

STRATEGI PENINGKATAN KUALITAS PRODUKSI CORRUGATED CARTON BOX MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DAN HOUSE OF QUALITY

Jennifer Darlene Chrissy¹⁾, Helena Juliana Kristina²⁾, Adianto³⁾

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara

e-mail: ¹⁾jennifer.545190032@stu.untar.ac.id, ²⁾julianak@ft.untar.ac.id, ³⁾adianto@ft.untar.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan industri manufaktur yang semakin pesat menuntut setiap perusahaan di dalamnya untuk bersaing, khususnya melalui peningkatan kualitas produksi. PT X merupakan salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang manufaktur “corrugated carton box”, dan telah menjadi salah satu “market leader” di Indonesia pada industri ini. Meski begitu, perusahaan tidak lepas dari kesalahan produksi yang mengakibatkan munculnya produk “defect”. Penelitian dilakukan untuk meningkatkan kualitas produksi perusahaan secara keseluruhan menggunakan pendekatan “Six Sigma” melalui DMAIC dan HOQ. Sebelum analisis dan melakukan perbaikan, PT X memiliki nilai DPMO sebesar 527,76 dan tingkat sigma perusahaan berada pada angka 4,77 sigma. Analisis yang dilakukan membuahkan hasil berupa saran perbaikan untuk memeriksa seluruh kondisi “input” dan mesin sebelum melaksanakan proses produksi, serta memberi pelatihan “maintenance” dan pelatihan proses produksi yang disertai dengan melakukan pengawasan secara berkala. Penerapan usulan perbaikan dibantu dengan penyusunan “check sheet” dan pengajuan pelatihan bagi karyawan perusahaan. Dengan asumsi bahwa usulan perbaikan dapat diimplementasikan dengan baik pada perusahaan, diperkirakan bahwa nilai DPMO dan tingkat sigma perusahaan secara berturut dapat mencapai angka 312,94 dan 4,92 sigma.

Kata kunci: Kualitas, Six Sigma, DMAIC, House of Quality, Tingkat Sigma

ABSTRACT

The fast-track development of the manufacturing industry requires every company in it to engage in the market competition, substantially through improving the quality of company production. PT X is a manufacturing company of corrugated carton boxes, and is one of the market leaders in Indonesia in this industry. Even so, the company still experiences production errors which result in the emergence of product defects in final production every month. This research was conducted to improve the quality of the company's production using the Six Sigma approach through DMAIC and HOQ. Before analyzing and making improvements, PT X had a DPMO value of 527.76 and company sigma level of 4.77 sigma. The analysis produced results in the form of suggestions for improvement to check all input and machine conditions before carrying out the production process, as well as providing maintenance training and production process training accompanied by periodic supervision. Implementation of proposed improvements was then assisted by preparing check sheets and submitting training programs for company employees. Assuming that the proposed improvements could be implemented properly in the company, it is estimated that the company's DPMO value and sigma level would be able to reach 312.94 and 4.92 sigma respectively.

Keywords: Quality, Six Sigma, DMAIC, House of Quality, Sigma Level

PENDAHULUAN

Seiring berjalannya perkembangan zaman, perkembangan industri manufaktur turut berkembang dan menciptakan persaingan yang semakin ketat, baik pada pasar domestik maupun internasional. Setiap usaha dalam industri sejenis dituntut untuk berpartisipasi dalam persaingan pasar. Salah satu cara yang dapat dilakukan perusahaan untuk bertahan atau memenangkan persaingan adalah melalui pemberian perhatian lebih untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan, sehingga perusahaan dapat bersaing bahkan mengungguli pesaing [1].

Penelitian dilakukan pada divisi pengendalian kualitas PT X, salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang manufaktur *corrugated carton box* atau kardus, dan telah menjadi salah satu *market leader* di Indonesia pada industri ini. Pelaksanaan kegiatan manufaktur

karton *box* pada PT X tidak luput dari kemungkinan terjadinya kesalahan, khususnya pada bagian proses produksi. Kesalahan dapat terjadi pada tahap manapun dalam proses produksi yang dapat disebabkan oleh operator, material, mesin, dan faktor lainnya. Salah satu contoh *defect* yang terjadi dapat dilihat pada stasiun kerja flexo, khususnya pada proses *printing*, di mana warna tinta yang dihasilkan tidak sesuai standar. Jumlah produksi dan *defect* produk *corrugated carton box* periode Oktober 2021-September 2022 dapat dilihat pada Tabel 1 dan contoh kemungkinan *defect printing* dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Data Produksi dan *Defect Corrugated Carton Box* Oktober 2021-September 2021

Periode	Jumlah Produksi		Jumlah Defect		Persentase Defect (%)
	kg	pcs	kg	pcs	
Oktober 2021	9.161.664	22.131.429	38.547	92.952	0,421
November 2021	10.027.000	20.182.308	13.190	26.237	0,132
Desember 2021	9.208.173	38.141.818	20.317	83.912	0,221
Januari 2022	8.083.853	26.774.618	47.435	157.110	0,587
Februari 2022	8.853.049	33.548.421	16.882	63.742	0,191
Maret 2022	10.643.353	33.922.857	30.121	94.984	0,283
April 2022	9.260.124	42.112.105	17.786	80.013	0,192
Mei 2022	7.685.000	24.712.381	16.280	51.896	0,212
Juni 2022	9.816.387	25.453.600	25.371	63.634	0,258
Juli 2022	8.813.475	18.981.750	35.846	75.927	0,407
Agustus 2022	9.016.367	16.208.000	14.239	24.312	0,158
September 2022	9.044.153	17.349.286	13.229	24.289	0,146
Total	109.612.597	347.934.150,6	289.243	738.192	3,21
Rata-rata	9.134.383,099	28.994.512,55	24.103,58	61.516	0,26



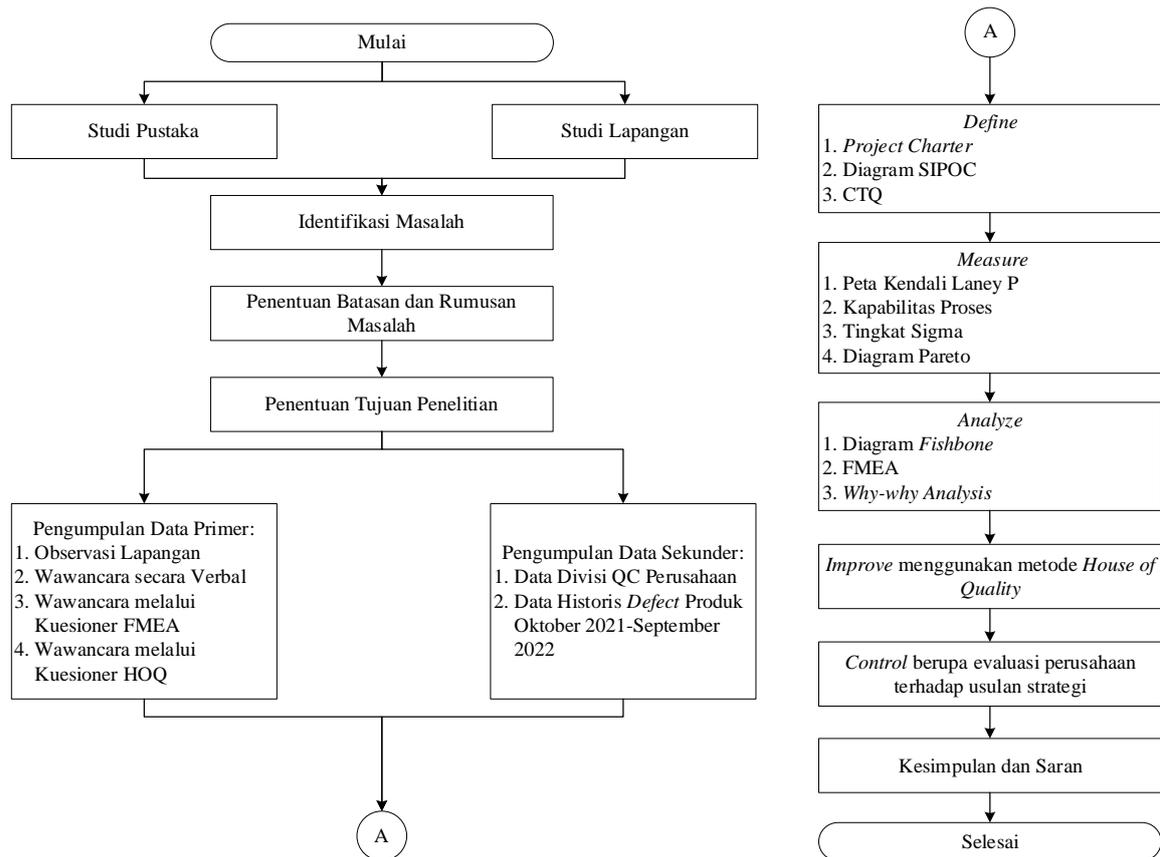
Gambar 1. *Printing Defect*
(Sumber: alibaba.com)

Seluruh kesalahan yang terjadi pada proses produksi akan menimbulkan terjadinya fenomena kecacatan atau *defect* pada hasil akhir produksi karton *box*. Kehadiran fenomena *defect* pada hasil produksi mengharuskan perusahaan untuk mengambil langkah tindakan untuk mengatasi kondisi tersebut. Berdasarkan wawancara pada *supervisor QC/QA* perusahaan dan pengamatan yang dilakukan di lapangan, divisi pengendalian kualitas pada PT X menerapkan dua pilihan tindakan yang dapat dilakukan untuk produk *defect*, yaitu *rework* (pengerjaan ulang) untuk *defect* minor dan penghancuran menjadi *scrap* kardus untuk *defect* mayor. Adanya perbedaan tingkat kefatalan cacat produk berarti bahwa terdapat beberapa penyebab kecacatan yang perlu ditangani secara lebih segera sehingga membutuhkan tindakan perbaikan yang diprioritaskan dibanding lainnya. Selain itu, setiap penyebab kecacatan produk memerlukan tindakan penanganan khusus sesuai kebutuhan masing-masing untuk memperoleh hasil perbaikan optimal.

Oleh sebab itu, penelitian akan dilakukan untuk memperoleh strategi-strategi yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas produksi perusahaan menggunakan pendekatan *Six Sigma* dengan metode DMAIC, diiringi dengan penggunaan *House of Quality* secara khusus pada tahap *improve*. Metode DMAIC *Six Sigma* digunakan untuk mengidentifikasi dan melakukan perhitungan secara detail mengenai kondisi perusahaan pada saat ini, sehingga dapat memperoleh data yang menjadi inti permasalahan untuk dianalisis demi merumuskan susunan tindakan-tindakan perbaikan yang dapat diterapkan perusahaan. *House of Quality* digunakan dalam penelitian untuk mengidentifikasi *voice of customer* (internal) untuk mengetahui kebutuhan karyawan perusahaan dan menyusun serta mengurutkan tindakan perbaikan berdasarkan kebutuhan prioritas.

METODE PENELITIAN

Penelitian diawali dengan melakukan studi pustaka mengenai seluruh informasi yang dibutuhkan selama penelitian berjalan dan studi lapangan perusahaan pada periode September 2022-November 2022. Langkah berikutnya adalah melakukan identifikasi masalah yang akan dijadikan sebagai inti permasalahan penelitian, dan dilanjutkan dengan penentuan batasan masalah, rumusan masalah, serta tujuan penelitian. Kemudian, data-data pendukung penelitian, baik primer maupun sekunder, perlu dikumpulkan untuk diolah dan dianalisis pada tahap berikutnya. Analisis dilakukan melalui pendekatan DMAIC dan diakhiri dengan kesimpulan. Diagram alir metodologi penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Metodologi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Define

Tahap *define* merupakan langkah awal analisis yang dilakukan untuk menguraikan dan mendeskripsikan masalah yang diteliti secara jelas dan terperinci melalui berbagai *tools*. *Tools* pertama merupakan *project charter* yang bertujuan untuk menentukan tujuan, ruang lingkup, dan batasan penelitian secara keseluruhan [2]. *Project charter* penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

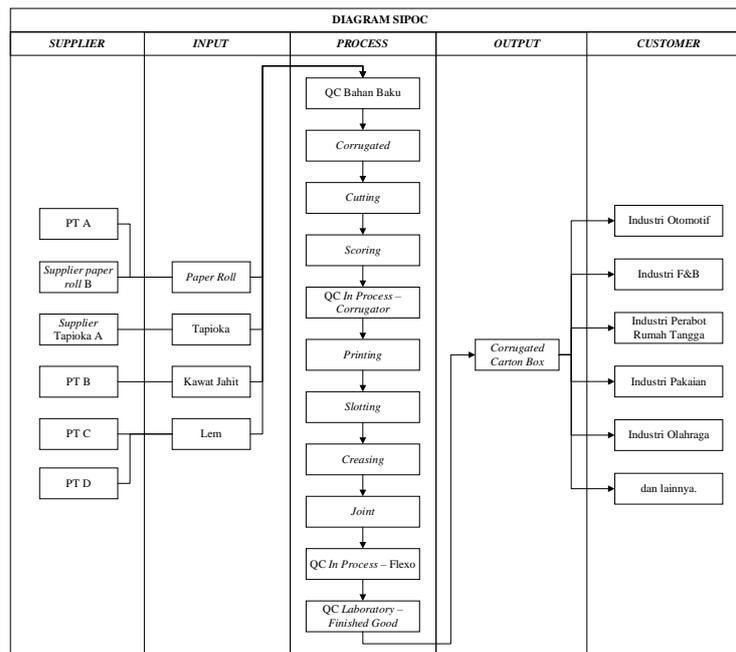
Tabel 2. *Project Charter*

Project Title	Strategi Peningkatan Kualitas Produksi <i>Corrugated Carton Box</i> Menggunakan Metode <i>Six Sigma</i> dan <i>House of Quality</i>		Project Leader	Jennifer Darlene Chrissy
Project Start Date	5 September 2022	Project End Date	25 November 2022	
Project Case				
PT X sebagai salah satu <i>market leader</i> dalam industri <i>corrugated carton box</i> menghasilkan kecacatan (<i>defect</i>) hasil produksi dengan jumlah rata-rata sebesar 24,1 ton atau sebanyak 69.917 <i>pcs</i> pada hasil produksi perusahaan setiap bulannya. Hal ini mengharuskan perusahaan untuk melakukan pekerjaan tambahan berupa tindakan <i>rework</i> atau penghancuran yang dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan, baik dari segi sumber daya, waktu, maupun tenaga. Penelitian dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan melalui peningkatan pengendalian kualitas menggunakan pendekatan <i>Six Sigma</i> dan <i>House of Quality</i> .				

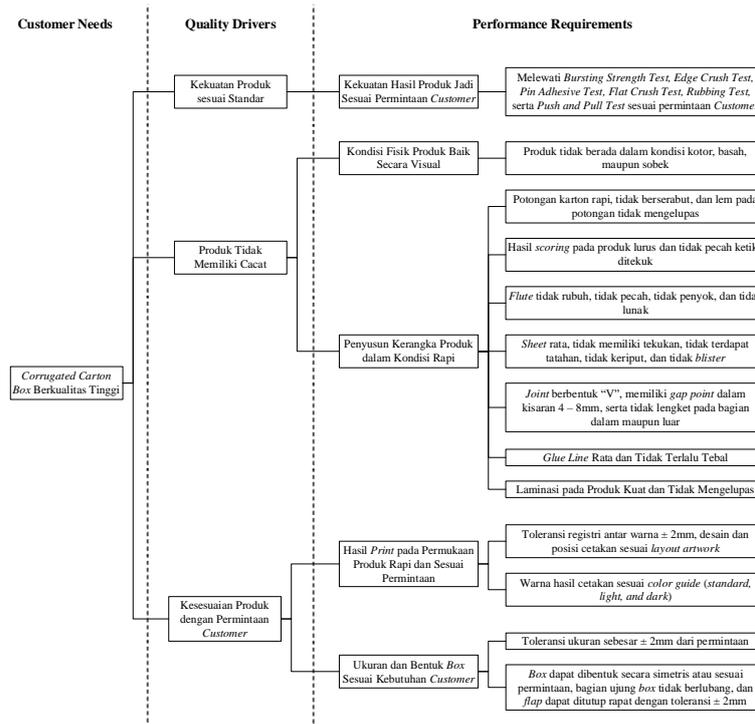
Lanjutan Tabel 2. Project Charter

Project Scope	Deliverables	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Penelitian dilakukan pada divisi pengendalian kualitas X. 2. Periode pelaksanaan penelitian dimulai dari September 2022 sampai November 2022. 3. Data yang digunakan dalam penelitian meliputi data hasil wawancara terhadap pihak QC dan produksi perusahaan serta data historis jumlah hasil produksi dan produk <i>defect</i> dari bulan Oktober 2021-Oktober 2022. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Informasi terkait kinerja perusahaan selama ini dan tingkat <i>sigma</i> perusahaan 2. Analisis mengenai faktor penyebab <i>defect</i> dan faktor utama yang perlu diprioritaskan. 3. Strategi usulan perbaikan berdasarkan urutan tingkat prioritas yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas hasil produksi <i>corrugated carton box</i>. 	
Risk and Issues	Assumptions/Dependencies	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Perusahaan tidak dapat memenuhi kebutuhan data yang diperlukan selama penelitian. 2. Penelitian pada perusahaan melewati batas waktu yang telah ditetapkan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pihak PT X memberikan data umum serta data historis hasil produksi dan <i>defect</i> perusahaan sebagai data penunjang penelitian. 2. Divisi pengendalian kualitas perusahaan memberikan informasi mengenai kondisi lapangan dan berpartisipasi dalam pengisian kuesioner terkait penelitian. 	
Milestones Schedule		
Milestones	Plan Start	Plan End
Define: mengidentifikasi masalah utama yang dihadapi PT X terkait <i>defect</i> hasil produksi dan menguraikannya secara terperinci menggunakan <i>Project Charter</i> , diagram SIPOC, serta <i>Critical to Quality</i> (CTQ).	5 September 2022	6 Oktober 2022
Measure: melakukan perhitungan untuk mengukur kinerja perusahaan yang meliputi persentase produk <i>defect</i> , kapabilitas proses, nilai DPMO, nilai <i>sigma</i> , dan diagram pareto.	7 Oktober 2022	13 Oktober 2022
Analyze: mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya <i>defect</i> pada hasil produksi perusahaan menggunakan <i>Cause and Effect</i> (<i>Fishbone</i>) <i>Diagram</i> , <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA), dan <i>Why-why Analysis</i> .	14 Oktober 2022	27 Oktober 2022
Improve: menyusun usulan strategi perbaikan yang disertai dengan perhitungan tingkat prioritas menggunakan <i>House of Quality</i> (HOQ) sebagai solusi untuk meminimalisir permasalahan produk <i>defect</i> yang terjadi pada perusahaan.	28 Oktober 2022	10 November 2022
Control: memperoleh evaluasi dari pihak PT X mengenai strategi yang diusulkan dan melakukan perhitungan tingkat <i>sigma</i> kembali dengan asumsi bahwa strategi diimplementasikan.	11 November 2022	25 November 2022
Benefits		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengurangan jumlah <i>defect</i> hasil produksi <i>corrugated carton box</i> pada PT X. 2. Penghematan sumber daya, waktu, dan tenaga dengan meminimalisir tindakan <i>rework</i> serta penghancuran. 3. Peningkatan keuntungan yang dihasilkan perusahaan melalui peningkatan jumlah hasil produksi yang berkualitas tiap bulannya. 		

Tools berikutnya yang digunakan pada tahap *define* adalah diagram SIPOC untuk mencatat proses dalam suatu industri dari tahap awal sampai akhir [3]. Tahap *define* kemudian diakhiri dengan penyusunan *Critical to Quality* (CTQ) sebagai tolok ukur hasil produksi industri yang wajib dipenuhi untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan pelanggan [4]. Diagram SIPOC proses produksi dan beberapa faktor CTQ yang berpengaruh pada proses produksi *corrugated carton box* perusahaan dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



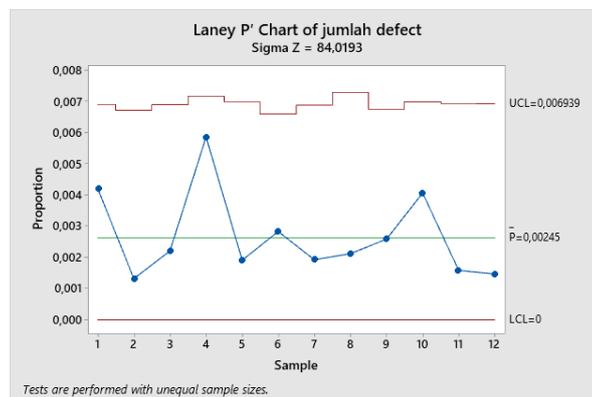
Gambar 3. Diagram SIPOC



Gambar 4. Critical to Quality

Tahap Measure

Tahap *measure* dilakukan untuk mengukur kinerja perusahaan pada kondisi awal dimulainya penelitian. Hasil pengukuran yang diperoleh akan dijadikan sebagai data penunjang penelitian. Tahap ini diawali dengan penyusunan peta kendali laney P' untuk mengetahui pola persebaran data *defect* yang terjadi pada perusahaan dan mengetahui apakah proses produksi dalam batas kendali atau tidak. Penggunaan peta kendali Laney P' pada penelitian dipilih dibanding peta kendali tradisional akibat tingginya jumlah data *defect* dan produksi yang diteliti. Peta kendali P tradisional akan menampilkan hasil *overdispersion data* atau sangat banyak data yang berada di luar batas kendali [5]. Peta kendali Laney P' untuk *defect* produksi PT X periode Oktober 2021 sampai September 2022 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta Kendali Laney P'

Langkah berikutnya adalah untuk menghitung kapabilitas proses dan tingkat *sigma* perusahaan. Perhitungan kapabilitas proses dilakukan untuk mengukur kemampuan kinerja perusahaan saat ini untuk menghasilkan produk sesuai standar spesifikasi yang telah ditetapkan perusahaan [6]. Tingkat *sigma* juga pada dasarnya menunjukkan hasil pengukuran standar *level* perusahaan berdasarkan perbandingan jumlah jenis *defect* dengan

keseluruhan hasil produksi perusahaan [7]. Rumus perhitungan kapabilitas proses dan tingkat sigma diuraikan sebagai berikut [8]:

1. Kapabilitas Proses (C_p) dan Kapabilitas Proses Kane (C_{pk})

$$a C_p = 1 - \frac{\text{persentase proporsi cacat}}{100 \times \text{opportunity cacat}} \quad (1)$$

$$a C_{pk} = 1 - \frac{\text{persentase proporsi cacat}}{100} \quad (2)$$

$$\text{Nilai tabel } Z = a - 0,5 \quad (3)$$

$$C_p \text{ atau } C_{pk} = \frac{\text{Titik } Z}{3} \quad (4)$$

2. Tingkat Sigma

$$DPU = \frac{\text{jumlah defect}}{\text{jumlah produksi}} \quad (5)$$

$$TOP = \text{jumlah produksi} \times \text{peluang defect} \quad (6)$$

$$DPO = \frac{\text{jumlah defect}}{\text{jumlah produksi} \times \text{peluang defect}} \quad (7)$$

$$DPMO = DPO \times 10^6 \quad (8)$$

$$\text{Level Sigma} = \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5 \quad (9)$$

Berdasarkan rumus di atas, perhitungan kapabilitas proses dan tingkat sigma PT X sebelum perbaikan dapat dilihat pada Tabel 3.

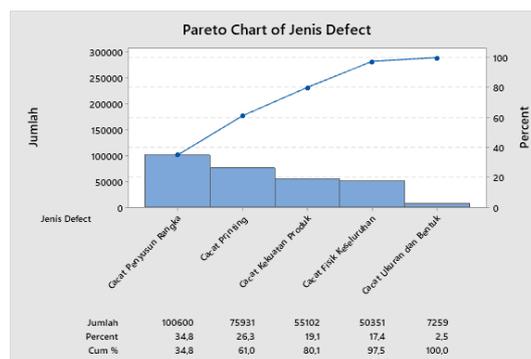
Tabel 3. Kapabilitas Proses dan Tingkat Sigma

Kapabilitas Proses (C_p)	Kapabilitas Proses Kane (C_{pk})	Defect per Unit (DPU)	Total Opportunities (TOP)	Defect per Opportunity (DPO)	Defect per Million Opportunity (DPMO)	Tingkat Sigma
1,09	0,93	0,0026388	548.062.985	0,000527755	527,76	4,77

Tahap *measure* kemudian diakhiri dengan menyusun diagram pareto untuk setiap kesempatan jenis *defect* yang dapat terjadi pada perusahaan. Diagram pareto merupakan diagram batang yang menunjukkan isu atau permasalahan yang diurutkan berdasarkan jumlah terjadinya masalah dari tertinggi sampai terendah [9]. Diagram pareto disusun untuk mengetahui jenis-jenis *defect* dengan persentase tertinggi yang akan dianalisis lebih lanjut pada tahap *analyze*. Tabel data *defect* kumulatif jenis *defect* dapat dilihat pada Tabel 4 dan diagram pareto untuk jenis *defect* yang terjadi pada perusahaan dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 4. Kumulatif Jenis Defect Proses Produksi Corrugated Carton Box

Jenis Defect	Jumlah (kg)	Jumlah Kumulatif (kg)	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
Cacat Penyusun Kerangka	100.600	100.600	34,78	34,78
Cacat Printing	75.931	176.531	26,25	61,03
Cacat Kekuatan Produk	55.102	231.633	19,05	80,08
Cacat Fisik Keseluruhan	50.351	281.984	17,41	97,49
Cacat Ukuran dan Bentuk	7.259	289.243	2,51	100

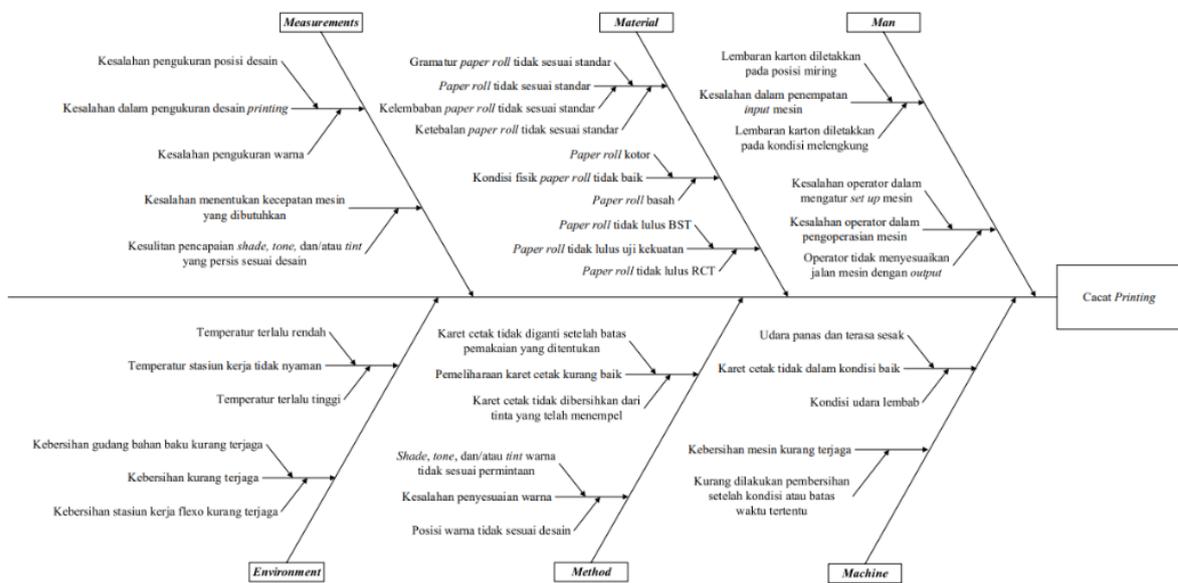


Gambar 6. Diagram Pareto

Berdasarkan diagram pareto pada Gambar 6, diketahui bahwa jenis *defect* yang mencakup sebanyak $\geq 80\%$ dari jumlah *defect* keseluruhan dan akan dijadikan sebagai fokus analisis selanjutnya adalah cacat penyusun rangka sebanyak 100.600 kg (34,8%), cacat *printing* sebanyak 75.931 kg (26,3%), serta cacat kekuatan produk sebanyak 55.102 kg (19,1%). Ketiga jenis cacat utama tersebut akan dijadikan fokus analisis pada tahap berikutnya.

Tahap Analyze

Tahap *analyze* merupakan tahap untuk mengidentifikasi secara jelas dan melakukan analisis lebih lanjut terhadap kemungkinan penyebab-penyebab yang dapat mengakibatkan timbulnya fenomena *defect* pada perusahaan. *Analyze* diawali dengan menyusun *cause and effect (fishbone) diagram* atau diagram sebab akibat untuk menunjukkan hubungan antara penyebab terjadinya suatu permasalahan dengan dampak yang ditimbulkan [10]. *Cause and effect (fishbone) diagram* untuk salah satu jenis *defect* utama pada produksi *corrugated carton box* PT X dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Cause and Effect (Fishbone) Diagram Cacat Printing

Langkah berikutnya adalah menyusun *why-why analysis* yang merupakan analisis lebih lanjut terhadap penyebab terjadinya permasalahan pada suatu proses produksi menggunakan sistematika bertanya sebanyak berulang kali untuk menemukan sumber atau akar penyebab masalah yang diteliti [11]. *Why-why analysis* untuk salah satu faktor penyebab *defect* pada produksi *corrugated carton box* PT X dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Why-why Analysis Faktor Material pada Cacat Printing

Cacat Printing						
Faktor	Permasalahan	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Material (Bahan Baku)	Paper roll tidak sesuai standar	Gramatur <i>paper roll</i> tidak sesuai standar	Timbangan menyatakan angka melebihi atau kurang dari standar	Gramatur <i>paper roll</i> berada di luar standar toleransi 4%	Kesalahan pesanan	Kurangnya koordinasi dan <i>crosscheck</i> antara bagian pemesanan dengan pihak <i>supplier</i>
		Kelembaban <i>paper roll</i> tidak sesuai standar	<i>Moisture tester</i> menyatakan angka melebihi atau kurang dari standar	Kelembaban <i>paper roll</i> berada di luar range 7% - 9%	Kesalahan pesanan	Kurangnya koordinasi dan <i>crosscheck</i> antara bagian pemesanan dengan pihak <i>supplier</i>

Lanjutan Tabel 5. Why-why Analysis Faktor Material pada Cacat Printing

		Cacat Printing				
Faktor	Permasalahan	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Material (Bahan Baku)	Kondisi fisik paper roll tidak baik	Ketebalan paper roll tidak sesuai standar	Thickness gauge menyatakan angka di luar standar sesuai jenis kertas	Kesalahan pesanan	Kurangnya koordinasi dan crosscheck antara bagian pemesanan dengan pihak supplier	-
		Paper roll berada dalam kondisi kotor	Kebersihan ruang penyimpanan bahan baku kurang terjaga	Kurang dilakukan pembersihan secara berkala	Operator tidak mengikuti SOP gudang	Kurangnya pelatihan dan pengawasan mengenai SOP gudang
	Paper roll berada dalam kondisi basah	Ruang penyimpanan berada dalam kondisi lembab atau basah	Kurang melakukan monitor dan pengecekan kondisi gudang secara berkala	Operator tidak mengikuti SOP gudang	Kurangnya pelatihan dan pengawasan mengenai SOP gudang	
	Paper roll tidak lulus uji kekuatan	Paper roll tidak lulus proses Bursting Strength Test (BST)	Alat BST menyatakan angka di luar standar sesuai jenis kertas	Kesalahan pesanan	Kurangnya koordinasi dan crosscheck antara bagian pemesanan dengan pihak supplier	-
		Paper roll tidak lulus proses Ring Crush Test (RCT)	Microcomputer tester menyatakan angka di luar standar sesuai jenis kertas	Kesalahan pesanan	Kurangnya koordinasi dan crosscheck antara bagian pemesanan dengan pihak supplier	-

Tahap *analyze* diakhiri dengan penyusunan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk setiap jenis *defect* yang diteliti. FMEA merupakan teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi berbagai kemungkinan kegagalan yang dapat terjadi pada hasil produksi suatu industri selama masa siklusnya. FMEA mengidentifikasi potensi masalah, intensitas dampak dan jumlah terjadinya cacat, serta cara pendeteksian kegagalan, sehingga perusahaan dapat menyusun strategi untuk menghindari kemungkinan terjadinya kecacatan produk. FMEA memiliki tujuan akhir untuk menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk menunjukkan kegagalan yang perlu diprioritaskan melalui penyusunan tindakan perbaikan [12]. Penyusunan FMEA dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada seorang *supervisor* QC/QA, seorang asisten kepala bagian departemen *corrugated*, dan seorang asisten kepala bagian departemen *flexo*. FMEA untuk beberapa penyebab cacat *printing* yang terjadi perusahaan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Failure Mode and Effect Analysis pada Beberapa Penyebab Cacat Printing

Jenis Defect	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) or Failure	S	Potential Cause of Failure	Current Process Prevention of Cause	O	Current Process Detection of Failure	D	RPN	Rank
Cacat Printing	Kesalahan dalam penempatan input mesin	Posisi <i>printing</i> desain miring, carton box melengkung	7	Lembaran carton box diletakkan pada posisi miring dan/atau melengkung	Pemeriksaan kembali secara visual	2	Penglihatan kondisi dan posisi lembaran carton box secara visual	3	42	8
	Kesalahan operator dalam pengoperasian mesin	Misregister <i>printing</i> , ketidaksesuaian warna	8	Operator salah mengatur <i>set up</i> mesin, operator tidak menyesuaikan jalannya mesin dengan <i>output</i> yang dihasilkan	Pemeriksaan kembali dan konsultasi kepada operator pendahulu secara verbal	3,5	Terjadinya kesalahan pada hasil <i>sampling</i>	4	128	3
	Karet cetak tidak dalam kondisi baik	Terdapat bercak pada hasil <i>printing</i> desain	7	Karet cetak tidak diganti setelah batas pemakaian yang ditentukan, karet cetak tidak dibersihkan dari bercak tinta	Mengganti karet setelah menghasilkan bercak pada <i>printing</i>	7	Terdapat bercak tinta pada <i>sampling</i>	3	147	1

Lanjutan Tabel 6. *Failure Mode and Effect Analysis* pada Beberapa Penyebab Cacat *Printing*

Jenis Defect	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) or Failure	S	Potential Cause of Failure	Current Process Prevention of Cause	O	Current Process Detection of Failure	D	RPN	Rank
Cacat <i>Printing</i>	Kebersihan mesin kurang terjaga	Hasil <i>printing</i> kotor	6	Kurang dilakukan pembersihan setelah kondisi atau batas waktu tertentu	Pembersihan dilakukan ketika debu dan kotor telah terlihat dan mempengaruhi kenyamanan operator atau hasil produksi	5	Terdapat bercak kotor pada hasil <i>sampling</i>	2	60	6
	<i>Paper roll</i> tidak sesuai standar	Tidak dapat diproses, tidak sesuai permintaan	8	Gramatur, kelembaban, ketebalan <i>paper roll</i> tidak sesuai standar	Pengembalian dan penukaran kepada <i>supplier</i>	7	Pengukuran menggunakan timbangan, <i>moisture tester</i> , dan <i>thickness gauge</i>	2	112	4
	Kondisi fisik <i>paper roll</i> tidak baik	<i>Carton box</i> kotor, melengkung, lunak	6	<i>Paper roll</i> kotor, basah	Menjaga kondisi gudang bahan baku	4	Pengamatan secara visual	2	48	7
	<i>Paper roll</i> tidak lulus uji kekuatan	Tidak dapat diproses, tidak sesuai permintaan	8	<i>Paper roll</i> tidak lulus pengujian <i>Bursting Strength Test</i> (BST) dan <i>Ring Crush Test</i> (RCT)	Pengembalian dan penukaran kepada <i>supplier</i>	2	Pengukuran menggunakan mesin BST dan <i>microcomputer tester</i>	2	32	9
	Kesalahan penyesuaian warna	Warna <i>printing</i> tidak sesuai standar atau permintaan, <i>printing</i> pudar	8	<i>Shade, tone, dan/atau tint</i> warna tidak sesuai permintaan, posisi warna tidak sesuai desain	Melakukan pemeriksaan kembali	6	Letak dan tingkat presisi warna pada <i>sampling</i> tidak sesuai dengan permintaan (diukur menggunakan meteran)	2	96	5
	Kesalahan dalam pengukuran desain <i>printing</i>	Posisi <i>printing</i> tidak sesuai permintaan, <i>printing</i> berbayang, <i>misregister printing</i>	8	Kesalahan pengukuran posisi desain, kesalahan pengukuran posisi warna	Melakukan pemeriksaan kembali	4	Posisi desain <i>printing</i> pada <i>sampling</i> tidak sesuai dengan permintaan (diukur menggunakan meteran)	4	128	2

Berdasarkan hasil FMEA yang dapat dilihat pada Tabel 6, diketahui bahwa sepuluh potensi kegagalan dengan nilai RPN tertinggi, meliputi kegagalan akibat paku jahit dalam kondisi tidak baik, karet cetak dalam kondisi tidak baik, operator mengoperasikan mesin produksi dengan kurang baik, operator menjalankan proses produksi dengan kurang baik, *paper roll* belum memenuhi standar mutu, pengukuran desain *printing* kurang sesuai, akurasi mesin pengujian kurang tepat, penyesuaian warna *printing* kurang sesuai, laminasi pada proses *corrugated* kurang baik, dan temperatur gudang bahan baku kurang terjaga.

Tahap *Improve*

Tahap *improve* merupakan tahap penyusunan usulan strategi perbaikan yang dapat diterapkan untuk membantu menyelesaikan permasalahan perusahaan yang dihadapi. Tahap ini dilakukan melalui penyusunan *House of Quality* (HOQ) untuk mengetahui tindakan yang tepat untuk setiap kebutuhan perusahaan dan untuk mengetahui urutan perbaikan yang perlu dilakukan perusahaan berdasarkan tingkat prioritasnya [13]. Data yang digunakan dalam penyusunan HOQ untuk PT X diperoleh melalui penyebaran kuesioner mengenai kebutuhan perusahaan kepada satu orang *supervisor* QC/QA dan dua orang asisten kepala bagian departemen produksi. HOQ untuk sepuluh kebutuhan perusahaan utama dapat dilihat pada Gambar 8.

KESIMPULAN

Penelitian dilakukan pada PT X sebagai perusahaan manufaktur *corrugated carton box* menggunakan pendekatan DMAIC dan HOQ. Melalui analisis dan perhitungan yang dilakukan, diperoleh nilai C_p sebesar 1,09 dan nilai C_{pk} sebesar 0,93 yang menandakan bahwa *improvement* masih dapat dilakukan pada bagian-bagian tertentu karena proses produksi masih menghasilkan produk yang belum memenuhi standar. Selain itu, perhitungan juga dilakukan terhadap nilai DPMO dengan hasil sebesar 527,76 dan tingkat *sigma* dengan hasil sebesar 4,77. *Improvement* direncanakan sebagai langkah perusahaan untuk mencoba mewujudkan *zero defect*. Analisis penyebab *defect* berdasarkan kondisi asli perusahaan dilakukan melalui penyebaran kuesioner dan menggunakan bantuan FMEA untuk mengerucutkan potensi serta penyebab kegagalan menjadi sepuluh potensi utama berdasarkan besar nilai RPN. Sepuluh kegagalan utama tersebut kemudian dianalisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi kebutuhan perusahaan melalui penyebaran kuesioner dan dibantu dengan HOQ untuk memperoleh tiga saran perbaikan utama yang perlu diterapkan. Tiga usulan strategi perbaikan utama untuk meningkatkan kualitas produksi yang diperoleh berdasarkan peringkat kepentingan dari HOQ, meliputi pemeriksaan seluruh kondisi *input* dan mesin sebelum melaksanakan proses produksi, pemberian pelatihan *maintenance* dan pengawasan petugas secara berkala, serta pelatihan proses produksi dan pengawasan operator secara berkala. Dengan asumsi bahwa usulan perbaikan dapat diimplementasikan pada perusahaan dengan baik, diperoleh perkiraan nilai C_p sebesar 1,13 dan nilai C_{pk} sebesar 0,98 serta nilai DPMO sebesar 312,94 dan tingkat *sigma* sebesar 4,92 *sigma*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Christian, "Implementasi Pengendalian Kualitas dengan Metode Statistik pada XYZ," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, vol. 2, no. 2, pp. 1-16, 2013.
- [2] F. Hartoyo, Y. Yudhistira, A. Chandra and H. H. Chie, "Penerapan Metode DMAIC dalam Peningkatan Acceptance Rate untuk Ukuran Panjang Produk Bushing," *ComTech*, vol. 4, no. 1, pp. 381-393, 2013.
- [3] Y. Maulana, "Pengertian Diagram SIPOC dan Cara Membuatnya," 17 Maret 2018. [Online]. Available: <https://www.yonomaulana.com/2018/03/pengertian-diagram-sipoc-dan-cara.html>. [Accessed 11 September 2022].
- [4] T. M. Ifle, "Memahami Critical to Quality dalam Fase Define (DMAIC Methodology)," 11 Maret 2019. [Online]. Available: <http://kliniksukses.com/memahami-critical-to-quality-dalam-fase-define-dmaic-methodology-detail-410875.html>. [Accessed 10 September 2022].
- [5] D. K. Kurnianto and R. H. Setyanto, "Usulan Perbaikan Kualitas Produk Menggunakan Metode Six Sigma di PT. ZYX," in *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 2021*, 2021.
- [6] D. Rimantho and A., "Analisis Kapabilitas Proses untuk Pengendalian Kualitas Air Limbah di Industri Farmasi," *Jurnal Teknologi*, vol. 11, no. 1, pp. 1-8, 2019.
- [7] V. Gaspersz, *Total Quality Management*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2002.
- [8] I. W. Sukania, L. L. Salomon and O. Dharmawan, "Usulan Perbaikan Kualitas Produk Plastik dengan Metode Quality Function Deployment di PT. X.," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 5, no. 2, pp. 63-69, 2017.
- [9] A. I. Soenandi and Y. Dwiantoro, "Perbaikan Kualitas Fuel Tank pada Divisi Welding dengan Metode Six Sigma pada PT. XYZ," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 2, no. 3, pp. 174-183, 2014.

- [10] H. Murnawan and M., "Perencanaan Produktivitas Kerja dari Hasil Evaluasi Produktivitas dengan Metode Fishbone di Perusahaan Percetakan Kemasan PT. X," *Jurnal Teknik Industri Heuristic*, vol. 11, no. 1, pp. 27-46, 2014.
- [11] M. T. Siregar and Z. M. Puar, "Implementasi Lean Distribution untuk Mengurangi Lead Time Pengiriman pada Sistem Distribusi Ekspor," *Jurnal Teknologi*, vol. 10, no. 1, pp. 1-8, 2018.
- [12] I. W. Sukania, I. K. Sriwana and E. Suryajaya, "Usulan Perbaikan Kualitas Pengunggulan Benang Nilon dengan Menggunakan Metode Six Sigma di PT. XYZ," *Jurnal Energi dan Manufaktur*, vol. 7, no. 1, pp. 159-166, 2015.
- [13] Y. G. Henuk, "Perancangan Quality Function Deployment (QFD) pada Hotel Everbright Surabaya," *Jurnal Universitas Kristen Petra*, pp. 15-21, 2017.