dalam mengelola kontaminasi, baik dari bahan

baku, kondisi mesin, maupun lingkungan kerja. Penerapan teknologi Surface Inspection System (SIS) terbukti efektif dalam mendeteksi dan mengurangi cacat permukaan secara signifikan. Namun, keberhasilan penerapan teknologi ini membutuhkan dukungan dari praktik operasional yang baik, termasuk inspeksi bahan baku, pemeliharaan mesin secara rutin, dan pengendalian lingkungan kerja yang ketat. Dengan integrasi antara teknologi canggih dan manajemen produksi yang efektif, industri dapat meningkatkan kualitas produk sekaligus mengurangi risiko kontaminasi. Investasi dalam teknologi SIS tidak hanya memberikan manfaat ekonomi tetapi juga membantu meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap produk makanan yang aman dan berkualitas tinggi.

REFERENSI

- [1] Nathanael, T., & Elisabeth, E. C. (2022). Studi Perbandingan Teori dan Praktek Proses Desain Kemasan Saat *Internship*. *Jurnal DKV Adiwarna Vol. 1*.
- [2] Fathimahhayati, L. D., Chaidir, I. H., & Dharma, W. (2019). Perancangan Kemasan kerupuk Ikan dengan Menggunakan Metode Kansei Engineering. *Jurnal REKAVASI*, 7(2), 1-67.
- [3] Ermawati, E. (2019). Pendampingan Peranan dan Fungsi Kemasan Produk dalam Dunia Pemasaran Desa Yosowilangun Lor. *Jurnal Empowerment Society*, 2(2), 15-22.
- [4] Rafsanjani, S. (2018). *Pengendalian Dan Perbaikan Kualitas Proses Printing Kemasan Produk Menggunakan Integrasi FMEA-Triz*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [5] Mordor Intelligence Research & Advisory. (2023). Flexible Packaging Market in Indonesia Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2024 - 2029).
- [6] Julianti, S. (2017). *A Practical Guide to Flexible Packaging*. Jakarta: Gramedia.
- [7] Indraswati, D. (2016). *Kontaminasi Makanan (Food Contamination) oleh Jamur*. Ponorogo: Forum Ilmiah Kesehatan.
- [8] Sukiati. (2016). *Metodologi Penelitian Sebuah Pengantar*. Medan: CV Manhaji.
- [9] Evans, James R, dan William M. Lindsay. (2007). *An Introduction to Six Sigma & Process Improvement*. New York: McGraw-Hill.
- [10] Montgomery, Douglas C. (2013). *Introduction To Statistical Quality Control Six Edition*. Arizona : John Wiley & Sons, Inc.
- [11] Besterfield, Dale H. (2004). *Quality Control 7th Edition*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.