

Pengendalian Kualitas Kemasan Fleksibel dalam Meminimalisasi Produk Cacat pada Proses Laminasi Ekstrusi

Yahya Dewanto¹⁾,

dewanto.yahya@trisaktimultimedia.ac.id@trisaktimultimedia.ac.id

Rumbel Galingging²⁾,

rumbel.galingging@trisaktimultimedia.ac.id

Fransiskus Asissi Ismoyo Winandi³⁾

201822001.assisi@trisaktimultimedia.ac.id

Program Studi Desain Komunikasi Visual¹⁾, Program Studi Teknologi Grafika²⁾³⁾
Sekolah Tinggi Media Komunikasi Trisakti ^{1) 2) 3)}

ABSTRACT

This research is based on the total loss of X company in April 2022 which exceeds the specified standard. The extrusion lamination process is a part that produces many defective products. Therefore, this study is aimed at finding the dominant problem that occurs in the extrusion lamination process and reducing defective products in the extrusion lamination process according to the cause. This study was structured using quantitative methods with a causal research design that states a cause-and-effect relationship. The analysis technique in this study uses Pareto diagrams, FMEA and causal diagram as problem solving tools. The results of the study show that the cause of uneven lamination in the extrusion lamination process at PT X is caused by the lack of human resource capabilities, poor quality control systems, and poorly maintained machines. This research produces suggestions for improvements that can be used by the company to make preventive steps in the next extrusion lamination process.

Keywords: *Quality control, FMEA, Extrusion Lamination, Defective Products*

ABSTRAK

Penelitian ini didasari oleh total kerugian perusahaan X pada bulan april 2022 yang melebihi dari standar yang ditentukan. Proses laminasi ekstrusi menjadi bagian yang menghasilkan banyak produk cacat. Oleh sebab itu penelitian ini ditujukan untuk mencari masalah dominan yang terjadi pada proses laminasi ekstrusi dan mengurangi produk cacat dalam proses laminasi ekstrusi sesuai dengan penyebabnya. Penelitian ini disusun menggunakan metode kuantitatif dengan desain riset kausal yang menyatakan hubungan sebab-akibat. Teknik analisis dalam penelitian ini menggunakan diagram pareto, analisis FMEA dan analisis diagram sebab akibat sebagai alat memecahkan masalah. Hasil dari penelitian menunjukkan penyebab laminasi tidak rata pada proses laminasi ekstrusi di PT X disebabkan oleh kurangnya kemampuan sumberdaya manusia, sistem pengendalian kualitas yang kurang baik, dan mesin yang kurang terawat. Penelitian ini menghasilkan usulan perbaikan yang dapat digunakan perusahaan untuk membuat langkah pencegahan pada proses laminasi ekstrusi berikutnya.

Kata Kunci: *Quality control, FMEA, Extrusion Lamination, Defective Products*

1. PENDAHULUAN

Dokumen kemasan fleksibel adalah salah satu jenis kemasan yang sering digunakan sebagai pembungkus, yang dapat diubah bentuk dan strukturnya menjadi lebih adaptif dengan isi produk. Kemasan fleksibel pada umumnya berfungsi untuk melindungi isi produk dan menambah daya tarik pembeli. Kemasan ini umum digunakan untuk membungkus makanan, produk rumah tangga dan obat-obatan. Oleh karena kegunaannya yang dapat digunakan oleh beragam produk, kemasan fleksibel banyak diminati oleh produsen produk.

Berdasarkan data tren penjualan Amerika Serikat yang ditunjukkan oleh *Global Industry Analysts Inc* dalam Wagner (2010:5), ada peningkatan pada tren penjualan kemasan fleksibel di Amerika Serikat pada tahun 2002 hingga 2007 yang mencapai nilai penjualan sekitar 11 miliar pounds dengan peningkatan rata-rata 4.5% per tahun, dengan peningkatan tersebut diprediksi pada tahun 2020 penjualan kemasan fleksibel di Amerika Serikat dapat lebih dari 20 miliar pounds. Dengan adanya peningkatan penjualan kemasan fleksibel tiap tahunnya, maka jumlah permintaan produksi kemasan fleksibel pun turut meningkat. Hal ini yang menjadikan proses produksi kemasan fleksibel mulai berkembang pesat hingga sekarang.

Sifat kemasan fleksibel yang adaptif dengan isi produk menjadikan kemasan ini harus dibuat dengan spesifikasi khusus berdasarkan isi produknya. Untuk mencapai spesifikasi yang dibutuhkan pelanggan,

kemasan akan melewati beberapa tahapan proses. Hal ini berfungsi untuk meningkatkan karakteristik dari kemampuan kemasan dalam melindungi isi produk. Dengan sifat yang demikian, variasi bentuk dari produk kemasan fleksibel menjadi sangat beragam. Banyaknya variasi produk dalam proses produksi, dapat memicu risiko munculnya produk cacat dalam proses produksi kemasan fleksibel. Hal ini disebabkan oleh proses persiapan produksi yang membutuhkan waktu penyetalan dan material lebih untuk membuat pengaturan variasi yang baru.

Produk cacat adalah produk yang tidak memenuhi standar mutu yang telah ditentukan, tetapi dengan mengeluarkan biaya pengerjaan kembali untuk memperbaikinya, produk tersebut secara ekonomis dapat disempurnakan lagi menjadi produk jadi yang baik. Adanya produk cacat yang dihasilkan akan menghambat proses pengiriman, dan meningkatkan biaya produksi, situasi seperti itu akan berpotensi menyebabkan pada kepuasan konsumen. Guna meminimalisasi produk cacat, maka harus dilakukan pengendalian kualitas (mutu). Penyebab dari produk cacat akan dianalisa dan dievaluasi secara berkelanjutan. Sehingga risiko-risiko penyebab produk cacat dapat dihilangkan dan dapat diambil langkah pencegahan (*preventive action*) sebelum produksi massal dilakukan.

PT X adalah perusahaan yang bergerak dibidang percetakan kemasan. PT X melayani pembuatan berbagai variasi kemasan fleksibel. Pada saat proses produksi, sering ditemukan produk cacat dengan berbagai

variasi kerusakan. Berdasarkan data kualitas produksi di PT X, kerugian yang disebabkan oleh produk cacat pada tahun 2021 sebesar 3,58% dalam setahun. Pada tahun 2022 bulan Januari sebesar 2,5%, bulan Februari sebesar 3,15%, bulan Maret sebesar 2,95%, bulan April sebesar 2,87%. Kerugian yang disebabkan oleh produk cacat selama tahun 2021 hingga bulan April 2022 melebihi dari standar yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu sebesar 2%.

Berdasarkan total produk cacat yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut, produk cacat yang terjadi didominasi oleh masalah laminasi tidak rata yang disebabkan pada proses laminasi ekstrusi, oleh sebab itu proses laminasi ekstrusi di PT X perlu di analisis untuk mengetahui penyebab dari masalah laminasi tersebut, setelah penyebab ditemukan maka dapat dilakukan langkah pencegahan berdasarkan penyebab masalahnya, agar jumlah produk cacat dapat diminimalisir sehingga kerugian perusahaan akibat produk cacat menjadi berkurang atau dihilangkan (*zero defect*).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Pendekatan ini menekankan analisisnya pada data data numerik (angka) yang diolah dengan metode statistik. Sehingga dapat menunjukan fakta yang terjadi serta kausalitas hubungan-hubungan antar variabel yang diteliti.

Dalam penelitian ini, data yang dikumpulkan akan diolah menggunakan diagram pareto untuk mencari masalah

dominan yang sering muncul dalam satu periode tertentu. Kemudian hasil dari masalah yang ditemukan akan dianalisis menggunakan analisis FMEA (*Fault Mode and Effect Analysis*) yaitu teknik rekayasa yang digunakan untuk mendefinisikan, mengidentifikasi, dan menghilangkan kegagalan, masalah, kesalahan, dan sebagainya yang diketahui dan/atau potensial dari sistem, desain, proses, dan/atau layanan sebelum sampai ke pelanggan. FMEA bertujuan untuk mendapatkan tingkat kekritisian dari masalah yang ditemukan. Kemudian masalah yang tingkat kekritisannya tinggi akan dianalisis lebih lanjut dengan diagram sebab-akibat biasa disebut diagram tulang ikan (*fishbone diagram*)/diagram ishikawa. Diagram sebab-akibat adalah suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan dilakukan suatu analisis lebih terperinci dalam menemukan penyebab-penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian dan kesenjangan yang terjadi. Diagram ini dapat dipergunakan untuk menyimpulkan sebab-akibat variasi dalam proses, mengidentifikasi kategori dan sub kategori sebab-sebab yang mempengaruhi suatu karakteristik kualitas tertentu, dan memberikan petunjuk mengenai macam-macam data yang dibutuhkan.

Metode pengumpulan data dilakukan menggunakan desain riset kausal yang menyatakan hubungan sebab-akibat dengan jenis *ex post facto*. *Ex post facto* akan menghasilkan tingkat pemahaman persoalan yang dikaji pada tataran permukaan, lalu penelitian dilakukan dengan studi

lapangan. Studi lapangan merupakan desain penelitian yang mengkombinasikan antara pencarian literatur, survei berdasarkan pengalaman dan studi kasus, peneliti akan mengidentifikasi variabel-variabel penting dan hubungan antar variabel dalam suatu permasalahan tertentu (Sarwono, 2006). Teknik pengumpulan data untuk melengkapi data penelitian ini adalah observasi, survei/ angket, wawancara, studi dokumen dan studi pustaka.

3. PEMBAHASAN

Produk jadi dari perusahaan ini berupa roll gulungan yang siap untuk dipakai pada mesin pengemas. PT X memiliki dua plant yang berlokasi di kawasan industri Jakarta Industrial Estate Pulogadung (JIEP) Jakarta Timur, dan Kawasan Industri Karawang (KIC). Pada plant pulogadung merupakan kantor pusat dan memiliki dua divisi produksi yaitu rotogravure dan *offset*. *Plant* Karawang tedapat fasilitas produksi rotogravure yang kapasitas produksinya cukup besar.

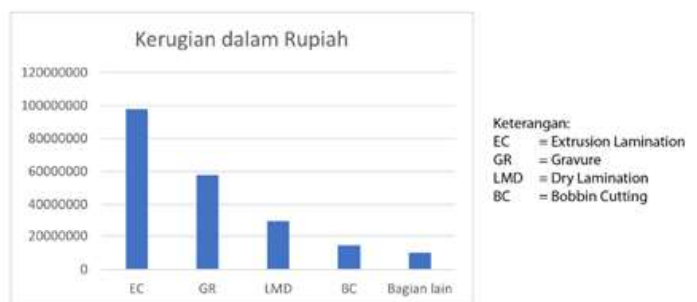
Proses pembuatan kemasan fleksibel dilakukan melalui beberapa tahap dari mulai desain, pembuatan acuan cetak, cetak, laminasi, dan potong. Bagian produksi pada PT X dibagi menjadi beberapa bagian yaitu DTP (*Desktop Publishing*), GCM (*Gravure Cylinder Making*), GR (*Gravure*), LRM (*Large Rewinder Machine*), EC (*Extrusion Lamination*) /LMD (*Dry Lamination*), BC (*Bobbin Cutting*).



Gambar 1 Alur proses produksi pada PT X
Sumber : Dokumen pribadi

A. Analisis Data

Berdasarkan data loss material periode bulan April 2022, PT X menghasilkan produk cacat sebesar 2.87%. Hasil produk cacat ini melebihi dari standar yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu sebesar 2%. Berikut data kerugian pada per bagian:



Gambar 2: Diagram kerugian tiap bagian di PT X periode bulan April.

Sumber : Dokumen PT. X

Berdasarkan data pada diagram di atas, produk cacat yang disebabkan oleh bagian laminasi ekstrusi menjadi masalah yang paling banyak menyebabkan kerugian pada periode bulan April di PT X, oleh sebab itu penelitian ini difokuskan pada proses laminasi ekstrusi.

B. Analisis Diagram Pareto

Untuk mencari masalah dominan yang terjadi pada proses laminasi di PT X, maka

Tabel 1 Spesifikasi objek penelitian

Nama produk	Kemasan A	Kemasan B	Kemasan C
Isi kemasan	Penyedap rasa	Penyedap rasa	Penyedap rasa
Spesifikasi	PET/PE/AL/PE/LDPE	PET/PE/AL/PE/LDPE	PET/PE/AL/PE/LDPE
Lebar roll jumbo	930 mm	930 mm	930 mm
Lebar roll jadi	300 mm	883 mm	300 mm
Kuantitas roll jadi	108 roll	50 roll	75 roll

Sumber : Dokumen pribadi

dilakukan pengambilan data pada tiga order yang menjadi objek penelitian ini. Data diambil dari tiga order yang dilaminasi di mesin EC 3. Hasil data penelitian tentang objek yang diteliti terlihat pada tabel 1.

Data yang dianalisis diperoleh dari data hasil kerja *bobbin cutting*, karena pada hasil kerja proses *bobbin cutting* dapat diketahui banyaknya barang yang tergolong baik dan barang yang tergolong produk cacat. Berdasarkan hasil kerja *bobbin cutting* yang terdapat pada lampiran, hasil produk cacat yang disebabkan proses laminasi ekstrusi pada tabel 2.

Pada tabel 2 dapat diketahui bahwa pada saat proses laminasi produk A masalah laminasi tidak rata yang terjadi sebanyak 24 roll dengan persentase 24.07% dari total produk yang diproduksi, masalah flui dan

kuping masuk yang terjadi masing-masing 1 roll, dengan persentase masing-masing 0.92% dari total produk yang diproduksi. Sehingga dapat disimpulkan pada proses laminasi ekstrusi order kemasan A, masalah dominan yang terjadi adalah laminasi tidak rata. Pada tabel 3 dapat diketahui bahwa pada saat proses laminasi produk B, masalah laminasi tidak rata yang terjadi sebanyak 15 roll dengan persentase 30% dari total barang yang diproduksi, dan masalah keriput yang terjadi sebanyak 1 roll dengan persentase 2% dari total produksi. Sehingga dapat disimpulkan pada proses laminasi ekstrusi kemasan order B, masalah dominan yang muncul adalah laminasi tidak rata.

Tabel 2 Data Produk Cacat Objek A

No	Masalah Laminasi ekstrusi	Frekuensi produk cacat (Roll)	Persentase barang cacat
1	Laminasi tidak rata	24	22,2%
2	Flui	1	0,92%
3	Kuping Masuk	1	0,92%
Total		26	24,07%

Sumber : Dokumen pribadi

Tabel 3 Data Produk Cacat Objek B

No	Masalah Laminasi ekstrusi	Frekuensi produk cacat (Roll)	Persentase barang cacat
1	Laminasi tidak rata	15	30%
2	Keriput	1	2%
Total		16	32%

Sumber : Dokumen pribadi

Tabel 4 Data Produk Cacat Objek C

No	Masalah Laminasi <i>Extrusion</i>	Frekuensi produk cacat (Roll)	Persentase masalah
1	Laminasi tidak rata	13	17,3%
2	Keriput	3	4%
3	Kotoran masuk	4	5,3%
Total		20	26,66%

Sumber : Dokumen pribadi

Pada tabel 4 dapat diketahui bahwa pada saat proses laminasi produk C, masalah laminasi tidak rata yang terjadi sebanyak 13 *roll* dengan persentase 17.3% dari total produk yang dihasilkan, masalah keriput yang terjadi sebanyak 3 *roll* dengan persentase 4% dari total produk yang dihasilkan, dan masalah kotoran masuk yang terjadi sebanyak 4 *roll* dengan persentase 5,3% dari total produk yang dihasilkan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa masalah dominan yang terjadi saat proses laminasi ekstrusi kemasan *order C* adalah laminasi tidak rata.

Masalah dominan pada ketiga *order* yang diteliti, dikompilasi dan diurutkan berdasarkan banyaknya frekuensi masalah yang terjadi, lalu dibuatkan diagram pareto untuk membantu menganalisis masalah dominan yang terjadi pada ketiga *order* tersebut. Berikut adalah kompilasi data produk cacat hasil laminasi ekstrusi pada tiga objek yang diteliti:

Berdasarkan kompilasi data dari ketiga *order* yang diteliti pada tabel 5, dapat diketahui bahwa masalah laminasi tidak rata yang terjadi sebanyak 52 *roll* dengan persentase 83.87% dari total produk cacat

yang terjadi, masalah keriput yang terjadi sebanyak 4 *roll* dengan persentase 6.45% dari total produk cacat yang terjadi, masalah kuping masuk dan flui terjadi masing-masing sebanyak 1 *roll* dengan persentase masing-masing 1,61% dari total produk cacat yang terjadi, dan masalah kotoran masuk yang terjadi sebanyak 4 *roll* dengan persentase 6,45% dari total produk cacat yang terjadi. Dari kompilasi data yang telah dijabarkan di atas, dapat ditarik kesimpulan masalah dominan yang terjadi pada ketiga *order* yang diteliti adalah laminasi tidak rata. Hasil ini menunjukkan ada kesamaan tren masalah yang terjadi pada periode bulan April dengan sampel objek yang diteliti.

Langkah selanjutnya adalah mengurutkan data pada tabel 5 dari yang terbesar hingga terkecil, berikut tabel pengurutan data terbesar hingga terkecil:

Tabel 5 Perhitungan kompilasi data produk cacat

No	Identifikasi Masalah Laminasi <i>Extrusion</i>	Produk cacat			Frekuensi barang cacat	Presentase	Presentase Kumulatif
		Objek A	Objek B	Objek C			
1	Laminasi tidak rata	24	15	13	52	83.87%	83.87%
2	Keriput	-	1	3	4	6.45%	90.32%
3	Kuping masuk	1	-	-	1	1.61%	91.94%
4	Flui	1	-	-	1	1.61%	93.55%
5	Kotoran masuk	-	-	4	4	6.45%	100%
Total		26	16	20	62		

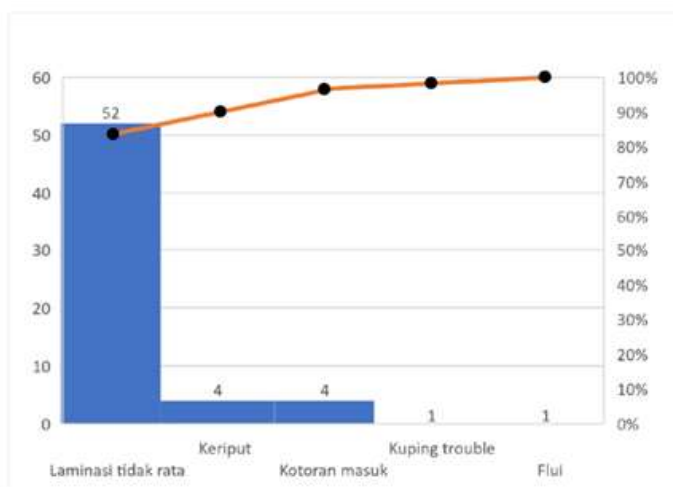
Sumber : Dokumen pribadi

Dari data pada tabel 6, masalah yang terjadi dari terbesar hingga terkecil adalah laminasi tidak rata, keriput, kotoran masuk, kuping masuk, dan flui. Data yang telah diurutkan, lalu dibuat kedalam bentuk diagram pareto agar ketahu masalah terbanyak dan yang perlu dilakukan perbaikan.

Tabel 6 Pengurutan data produk cacat

No	Identifikasi Masalah Laminasi Extrusion	Produk cacat			Frekuensi barang cacat	Presentase	Presentase Kumulatif
		Objek A	Objek B	Objek C			
1	Laminasi tidak rata	24	15	13	52	83.87%	83.87%
2	Keriput	-	1	3	4	6.45%	90.32%
3	Kotoran masuk	-	-	4	4	6.45%	96.77%
3	Kuping masuk	1	-	-	1	1.61%	98.39%
4	Flui	1	-	-	1	1.61%	100%
Total		26	16	20	62		

Sumber : Dokumen pribadi



Gambar 3: Pengurutan data produk cacat

Sumber : Dokumen pribadi

Dari data diagram pareto pada gambar 3, laminasi tidak rata memiliki tingkat persentase lebih dari 80% dari total masalah. Hal ini berarti masalah laminasi tidak rata banyak terjadi, perlu ada penanganan lebih lanjut mengenai masalah laminasi tidak rata pada proses laminasi ekstrusi.

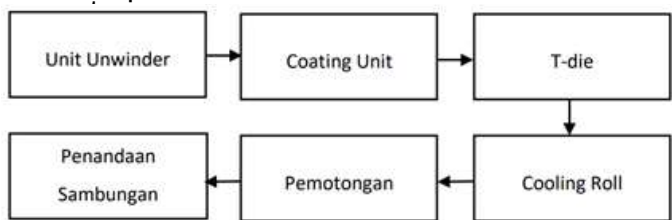
C. Analisis FMEA

Untuk menemukan sumber penyebab barang cacat yang paling berpengaruh dalam produksi maka digunakan analisis FMEA.

Berikut adalah langkah-langkah analisis FMEA:

1. Meninjau dan menentukan proses yang memiliki potensi kegagalan.

Dalam proses *extrusion lamination* mempunyai beberapa proses tahapan, tahapan ini harus dikerjakan sesuai standar yang ditentukan oleh perusahaan sehingga produk yang dihasilkan mempunyai kualitas



Gambar 4 : Tahapan proses pada mesin laminasi ekstrusi

Sumber : Dokumen pribadi

Unit *unwinder* merupakan tempat meletakan material yang akan dilaminasi, dan bagian dimana proses menyambung material cetak yang akan dilaminasi. *Coating* unit adalah bagian yang berfungsi untuk melapisi material cetak yang akan dilaminasi dengan *adhesive* agar pada saat laminasi material dapat menempel dengan kuat. T-die adalah bagian yang berfungsi untuk mencairkan resin dan membentuk resin sesuai ketebalan yang diinginkan untuk melaminasi material. *Cooling roll* berfungsi untuk mendinginkan material setelah dilaminasi dan juga memberikan tekanan pada material hasil laminasi untuk memadatkan hasil laminasi. Pemotongan pinggir adalah proses potong bagian pinggir material yang tidak dibutuhkan agar gulungan dapat sejajar. Penandaan

sambungan adalah proses memberi tanda sambungan untuk sensor bagian selanjutnya.

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan mengenai proses laminasi ekstrusi, maka dapat dideskripsikan fungsi proses yang ada pada mesin tersebut pada tabel 7.

2. Mengidentifikasi modus kegagalan dalam proses

Berdasarkan pengamatan modus kegagalan pada proses produksi di mesin *extrusion lamantion* di PT X, maka diperoleh data jenis kegagalan dan standar yang terjadi pada tiap proses ekstrusi, jenis kegagalan dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 7 Fungsi proses pada mesin ekstrusi

No	Fungsi proses	Deskripsi
1	Pembuatan standar SUP	Proses pembuatan standar uraian produksi sebagai acuan penyetelan mesin saat produksi
2	Proses penyetelan awal jalan	Penyetelan yang dilakukan sebelum proses laminasi masal dilakukan
3	Pengoprasian mesin	Kegiatan menjalankan proses laminasi, menaikkan material, mengatur suhu, hingga menjadi roll gulungan yang sudah dilaminasi
4	Pengontrolan kualitas	Kegiatan pengontrolan kualitas laminasi dengan interval tertentu
5	Perawatan harian mesin	Kegiatan membersihkan mesin dari kotoran resin yang mengeras dan area kerja setelah bekerja
6	Perawatan tahunan	Perawatan yang dilakukan oleh bagian teknisi perusahaan untuk memberi pelumasan, perbaikan, dan penggantian bagian mesin yang sudah tidak layak pakai

Sumber : Dokumen pribadi

Tabel 8 Jenis kegagalan yang berpotensi muncul pada mesin ekstrusi

No	Jenis kegagalan	Deskripsi
1	Flui (<i>Lace curtain</i>)	Kondisi permukaan material yang terlipat tipis setelah proses laminasi
2	Keriput	Kondisi permukaan material yang bergelombang mengeriput setelah proses laminasi
3	Laminasi tidak rata	Kondisi ketebalan laminasi material yang tidak rata
4	Berat tidak standar	Kondisi laminasi yang memiliki berat diluar toleransi yang dijadikan standar acuan
5	Delaminasi	Kondisi material setelah laminasi yang tidak dapat menempel/memiliki kekuatan bonding strength yang lemah dari standar yang telah ditentukan
6	Pitch tidak standar	Kondisi jarak antara eyemark per <i>circum</i> (tombo) diluar toleransi yang dijadikan standar acuan
7	Kuping trouble	Kondisi sisi potongan pinggir (kuping/ <i>stroke</i>) yang terpotong, atau tergulung
8	Angin Masuk (<i>Voids</i>)	Kondisi adanya gelembung udara pada hasil laminasi
9	Menyambung	Kondisi laminasi yang rusak dan membekas sebelum dan sesudah adanya sambungan
10	Baret	Kondisi laminasi yang bagian aluminium foilnya terdapat beberapa goresan
11	Corona tidak standar	Kondisi laminasi pada material yang belum dilakukan proses <i>corona treatment</i>
14	Gulungan merosot	Kondisi gulungan yang tidak rata, yang tidak dapat diproses pada bagian selanjutnya
15	Gulungan lengket	Kondisi gulungan yang lengket
16	Salah material	Kondisi laminasi yang diproses menggunakan bahan material yang tidak sesuai standar
17	PE kotor	Kondisi lapisan PE yang terkontaminasi
18	Kotoran masuk	Kondisi laminasi yang terkontaminasi benda asing
19	Meter kurang	Kondisi jumlah panjang gulungan tidak sesuai dengan <i>counter</i> pada mesin

Sumber : Dokumen pribadi

3. Mengidentifikasi dampak dari setiap metode kegagalan

Jenis produk cacat yang dihasilkan pada objek yang diteliti akan diidentifikasi berdasarkan dampaknya. Pada tabel 9 adalah analisa dampak pada objek yang diteliti.

4. Membuat kriteria kegagalan dampak keparahan/tingkat *severity* (S), kriteria kemungkinan terjadi/tingkat *occurance* (O), dan kriteria kegagalan *detection* atau tingkat *detection* (D)

Setiap parameter disusun secara kualitatif kemudian ditafsirkan secara kuantitatif dengan menggunakan skala peringkat numerik. Ketiga parameter tersebut dibuat masing-masing 5 peringkat.

Pada tabel 10, 11, dan 12 merupakan kriteria *severity* (S), *occurance* (O), dan kriteria *detection* (D)

5. Menentukan tingkat keparahan (S), (O), dan (D)

Kriteria *severity* (S), *occurance* (O), *detection* (D) diolah dari hasil kuisioner yang diberikan kepada tenaga ahli yang berpengalaman di PT X. Para responden akan menjawab beberapa pertanyaan tentang seberapa sering terjadi masalah, besar kerusakan yang ditimbulkan, dan bagaimana tingkat deteksinya. Jawaban terbanyak akan ditetapkan sebagai nilai kriteria, masalah yang ditinjau adalah laminasi tidak rata, keriput, kotoran masuk, flui, dan kuping

Tabel 9 Identifikasi dampak mode kegagalan

Mode Kegagalan	Dampak
Laminasi tidak rata	Menyebabkan roll menjadi jendol, gembos, material menjadi bergelombang, tidak dapat diproses di bagian BC, dan juga mesin pengisi karena berpengaruh pada bentuk kemasan dan juga sensor <i>eyemark</i> mesin pengisi
Kotoran masuk	Menyebabkan kontaminasi produk
Keriput	Proses pengisian akan terganggu karena material yang mengeriput, hasil seal menjadi tidak rata
Flui	Lipatan dapat menyebabkan kebocoran dan menurunnya kualitas visual kemasan
Kuping <i>trouble</i>	Menyebabkan potongan menjadi tidak standar, kuping tergulung, dan mengkontaminasi produk

Sumber : Dokumen pribadi

Tabel 10 Peringkat *Severity*

Dampak	Kriteria Keparahahan (S)	Peringkat
Sangat Besar	Menyebabkan kerugian yang melebihi target dan tidak dapat diperbaiki	5
Besar	Menyebabkan kerugian dibawah target dan tidak dapat diperbaiki	4
Sedang	Ada dampak yang membuat kualitas menurun tetapi masih dapat diperbaiki	3
Kecil	ada dampak yang ditimbulkan dan masih dapat diterima	2
Sangat Kecil	Dampak sangat kecil tidak berpengaruh terhadap kualitas	1

Sumber : Dokumen pribadi

Tabel 11 Peringkat *Occurance*

Frekuensi	Tingkat kemungkinan terjadi (O)	Peringkat
Sangat Sering	Lebih dari 80% per order	5
Sering	60-79% per order	4
Kadang-kadang	40-59% per order	3
Jarang	20-39% per order	2
Sangat Jarang	0-19% per order	1

Sumber : Dokumen pribadi

Tabel 12 Peringkat *Detection*

Tingkat deteksi	Kriteria deteksi (D)	Peringkat
Sangat Sulit	Tidak ada kendali untuk mendeteksi potensi kerusakan	5
Sulit	Terdapat sedikit kendali untuk mendeteksi kerusakan	4
Sedang	Terdapat kendali dengan kemampuan sedang/ cukup untuk mendeteksi kegagalan	3
Mudah	Terdapat kendali dengan kemampuan yang baik dalam mendeteksi kegagalan	2
Sangat Mudah	Kendali hampir pasti dapat mendeteksi potensi kegagalan	1

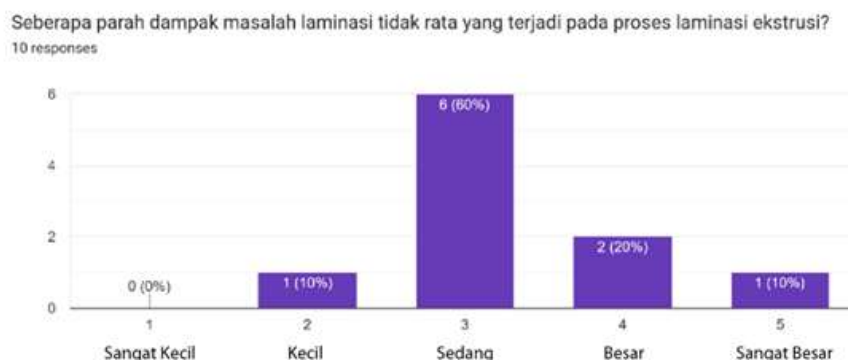
Sumber : Dokumen pribadi

masuk.

Responden yang dipilih memiliki pengalaman dilapangan tentang masalah laminasi ekstrusi yang sering terjadi serta memiliki keterkaitan pekerjaan dengan proses laminasi. Responden berjumlah 10 orang dengan rincian empat orang bagian laminasi ekstrusi, dua orang bagian QC, dua orang bagian QA dan dua orang bagian BC.

Berikut hasil kuisioner yang telah diberikan kepada tenaga ahli yang berkerja di PT X.

Berdasarkan hasil kuisioner, tingkat *severity* pada masalah laminasi tidak rata pada proses ekstrusi mendapat nilai peringkat 3, hal ini berarti laminasi tidak rata memiliki tingkat keparahan (S) yang sedang.



Gambar 5 Hasil kuisioner tingkat *severity* masalah laminasi tidak rata



Gambar 6 Hasil kuisioner tingkat *occurance* masalah laminasi tidak rata

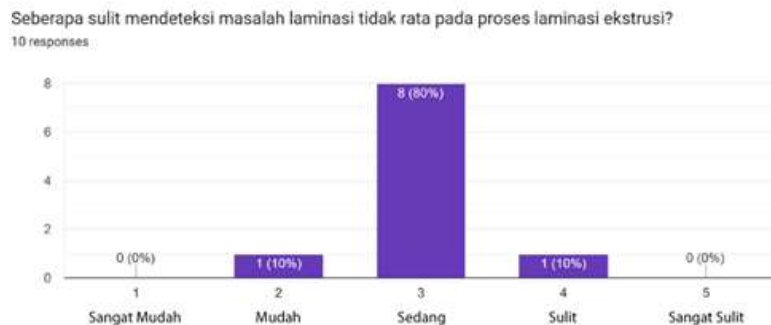
Berdasarkan hasil kuisioner pada Gambar 6, tingkat *occurance* pada masalah laminasi tidak rata pada proses ekstrusi mendapat nilai peringkat 4, hal ini berarti laminasi tidak rata memiliki frekuensi yang sering disetiap masalah yang muncul di proses ekstrusi.

Sedangkan hasil kuisioner pada Gambar 7, merupakan tingkat *detection* pada masalah laminasi tidak rata pada proses ekstrusi mendapat peringkat 3, hal ini berarti laminasi tidak rata memiliki tingkat deteksi yang sedang pada setiap masalah

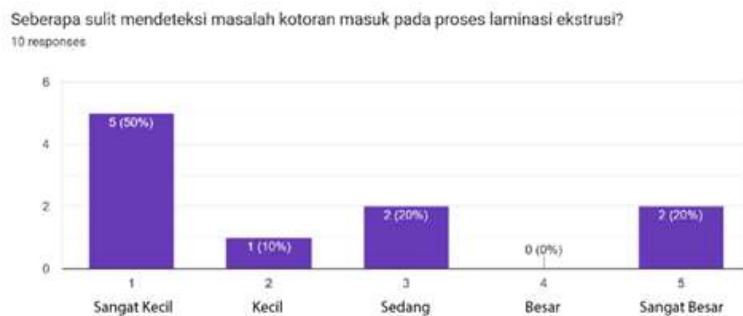
yang muncul di proses ekstrusi

Sementara hasil kuisioner pada Gambar 8 adalah tingkat *severity* pada masalah kotoran masuk pada proses ekstrusi mendapat nilai peringkat 5, hal ini berarti masalah kotoran masuk memiliki tingkat keparahan (S) yang sangat besar.

Dan hasil kuisioner di gambar 9, tingkat *occurance* pada kotoran masuk pada proses ekstrusi mendapat nilai peringkat 1, hal ini berarti masalah kotoran masuk memiliki frekuensi yang sangat jarang disetiap masalah yang muncul di proses ekstrusi.



Gambar 7 Hasil kuisioner tingkat *detection* masalah laminasi tidak rata



Gambar 8 Hasil kuisioner tingkat *severity* masalah kotoran tidak rata



Gambar 9 Hasil kuisioner tingkat *occurance* masalah kotoran masuk



Gambar 10 Hasil kuisioner tingkat *detection* masalah kotoran masuk

Berdasarkan hasil kuisioner di gambar 10, tingkat *detection* pada masalah kotoran masuk pada proses ekstrusi mendapat peringkat 1, hal ini berarti masalah kotoran masuk memiliki tingkat deteksi yang sangat mudah pada setiap masalah yang muncul di proses ekstrusi.

Pada gambar 11 adalah hasil kuisioner tingkat *severity* pada masalah keriput pada proses ekstrusi mendapat nilai peringkat 5, hal ini berarti masalah keriput memiliki tingkat keparahan (S) yang sangat besar.

Dalam gambar 12 merupakan hasil kuisioner, tingkat *occurance* pada masalah keriput pada proses ekstrusi mendapat nilai peringkat 1, hal ini berarti masalah keriput memiliki frekuensi yang sangat jarang disetiap masalah yang muncul di proses ekstrusi.

Berdasarkan hasil kuisioner di gambar 13, tingkat *detection* pada masalah keriput pada proses ekstrusi mendapat peringkat 1, hal ini berarti masalah keriput memiliki tingkat deteksi yang sangat mudah pada



Gambar 11 Hasil kuisioner tingkat *severty* masalah keriput masuk



Gambar 12 Hasil kuisioner tingkat *occurance* masalah keriput masuk



Gambar 13 Hasil kuisioner tingkat *detection* masalah keriput masuk

setiap masalah yang muncul di proses ekstrusi.

Pada gambar 14 mengenai hasil kuisioner tingkat *severity* pada masalah flui pada proses ekstrusi mendapat nilai peringkat 5, hal ini berarti masalah flui memiliki tingkat keparahan (S) yang sangat besar.

Untuk gambar 15 adalah hasil kuisioner, tingkat *occurance* pada masalah flui pada proses ekstrusi mendapat nilai

peringkat 1, hal ini berarti masalah flui memiliki frekuensi yang sangat jarang disetiap masalah yang muncul di proses ekstrusi.

Sedangkan hasil kuisioner pada gambar 16, tingkat *detection* pada masalah flui pada proses ekstrusi mendapat peringkat 2, hal ini berarti masalah flui memiliki tingkat deteksi yang mudah pada setiap masalah yang muncul di proses ekstrusi.

Untuk hasil kuisioner pada gambar 17



Gambar 14 Hasil kuisioner tingkat *severty* masalah flui



Gambar 15 Hasil kuisioner tingkat *occurance* masalah flui



Gambar 16 Hasil kuisioner tingkat *detection* masalah flui

tingkat *severity* pada masalah kuping masuk dalam proses ekstrusi mendapat nilai peringkat 4, hal ini berarti masalah kuping masuk memiliki tingkat keparahan (S) yang besar.

Pada gambar 18 hasil kuisioner, tingkat *occurance* pada masalah kuping masuk pada proses ekstrusi mendapat nilai peringkat 2, hal ini berarti masalah kuping masuk memiliki frekuensi yang jarang disetiap masalah yang muncul di proses ekstrusi.

Dan berdasarkan hasil kuisioner di gambar 19, tingkat *detection* pada masalah kuping masuk pada proses ekstrusi mendapat peringkat 1, hal ini berarti masalah kuping masuk memiliki tingkat deteksi yang sangat mudah pada setiap masalah yang muncul di proses ekstrusi.

Sementara hasil kuisioner pada gambar 20 yang telah dilakukan maka data tingkat *severity*, *occurance*, dan *detection* yang ada pada proses laminasi di PT X dapat



Gambar 17 Hasil kuisioner tingkat *severity* masalah kuping masuk



Gambar 18 Hasil kuisioner tingkat *occurance* masalah kuping masuk



Gambar 19 Hasil kuisioner tingkat *detection* masalah kuping masuk

dilihat pada tabel 13.

Berdasarkan tabel 13, masalah laminasi tidak rata mendapatkan tingkat RPN sebesar 36, kotoran masuk mendapatkan tingkat RPN sebesar 5, masalah keriput mendapatkan tingkat RPN sebesar 10, masalah flui mendapatkan tingkat RPN sebesar 5 dan masalah kuping masuk mendapatkan tingkat RPN sebesar 8.

Setelah didapatkan hasil tingkat RPN dari setiap masalah, maka data akan diurutkan berdasarkan masalah dengan tingkat RPN tertinggi hingga terendah. Lalu dilakukan pengkategorian tingkat kekritisian dari setiap masalah yang terjadi. Tingkat kekritisian yang terjadi dibagi menjadi tiga, yaitu rendah, sedang dan tinggi dengan ketentuan sesuai pada tabel 14.

Tabel 13. Hasil peringkat *severtiy*, *occurance*, dan *detection* pada proses laminasi

Jenis Masalah	Nilai peringkat FMEA			RPN
	Severity	Occurance	Detection	
Laminasi tidak rata	3	4	3	36
Kotoran masuk	5	1	1	5
Keriput	5	1	2	10
Flui	5	1	1	5
Kuping masuk	4	2	1	8

Sumber : Dokumen pribadi

Tabel 14. Katagori kekritisan masalah berdasarkan RPN

RPN	Kategori Kekritisan
26-50	Tinggi
13-25	Sedang
1-12	Rendah

Sumber : Dokumen pribadi

Tabel 15. Hasil katagori kekritisan masalah berdasarkan RPN

Jenis Masalah	RPN	Tingkat kekritisan
Laminasi tidak rata	36	Tinggi
Keriput	10	Rendah
Kuping masuk	8	Rendah
Flui	5	Rendah
Kotoran masuk	5	Rendah

Sumber : Dokumen pribadi

berdasarkan pengurutan tingkat kekritisan berdasarkan tingkat RPN maka dapat disimpulkan bahwa masalah laminasi tidak rata memiliki kekritisan yang tinggi, sedangkan masalah keriput, kuping masuk, kotoran masuk, dan flui memiliki kekritisan yang rendah.

D. Analisis Diagram Sebab-Akibat

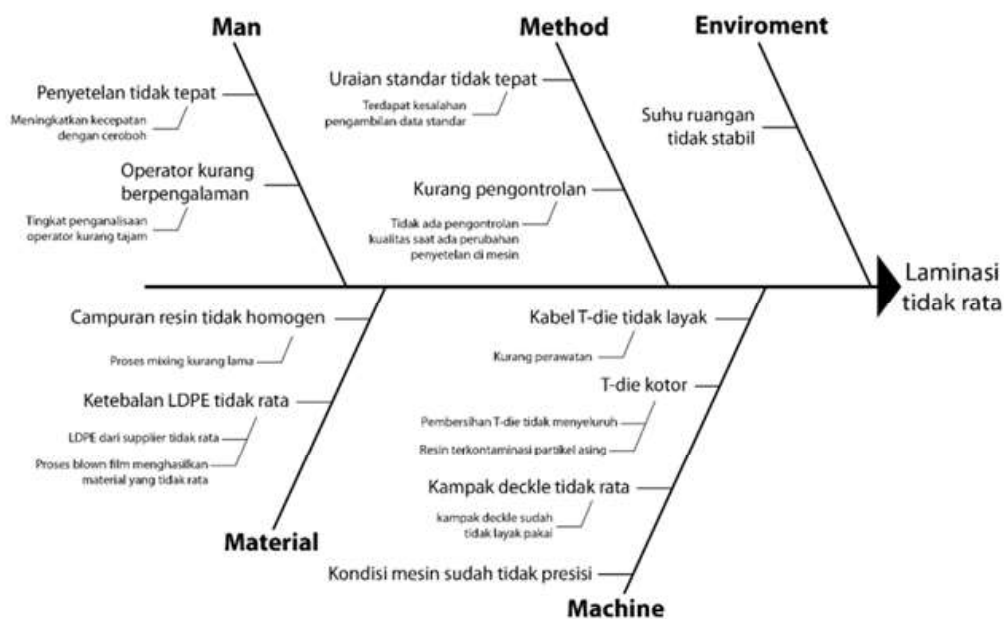
Diagram sebab akibat digunakan

untuk menemukan penyebab dari masalah yang terjadi berdasarkan beberapa faktor penyebab. Dalam penelitian ini factor penyebab yang dianalisis ditinjau dari faktor manusia (*man*), lingkungan (*enviroment*), *material*, metode (*method*), dan mesin (*machine*). Berikut gambar 20 merupakan diagram sebab akibat dari masalah laminasi tidak rata yang ditemukan pada proses laminasi ekstrusi di PT X.

Dari diagram sebab akibat di atas ditemukan beberapa faktor penyebab produk cacat laminasi tidak rata pada proses ekstrusi. Berikut analisis dari penyebab-penyebab yang ditemukan:

(1) Faktor Manusia

Pada saat produksi laminasi berlangsung ditemukan operator beberapa kali mengubah kecepatan mesin tanpa mengubah pengaturan suhu pada *extruder*, kecepatan yang ditingkatkan melewati



Gambar 20. Diagram sebab akibat masalah laminasi tidak rata

batas standar akan menyebabkan lapisan laminasi menjadi lebih tipis dan tidak stabil kerataannya. Kecepatan harus menyesuaikan kemampuan daya leleh yang dimiliki oleh resin yang digunakan. Operator mesin laminasi ekstrusi kurang peka terhadap kejadian-kejadian minor yang terjadi pada mesin sehingga dapat mempengaruhi hasil laminasi yang dihasilkan, kemampuan analisa operator dalam mengatasi masalah-masalah di mesin kurang tajam sehingga sering terjadi penyetelan yang kurang tepat.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan penyebab laminasi tidak rata yang disebabkan oleh faktor manusia adalah kecerobohan operator dalam mengatur kecepatan mesin dan kemampuan operator yang kurang profesional.

(2) Faktor Metode

Proses produksi laminasi ekstrusi memiliki Surat Uraian Produksi (SUP) yang berbeda-beda setiap order kemasan yang dilaminasi. SUP digunakan sebagai panduan penyetingan mesin berdasarkan spesifikasi material kemasan. Saat proses wawancara ada temuan bahwa terkadang SOP yang digunakan sebagai standar sering kali tidak sesuai dengan kondisi sebenarnya. Hal ini dapat terjadi dikarenakan pada saat proses analisa order percobaan memiliki kondisi aktual yang berbeda dengan proses produksi masal dijalankan, ada beberapa hal yang tidak dipertimbangkan pada saat pembuatan standar SUP, seperti kondisi cuaca, suhu ruangan, dan kondisi mesin.

Pengecekan kualitas laminasi yang diterapkan di PT X dilakukan berdasarkan

hasil sampel jumbo *roll* yang telah selesai diproduksi. Pengambilan sampel jumbo *roll* dilakukan sebanyak satu sampel setiap tiga kali turun jumbo *roll*. Dengan cara ini akan diketahui fluktuasi hasil kualitas laminasi ekstrusi dengan interval tertentu. Menurut hasil pengamatan perubahan penyetelan di mesin ekstrusi sering terjadi karena kondisi material tidak sesuai dengan ketebalan yang diinginkan sehingga dilakukan perubahan suhu dan bukaan *die* untuk menyesuaikan ketebalan dan kerataan laminasi. Perubahan penyetelan seperti ini tidak mendapat pengontrolan oleh bagian QC, hasil kualitas setelah perbaikan tidak dapat langsung diketahui oleh operator, hasil perbaikan di mesin dapat diketahui kualitasnya setelah ada pengecekan QC setiap tiga jumbo sudah di produksi.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan faktor metode yang mempengaruhi masalah laminasi tidak rata adalah pengambilan standar yang tidak sesuai aktual, dan tidak ada pengecekan QC setelah dilakukan perubahan penyetelan di mesin laminasi ekstrusi.

(3) Faktor Lingkungan

Berdasarkan wawancara yang dilakukan pada operator di mesin laminasi ekstrusi ada faktor lingkungan yang tidak dipertimbangkan dalam proses produksi di PT X. Ruangan yang digunakan untuk menempatkan mesin di PT X tidak memiliki pendingin udara yang stabil kerataan udaranya sehingga suhu di dalam ruangan produksi menjadi berbeda-beda. Seringkali cuaca di bagian luar pabrik mempengaruhi

setelan suhu yang dipakai pada proses laminasi. Suhu ruangan mempunyai peranan penting pada proses ekstrusi resin di bagian *extruder* dan *T-die* yang berhubungan dengan daya leleh resin. Suhu ruangan juga berpengaruh pada pengaturan suhu *extruder*. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dari faktor lingkungan penyebab laminasi yang tidak rata adalah suhu ruangan yang tidak stabil.

(4) Faktor Material

Material yang digunakan dalam proses laminasi mempunyai pengaruh secara langsung pada kerataan dan ketebalan kemasan fleksibel. Berdasarkan wawancara dengan operator mesin laminasi ekstrusi di PT X, proses pencampuran resin yang dilakukan harus memenuhi standar waktu yang ditentukan untuk memperoleh campuran resin yang homogen. Resin yang sudah lama tidak digunakan akan memiliki perbedaan titik leleh di *extruder* dapat mempengaruhi kerataan laminasi. Sehingga proses pencampuran perlu diatur dengan waktu yang tepat agar campuran resin yang digunakan dapat tercampur dengan rata.

Material LDPE yang digunakan sebagai *seal layer* memiliki ketebalan dengan variasi yang berbeda-beda, hal ini dapat disebabkan oleh hasil LDPE dari proses *blown film* memiliki kualitas yang kurang baik. Sehingga memiliki variasi ketebalan yang berbeda pada lebar *roll*-nya. Laminasi tidak rata yang disebabkan oleh LDPE yang tidak rata sulit untuk diatasi, berdasarkan keterangan dari petugas operator di PT X, untuk memproses LDPE yang tidak rata,

operator harus merubah pengaturan bukaan *T-die* pada bagian tertentu yang memiliki perbedaan ketebalan sehingga ketebalan resin yang diberikan dapat disesuaikan dengan ketebalan LDPE yang digunakan.

Penyebab lain yang mempengaruhi laminasi tidak rata pada saat menggunakan LDPE yang tidak rata adalah kemampuan *T-die* yang tidak dapat menyesuaikan ketebalan laminasi. Hal ini dikarenakan saat mengubah pengaturan bukaan resin pada satu titik tertentu, akan mengubah kecepatan alir dari resin yang berada pada titik sebelah kiri dan kanannya, sehingga perlu penyesuaian ulang pada mesin yang membutuhkan waktu lama.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan faktor material yang menjadi penyebab laminasi tidak rata adalah waktu pencampuran resin yang tidak tepat dan penggunaan LDPE yang memiliki ketebalan tidak rata.

(5) Faktor mesin

Pada obsevasi yang dilakukan pada mesin laminasi ekstrusi 3 di PT X, ditemukan beberapa malfungsi yang terjadi di mesin laminasi. Hal ini disebabkan oleh kabel *T-die* yang sudah terkelupas dan tidak layak digunakan, sehingga ada beberapa fungsi mesin yang tidak berjalan optimal. Tidak ada perawatan mingguan atau bulanan yang dilakukan untuk mengecek kabel-kabel diarea *T-die*, perbaikan dilakukan bila ada temuan masalah di mesin laminasi ekstrusi. *T-die* yang kotor juga menjadi penyebab utama laminasi tidak rata, hal ini disebabkan oleh pembersihan *T-die* yang

kurang bersih pada saat selesai produksi, yang menyebabkan resin mengeras dan menyumbat aliran resin yang keluar. Aliran resin yang tersumbat menyebabkan ketebalan resin di area yang tersumbat lebih tipis dibanding bagian yang tidak tersumbat, sehingga laminasi menjadi tidak rata.

Penyebab selanjutnya disebabkan oleh kampak *deckle* yang permukaannya sudah tidak rata dan kurang tepat pengaturannya, kampak *deckle* berfungsi sebagai pembatas lelehan resin disisi kiri dan kanan, kampak *deckle* yang sudah tidak layak menyebabkan penebalan resin bagian pinggir sehingga laminasi menjadi tidak rata dan *roll* gulungan menjadi jendol di area pinggir. Faktor mesin yang juga berpengaruh dalam masalah laminasi tidak rata di PT X adalah kondisi bagian mesin yang sudah aus dan tidak presisi, tidak standar dan kurang perawatan. Berdasarkan keterangan operator pada saat wawancara, perawatan pada mesin jarang dilakukan. Perbaikan hanya dilakukan pada saat ada kerusakan mayor yang mengganggu proses produksi. Proses perawatan mesin yang kurang baik dari bagian teknik pada kondisi mesin yang sudah usang sangat mempengaruhi hasil kualitas laminasi.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan faktor mesin yang menjadi penyebab laminasi tidak rata pada mesin laminasi ekstrusi di PT X adalah kabel *T-die* yang sudah tidak layak, *T-die* yang kotor, kampak *deckle* yang tidak rata, dan kondisi mesin yang sudah tidak presisi.

4. SIMPULAN

Berdasarkan data total loss material pada bulan April 2022, PT X mengalami kerugian yang disebabkan oleh produk cacat yang didominasi pada proses laminasi ekstrusi. Untuk menjawab dari rumusan masalah yang pertama maka dalam penelitian ini dilakukan analisis diagram pareto untuk menentukan masalah dominan yang terjadi pada proses laminasi ekstrusi. Hasil diagram pareto menunjukkan masalah dominan yang terjadi pada proses laminasi ekstrusi adalah laminasi tidak rata.

Pada analisis FMEA laminasi tidak rata yang terjadi pada proses laminasi ekstrusi di PT X dikategorikan dengan tingkat kekritisitas yang tinggi, yaitu dengan nilai RPN sebesar 36. Maka dilakukan analisis sebab-akibat untuk menentukan penyebab masalah laminasi tidak rata pada proses tersebut. Dari hasil analisis sebab-akibat yang dilakukan, masalah yang muncul disebabkan oleh kualitas sumber daya manusia yang kurang baik, metode kerja yang kurang tepat, dan sarana dan prasarana yang tidak memadai.

Masalah yang meliputi sumber daya manusia yang kurang disebabkan oleh kecerobohan operator dalam mengatur kecepatan mesin, kemampuan karyawan yang kurang profesional. Metode kerja yang kurang tepat disebabkan oleh ketidaksesuaian SUP dengan kondisi aktual dan kurangnya pengontrolan dari petugas QC. Sarana dan prasarana yang kurang memadai disebabkan oleh tidak adanya pengaturan

suhu ruangan yang stabil, kondisi material LDPE yang tidak rata dari proses sebelumnya, campuran resin yang tidak homogen, kabel *t-die* yang sudah tidak layak, kondisi *t-die* yang kotor, dan penggunaan kampak *deckle* yang tidak rata.

Oleh sebab itu upaya untuk mengurangi produk cacat dalam proses produksi kemasan fleksibel pada proses laminasi ekstrusi sesuai dengan penyebabnya yang dapat dilakukan oleh PT X adalah dengan cara sebagai berikut:

- 1) melibatkan petugas produksi dan kualitas pada proses pembuatan standar,
- 2) membuat checksheet pengontrolan waktu mixing resin,
- 3) memperketat toleransi variasi ketebalan material LDPE yang akan digunakan,
- 4) membuat verifikasi kualitas setelah perubahan setelan pada mesin laminasi ekstrusi
- 5) membuat mode pengaturan kecepatan secara perlahan di mesin EC-3,
- 6) membuat checklist pengontrolan kondisi kampak *deckle*,
- 7) membersihkan die setelah selesai memproses satu order atau berganti spesifikasi material,
- 8) membuat sistem laporan kerusakan mesin harian agar kerusakan dapat dikontrol secara rutin,
- 9) melakukan penyegaran grup shift secara berkala dan menempatkan karyawan berdasarkan evaluasi kepala bagian, dan
- 10) membuat sarana pengontrolan suhu agar suhu ruangan di area kerja dapat

stabil dan terkontrol. []

DAFTAR PUSTAKA

- Alijoyo, A., Wijaya, B., & Jacob, I. (tanpa tahun). Failure Mode Effect Analysis. Bandung: CRMS Indonesia.
- Chanda, M. (2018). Plastics Technology Handbook. Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Goff, J., & Whelean, T. (2000). Dynisco Extruction Processors Handbook.
- Izdebska, J., & Thomas, S. (2016). Printing On Polymers Fundamentals and Applications. Oxford: Elsevier.
- Julianti, S. (2017). A Practical Guide to Flexible Packaging. Jakarta: Gramedia.
- Kipphan, H. (2001). Handbook of Print Media. New York: Springer - Verlag Berlin Heidelberg.
- Mulyadi. (2009). Akuntansi Biaya. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen YKPN.
- Nasrullah, R., & Suryadi. (1997). Pengantar Teknik Industri. Jakarta: Gunadarma.
- Nasution, N. (2015). Manajemen Mutu Terpadu. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Paine, F. A., & Paine, H. Y. (1992). A Handbook of Food Packaging: Second Edition. Dordrecht: Springer-Science+Bussines Media.
- Quenos. Pty. Ltd. (tanpa tahun). Extruction Coating and Lamination. Quenos.
- Saleh, A. A. (2017). Electroplating: Teknik Pelapisan Logam Dengan Cara Listrik. Bandung: Yrama Widya.
- Sandoro, A. (1997). Dasar-Dasar Pemasaran.

- Edisi ketujuh, Jilid I. Jakarta: Prenhallindo.
- Sarwono, J. (2006). Metode penelitian kuantitatif dan kualitatif. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Scheder, G. (1977). Perihal Cetak Mencetak. Yogyakarta: Kanisius.
- Stamatis. (2003). Failure Mode and Effect Analysis: FMEA From Theory to Execution Second Edition. Milwaukee: ASQ Quality Press.
- Wagner, J. R. (2010). Multilayer Flexible Packaging. Oxford: William Andrew.
- Sumber Jurnal**
- Dasmaseila, V. M., Morasa, J., & Rondonuwu, S. (2020). Penerapan Total Quality Management Terhadap Produk Cacat Pada PT Sinar Pure Foods Internasional di Bitung. Indonesia Accounting Journal Vol.2, No.2, 97-102.
- Hasbullah, H., Kholil, M., & Santoso, D. A. (2017). Analisis kegagalan proses insulasi pada produksi automotive wires dengan metode failure mode and effect analisis pada PT JLC. Sinergi Vol. 21 No. 3, 193-203.
- Lindner, M., Rodler, N., Jesdinszki, M., Schmid, M., & Sangerlaub, S. (2018). Surface energy of corona treated PP, PE and PET films, its alteration as function of storage time and the effect of various corona dosages on their bond strength after lamination. Journal of Applied Polymer Science, 45842, 1-9.
- Puspasari, A., Mustomi, D., & Anggraeni, E. (2019). Proses Pengendalian Kualitas Produk Reject dalam Kualitas Kontrol pada PT Yasufuku Indonesia Bekasi. Widya Cipta Vol 3 No 1, 71-78.
- Sampurno, B. (2006). Aplikasi Polimer Dalam Industri Kemasan. Jurnal Batan, 15-22.
- Sibarani, M., Allan, M. P., & Santika, P. M. (2018). Perancangan Unit Extruder pada Mesin Extrusion Lamination Flexible Packaging. Jurnal Teknik Mesin-ITI Vol. 2 No. 2, 42-45.
- Yusuf, M., & Supriyadi, E. (2020). Minimasi Penurunan Defect Pada Produk Meble Berbasis Polyprohylene Untuk Meningkatkan Kualitas. EKOBISMAN Vol 4 No 3, 244-255.
- Sumber Website**
- https://www.nutrimart.co.id/media/catalog/product/cache/206d6ebf3fdb585a5f4836aede302e61/j/u/jupe_1.jpg
- https://img4574.weyesimg.com/uploads/www.smartweighpack.com/images/15563375314604.png?x-ossprocess=image/resize,m_lfit,w_1390/format,webp
- <https://www.smartpouches.com/wp-content/uploads/2014/08/types-ofbottom-gusset-pouches.jpg>
- https://www.sahabatnestle.co.id/sites/default/files/product_combined/