

PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK KOTAK KARTON GELOMBANG MENGGUNAKAN SIX SIGMA DI PT STG

Sie, Yoseph Widjaja ¹⁾, Gabriel Stefan Glasius ²⁾, Julius Mulyono ³⁾

^{1,2,3)} Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
Email : juliusnyamulyono@ukwms.ac.id

Abstrak, Penelitian ini menganalisis pengendalian kualitas produk kotak karton bergelombang (KKG) di PT STG, menggunakan metodologi Six Sigma. Proses analisis melibatkan langkah-langkah DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) untuk mengidentifikasi jenis kecacatan yang dominan, seperti rekat lem single facer lepas, melengkung, griwis, dan lainnya. Dengan menggunakan alat analisis seperti P-Chart, Diagram Pareto, dan Diagram Fishbone, penelitian ini berhasil mengidentifikasi akar penyebab kecacatan pada faktor manusia, mesin, material, metode pengukuran, dan lingkungan. Rekomendasi perbaikan mencakup pelatihan operator, pemeliharaan mesin, peningkatan kualitas material, serta perbaikan metode produksi dan lingkungan kerja. Implementasi saran diharapkan dapat mengurangi tingkat cacat dan meningkatkan efisiensi produksi, berupa minimasi cacat rekat lem sebesar 35,2%.

Kata Kunci : Pengendalian, kualitas, karton, dominan, cacat-rekat, define, measure, analyze, improve, control.

PENDAHULUAN

Dalam memproduksi suatu produk aspek terpenting yang harus diperhatikan oleh perusahaan adalah kualitas. Setiap perusahaan harus menjaga dan memperhatikan kualitas produk yang dihasilkan. Adanya persaingan pasar dimana banyak perusahaan yang menawarkan produk sejenis memicu perusahaan untuk terus meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan agar dapat mempertahankan pelanggan. Dengan begitu, kualitas dapat digunakan untuk memenangkan persaingan (Rusdiana, 2015).

PT STG merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan Kotak Karton Gelombang (KKG) berbagai jenis produk kemasan untuk industri. Perusahaan ini melakukan produksi sesuai dengan pesanan. Selama melakukan proses produksi perusahaan ini mengalami permasalahan berupa cacat produk, banyak produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi dan harapan pelanggan. Salah satu KKG yang diproduksi oleh PT STG adalah KKG untuk produk air mineral 220 ml.

KKG air mineral 220 ml merupakan salah satu kemasan produk air mineral yang paling populer di pasar. Namun, seperti produk lainnya, KKG air mineral 220 ml juga tidak luput dari kecacatan. Kecacatan pada produk dapat menyebabkan ketidakpuasan pelanggan, kerugian reputasi, dan akhirnya, kerugian finansial. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengidentifikasi dan menganalisis penyebab kecacatan pada produk KKG air mineral 220 ml

untuk meningkatkan kualitas dan mengurangi tingkat kecacatan. Pemilihan KKG air mineral 220 ml sebagai objek penelitian didasarkan pada dua alasan utama. Pertama, di antara semua produk KKG air mineral seperti KKG air mineral 1500 ml, dan KKG air mineral 600 ml, KKG air mineral 220 ml memiliki persentase cacat yang paling tinggi dalam satu bulan yaitu 8% sedangkan untuk KKG air mineral 1500 ml dan 600 ml masing-masing adalah 3%. Hal ini menunjukkan adanya masalah yang mendasar dalam proses produksi yang perlu diatasi. Kedua, KKG air mineral 220 ml memiliki volume produksi yang paling banyak dalam satu bulan yaitu 287.209 pcs dibandingkan dengan produk lain yang serupa seperti KKG air mineral SE 220 ml sebanyak 20.364 pcs dan AMDK JV 220 ml sebanyak 53.298 pcs. Artinya, setiap perbaikan yang dilakukan pada proses produksi KKG air mineral 220 ml akan memiliki dampak yang signifikan pada perbaikan kualitas produk secara keseluruhan.

Metodologi Six Sigma sering digunakan untuk pengendalian kualitas produk dengan cara meminimasi jumlah defect. Aplikasi Six Sigma berfokus pada cacat dan variansi, dimulai dengan mengidentifikasi unsur-unsur kritis terhadap kualitas dari suatu proses hingga memberikan usulan-usulan perbaikan terkait cacat yang timbul (Caesaron, 2015). Metodologi Six Sigma dibutuhkan untuk melakukan peningkatan terus-menerus melalui pendekatan yang sistematis berdasarkan ilmu pengetahuan dan fakta dengan menggunakan peralatan, pelatihan dan pengukuran, sehingga semua

kebutuhan pelanggan dapat terpenuhi. Salah satu metodologi Six Sigma yang dapat digunakan adalah Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC) (Gaspersz, 2022), seperti juga dilakukan pada (Hartanti, 2022).

Metode DMAIC merupakan pendekatan yang lengkap untuk melakukan pengendalian dan perbaikan kualitas karena dimulai dengan mengidentifikasi masalah sampai melakukan pengendalian serta memberikan usulan untuk melakukan perbaikan (Nasution, 2018). Pengendalian kualitas yang baik perlu diterapkan, dengan menggunakan metode atau aktivitas perbaikan kualitas yang bertujuan untuk mengurangi persentase produk cacat, agar produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik sehingga keuntungan dan kepuasan pelanggan dapat tercapai (Besterfield, 2015). Berdasarkan latar belakang diatas, diperoleh rumusan masalah yaitu bagaimana mengidentifikasi tingkat kecacatan dominan, menganalisis faktor penyebab kecacatan dominan serta usulan perbaikan guna peningkatan kualitas proses produksi KKG menggunakan metodologi Six Sigma.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, dimana pengumpulan data dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung terhadap obyek yang diteliti agar didapat data yang relevan. Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi secara langsung, dan wawancara terhadap pimpinan dan karyawan perusahaan. Setelah data didapatkan, selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan tahapan:

Define

Dilakukan identifikasi secara jelas masalah yang dihadapi oleh perusahaan. Memetakan proses kegiatan guna memahami dan melokalisasi masalah. Memilih alternatif tindakan untuk menanggulangi meluasnya masalah. Merumuskan parameter keberhasilan proyek mengingat luasnya ruang lingkup, tingkat penyelesaian masalah sebagai sasaran yang dibidik, tersedianya perlengkapan, tenaga pelaksana, waktu dan biaya. Mendefinisikan Critical to Quality (CTQ) dari hasil proses produksi KKG, dan Diagram SIPOC. Diagram SIPOC merupakan diagram yang menggambarkan aktivitas atau sub proses pada suatu proses bisnis secara mayor. Diagram

SIPOC digunakan sebagai alat bantu untuk menentukan batasan-batasan dan elemen-elemen penting dari sebuah proses.

Measure

Dilakukan pemahaman terhadap proses internal perusahaan yang sangat potensial dalam mempengaruhi cacat proses produksi KKG dengan cara menentukan karakteristik kualitas (CTQ). Kemudian mengukur besaran penyimpangan yang terjadi dibandingkan dengan standar mutu yang telah ditetapkan dengan cara menghitung Defect Per Million Opportunities (DPMO).

Analyze

Dilakukan upaya memahami mengapa terjadi penyimpangan dan mencari alasan-alasan yang mengakibatkan terjadinya cacat. Analisis dilakukan dari data yang telah dikumpulkan dengan menggunakan alat bantu kualitas yaitu diagram Pareto dan diagram Fishbone untuk mendapatkan penyebab-penyebab dari permasalahan.

DPMO merupakan ukuran kegagalan dalam program peningkatan kualitas Six Sigma, yang menunjukkan kegagalan per sejuta kesempatan. Besarnya kegagalan per satu juta kesempatan (DPMO) dihitung berdasarkan persamaan yaitu:

$$DPMO = \frac{\text{Defect}}{\text{unit} \times \text{opportunity}} \times 10^6$$

Dalam pendekatan Six Sigma, proses yang terjadi dalam suatu pabrik atau perusahaan diukur kerjanya dengan menghitung tingkat sigmanya. Semakin nilai Sigma mendekati enam Sigma, maka kinerja dari proses dapat dikatakan sangat baik. Dasar perhitungan tingkat Sigma adalah menggunakan DPMO untuk data variabel. Besarnya tingkat Sigma dihitung menggunakan bantuan software Microsoft Excel berdasarkan formula yaitu:

$$\text{nilai sigma}(\sigma) = \text{NORMSINV} \left(\frac{10^6 - DPMO}{10^6} + 1,5 \right)$$

P-Chart merupakan alat yang dapat memvisualisasikan variasi-variasi yang terjadi pada kecenderungan dan penyebaran pusat dari suatu kumpulan observasi sehingga suatu proses dapat dimonitor dan dikendalikan. P-Chart dibuat untuk mengetahui apakah proses dalam kendali dan untuk memonitor variasi proses secara terus-menerus. P-Chart menggambarkan bagian yang ditolak karena tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Perhitungan untuk

jenis kecacatan pada produk Berdasarkan data yang ada, didapat nilai mean $\bar{p}$ (CL) sebagai berikut:

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

Batas kelas Atas (UCL) dapat dihitung seperti di bawah ini:

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

Batas Kelas Bawah (LCL) dapat dihitung seperti di bawah ini:

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

Improve

Setelah akar penyebab masalah kualitas teridentifikasi maka perlu dilakukan penetapan rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas.

Control

Sebagai bagian dari pendekatan Six Sigma, perlu adanya pengawasan proses untuk meyakinkan bahwa hasil-hasil yang diinginkan sedang dalam proses pencapaian. Hasil dari tahap improve perlu diterapkan untuk melihat pengaruhnya terhadap kualitas produk yang dihasilkan (Utomo, 2018), (Anil Kumar, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Define

Pada tahap ini yang pertama kali dilakukan adalah menetapkan proyek yang akan dijalankan berdasarkan skala prioritas yang telah ditentukan, dan setelah itu kemudian menentukan Critical to Quality (CTQ). Jenis kecacatan pada produk KKG pada mesin corrugated terdiri dari 7 jenis kecacatan. Dalam penelitian ini data jenis kecacatan yang dikelompokkan dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1. Critical to Quality (CTQ) Potensial Produk KKG Air Mineral 220 ML

No	Jenis Kecacatan
1	Creasing Lari
2	Rekat lem single facer lepas
3	Rekat lem double backer lepas
4	Melengkung
5	Griwis
6	Liner Cacat
7	Liner Pecah

Sumber: Divisi QC PT STG (2024)

Berdasarkan Tabel 1, kemudian diukur karakteristiknya serta kapabilitas dari proses pada saat ini untuk menentukan langkah apa yang harus diambil untuk melakukan perbaikan dan peningkatan selanjutnya. Pengukuran ini meliputi pengolahan data pada DPMO (Defect Per Million Opportunities), nilai sigma, P-Chart, diagram Pareto dan diagram Fishbone.

Tahap Measure

Tahap ini menggunakan acuan Critical to Quality (CTQ) yang telah didefinisikan pada tahap define sebelumnya. Pengukuran DPMO (Defect Per Million Opportunities) dan Nilai Sigma (σ), sebagai berikut:

$$DPMO = \frac{24780}{287909 \times 7} \times 10^6 = 12.296$$

Contoh perhitungan untuk sampel ke-1 adalah sebagai berikut,

$$DPMO = \frac{5400}{9600 \times 7} \times 10^6 = 80.357$$

Dilakukan perhitungan untuk mencari nilai sigma (σ), yang merupakan ukuran dari kinerja perusahaan yang menggambarkan kemampuan dalam menghasilkan produk bebas cacat. Berikut ini perhitungan nilai sigma untuk pada periode 1 sampai 31 Juli 2024:

$$\begin{aligned} \text{nilai sigma}(\sigma) &= NORMSINV \left(\frac{10^6 - 12296}{10^6} + 1,5 \right) \\ &= 3,75 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan nilai Sigma untuk sampel ke-1 adalah sebagai berikut,

$$\begin{aligned} \text{nilai sigma}(\sigma) &= NORMSINV \left(\frac{10^6 - 80357}{10^6} + 1,5 \right) \\ &= 2,90 \end{aligned}$$

Rekapitulasi perhitungan untuk nilai DPMO dan nilai sigma dapat dilihat pada Tabel 2:

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan DPMO dan Nilai Sigma

No	Jumlah			Nilai	
	Produksi	Cacat	CTQ	DPMO	Sigma
1	9600	5400	7	80357	2.90
2	7080	1800	7	36320	3.30
3	2520	1200	7	68027	2.99
4	16040	200	7	1781	4.41
5	3831	0	7	0	0
6	14334	1200	7	11960	3.76
7	8000	960	7	17143	3.62
8	8048	0	7	0	0
9	16000	400	7	3571	4.19
10	19200	1800	7	13393	3.71

No	Jumlah			Nilai	
	Produksi	Cacat	CTQ	DPMO	Sigma
11	9600	0	7	0	0
12	9652	1200	7	17761	3.60
13	18000	1520	7	12063	3.76
14	9000	1440	7	22857	3.50
15	9180	0	7	0	0
16	16000	4200	7	37500	3.28
17	19200	1200	7	8929	3.87
18	9600	0	7	0	0
19	9752	300	7	4395	4.12
20	9000	0	7	0	0
21	9052	0	7	0	0
22	20000	960	7	6857	3.96
23	9600	0	7	0	0
24	9608	0	7	0	0
25	8000	1000	7	17857	3.60
26	8012	0	7	0	0
Total	287909	24780		12296	

Sumber: Divisi QC PT STG (2024)

Berdasarkan Tabel 2 nilai Sigma tertinggi terjadi di sampel ke-4 sedangkan nilai terendah di sampel ke-1. Pencapaian nilai Sigma masih dibawah target karena nilai Sigma yang baik adalah jika nilai Sigmanya mendekati nilai 6, hal ini dikarenakan masih banyak ditemukan produk-produk cacat sehingga nilai DPMO masih tinggi yang mengakibatkan nilai Sigma menjadi kecil.

P-Chart dibuat untuk mengetahui apakah proses dalam kendali dan untuk memonitor variasi proses secara terus menerus. P-Chart menggambarkan bagian yang ditolak karena tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Perhitungan sebanyak 26 sampel pada jenis kecacatan produk KKG. Berdasarkan data yang ada, didapat nilai mean (CL) sebagai berikut:

$$\bar{p} = \frac{24780}{287909} = 0,0861$$

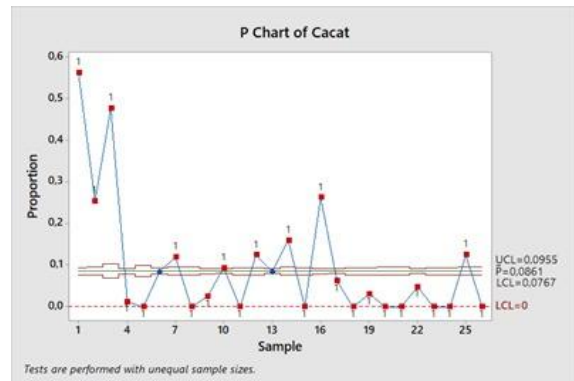
Perhitungan UCL adalah sebagai berikut:

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,0955$$

Perhitungan LCL adalah sebagai berikut:

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0$$

Nilai pada LCL dibuat menjadi 0 karena minimal terjadi kecacatan pada produk adalah 0. Berdasarkan hasil perhitungan batas kontrol (UCL) dan batas kontrol bawah (LCL), maka selanjutnya dapat dibentuk P-Chart. Berikut ini adalah P-Chart yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. P-Chart Produk Cacat Kotak Karton Gelombang

Berdasarkan P-Chart di atas, dapat dilihat bahwa proporsi cacat pada produk KKG air mineral 220 ml dari 26 sampel yang diambil mengalami beberapa variasi. Garis tengah atau rata-rata proporsi cacat (CL) dalam proses ini berada pada angka 0,0861, yang merepresentasikan jumlah cacat yang bisa diterima secara normal dalam produksi. Batas kendali atas (UCL) berada di angka 0,0955, sementara batas kendali bawah (LCL) berada pada 0, karena untuk produk cacat diharapkan terjadi seminim mungkin atau 0.

Dari grafik, terlihat jelas bahwa beberapa sampel berada di atas UCL, yaitu sampel ke-1, ke-2, ke-3, ke-7, ke-12, ke-14, ke-16, dan ke-25. Titik-titik ini terdeteksi berada di luar batas kontrol, yang mengindikasikan adanya variasi yang signifikan dan membutuhkan perhatian khusus untuk mengidentifikasi serta mengatasi penyebabnya.

Sementara itu, sebagian besar sampel lainnya berada di dalam batas kendali. Ini berarti bahwa variasi cacat yang terjadi pada sampel-sampel tersebut masih dalam batasan yang dapat diterima sebagai bagian dari fluktuasi normal dalam proses. Namun, ada beberapa sampel, seperti sampel ke-6, dan ke-10 yang meskipun berada di dalam batas kendali, tetap menunjukkan proporsi cacat yang mendekati batas kendali atas. Hal ini bisa menjadi peringatan dini bahwa meskipun proses masih dianggap stabil, ada kecenderungan peningkatan proporsi cacat yang perlu diperhatikan lebih lanjut agar tidak meningkat menjadi masalah serius.

Secara keseluruhan, proses ini menunjukkan ketidakstabilan pada beberapa sampel, terutama sampel ke-1, ke-2, ke-3, ke-7, ke-12, ke-14, ke-16, dan ke-25 yang berada di luar batas kontrol. Untuk mengembalikan

stabilitas proses, diperlukan investigasi terhadap faktor-faktor seperti kualitas bahan baku, kondisi mesin, atau pengoperasian oleh operator. Dengan mengatasi penyebab utama cacat tersebut, diharapkan proses produksi dapat kembali stabil dan mengurangi cacat yang tidak terduga.

Tahap Analyze

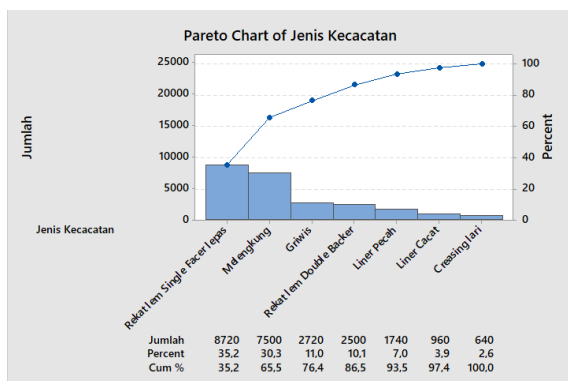
Berikut ini adalah Tabel 3 hasil dari pengolahan data untuk membuat diagram Pareto.

Tabel 3. Jenis dan Jumlah Kecacatan Produk KKG Air Mineral 220 ML

Jenis Kecacatan	Jumlah (pcs)	Kumulatif (pcs)	Presentase	Kumulatif
Creasing Lari	640	640	0,0258	0,02583
Rekat lem Single Facer lepas	8720	9360	0,3519	0,3777
Rekat lem Double Baker	2500	11860	0,1009	0,4786
Melengkung	7500	19360	0,3027	0,7813
Griwis	2720	22080	0,1098	0,8910
Liner Cacat	960	23040	0,0387	0,9298
Liner Pecah	1740	24780	0,0702	1,0000
Jumlah	24780		1	

Sumber: Divisi QC PT STG (2025)

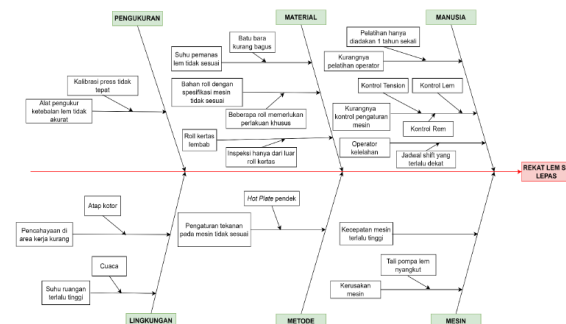
Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada Tabel 3 dapat dibentuk diagram Pareto, seperti pada gambar berikut:



Gambar 2. Diagram Pareto Jenis Cacat

Berdasarkan hasil diagram Pareto pada Gambar 2, terlihat bahwa 86,5% kecacatan produk KKG air mineral 220 ml secara berurutan dari yang terbesar yaitu rekat lem single facer lepas sebesar 35,2%, melengkung sebesar 30,3%, griwis sebesar 11%, dan rekat lem double backer lepas sebesar 10,1%. Untuk menganalisis penyebab-penyebab tersebut, digunakan diagram Fishbone atau diagram sebab-akibat, yang membantu mengidentifikasi faktor-faktor potensial yang menyebabkan masalah produksi KKG air mineral 220 ml. Selain itu, dijelaskan bahwa karakter kecacatan ini bersifat sama, saling bebas, dan terdeteksi dalam waktu yang hampir bersamaan.

Diagram Fishbone ini menguraikan berbagai faktor yang menyebabkan terjadinya rekat lem single facer lepas. Beberapa aspek yang turut memengaruhi munculnya cacat tersebut akan dijelaskan lebih lanjut dalam diagram ini.



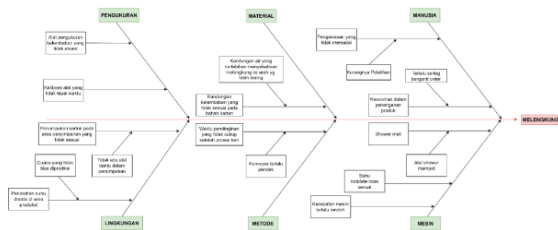
Gambar 3. Diagram Fishbone dengan jenis kecacatan Rekat Lem Single Facer Lepas

Penyebab-penyebab yang menjadi akar permasalahan utama rekat lem single facer lepas adalah:

- Manusia: Operator kurang terlatih karena pelatihan hanya dilakukan setahun sekali, kurangnya kontrol pada mesin, dan jadwal shift yang terlalu dekat membuat operator kelelahan.
- Mesin: Kecepatan tinggi yang dituntut dan tali pompa lem tersangkut menyebabkan lem tidak keluar dengan lancar.

- **Material:** Batu bara berkualitas rendah membuat suhu lem tidak stabil, beberapa rol kertas tidak sesuai spesifikasi mesin, dan rol kertas lembab akibat inspeksi hanya dilakukan pada lapisan luar.
- **Metode:** Pengaturan tekanan tidak sesuai akibat hotplate yang terlalu pendek.
- **Pengukuran:** Kalibrasi press yang tidak tepat membuat jumlah lem yang keluar menjadi tidak akurat.
- **Lingkungan:** Pencahayaannya kurang karena atap kotor, dan suhu ruangan tinggi akibat musim kemarau.

Diagram Fishbone ini menguraikan berbagai faktor yang menyebabkan terjadinya cacat melengkung. Beberapa aspek yang turut memengaruhi munculnya cacat tersebut akan dijelaskan lebih lanjut dalam diagram ini.



Gambar 4. Diagram Fishbone dengan jenis kecacatan Melengkung

Penyebab-penyebab yang menjadi akar permasalahan utama melengkung adalah:

- **Manusia:** Kurangnya pelatihan operator dan perubahan setelan mesin akibat order skala kecil meningkatkan risiko sheet melengkung.
- **Mesin:** Gangguan pada alat shower uap, suhu hotplate yang tidak sesuai, serta kecepatan konveyor yang terlalu pelan menyebabkan deformasi sheet. Juga, menyangkut penempatan mesin (Pande, 2016).
- **Material:** Kandungan air yang berlebih pada rol kertas mempengaruhi stabilitas sheet karton.
- **Metode:** Konveyor yang terlalu pendek mengurangi waktu pendinginan, memengaruhi daya rekat lem dan menyebabkan kelengkungan.
- **Pengukuran:** Kalibrasi alat corrugated yang tidak tepat dan alat kelembaban yang terbatas hanya pada lapisan luar kertas memengaruhi kualitas sheet.

- **Lingkungan:** Penempatan sheet yang salah dan perubahan suhu mendadak dapat memengaruhi kelembaban material, menghasilkan sheet yang melengkung.

Diagram Fishbone ini menguraikan berbagai faktor yang menyebabkan terjadinya cacat griwis. Beberapa aspek yang turut memengaruhi munculnya cacat tersebut akan dijelaskan lebih lanjut dalam diagram ini.

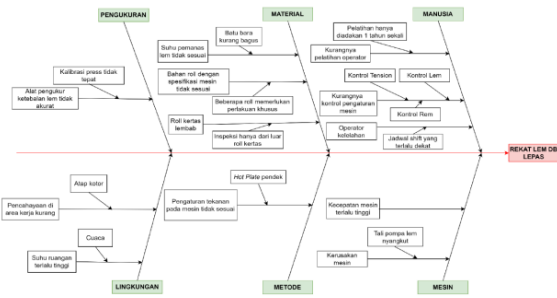


Gambar 5. Diagram Fishbone dengan jenis kecacatan Griwis

Penyebab-penyebab yang menjadi akar permasalahan utama griwis adalah:

- **Manusia:** Kesalahan dalam pemasangan rol kertas dan kurangnya jumlah serta efektivitas petugas quality control mengakibatkan ketidaksempurnaan pemotongan (Anil Kumar, 2014).
- **Mesin:** Pisau mesin yang tumpul karena penggunaan terus-menerus menyebabkan tepi kertas kasar atau tidak rapi, memicu griwis.
- **Material:** Penyusutan material dari supplier membuat ukuran kertas tidak sesuai selama produksi, menghasilkan griwis pada produk akhir.
- **Metode:** Teknik pengeleman yang tidak merata menyebabkan kertas mudah lepas saat dipotong, menimbulkan griwis.
- **Pengukuran:** Alat pengukur yang tidak terkalibrasi dan sensor yang kotor menyebabkan ketidaktepatan pemotongan atau pengaturan lebar kertas, memicu griwis.
- **Lingkungan:** Lingkungan kerja yang kotor atau berdebu dapat memengaruhi kualitas kertas, menghasilkan griwis pada produk.

Diagram Fishbone ini menguraikan berbagai faktor yang menyebabkan terjadinya rekat lem double backer lepas. Beberapa aspek yang turut memengaruhi munculnya cacat tersebut akan dijelaskan lebih lanjut dalam diagram ini.



Gambar 6. Diagram Fishbone dengan jenis kecacatan Rekat lem Double Backer Lepas

Penyebab-penyebab yang menjadi akar permasalahan utama rekat lem double backer lepas adalah:

- Manusia: Pelatihan operator yang jarang dilakukan dan pengawasan mesin yang kurang baik menyebabkan operator kurang terampil, diperparah dengan jadwal shift yang terlalu rapat sehingga operator kelelahan.
- Mesin: Kecepatan mesin yang tinggi meningkatkan tekanan kinerja, sementara tali pompa lem yang tersangkut menghambat aliran lem.
- Material: Kualitas batu bara yang buruk memengaruhi suhu lem, rol kertas yang tidak sesuai spesifikasi membutuhkan perlakuan khusus, dan kelembapan kertas yang tidak sesuai karena inspeksi hanya pada lapisan luar.
- Metode: Ukuran hotplate yang terlalu pendek menyebabkan tekanan mesin yang tidak optimal.
- Pengukuran: Kalibrasi mesin press yang tidak tepat menghasilkan keluaran lem yang tidak akurat.
- Lingkungan: Pencahayaan produksi terganggu akibat atap kotor, dan suhu ruangan tinggi karena musim kemarau meningkatkan temperatur.

Tahap Improve

Pada tahap improve akan diberikan usulan-usulan yang akan dapat membantu dalam mengurangi kegagalan dalam produksi pada produk KKG. Usulan yang direkomendasikan meliputi pelatihan operator dua kali setahun untuk meningkatkan keterampilan dan efisiensi kerja, pengaturan jeda antar shift atau penambahan tenaga kerja untuk mencegah kelelahan, serta perawatan rutin mesin guna mencegah kerusakan besar. Selain itu,

penggunaan material berkualitas lebih tinggi dengan inspeksi yang lebih teliti dapat menurunkan tingkat cacat, sementara pemasangan konveyor atau kipas pendingin, ventilasi, dan AC dapat memperbaiki efisiensi dan kualitas produksi. Kalibrasi berkala alat ukur juga penting untuk menjaga akurasi, dan pembersihan atap secara teratur dapat meningkatkan pencahayaan di area produksi. Dengan langkah-langkah ini, perusahaan diharapkan dapat mengurangi cacat secara signifikan, meningkatkan produktivitas, dan mencapai payback period dalam waktu 3 bulan hingga 1,5 tahun tergantung pada jenis perbaikan yang dilakukan.

Tahap Control

Apabila improve (pelatihan tambahan, pemasangan sensor kualitas, atau pengadaan peralatan baru) dapat dilakukan dan pemantauan berlangsung selama lebih dari 1 tahun, maka tahap control bisa dilakukan dengan menganalisis variasi dalam proses, dan memverifikasi efektivitas perbaikan secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, kecacatan produk KKG air mineral 220 ml dikelompokkan menjadi 7 Critical to Quality (CTQ), yaitu creasing lari, rekat lem single facer lepas, rekat lem double backer lepas, melengkung, griwis, liner pecah, dan liner cacat. Dari P-Chart, rata-rata proporsi cacat sebesar 0,0861 dengan batas kendali atas (UCL) 0,0955, dan beberapa sampel melebihi batas kendali, menunjukkan variasi yang perlu ditangani. Diagram Pareto menunjukkan bahwa kecacatan dominan terdiri dari rekat lem single facer lepas (35,2%), melengkung (30,3%), griwis (11%), dan rekat lem double backer lepas (10,1%). Analisis menggunakan diagram Fishbone mengidentifikasi penyebab kecacatan meliputi faktor manusia (kurangnya pelatihan dan kontrol shift), mesin (pisau tumpul dan tali pompa lem tersangkut), material (kualitas batu bara dan kelembapan kertas), metode (teknik pengeleman tidak merata), pengukuran (alat tidak terkalibrasi), dan lingkungan (pencahayaan buruk dan suhu tidak stabil).

Rekomendasi perbaikan meliputi peningkatan frekuensi pelatihan operator, pengaturan shift yang lebih baik, dan penambahan petugas quality control. Untuk

mesin, disarankan perawatan rutin seperti pengasahan pisau, pembersihan shower, dan pemeriksaan pompa lem. Material berkualitas lebih baik dan inspeksi kelembaban kertas secara menyeluruh dapat mengurangi cacat. Perbaikan metode mencakup memperpanjang hotplate dan area konveyor, serta meninjau ulang teknik pengeleman. Pengukuran yang lebih akurat dapat dicapai dengan kalibrasi berkala alat ukur dan sensor. Selain itu, peningkatan lingkungan kerja seperti pembersihan atap, pemasangan ventilasi atau AC, dan pengelolaan area penyimpanan karton diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Rusdiana, H. A. (2015). Manajemen operasi (1st ed.) Cet. 2. Bandung, Indonesia: CV Pustaka Setia.
- Caesaron, D., & Tandianto, T. (2015). Penerapan metode Six Sigma dengan pendekatan DMAIC pada proses handling painted body BMW X3 (Studi kasus: PT. Tjahja Sakti Motor). Jurnal PASTI (Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri), 9(3).
- Gaspersz, V. (2022). Lean six sigma for manufacturing and service industries: Strategi Reduksi Kecacatan dalam Waktu Kurang dari 6 Bulan. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hartanti, LPS., Mulyono, J., Mayang, V. (2022). FMEA dan Fuzzy FMEA dalam Penilaian Risiko Lean Waste di Industri Manufaktur. Jurnal Sains & Teknologi, Universitas Pendidikan Ganesha.
- Nasution, S., & Sodikin, R. D. (2018). Perbaikan kualitas proses produksi karton box dengan menggunakan metode DMAIC dan fuzzy FMEA. Jurnal Sistem Teknik Industri, 20(2), 36–46.
- Besterfield, D. (2015). Total quality management, Revised ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Utomo, H.M.L., Sianto, M.E., Mulyono, J. (2018). Perbaikan Layout di PT X. Jurnal Widya Teknik, Vol. 17 No. 1.
- Anil Kumar Raghavan Pillai, Ashok Kumar Pundir, L. Ganapathy. (2014). Improving Information Technology Infrastructure Library Service Delivery Using an Integrated Lean Six Sigma Framework: A Case Study in a Software Application Support Scenario. Journal of Software Engineering and Applications, Vol.7 No.6, May 28, 2014
- Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2016). The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies Are Honing Their Performance. McGraw-Hill. 2nd ed. Mc Graw Hill.
- Montgomery, D. C. (2015). Introduction to Statistical Quality Control (9th ed.). John Wiley & Sons.