

Analisis Masalah Kualitas Kemasan Karton Gelombang dengan *Fishbone Diagram*

Lilia T. Quentara^{1*}, Ramadhiva A. Rasyiddiq²

¹Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional

²Program Studi Teknik Industri, Universitas Andalas

*Corresponding author, e-mail: lilia.quentara@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to analyze quality problems in the Corrugated Carton Packaging (CCP) industry by identifying the root causes that affect the production process. The study employs the Fishbone Diagram as the primary analytical tool, using the 4M+1I approach, which consists of Material, Machine, Method, Man, and Information. The analysis indicates that the quality of corrugated carton packaging is influenced by variations in raw material quality, machine condition and settings, inconsistencies in production methods, operator competence, and the accuracy of production information. These factors contribute to several quality issues and the Fishbone Diagram provides a systematic cause-and-effect analysis that enables companies to identify root causes and establish improvement priorities more effectively. The study concludes that improving the quality of corrugated carton packaging requires an integrated quality management approach through better material control, reliable machine performance, standardized operating procedures, enhanced workforce competency, and accurate information management to improve productivity, operational efficiency, and customer satisfaction.

Keyword: *Corrugated Carton Packaging (CCP), Fishbone Diagram, 4M+1I*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis permasalahan kualitas pada industri Kemasan Karton Gelombang (KKG) melalui identifikasi akar penyebab yang memengaruhi kelancaran proses produksi. Pendekatan yang digunakan adalah analisis *Fishbone Diagram* dengan pengelompokan penyebab berdasarkan konsep 4M+1I, yaitu *Material, Machine, Method, Man*, dan *Information*. Hasil analisis menunjukkan bahwa kualitas KKG dipengaruhi oleh variasi kualitas bahan baku, kondisi dan pengaturan mesin, ketidakkonsistenan metode kerja, kompetensi operator, serta akurasi dan ketepatan informasi produksi. Analisis dengan *Fishbone diagram* memberikan gambaran hubungan sebab-akibat secara sistematis sehingga memudahkan perusahaan dalam menentukan prioritas perbaikan dan tindakan pencegahan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa peningkatan kualitas KKG memerlukan pengendalian proses yang terintegrasi melalui perbaikan kualitas material, keandalan mesin, standarisasi metode kerja, peningkatan kompetensi sumber daya manusia, serta pengelolaan informasi yang akurat untuk mendukung produktivitas, efisiensi, dan kepuasan pelanggan.

Kata kunci: Kemasan Karton Gelombang (KKG), *Fishbone Diagram*, 4M+1I

PENDAHULUAN

Industri Kemasan Karton Gelombang (KKG) atau *corrugated cardboard packaging* merupakan salah satu subsektor penting dalam industri pengemasan karena berfungsi melindungi produk selama proses penyimpanan, distribusi, hingga sampai ke tangan konsumen. Dalam perspektif teknik industri, KKG merupakan bagian dari sistem rantai pasok yang berperan menjaga kualitas produk

sekalius meningkatkan efisiensi logistik. Bahan baku utama KKG adalah *containerboard* yang terdiri atas liner sebagai lapisan luar dan medium sebagai lapisan bergelombang di bagian tengah. Struktur tersebut menghasilkan kemasan yang ringan, kuat, mudah dicetak, serta memiliki kemampuan menyerap benturan. Perkembangan industri makanan dan minuman, elektronik, farmasi, furnitur, serta perdagangan *e-commerce*

menjadikan kebutuhan terhadap KKG terus meningkat dari tahun ke tahun. Dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap kemasan yang ramah lingkungan membuat KKG semakin diminati dibandingkan beberapa jenis kemasan lain. Industri ini juga memiliki keterkaitan yang erat dengan sektor pulp dan kertas sehingga pertumbuhannya turut dipengaruhi oleh ketersediaan bahan baku dan perkembangan industri manufaktur secara keseluruhan.

Industri kemasan semakin berkembang seiring dengan peningkatan jumlah industri lainnya, karena secara umum hampir setiap produk yang dihasilkan oleh industri lain membutuhkan kemasan luar untuk melindungi produk utama. Pada periode 2010–2015, industri KKG di Indonesia menunjukkan tren pertumbuhan yang positif seiring meningkatnya aktivitas industri pengolahan dan konsumsi domestik. *Indonesian Packaging Federation* (IPF) melaporkan bahwa sekitar 40% penggunaan kemasan di Indonesia berasal dari bahan kertas dan karton, sedangkan segmen kemasan karton menguasai sekitar 31% pangsa pasar industri kemasan pada awal dekade tersebut [1]. Sekitar 30–40% permintaan KKG berasal dari industri makanan dan minuman, disusul sektor elektronik, barang konsumsi, serta produk ekspor. Berdasarkan data Kementerian Perindustrian dan asosiasi industri, jumlah perusahaan kemasan kertas dan karton pada tahun 2010 tercatat sekitar 254 perusahaan, dengan investasi baru yang terus bertambah hingga tahun 2015 akibat meningkatnya kebutuhan kemasan nasional. Permintaan KKG diperkirakan tumbuh rata-rata 5–8% per tahun, sejalan dengan pertumbuhan industri manufaktur dan ekonomi nasional yang berada pada kisaran 5–6% per tahun. Pertumbuhan tersebut didorong oleh meningkatnya produksi barang konsumsi, ekspansi sektor ritel modern, serta bertambahnya aktivitas ekspor berbagai produk manufaktur Indonesia. Walaupun industri sempat menghadapi tantangan berupa fluktuasi harga kertas dan persaingan harga antar produsen, kapasitas produksi KKG secara nasional tetap mengalami peningkatan yang memiliki prospek cukup stabil.

Tingginya penggunaan KKG tidak terlepas dari berbagai keunggulan yang dimilikinya dibandingkan jenis kemasan lainnya. Faktor pertama adalah kemampuan perlindungan produk, karena struktur gelombang mampu

meredam benturan selama proses distribusi. Faktor kedua adalah biaya produksi yang relatif rendah, sehingga dapat mengurangi biaya pengemasan secara keseluruhan. Faktor ketiga adalah bobot yang ringan, sehingga biaya transportasi menjadi lebih efisien. Faktor berikutnya adalah kemudahan proses pencetakan, yang memungkinkan perusahaan menampilkan identitas merek, informasi produk, dan media promosi langsung pada kemasan [2]. Selain itu, KKG memiliki sifat mudah didaur ulang dan berasal dari bahan yang dapat diperbarui sehingga lebih ramah lingkungan dibandingkan kemasan berbahan plastik tertentu. KKG juga mudah dipotong, dilipat, serta dibentuk sesuai ukuran produk sehingga memberikan fleksibilitas tinggi dalam proses desain kemasan. Kombinasi antara kekuatan mekanis, efisiensi biaya, dan keberlanjutan lingkungan menjadikan KKG sebagai pilihan utama bagi berbagai sektor industri, terutama makanan, minuman, elektronik, serta logistik [3].

Dalam proses produksinya, industri KKG menghasilkan beberapa jenis gelombang (*flute*) yang disesuaikan dengan kebutuhan pelanggan. Flute A memiliki tinggi gelombang sekitar 4,5–5,0 mm dengan jumlah sekitar 33–39 gelombang per 30 cm, sehingga mempunyai kemampuan bantalan yang sangat baik untuk produk yang mudah pecah. Flute B memiliki tinggi sekitar 2,5–3,0 mm dengan 47–53 gelombang per 30 cm, memberikan ketahanan terhadap tekanan dan tusukan sehingga banyak digunakan untuk kemasan makanan kaleng dan produk industri. **Flute C** merupakan jenis yang paling umum digunakan dengan tinggi sekitar 3,5–4,0 mm dan 39–45 gelombang per 30 cm, karena mampu memberikan keseimbangan antara kekuatan tekan dan perlindungan benturan. Flute E memiliki tinggi sekitar 1,0–1,8 mm dengan 90–95 gelombang per 30 cm, menghasilkan permukaan yang halus sehingga cocok untuk kemasan cetak berkualitas tinggi. Sementara itu, Flute F mempunyai tinggi sekitar 0,6–1,0 mm dengan lebih dari 120 gelombang per 30 cm, banyak digunakan pada kemasan produk kosmetik, farmasi, dan elektronik berukuran kecil. Selain tipe tunggal, produsen juga memproduksi kombinasi seperti BC Flute, EB Flute, dan AC Flute yang menggabungkan dua jenis gelombang untuk memperoleh kekuatan tekan dan daya tahan yang lebih tinggi [4].

JENIS FLUTE	FLUTE A (Single Wall)	FLUTE B (Single Wall)	FLUTE C (Single Wall)	FLUTE E (Single Wall)	FLUTE F (Single Wall)
GAMBAR PENAMPANG	 Tinggi Flute $\pm 4,5 - 5,0$ mm	 Tinggi Flute $\pm 2,5 - 3,0$ mm	 Tinggi Flute $\pm 3,5 - 4,0$ mm	 Tinggi Flute $\pm 1,0 - 1,8$ mm	 Tinggi Flute $\pm 0,6 - 1,0$ mm
JUMLAH GELOMBANG (per 30 cm)	33 – 39 gelombang	47 – 53 gelombang	39 – 45 gelombang	90 – 95 gelombang	≥ 120 gelombang
KETEBALAN KARTON (Contoh) (2 Liner)	$\pm 6,4 - 7,0$ mm	$\pm 4,6 - 5,0$ mm	$\pm 6,0 - 6,4$ mm	$\pm 3,0 - 3,6$ mm	$\pm 2,0 - 2,6$ mm
KARAKTERISTIK	Gelombang tinggi, cushioning sangat baik, tahan benturan vertikal, cocok untuk beban berat dan produk mudah pecah.	Gelombang lebih rapat, ketahanan terhadap tusukan dan tekanan vertikal lebih baik.	Paling umum digunakan, keseimbangan antara kekuatan tekan dan daya tahan benturan, serbaguna.	Gelombang kecil dan rapat, permukaan lebih halus, cocok untuk cetakan berkualitas tinggi.	Gelombang sangat kecil, permukaan sangat halus, cocok untuk kemasan kecil dan cetakan premium.

Gambar 1. Perbedaan Flute pada kemasan karton gelombang

Keberhasilan industri KKG sangat bergantung pada kemampuan perusahaan mengelola efisiensi proses produksi, kualitas produk, biaya operasional, serta ketepatan distribusi. Penerapan otomasi pada mesin *corrugator*, sistem pengendalian kualitas, dan perencanaan produksi menjadi faktor penting untuk meningkatkan produktivitas sekaligus mengurangi pemborosan. Selain itu, perusahaan harus mampu menjaga keseimbangan antara penggunaan bahan baku, kapasitas mesin, dan permintaan pasar agar biaya produksi tetap kompetitif. Tren global yang mengarah pada penggunaan kemasan berkelanjutan juga membuka peluang yang semakin besar bagi industri KKG untuk berkembang. Dengan meningkatnya kesadaran terhadap isu lingkungan, permintaan terhadap kemasan berbahan kertas diperkirakan akan terus meningkat pada masa mendatang. Oleh karena itu, industri KKG tidak hanya berperan sebagai penyedia kemasan, tetapi juga sebagai pendukung utama sistem logistik dan rantai pasok berbagai sektor manufaktur. Kombinasi antara inovasi teknologi, efisiensi produksi, serta penggunaan bahan yang ramah lingkungan menjadikan industri KKG memiliki prospek yang sangat baik untuk terus berkembang di Indonesia.

Kualitas merupakan salah satu faktor utama yang menentukan daya saing industri KKG. Produk KKG tidak hanya dituntut memiliki tampilan yang baik, tetapi juga harus mampu memberikan perlindungan terhadap produk

selama proses penyimpanan, penanganan, dan distribusi. Oleh karena itu, setiap tahapan proses produksi harus dikendalikan secara konsisten agar menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi pelanggan. Dalam praktiknya, masih banyak perusahaan yang menghadapi berbagai permasalahan kualitas akibat variasi bahan baku, kondisi mesin, metode kerja, maupun faktor manusia. Permasalahan tersebut dapat meningkatkan jumlah produk cacat (*defect*), memperbesar biaya produksi, serta mengurangi kepuasan pelanggan. Apabila tidak ditangani dengan baik, cacat produk akan berdampak pada meningkatnya pekerjaan ulang (*rework*), pemborosan bahan baku, bahkan penolakan produk oleh pelanggan. Untuk meminimalkan permasalahan kualitas tersebut, perusahaan perlu menerapkan pengendalian mutu secara menyeluruh mulai dari inspeksi bahan baku, pengendalian parameter proses, hingga pemeriksaan produk akhir.

Salah satu karakteristik kualitas yang paling penting pada KKG adalah kekuatan kotak (*box compression strength*), yaitu kemampuan karton menahan beban tekan selama proses penyimpanan dan pengiriman. Kekuatan kotak dipengaruhi oleh kualitas kertas penyusun, jenis dan profil gelombang (*flute*), gramatur, kadar air, serta kualitas ikatan perekat antara liner dan medium [5]. Selain itu, proses pengeleman yang tidak sempurna dapat menyebabkan delaminasi atau terbukanya sambungan kotak sehingga

kekuatan mekanis produk menurun secara signifikan. Permasalahan lain yang sering ditemukan adalah hasil cetakan yang tidak sesuai spesifikasi, seperti warna yang tidak seragam, gambar bergeser (*mis-register*), atau tinta yang kurang tajam. Kondisi tersebut tidak hanya menurunkan nilai estetika kemasan, tetapi juga dapat mengurangi citra merek dan kepercayaan konsumen terhadap produk yang dikemas.

Pengendalian kualitas bahan baku juga menjadi aspek penting dalam menjaga konsistensi mutu KKG. Variasi grammatur kertas yang tidak sesuai dengan spesifikasi akan memengaruhi kekuatan tekan, kekakuan, dan ketahanan karton terhadap beban. Selain itu, kadar air yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan karton mengalami *warping* (melengkung), *crushed flute* (gelombang penyok), maupun retak pada garis lipatan [6]. Ketidaksesuaian dimensi akibat proses pemotongan dan *scoring* yang kurang presisi juga dapat menghambat proses perakitan di sisi pelanggan. Berbagai jenis cacat tersebut menunjukkan bahwa kualitas produk dipengaruhi oleh keterkaitan antara material, mesin, metode, dan sumber daya manusia sehingga diperlukan sistem pengendalian proses yang terpadu.

METODE

Diagram Fishbone atau Ishikawa Diagram merupakan salah satu alat analisis yang paling banyak digunakan dalam penelitian pengendalian kualitas karena mampu mengidentifikasi hubungan sebab-akibat suatu permasalahan secara sistematis. Pada industri KKG, metode ini banyak diterapkan untuk mengidentifikasi penyebab utama cacat seperti *printing defect*, kekuatan kotak yang rendah, delaminasi, *warping*, serta ketidaksesuaian dimensi sebelum dilakukan analisis lanjutan menggunakan Six Sigma, FMEA, maupun pendekatan 5W+1H [7][8].

Fishbone memiliki beberapa keunggulan yang menjadikannya sangat sesuai untuk penelitian kualitas KKG. Pertama, Fishbone mampu menggambarkan hubungan sebab-akibat secara visual sehingga memudahkan peneliti maupun praktisi dalam memahami keterkaitan antar faktor penyebab tanpa harus melakukan perhitungan statistik yang kompleks. Kedua, metode ini bersifat fleksibel karena

dapat dikembangkan sesuai karakteristik industri, misalnya menggunakan pendekatan 4M+1I (*Material, Machine, Method, Man, dan Information*) [9] untuk menyesuaikan kondisi proses produksi KKG yang sangat dipengaruhi oleh spesifikasi pelanggan, pengaturan mesin, serta informasi produksi. Ketiga, Fishbone memungkinkan seluruh faktor potensial dieksplorasi secara bersamaan sehingga risiko terabaikannya penyebab utama menjadi lebih kecil. Keempat, hasil analisis Fishbone dapat dengan mudah diintegrasikan dengan metode lain, seperti Pareto untuk menentukan prioritas cacat, FMEA untuk menghitung tingkat risiko (*Risk Priority Number*), maupun Six Sigma pada tahap *Analyze* dalam siklus DMAIC [2][8].

Tahap awal penelitian pada industri *corrugated carton box* di PT X dilakukan dengan mentabulasi data produk *reject* dan *complain* pelanggan selama 6 bulan untuk mengetahui permasalahan kualitas yang ada. Data tersebut kemudian dikelompokkan dan ditabulasi dengan menggunakan diagram pareto untuk mengetahui jenis cacat yang paling dominan serta dampaknya terhadap produk akhir yaitu KKG. Dari semua permasalahan kualitas dilakukan observasi langsung ke lantai produksi dimulai dari proses hulu ke hilir, yaitu gudang bahan baku, *Glueing*, *Corrugating Machine*, gudang tinta, *Converting Machine*, sampai ke gudang produk jadi. Temuan selama observasi lapangan di validasi kembali melalui studi dokumen dan brainstorming dengan supervisor masing-masing divisi yang terlibat dalam satu line produksi. Tahapan akhir penelitian adalah mengidentifikasi sumber akar penyebab permasalahan kualitas yang terjadi dengan menggunakan Fishbone Diagram dan pendekatan 4M+1I untuk mengelompokkan menjadi lebih terstruktur.

Berbagai penelitian manufaktur menempatkan Fishbone sebagai tahap awal dalam proses *root cause analysis* karena mampu mengorganisasi hasil observasi, wawancara, dan *brainstorming* ke dalam kategori penyebab yang mudah dipahami sebelum dilakukan analisis risiko dengan metode statistik lainnya. Dengan demikian, Fishbone tidak hanya berfungsi sebagai alat identifikasi penyebab masalah, tetapi juga sebagai dasar penyusunan strategi *continuous improvement* yang lebih efektif dan berbasis data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengumpulan data untuk permasalahan kualitas di PT X diperoleh langsung dari observasi dan studi dokumen data divisi Quality Control. Berdasarkan pentabulasian diagram pareto diperoleh skala prioritas untuk tingkatan permasalahan yang harus lebih diperhatikan PT. X yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut. Walaupun indikator pemeriksaan telah menjadi rutinitas harian sesuai SOP dan difasilitasi dengan alat dan laboratorium yang dibutuhkan, tetapi kecenderungan permasalahan kualitas yang sama tetap terulang di beberapa *batch* produksi.

Tabel 1. Parameter kualitas produk KKG

No.	Masalah Kualitas	Dampak	Penyebab	Parameter
1	Kekuatan kotak (<i>Box Compression Strength/BCT</i>) rendah	Kotak penyok saat ditumpuk	Flute rusak, grammatur rendah, kelembapan tinggi	<i>BCT, ECT, Burst Test</i>
2	Pengeleman (<i>Glue Joint</i>) tidak sempurna	Kotak terbuka saat distribusi	Lem kurang, suhu corrugator tidak stabil, viskositas lem berubah	<i>Bonding Strength, Pin Adhesion</i>
3	Hasil cetakan (<i>Printing</i>) tidak sesuai	Logo kabur, warna bergeser	Tekanan printing tinggi, register tidak tepat	<i>Print Registration, Color Density</i>
4	Grammatur kertas tidak sesuai	Kekuatan karton menurun	Variasi kualitas paper dari supplier	<i>Basis Weight (g/m²)</i>
5	Jumlah pesanan tidak terpenuhi	Keterlambatan dalam pengiriman	<i>Downtime</i> , perencanaan produksi, misinformasi, missinterpretasi	<i>OEE, Delivery Performance</i>
6	Delaminasi	Liner terlepas dari medium	Ikatan perekat lemah	<i>Pin Adhesion Test</i>
7	Flute penyok (<i>crushed flute</i>)	Daya tahan tekan turun	Tekanan roll terlalu tinggi	<i>Caliper, ECT</i>
8	<i>Warping</i> (melengkung)	terhambat di converting	Perbedaan kadar air liner dan medium	<i>Moisture Content</i>
9	Dimensi tidak sesuai	Sulit dirakit pelanggan	Pisau <i>slitter-score</i> aus	<i>Dimensional Accuracy</i>
10	Retak pada garis lipatan	Kotak mudah robek	<i>Scoring</i> terlalu dalam	<i>Crease Quality</i>

Dalam perspektif Teknik Industri, akar penyebab permasalahan kualitas pada industri KKG dengan pendekatan 4M+1I (*Material, Machine, Method, Man*, dan *Information*) adalah bagian dari berpikir sistem. Pendekatan ini digunakan untuk mengidentifikasi sumber variasi proses yang berpotensi menjadi menyebabkan ketidaksesuaian produk terhadap spesifikasi standar kualitas. Dengan mengelompokkan penyebab berdasarkan kategori, PT. X dapat lebih mudah menentukan prioritas perbaikan serta merancang tindakan pencegahan yang efektif dalam rangka meningkatkan kualitas produk dan efisiensi proses produksi.

Faktor *material* di PT. X dibagi menjadi 2 bagian, pertama yang berkaitan dengan mutu kertas dalam proses produksi di *Corrugating machine*, meliputi grammatur kertas, kadar air (*moisture content*), kualitas liner dan medium untuk menghasilkan lembaran *corrugated*. Kedua adalah material yang digunakan di *Converting Machine* yaitu kualitas lembaran *corrugated*, tinta cetak, serta kualitas *printing plate*. Variasi pada salah satu komponen tersebut berpengaruh pada kekuatan tekan kotak, kualitas hasil cetakan, serta daya rekat antar lapisan karton. Pengendalian kualitas bahan baku pada inspeksi penerimaan dengan membandingkan produk dari beberapa supplier menjadi langkah penting untuk menjamin konsistensi mutu produk akhir.

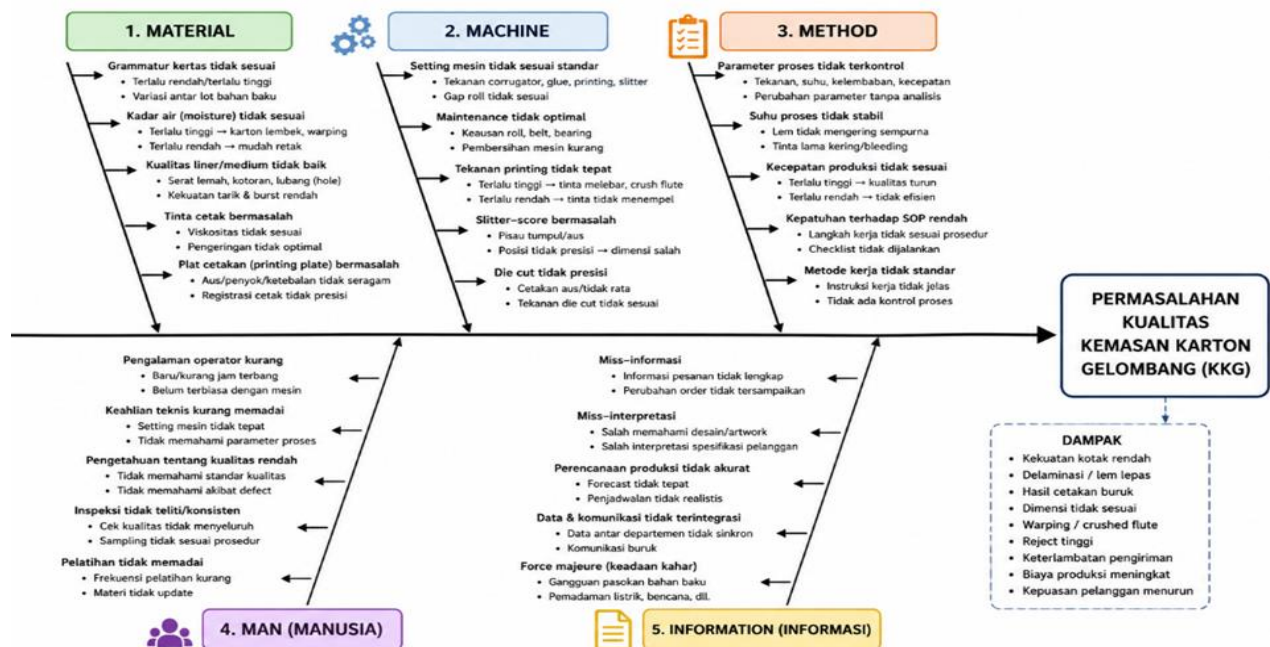
Secara umum faktor *machine* mencakup kondisi dan kemampuan mesin produksi dalam menghasilkan produk sesuai standar. Permasalahan yang sering ditemukan di PT. X antara lain pengaturan (*setting*) mesin yang tidak sesuai standar, kurang optimalnya kegiatan *preventive maintenance* harian dan mingguan, tekanan pada unit *printing* yang tidak stabil, ketidaktepatan proses *slitter-score*, serta ketidaksesuaian proses *die cutting*. Kondisi tersebut dapat mengakibatkan berbagai jenis cacat dari *corrugating* dan *converting machine*. Perusahaan perlu melakukan kalibrasi parameter proses melalui program kerjasama dengan supplier machine dalam jangka panjang untuk menjaga stabilitas mesin produksi sehingga utilitas mesin dapat konsisten.

Faktor *method* secara terori berkaitan dengan metode kerja yang diterapkan selama proses produksi, meliputi

penetapan parameter proses, pengendalian suhu, kecepatan produksi, serta tingkat kepatuhan operator terhadap Standar Operasional Prosedur (SOP). Di PT. X masih ditemukan metode yang tidak terdokumentasi dengan baik atau tidak dijalankan secara konsisten oleh operator masing-masing shift, sehingga dapat meningkatkan variasi proses dan menghasilkan produk yang tidak seragam. Selain itu, perubahan parameter produksi tanpa prosedur yang jelas dapat memperbesar kemungkinan terjadinya produk cacat. Oleh sebab itu, standarisasi metode kerja dan penerapan pengendalian proses secara berkelanjutan menjadi aspek penting dalam sistem manajemen kualitas.

Faktor *man* berhubungan dengan kompetensi sumber daya manusia yang terlibat dalam rangkaian proses produksi dari hulu ke hilir. PT. X sebaiknya menerapkan regenerasi sumber daya manusia berdasarkan tingkat pengalaman, keahlian, pengetahuan teknis, yang berorientasi pada kualitas proses dan hasil. Efektivitas program pelatihan akan memengaruhi kemampuan operator dalam mengoperasikan mesin dan mendeteksi potensi penyimpangan kualitas sejak dini. Kurangnya kompetensi operator dapat menyebabkan kesalahan (*human error*) yang berdampak pada output akhir.

Faktor *information* merupakan faktor yang semakin penting dalam sistem produksi modern. Permasalahan yang pernah terjadi di PT. X seperti *mis-information*, *misinterpretation* terhadap spesifikasi pelanggan, kesalahan perencanaan produksi, ataupun perubahan pesanan yang tidak terdokumentasi dengan baik, serta kondisi *force majeure* dapat menyebabkan ketidaksesuaian output, keterlambatan produksi, sampai kegagalan memenuhi target pengiriman. Informasi yang tidak akurat dan satu pintu juga dapat mengakibatkan kesalahan dalam merencanakan penjadwalan, penggunaan material yang tidak sesuai, hingga kesalahan pada jenis produk yang diproduksi di *corrugating dan converting machine*. PT. X memerlukan sistem informasi produksi yang terintegrasi, komunikasi lintas departemen yang efektif untuk masing-masing shift dan ketika pergantian shift, serta mekanisme verifikasi data agar setiap proses produksi berjalan sesuai dengan kebutuhan dan rencana produksi yang telah ditetapkan. Penambahan faktor *Information* sangat relevan pada industri KKG untuk membuat perencanaan produksi berbasis sistem ERP.



Gambar 1. Fishbone diagram permasalahan kualitas KKG

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis menggunakan pendekatan 4M+1I (*Material, Machine, Method, Man, dan Information*), dapat disimpulkan bahwa permasalahan kualitas pada industri KKG merupakan hasil interaksi berbagai faktor yang saling memengaruhi selama proses produksi. Aspek *material* berkontribusi terhadap kualitas melalui kesesuaian grammatur, kadar air, mutu *liner* dan *medium*, tinta cetak, serta *printing plate* yang menentukan kekuatan dan penampilan produk. Aspek *machine* memengaruhi stabilitas proses melalui kondisi mesin, ketepatan *setting*, efektivitas *maintenance*, tekanan *printing*, *slitter-score*, dan *die cutting* yang berpengaruh langsung terhadap dimensi serta kekuatan karton. Aspek *method* berkaitan dengan pengendalian parameter proses, suhu, kecepatan produksi, dan kepatuhan terhadap Standar Operasional Prosedur (SOP) untuk menjaga konsistensi hasil produksi. Selanjutnya, aspek *man* menunjukkan bahwa kompetensi operator, pengalaman kerja, ketelitian inspeksi, serta efektivitas pelatihan menjadi faktor penting dalam mencegah terjadinya kesalahan proses dan produk cacat. Oleh karena itu, peningkatan kualitas KKG tidak dapat dilakukan hanya dengan memperbaiki satu faktor saja, tetapi memerlukan pengendalian yang terpadu terhadap seluruh aspek penyebab variasi proses.

Selain faktor teknis, aspek *information* memiliki peranan yang semakin penting dalam mendukung keberhasilan proses produksi KKG. Kesalahan informasi, *mis-interpretasi* spesifikasi pelanggan, perencanaan produksi yang kurang akurat, komunikasi antarbagian yang tidak terintegrasi, maupun kondisi *force majeure* dapat memicu kesalahan produksi, keterlambatan penyelesaian pesanan, serta meningkatnya jumlah produk *reject*.

Penerapan sistem manajemen kualitas yang komprehensif melalui pengendalian material, pemeliharaan mesin, standarisasi metode kerja, peningkatan kompetensi sumber daya manusia, serta pengelolaan informasi yang akurat menjadi strategi utama dalam meminimalkan variasi proses produksi. Pendekatan tersebut juga sejalan dengan prinsip perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) yang menekankan identifikasi akar penyebab masalah sebagai dasar dalam menentukan tindakan korektif dan preventif. Melalui integrasi seluruh aspek tersebut, perusahaan KKG diharapkan mampu menghasilkan produk yang memenuhi spesifikasi pelanggan secara konsisten,

meningkatkan efisiensi operasional, serta memperkuat daya saing perusahaan di tengah persaingan industri yang semakin ketat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada manajemen dan tim Quality Control PT X atas izin dan bantuan akses data selama proses observasi dan pengumpulan data penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indonesian Packaging Federation, "Packindo - Indonesian Packaging Federation." <https://packindo.org/>
- [2] Y. A. Kusuma, H. A. Khoiri, I. M. A. A, and B. Herlambang, "Quality control to reduce production defects using control chart , fishbone diagram , and FMEA," *TEKNOSAINS Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika*, vol. 11, no. 1, pp. 176–186, 2024, doi: 10.37373/tekno.v11i1.968.
- [3] R. Galingging and F. Ali, "Analisis Kualitas Cetak Raster pada Kemasan Karton Gelombang (Corrugated Box) dengan Teknologi Cetak Fleksografi," *Magenta: Official Journal STMK Trisakti*, vol. 4, no. 2, pp 700-725, 2020.
- [4] S. Julianti, *A Practical Guide to Corrugated Box: Material, Teknologi, dan Aplikasi Kardus*. 2021.
- [5] A. L. Paramita, "Analisis Pemilihan Kertas sebagai Bahan Baku untuk Kotak Kemasan pada CV. Surya Cemerlang Menggunakan Metode Analytic Hierarchy Process," *Jurnal Ilmiah Ekonomi Bisnis*, vol. 20, no. 3, pp. 163–170, 2015.
- [6] F. Muryeti, Wiwi Prastiwinarti, "Pengaruh Proses Cetak Terhadap Kekuatan Kemasan Karton Gelombang," *Jurnal Poli-Teknologi*, vol. 16, no. 3, pp. 211–216, 2017.
- [7] V. A. Muzaki and W. Prastiwinarti, "Pengendalian Kualitas Kemasan Corrugated Carton Box dengan Metode SIX SIGMA dan Heart," *Journal Printing and Packaging Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 17–29, 2021.
- [8] C. Maudy, A. Saputro, and M. Hanifuddin, "Analisis Peningkatan Kualitas Produksi Kemasan Plastik di PT . XYZ dengan Metode Fishbone dan Failure

Mode And Effect Analysis (FMEA),” Journal of Manufacturing in Industrial Engineering & Technology, vol. 4, no. 2, pp. 90–101, 2025.

- [9] Q. Nurlaila, N. T. Putri, and E. Amrina, “Review Lean Manufacturing: Faktor Produksi 4M dan Aspek QCD,” Jurnal PASTI (Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri), vol. XVII, no. 3, pp. 281–295, 2023.