Jurnal SENOPATI

Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering
Jurnal homepage : ejurnal.itats.ac.id/senopati



Analisis Pengendalian Kualitas Cacat Produk Kertas CME 150 GSM Menggunakan Pendekatan Six Sigma di PT SYK

*Arif Dwi Rachman[1], Ika Widya Ardhyani[2]**
[12]Jurusan Teknik Industri, Universitas Maarif Hasyim Latif, Jl. Raya Ngelom, Kec. Taman, Kabupaten Sidoarjo

INFORMASI ARTIKEL

Halaman:
177 – 188

Tanggal penyerahan:
7 Agustus 2025

Tanggal diterima:
30 April 2026

Tanggal terbit:
30 April 2026

EMAIL

[1]arifdwir@gmail.com
*[2]ika_widya@dosen.umaha.ac.id

ABSTRACT

PT SYK is a manufacturing company that produces various types of paper, one of which is CME paper, which has high market demand. In 2024, the production of CME 150 gsm paper recorded a defect rate of 4.57%, significantly exceeding the company's standard threshold of 0.5%. This study adopts the Six Sigma approach using the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) method to identify the root causes of defects and formulate improvement solutions. The analysis was carried out using tools such as Pareto Diagram, Control Chart, the 5-Whys method, and Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). The results showed that the average DPMO value was 6526 with an average sigma level of 3.98. The most dominant defect identified was Ring Crush Low (RCL), which is caused by the absence of standardized procedures in the starch application process and the lack of operator training. These efforts are expected to reduce the RCL defect rate, increase the sigma level of the process, and improve product quality.

Keywords: *DMAIC, FMEA, quality, six sigma, 5-whys*

ABSTRAK

PT SYK merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi berbagai jenis kertas, salah satunya kertas CME yang memiliki permintaan tinggi di pasar. Pada tahun 2024, tercatat tingkat cacat sebesar 4,57% dalam produksi kertas CME 150 gsm, jauh di atas ambang batas standar perusahaan sebesar 0,5%. Penelitian ini menggunakan pendekatan Six Sigma dengan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) untuk mengidentifikasi penyebab utama cacat dan merumuskan solusi perbaikan. Analisis dilakukan melalui alat bantu seperti Diagram Pareto, Peta Kendali, metode 5-Whys, dan FMEA. Hasil menunjukkan bahwa nilai rata-rata DPMO adalah 6526 dengan tingkat sigma rata-rata sebesar 3,98. Ditemukan bahwa cacat paling dominan adalah *Ring Crush Low* (RCL), yang disebabkan oleh faktor tidak adanya standarisasi proses dalam pengolahan aplikasi starch dan kurangnya pelatihan operator. Diharapkan upaya ini dapat menurunkan tingkat cacat RCL, meningkatkan nilai sigma proses, dan memperbaiki kualitas produk.

Kata kunci: *DMAIC, FMEA, kualitas, six sigma, 5-whys*

PENDAHULUAN

Di era persaingan bisnis yang ketat, kualitas produk menjadi faktor krusial bagi keberhasilan perusahaan. Kualitas yang baik tidak hanya meningkatkan kepuasan pelanggan, tetapi juga mendorong efisiensi operasional dan daya saing di pasar. Secara umum, kualitas merujuk pada sejauh mana suatu produk atau layanan mampu memenuhi spesifikasi serta kebutuhan dan harapan pelanggan. Upaya peningkatan kualitas juga berarti mengurangi variasi dalam proses maupun hasil produk [1].

PT SYK merupakan perusahaan manufaktur kertas yang memproduksi berbagai jenis kertas seperti Duplex, CME, dan TLB. Di antara jenis tersebut, kertas CME menjadi produk dengan volume produksi tertinggi, khususnya tipe CME 150 gsm. Namun, proses produksinya masih menghadapi permasalahan cacat produk, dengan rata-rata tingkat cacat mencapai 4,57%, jauh di atas batas standar perusahaan sebesar 0,5%. Jenis cacat yang umum ditemukan antara lain *Ring Crush Low*, *Grammature High*, *Concora Low*, *Cobb Size High*, *Sliter Unflat*, *Torn Paper is Not Joint* dan *Creasing*.

Permasalahan ini menuntut adanya upaya pengendalian kualitas yang sistematis. Salah satu metode yang terbukti efektif dalam pengendalian kualitas adalah six sigma. Six sigma merupakan metode yang banyak diterapkan perusahaan untuk mengendalikan kualitas produk dengan cara menurunkan tingkat cacat hingga 3,4 cacat per sejuta peluang (DPMO) [2]. Pendekatan ini berfokus pada identifikasi dan pengurangan variasi, dimulai dari penentuan elemen penting yang memengaruhi kualitas (*critical to quality*), hingga memberikan solusi perbaikan atas cacat yang ditemukan. Proses pengurangan cacat dilakukan secara sistematis melalui tahapan *define*, *measure*, *analyze*, *improve*, dan *control* (DMAIC) [3]. Penerapan six sigma diharapkan mampu membantu perusahaan meningkatkan kualitas, efisiensi, dan kepuasan pelanggan secara berkelanjutan [4]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode six sigma dalam mengendalikan kualitas produksi kertas CME 150 gsm di PT SYK, guna meminimalkan cacat dan meningkatkan efisiensi serta daya saing perusahaan. Selain menggunakan pendekatan six sigma, penelitian ini juga memanfaatkan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan potensi kegagalan, serta metode 5-Whys untuk menemukan akar penyebab masalah secara sistematis.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan six sigma dengan lima tahapan: *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC). Pengumpulan data diperoleh dari pihak *Quality Control* (QC) di perusahaan.

Define

Pada tahap awal yaitu *Define*, dilakukan identifikasi *Critical to Quality* (CTQ) dari produk atau proses agar dapat mencapai performansi standar atau batas dari spesifikasi agar dapat memuaskan keinginan dan kebutuhan pelanggan [5]. Data dan informasi pada tahap ini dikumpulkan menggunakan alat bantu seperti diagram CTQ, untuk mengidentifikasi spesifikasi produk yang paling memengaruhi kualitas [6]. Hasil dari tahap ini menjadi dasar dalam merumuskan perbaikan proses pada tahapan selanjutnya.

Measure

Pada tahap *Measure*, dilakukan pengukuran kinerja proses untuk mengetahui sejauh mana tingkat cacat yang terjadi dalam produksi. Tahap ini diawali dengan penggunaan peta kendali variabel (X-Chart dan R-Chart) untuk mengukur stabilitas dan akurasi proses berdasarkan data kuantitatif seperti berat dan ketebalan kertas [7].

Sedangkan peta kendali atribut (P-Chart) digunakan untuk menilai produk berdasarkan karakteristik cacat, seperti robek atau tidak rata. Pada tahap ini, data yang telah dikumpulkan sebelumnya diolah untuk analisis lebih lanjut. Beberapa tahapan utama meliputi penetapan batas kendali atribut, dengan menghitung nilai *Center Line* (CL) untuk mengidentifikasi karakteristik data, serta menentukan *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL) sebagai indikator kendali proses [8].

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *Defect per Unit* (DPU), *Defect per Opportunity* (DPO), dan *Defect per Million Opportunities* (DPMO). DPMO merupakan standar dalam metode six sigma yang menunjukkan jumlah kecacatan dari satu juta kesempatan, dengan nilai sebesar 3,4 DPMO pada level sigma tertinggi, serta pengukuran level sigma. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menentukan apakah proses produksi berada dalam batas kendali dan mengetahui level kapabilitas sigma yang menjadi dasar dalam tahap analisis selanjutnya [9].

Analyze

Pada tahap *Analyze* bertujuan untuk menganalisis dan mengidentifikasi akar penyebab permasalahan kualitas dalam proses produksi. Analisis dilakukan untuk memahami jenis cacat yang paling dominan serta hubungan antar faktor penyebab dengan memanfaatkan alat bantu seperti diagram pareto untuk mengidentifikasi jenis cacat yang paling signifikan**,** metode 5-Whys untuk menggali akar masalah secara sistematis, dan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA**)** untuk mengevaluasi potensi kegagalan, penyebab, dampak, serta prioritas penanganan berdasarkan *Risk Priority Number* (RPN). Tahapan ini menjadi dasar untuk menentukan tindakan perbaikan yang tepat pada fase berikutnya [10].

Improve

Tahap *improve* bertujuan untuk mengusulkan perbaikan berdasarkan hasil analisis pada tahap sebelumnya, guna memastikan proses tetap terkendali dan mencegah terulangnya masalah yang menyebabkan cacat produk [5]. Berdasarkan hasil analisis sebelumnya, perusahaan merancang solusi yang tepat dan terukur guna meningkatkan kualitas proses produksi. Tahapan perbaikan ini difokuskan pada eliminasi akar masalah yang telah teridentifikasi, sehingga dapat meningkatkan efisiensi serta menurunkan tingkat kecacatan secara signifikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Define

Pada tahap *Define*, dilakukan identifikasi awal terhadap alur proses produksi kertas di PT SYK serta penentuan objek penelitian. Proses produksi dimulai dari unit *Stock Preparation* (SP) hingga *Paper Machine* (PM). Unit SP bertugas menyiapkan bubur kertas melalui proses pemisahan dan penyaringan serat, sementara unit PM mengubah bubur menjadi lembaran kertas melalui beberapa tahapan, yaitu *Wire Part*, *Press Part*, *Dryer*, *Size Press*, *Pope Reel*, *Quality Control*, dan *Rewinder*. Setiap tahapan proses berperan penting dalam menghasilkan produk akhir yang memenuhi standar kualitas. Diagram alir proses digunakan untuk memetakan tahapan produksi dan mengidentifikasi titik-titik rawan terjadinya cacat. Tahap ini menjadi dasar dalam menentukan karakteristik kritis terhadap kualitas (CTQ) yang akan dianalisis lebih lanjut pada tahapan DMAIC berikutnya.

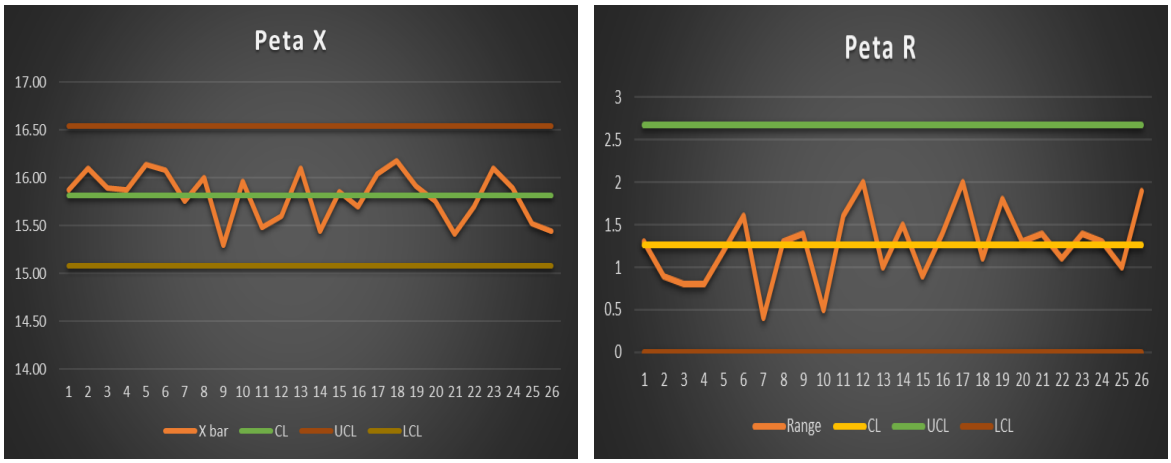
Tabel 1. Kriteria CTQ Produk CME 150 Gsm

CTQ	Jenis Cacat	Kriteria Cacat	Alat Pengecekan
Kekuatan tekan vertikal kertas memenuhi standar minimum (15,0 kgf)	Ring Crush Low	Nilai Ring Crush di bawah standar spesifikasi (≤15.0 kgf)	Menggunakan alat Ring Crush Tester
Ketebalan dan berat kertas (per m^2) sesuai standar maksimum (153.0 gr/m^2)	Grammature High	Berat kertas (gsm) melebihi batas atas toleransi (≥153 gsm)	Menggunakan alat Timbangan Digital
Kekuatan gelombang memenuhi standar minimum (18.0 kgf)	Concora Low	Nilai Concora di bawah standar spesifikasi (≤18.0 kgf)	Menggunakan alat Concora Tester
Daya serap kertas terhadap air sesuai standar maksimum (120 gr/m^2)	Cobb Size High	Nilai Cobb Size melebihi batas standar (≥ 120 gr/m^2 per 110 detik)	Menggunakan alat Cobb Size Tester
			Visual / dilihat menggunakan indera

Hasil pemotongan kertas harus presisi dan rata	Slitter Unflat	Hasil potongan tidak rata atau bergelombang	penglihatan (mata)
Sambungan kertas harus rapat dan rapi	Torn Paper is Not Joint	Kertas telah terpisah menjadi beberapa bagian dan masuk kedalam roll	Visual / dilihat menggunakan indera penglihatan (mata)
Permukaan kertas rata dan mulus tanpa adanya lipatan	Creasing	Terdapat garis lipatan permanen pada kertas	Visual / dilihat menggunakan indera penglihatan (mata)

Measure

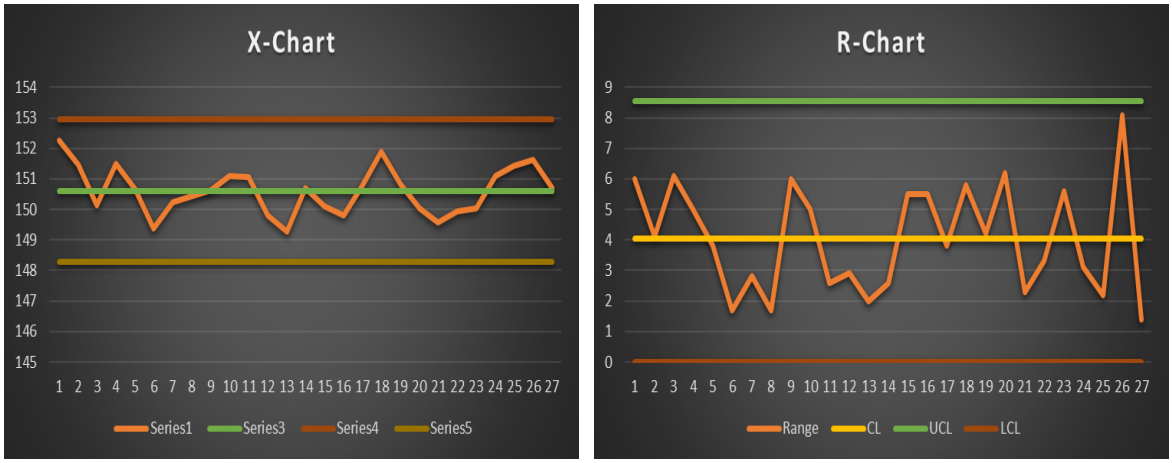
Dalam tahap *Measure*, digunakan peta kendali variabel dan atribut untuk memantau dan mengevaluasi stabilitas proses produksi berdasarkan data cacat yang telah diidentifikasi sebelumnya. Peta kendali ini digunakan untuk mendeteksi variasi dan penyimpangan proses yang dapat memengaruhi kualitas produk. Dengan memanfaatkan peta kendali, perusahaan dapat memastikan proses berjalan dalam batas kendali serta mengidentifikasi potensi ketidakterkendalian secara dini. Penggunaan peta kendali memungkinkan perusahaan menjaga konsistensi kualitas, meningkatkan efisiensi operasional, dan mendukung pencapaian kepuasan pelanggan melalui pengendalian proses yang lebih efektif.



(a) (b)

Gambar 1. a) X-Chart RCT Setelah Revisi; b) R-Chart RCT Setelah Revisi

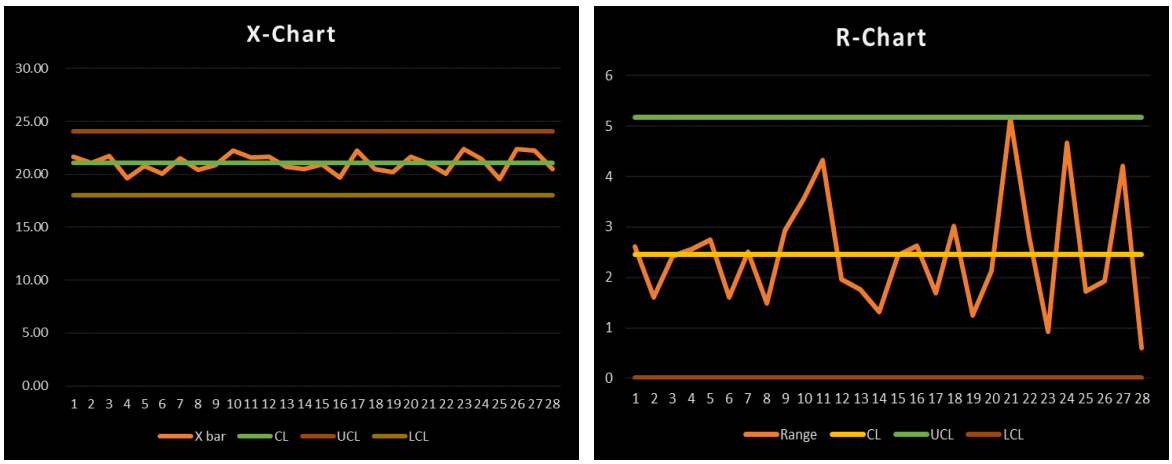
Berdasarkan gambar di atas, setelah dilakukan revisi terhadap proses produksi RCT CME 150 gsm, proses produksi dinyatakan berada dalam kondisi stabil dan terkendali secara statistik. Baik nilai rata-rata maupun range data menunjukkan tidak adanya penyebab variasi khusus, sehingga kualitas produksi saat ini dapat dipertahankan atau ditingkatkan melalui perbaikan berkelanjutan.



(a) (b)

Gambar 2. a) X-Chart Grammature Setelah Revisi; b) R-Chart Grammature Setelah Revisi

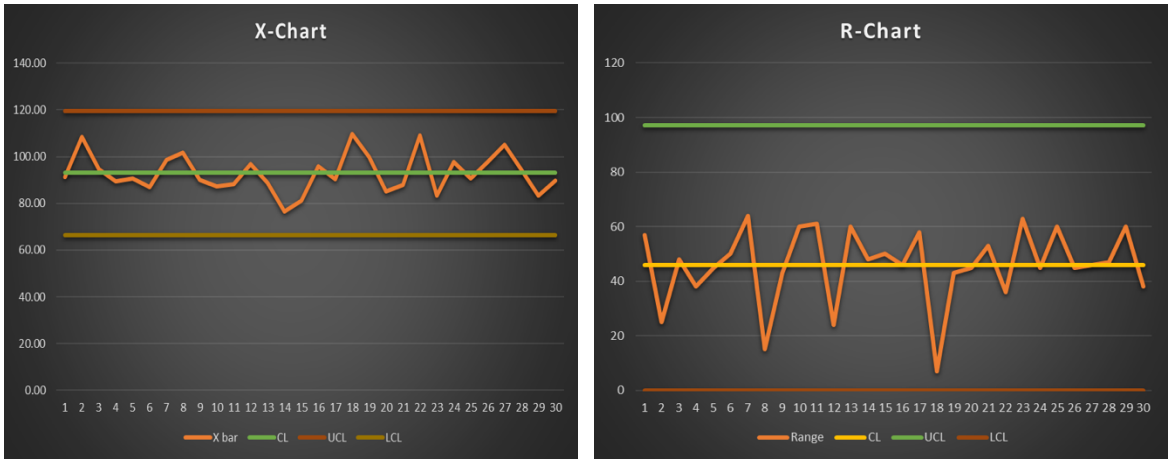
Berdasarkan gambar di atas, setelah dilakukan revisi terhadap proses produksi Grammature CME 150 gsm, proses produksi dinyatakan berada dalam kondisi stabil dan terkendali secara statistik. Baik nilai rata-rata maupun range data menunjukkan tidak adanya penyebab variasi khusus, sehingga kualitas produksi saat ini dapat dipertahankan atau ditingkatkan melalui perbaikan berkelanjutan.



(a) (b)

Gambar 3. a) X-Chart CMT Setelah Revisi; b) R-Chart CMT Setelah Revisi

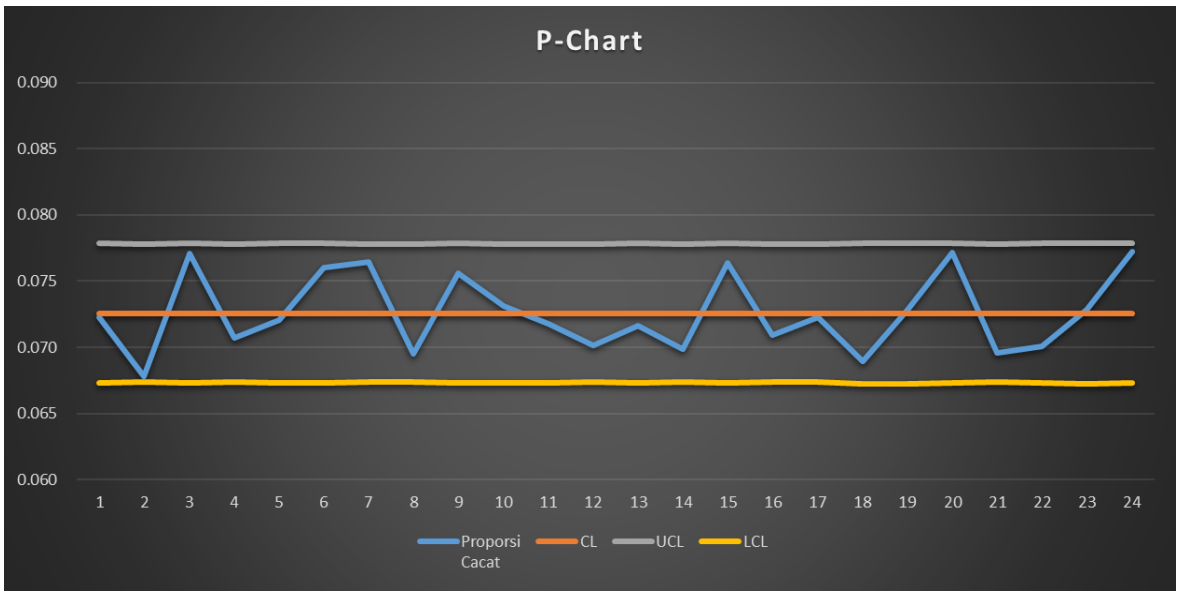
Berdasarkan gambar di atas, setelah dilakukan revisi terhadap proses produksi CMT CME 150 gsm, proses produksi dinyatakan berada dalam kondisi stabil dan terkendali secara statistik. Baik nilai rata-rata maupun range data menunjukkan tidak adanya penyebab variasi khusus, sehingga kualitas produksi saat ini dapat dipertahankan atau ditingkatkan melalui perbaikan berkelanjutan.



(a) (b)

Gambar 4. a) X-Chart Cobb Size; b) R-Chart Cobb Size

Berdasarkan gambar di atas proses produksi dinyatakan berada dalam kondisi stabil dan terkendali secara statistik. Baik nilai rata-rata maupun range data menunjukkan tidak adanya penyebab variasi khusus, sehingga kualitas produksi saat ini dapat dipertahankan atau ditingkatkan melalui perbaikan berkelanjutan.



Gambar 5. P-Chart

Berdasarkan hasil pengamatan dari peta kendali atribut di atas, proses produksi saat ini sudah berjalan stabil secara statistik, karena tidak ditemukan adanya proporsi cacat yang melebihi batas kendali. Meskipun begitu, data dari peta kendali juga menunjukkan bahwa cacat masih cukup tinggi, yakni mencapai 7,3%, padahal standar yang ditetapkan perusahaan hanya 0,5%. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun proses produksi terkendali, tetapi belum memenuhi standar kualitas perusahaan. Hal ini mengindikasikan bahwa kestabilan proses tidak selalu mencerminkan kualitas yang baik, sehingga diperlukan analisis lebih mendalam pada tahap *Analyze* untuk mencari tahu akar penyebab utama dari cacat, agar bisa ditemukan solusi yang tepat untuk menurunkan tingkat cacat tersebut.

Untuk langkah berikutnya menghitung nilai *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan Tingkat sigma.

Tabel 2. Perhitungan DPMO dan Sigma

Bulan	Jumlah Cacat (Kg)	Jumlah Produksi (Kg)	Banyak CTQ	DPMO	Nilai Sigma
Januari	292694	6101311	7	6853	3.96
Februari	357808	7285353	7	7016	3.96
Maret	283266	6296645	7	6427	3.99
April	336707	7160007	7	6718	3.97
Mei	317553	6671533	7	6800	3.97
Juni	216511	5434647	7	5691	4.03
Juli	291224	6697881	7	6211	4.00
Agustus	260652	6827405	7	5454	4.05
September	274116	5681913	7	6892	3.96
Oktober	263812	5301523	7	7109	3.95
November	265736	5608872	7	6768	3.97
Desember	236099	5293340	7	6372	3.99
Jumlah	**3396178**	**74360430**			
Rata-rata				**6526**	**3.98**

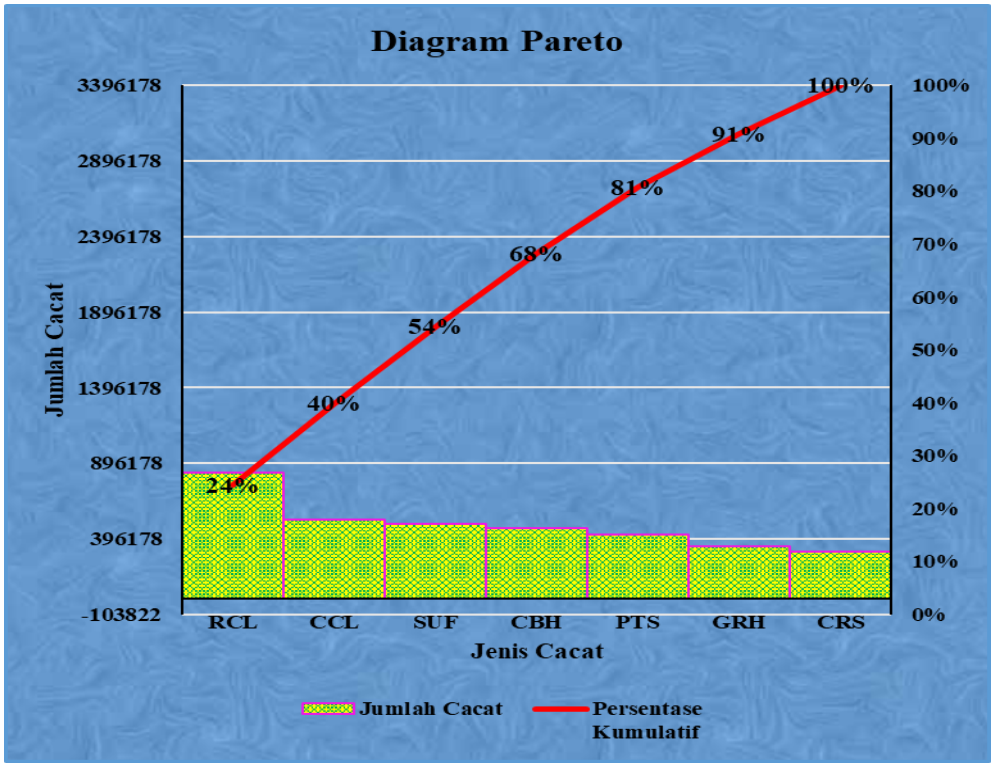
Berdasarkan tabel di atas menunjukkan perhitungan DPMO dan nilai sigma dari proses produksi kertas CME 150 gsm selama 12 bulan. Nilai DPMO tertinggi pada bulan oktober dengan nilai 7109 DPMO, sedangkan nilai DPMO terendah pada bulan agustus dengan nilai 5454 DPMO. Dari keseluruhan data, rata-rata DPMO sebesar 6526 cacat per satu juta peluang cacat. Nilai sigma menggambarkan kapabilitas proses dalam menghasilkan produk tanpa cacat. Nilai sigma tertinggi terdapat pada bulan agustus sebesar 4,05, sedangkan nilai sigma terendah terjadi pada bulan oktober sebesar 3,95. Sedangkan rata-rata nilai sigma selama satu tahun adalah 3,98 sigma.

Analyze

Tahap *Analyze* merupakan tahap dimana untuk dilakukan analisa cacat produk kertas CME 150 gsm dan merupakan tahap paling penting dalam berbagai proses, seperti analisa data dan analisis sistem. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah dalam proses dan menentukan langkah selanjutnya. Pada tahap ini menggunakan alat bantu seperti diagram pareto, 5-whys dan FMEA.

- Diagram Pareto

Diagram pareto merupakan grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya cacat. Ini dimulai dengan jumlah masalah yang paling banyak terjadi dan berakhir dengan jumlah masalah yang paling sedikit.



Gambar 7. Diagram Pareto

Berdasarkan gambar 4.36 menunjukkan bahwa total jumlah produk cacat selama satu tahun sebanyak 3.396.178 kg. Diagram ini menggunakan prinsip pareto 80/20, yang menyatakan bahwa sebagian besar masalah sekitar 80% biasanya disebabkan oleh sedikit penyebab utama sekitar 20%. Sehingga jenis cacat yang akan dianalisis lebih lanjut yaitu RCL, CCL, SUF, CBH, dan PTS.

- RCA (5-Whys)

5-whys merupakan metode analisis akar penyebab yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab utama cacat dari suatu masalah dengan mengajukan pertanyaan "mengapa" sampai akar masalah ditemukan. Data dari metode 5-Whys ini diperoleh dari wawancara dan observasi dengan pihak produksi.

Tabel 8. RCA (5-Whys)

Jenis Cacat	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
RCL	Tingginya kandungan serat pendek (short fiber)	Kualitas serat tidak optimal untuk menghasilkan ikatan yang kuat	Komposisi serat pendek dan panjang tidak seimbang	Pencampuran serat di mixing chest tidak terstandar	Tidak ada standar operasi atau pemantauan yang rutin, serta kurangnya pelatihan operator
	Penggunaan starch yang kurang optimal	Ikatan antar serat kurang kuat	Penggunaan starch tidak efektif dalam memperkuat ikatan serat	Konsentrasi terlalu rendah atau viskositas dan solid tidak optimal	Tidak ada standarisasi proses dalam pengolahan aplikasi starch dan kurangnya pelatihan operator tentang pentingnya peran starch

	Kelembapan kertas terlalu tinggi	Ikatan antar serat melemah sehingga daya tahan terhadap tekanan berkurang	Kandungan kelembapan terlalu tinggi saat setelah proses pembentukan dan pengeringan kertas	Proses pengeringan tidak optimal pada dryer	Suhu dryer cylinder terlalu rendah atau kecepatan terlalu tinggi
CCL	Tingginya kandungan serat panjang (long fiber)	Bentuk Gelombang (fluting) tidak stabil	Lembaran fluting kurang lentur dan sulit dibentuk secara sempurna selama proses lembaran kertas menjadi gelombang	Parameter mesin refiner tidak dikontrol dengan tepat (misal: pressure, flow rate)	Tidak ada standar operasi dan kurangnya pelatihan operator
SUF	Tekanan atau potongan tidak konsisten saat proses sliting	Pisau slitter aus atau tidak setel dengan benar (tekanan tidak cukup)	Operator tidak melakukan penyetelan pisau sesuai prosedur	Operator kurang memahami pentingnya akurasi penyetelan pisau (slitter)	Tidak ada program pelatihan rutin, SOP tidak dijalankan dengan ketat.
CBH	Permukaan kertas terlalu menyerap air	Perlakuan sizing tidak efektif yang lapisan permukaan tidak cukup menahan air	Chemical Surface Sizing Agent (SSA) tidak bekerja dengan optimal	Dosis atau pencampuran SSA tidak sesuai kondisi proses	Pengukuran dan Pencampuran SSA tidak dikontrol secara akurat dan tidak ada monitoring terhadap konsentrasi atau pH sizing.
PTS	Tidak dapat menyambung kembali dengan benar saat kertas robek	Tarikan kertas (tension) terlalu tinggi atau tidak stabil	Settingan mesin rewinder tidak disesuaikan dengan grammature dan moisture	Operator kurang memahami pentingnya pengaturan tension sesuai kondisi aktual (Grammature dan kecepatan)	Tidak ada pelatihan khusus, SOP tidak dijalankan secara disiplin atau tidak ada monitoring dan standar acuan tension pada tiap jenis kertas

Berdasarkan pada tabel 5-Whys di atas penyebab mendasar dari setiap jenis cacat utama. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar akar masalah berasal dari ketiadaan *Standar Operasional Prosedur* (SOP)**,** kurangnya pelatihan operator**,** dan tidak adanya parameter proses yang jelas. Analisis ini menjadi dasar untuk dilanjutkan ke FMEA untuk menentukan nilai RPN.

- *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

FMEA bertujuan untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan potensi kegagalan dalam proses produksi. FMEA dilakukan dengan menganalisis penyebab dan dampak dari setiap potensi kegagalan berdasarkan tiga kriteria: *Severity* (tingkat keparahan), *Occurrence* (kemungkinan terjadi), dan *Detection* (kemudahan pendeteksian). Nilai RPN yang tinggi menunjukkan bahwa kegagalan tersebut memiliki dampak yang signifikan terhadap kualitas produk, frekuensi kejadian yang tinggi dan sulit untuk dideteksi secara dini. Oleh karena itu RPN tertinggi harus menjadi prioritas utama dalam tindakan perbaikan.

Tabel 8. FMEA

Cacat	Failure Mode	Failure Effect	Severity (S)	Causes	Occurrence (O)	Current Controls	Detection (D)	RPN (S x O x D)
Ring Crush Low (RCL)	Freeness Refiner	Kualitas pulp rendah sehingga ring crush turun	8	Freeness terlalu rendah	6	Pengaturan dan pemeliharaan refiner	4	192
	Starch	Lem kurang kuat, ring crush rendah	9	Starch dosage kurang/tidak merata	7	Monitoring dosis dan homogenitas	5	315
	Moisture	Penurunan kekuatan kertas	9	Moisture terlalu tinggi	7	Kontrol kelembaban dan pengeringan	4	252
Concora Low (CCL)	Freeness terlalu rendah	Lembar jadi lunak (kurang kaku) pada waktu fluting atau pembuatan gelombang	7	Tidak ada standar freeness pada machine chest dan kurangnya pelatihan operator	6	Monitoring freeness machine chest	5	210
Slitter Unflat (SUF)	Setting tension/slitter tidak sesuai	Produk bergelombang atau tidak rata	7	Tidak ada program pelatihan rutin, SOP tidak dijalankan dengan ketat	5	Pemeriksaan visual & pengukuran manual	4	140
Cobb Size High (CBH)	Dosis Surface Sizing Agent (SSA) terlalu rendah atau kecil	Kurang efektif dalam menyerap air, sehingga kertas akan lebih cepat menyerap air dan nilai cobb size menjadi besar	7	Pengukuran dan pencampuran Surface Sizing Agent (SSA) tidak dikontrol secara akurat dan tidak ada monitoring terhadap konsentrasi atau pH sizing	6	Monitoring Flow meter dan kalibrasi dosis SSA	4	168

Torn Paper is Not Joint (PTS)	Pengaturan tension tidak melihat grammature kertas	Pada proses penggulungan kertas robek di dalam roll dan tidak tersambung	6	Tidak ada pelatihan operator, SOP tidak dijalankan secara disiplin atau tidak ada monitoring dan standar acuan tension pada tiap grammature kertas	4	Pemeriksaan visual, kontrol tension dan grammature	4	96

Berdasarkan hasil perhitungan FMEA, diketahui bahwa nilai RPN tertinggi berasal dari cacat RCL akibat starch dengan nilai 315, analisis ini menunjukkan bahwa cacat RCL, khususnya yang disebabkan oleh starch, merupakan prioritas utama dalam perbaikan proses. Oleh karena itu, pada tahap *Improve*, fokus diarahkan pada penanganan akar penyebab dari cacat RCL guna meningkatkan kualitas produksi secara menyeluruh.

Improve

Tahapan ini berfokus pada pemberian solusi untuk meningkatkan kualitas, dengan rencana tindakan yang disusun berdasarkan pendekatan 5W+1H [5]. Berdasarkan hasil analisis FMEA, cacat *Ring Crush Low* (RCL) akibat penggunaan starch memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 315**,** sehingga menjadi prioritas utama untuk perbaikan.

Tabel 9. Hasil Usulan Perbaikan Menggunakan 5W + 1H

Jenis Cacat	Penyebab	What	Why	Where	When	Who	How
RCL	Aplikasi starch tidak sesuai standar (RPN 315)	Standarisasi dan otomasi proses pemberian starch	Starch mempengaruhi kekuatan tekan vertikal kertas (RCT)	Size press & Mixing Chest	Segera dan dijadwalkan rutin	Tim QC, Teknisi, & Operator Size Press	-Buat SOP pencampuran & aplikasi starch -Pasang viscometer & dosing otomatis -Pelatihan operator secara berkala

Berdasarkan tabel di atas usulan perbaikan tidak hanya bersifat umum, tetapi juga teknis dan terukur, seperti penetapan standar viskositas starch serta pelaksanaan pelatihan operator secara rutin untuk meningkatkan pemahaman terhadap parameter proses.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa tingkat cacat produk kertas CME 150 gsm di PT. SYK sebesar 4,57% per tahun, yang melebihi batas toleransi perusahaan sebesar 0,5%. Melalui penerapan metode Six Sigma dengan pendekatan DMAIC, hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai rata-rata DPMO sebesar 6526 dengan level sigma sebesar 3,98 yang mengindikasikan bahwa proses masih belum memenuhi standar kualitas. Jenis cacat dominan adalah *Ring Crush Low* (RCL). Faktor penyebab cacat dikarenakan tidak ada standarisasi proses dalam pengolahan aplikasi starch dan kurangnya pelatihan operator. Maka usulan perbaikan untuk meminimalisasi produk cacat berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data adalah pembuatan SOP pencampuran dan aplikasi *starch, monitoring viscometer* dan *dosing* serta pelatihan operator secara berkala.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. Retnowati, Y. Purnomo, and A. F. Fudhla, "Six Sigma Implementation in 'Monosodium Glutamate' Production Systems," *JISO J. Ind. Syst. Optim.*, vol. 5, no. 1, p. 68, 2022, doi: 10.51804/jiso.v5i1.68-76.

[2] I. W. Ardhyani and M. A. Ariyanto, "Pengendalian Kualitas Produk Kopi Ss Di Pt. Sj," *Tek. Eng. Sains J.*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.51804/tesj.v4i1.760.1-6.

[3] J. Purnama, Suparto, and P. C. Dinata, "Peningkatan Produktivitas Dengan Implementasi Metode Six Sigma Pada Produk Element Boiler," *J. Ilm. SimanteC*, vol. 5, no. 3, pp. 123–132, 2016.

[4] A. R. B. Prasetyo, I. W. Ardhiyani, and J. Purnama, "Penerapan Six Sigma Pada Proses Produksi Kertas Untuk Menganalisis Kualitas," *JISO J. Ind. Syst. Optim.*, vol. 5, no. 2, p. 130, 2022, doi: 10.51804/jiso.v5i2.130-135.

[5] I. W. Ardhyani and S. Santoso, "Analisis Cacat Produk Kemasan Wafer Di Pt. Tkt Mojokerto," *Tek. Eng. Sains J.*, vol. 4, no. 2, p. 43, 2020, doi: 10.51804/tesj.v4i2.877.43-48.

[6] A. Rahman and S. Perdana, "Analisis Perbaikan Kualitas Produk Carton Box di PT XYZ Dengan Metode DMAIC dan FMEA," *J. Optimasi Tek. Ind.*, vol. 3, no. 1, 2021, doi: 10.30998/joti.v3i1.9287.

[7] A. K. Azaria and A. Nalhadi, "Peningkatan Kualitas Dan Keamanan Produk Tempe Menggunakan Pendekatan Six Sigma Dan Good Manufacturing Practice (GMP)," *J. Rekayasa Ind.*, vol. 6, no. 2, pp. 142–158, 2024, [Online]. Available: https://www.ejournal.widyamataram.ac.id/index.php/JRI/article/view/1583

[8] D. Retnowati, R. A. Priyanto, I. Widya Ardhyani, and M. Anshori, "Enhancing Product Quality and Process Capability in the Indonesian Furniture Industry through Six Sigma DMAI Implementation: A Case Study on Laminating Defects," *IQTISHADequity J. Manaj.*, vol. 6, no. 2, pp. 101–109, 2024, doi: 10.51804/iej.v6i2.16559.

[9] D. D. Prasetiyo, I. W. Ardhiyani, and J. Purnama, "Pendekatan Six Sigma Untuk Analisis Kualitas Di Pt. Keramik Diamond Industries," *JISO J. Ind. Syst. Optim.*, vol. 5, no. 1, p. 1, 2022, doi: 10.51804/jiso.v5i1.1-9.

[10] A. Izza and D. Retnowati, "Analisis kualitas produk," *J. Heuristik*, vol. 18, no. 2, pp. 59–72, 2021.