

UPAYA MENGURANGI JUMLAH *REJECT* PADA PROSES PRODUKSI *CARTON SHEET* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA* DI PT. KATI KARTIKA MURNI

Usep Saepudin, M. Derajat Amperajaya
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Esa Unggul, Jakarta
Jalan Arjuna Utara Nomor 9, Kebon Jeruk, Jakarta Barat – 11510
Usepsaepudin144@gmail.com

Abstract

Continuous quality improvement is absolutely necessary to win the industry competition in manufacturing, product quality is also an important thing to be aware of in order to keep the company survive in the competition. PT. Kati Kartika Murni (PT. KKM) is one of the companies engaged in manufacturing paper and packaging product. Although the company has long been established but still there is a product mismatch that is produced, that is the number of carton sheet reject products produced in the Corrugator Section. The Six Sigma method is used to dramatically improve quality towards zero defect. The Six Sigma method has five steps: Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC). The DMAIC method will be carried out using several quality enhancement tools, namely 5W + 1H, P-chart, Pareto diagram, Fishbone diagram, Matrix diagram, and FMEA (Failure Mode and Effect Analysis). Based on the results of the analysis of PT. KKM when the production process of carton sheet has a good performance capability that is the value of Sigma 4.13 and DPMO value 4,332.17 per one million products. This means that one million carton sheet product opportunity There is a possibility of 4,332.17 carton sheet that failed production due to damage in carton sheet. By using the FMEA method can be obtained and selected 3 factors cause defects that have the largest RPN value of any dominant defect, so that it can be proposed action recommendations that can be done to eliminate the dominant factors causing overlap and crepek defects in the Carton Sheet.

Keywords: DMAIC, quality, defective products, six sigma, carton sheet

Abstrak

Peningkatan kualitas secara berkesinambungan adalah hal yang mutlak diperlukan untuk memenangkan persaingan industri dalam dunia manufaktur, kualitas produk juga merupakan hal penting yang harus diperhatikan agar perusahaan tetap survive dalam kompetisi. PT. Kati Kartika Murni (PT. KKM) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur paper and packaging product. Meskipun perusahaan ini telah lama berdiri tetapi masih saja terjadi ketidaksesuaian produk yang dihasilkan, yaitu banyaknya produk carton sheet reject yang dihasilkan di Corrugator Section. Metode Six Sigma digunakan untuk meningkatkan kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol (zero defect). Metode Six Sigma memiliki lima langkah-langkah, yaitu Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC). Metode DMAIC akan dilakukan menggunakan beberapa alat bantu peningkatan kualitas, yaitu 5W+1H, p-chart, diagram pareto, fishbone diagram, diagram matrix, dan FMEA (Failure Mode and Effect Analysis). Berdasarkan hasil analisis PT. KKM saat proses produksi carton sheet memiliki kapabilitas kinerja cukup baik yaitu dengan nilai sigma 4,13 dan nilai DPMO 4.332,17 per satu juta produk. Hal ini berarti dari satu juta kesempatan produk carton sheet terdapat kemungkinan 4.332,17 carton sheet yang gagal produksi akibat kerusakan pada carton sheet. Dengan menggunakan metode FMEA maka dapat diperoleh dan dipilih 3 faktor penyebab cacat yang memiliki nilai RPN terbesar dari setiap cacat dominan, sehingga dapat diusulkan rekomendasi aksi yang dapat dilakukan untuk mengeliminasi faktor dominan penyebab cacat overlap dan krepek pada Carton Sheet tersebut.

Kata kunci: DMAIC, kualitas, produk cacat, six sigma, carton sheet

Pendahuluan

PT. Kati Kartika Murni (PT. KKM) adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur *paper and packaging product*, yang terletak di Jl. Imam Bonjol No. 76 Kelurahan

Panunggan Barat, Kecamatan Cibodas, Kota Tangerang, Banten.PT.

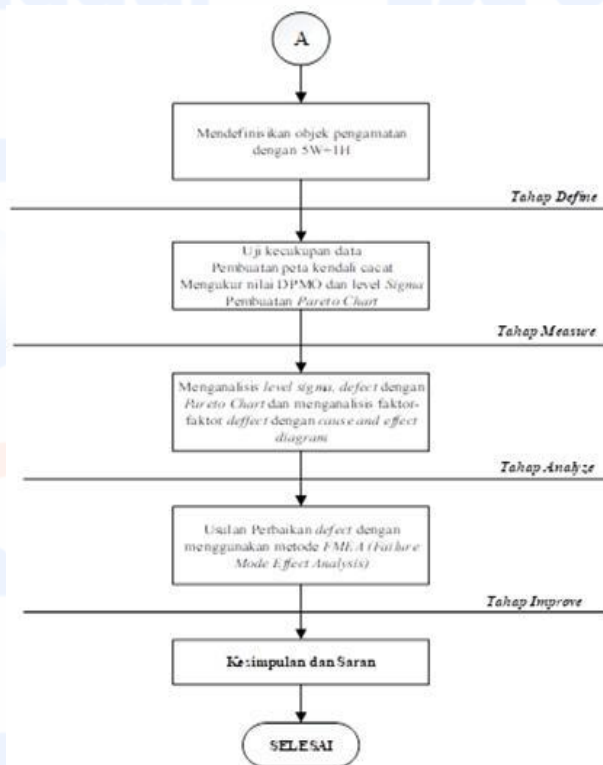
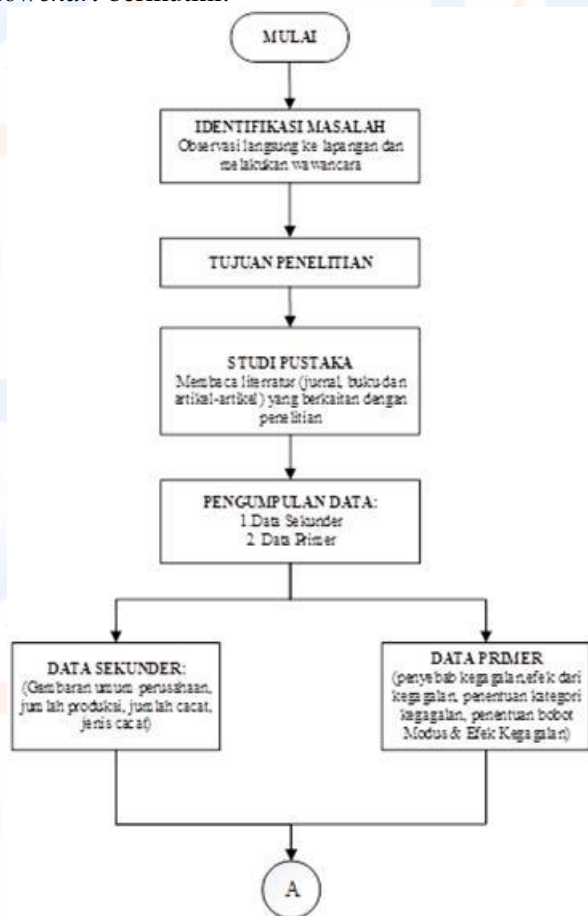
KKM menghasilkan produk jadi siap jual berupa *carton sheet* dan *carton box*. Untuk menghasilkan produk tersebut PT. KKM harus memastikan produknya benar-benar berkualitas baik

sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan dan dengan hasil produksi yang maksimal, agar perusahaan tetap *survive* dalam menghadapi persaingan yang ketat di pasaran, kualitas proses produksi yang efektif dan efisien merupakan hal penting yang harus diperhatikan guna mencapai kualitas produk yang dihasilkan.

Dalam upaya meningkatkan kualitas, suatu perusahaan harus terlebih dahulu mengetahui tingkat kemampuan proses yang telah dimiliki oleh perusahaan tersebut. Hal ini dimaksud untuk mengetahui sejauh mana produk akhir yang dihasilkan dari proses itu dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Dari berbagai macam metode dikembangkan untuk mewujudkan suatu kondisi yang ideal pada penelitian ini untuk menganalisa permasalahan tersebut menggunakan metode *six sigma*. Dengan metode ini diharapkan perusahaan dapat mencapai tingkat kualitas yang memenuhi standar keinginan konsumen, dapat meminimalkan biaya akibat dari jumlah cacat yang terjadi pada proses produksi sehingga dapat menguntungkan perusahaan.

Metode Penelitian

Tahapan penelitian dijabarkan pada *flowchart* berikutini:








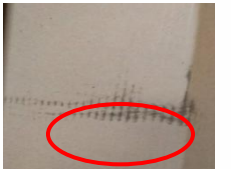


Hasil dan Pembahasan

Tahap *define*

Tahap awal dalam penerapan *Six Sigma* adalah *Define*, tujuan utama dari langkah ini adalah untuk mendefinisikan permasalahan secara jelas dan dampak permasalahan terhadap kepuasan pelanggan, pemangku kepentingan, karyawan dan profitabilitas organisasi. Tahapan *define* dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi di perusahaan yang akan dipecahkan, pada tahap *define* juga untuk mendefinisikan proses yang menghasilkan masalah, mengidentifikasi kebutuhan pelanggan/ menentukan *Critical To Quality* (CTQ) yang akan mempengaruhi kualitas produk, menentukan permasalahan utama dengan menggunakan struktur pertanyaan 5W+1H (*What, Where, When, Who, Why* dan *How*) dan menentukan tujuan penyelesaiannya. Dengan demikian dapat dilakukan perbaikan-perbaikan yang diperlukan agar dapat meningkatkan kualitas produk.

Critical to quality (CTQ) merupakan atribut-atribut yang dianggap sangat penting oleh pelanggan, karena berkaitan dengan produk yang dihasilkan. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Departemen Produksi dan dari informasi Kepala Departemen *Quality Control* mengenai keluhan *defect* dan masukan dari *customer* diantaranya adalah beberapa *defect* produk *carton sheet* yang tidak memenuhi spesifikasi menunjukkan bahwa masalah CTQ (*critical to quality*) pada proses produksi *carton sheet*. Daftar *reject* produk *carton sheet* di PT. KKM dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1.

No.	Jenis Cacat	Critical To Quality
1	Overlap 	Carton sheet yang tidak rata dibagian sisinya (44,1 %)
2	Krepek 	Merupakan jenis cacat yang terjadi pada carton sheet yang tidak merekat dengan semestinya atau tidak sesuai standar perusahaan (40,7 %)
3	Grepesan 	Hasil potongan sisi carton sheet tidak rapi (3,5 %)
4	Ngelotok 	Carton sheet tidak menempel dapat dikelupas (1,22 %)
5	Keriput 	Permukaan carton sheet tidak rata (seperti kulit jeruk) (1,8 %)
6	Kotor 	Kotor merupakan jenis cacat yang terdapat pada terdapat pada carton sheet yang diakibatkan adanya kotoran atau sisa-sisa lem yang menempel pada cartonsheet (1,51 %)
7	Lembek 	Jenis cacat lembek terjadi ketika kekuatan sheet yang diproduksi pada mesin corrugator tidak sesuai standar (0,69 %)
8	Highglow 	Merupakan jenis cacat yang terjadi ketika terdapat sheet tidak membentuk flute carton sheet sempurna (flute gepeng/ ngelembung) (6,6 %)

Tahap Measure

Measure adalah tahap kedua dalam metode six sigma (DMAIC) yang merupakan lanjutan dari langkah define. Tujuan dari six sigma yaitu

pengembangan proses secara terus menerus hingga mencapai 6-sigma (3,4 DPMO) dengan mengetahui level sigma perusahaan saat ini, sehingga dapat ditentukan target yang ingin dicapai.

Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang digunakan telah cukup untuk dilakukan pengolahan data dalam proses selanjutnya. Dalam uji kecukupan data digunakan tingkat ketelitian (α) = 10% dan tingkat kepercayaan 90% maka $k = 2$

$$N' = \left(\frac{k/s \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Keterangan:

k = tingkat keyakinan/ kepercayaan

= 99% ≈ 3

= 90% ≈ 2

s = tingkat ketelitian

N = jumlah data pengamatan

N' = jumlah data teoritis.

x = nilai data pengamatan ke i

$$N' = \left(\frac{k/s \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

$$N' =$$

$$\left(\frac{2}{0.1 \sqrt{(48 \times 80.027.729.328) - (3.474.890.821.328)^2}} \right)^2$$

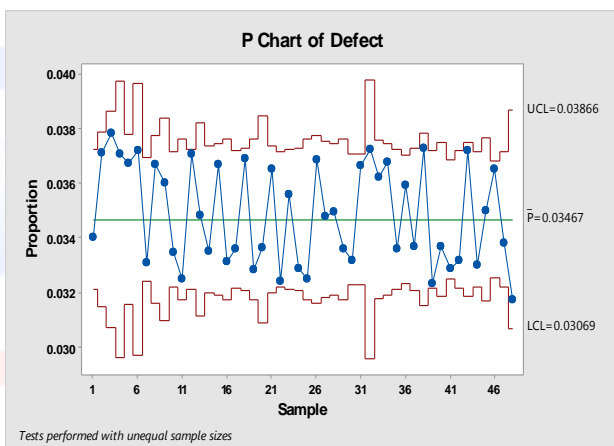
$$1.864.106$$

$$= 42$$

$$N' = 42,18 \approx 42$$

Dari perhitungan diatas diketahui bahwa nilai dari N' adalah sebesar 42. Hal ini menunjukkan bahwa nilai $N' < N$; $42 < 48$ sehingga data yang digunakan sudah mencukupi syarat untuk pengolahan data lebih lanjut.

Pembuatan Peta Kendali



Gambar 1.

Peta Kendali Cacat Bulan Februari-Maret 2018

Peta kendali merupakan diagram atau grafik yang digunakan untuk menentukan apakah suatu keadaan, proses ataupun hasil proses berada

dalam keadaan stabil dan sesuai standar atau tidak (diatara batas kendali atas UCL dan batas kendali bawah LCL). Dalam pengolahan data untuk membuat peta kendali yang digunakan adalah data produksi *carton sheet* bulan Februari sampai dengan Maret 2018 dan peta kendali yang digunakan yaitu peta kendali atribut tipe p sesuai dengan data yang dianalisis.

Berikut perhitungan LCL & UCL secara manual:

Perhitungan proporsi cacat (p) tanggal 1 Februari 2018 dihitung dengan persamaan:

$$P = \frac{np}{n}$$

np : banyaknya kesalahan (cacat) setiap kali pengamatan

n : jumlah sample setiap kali pengamatan

$$= \frac{1.553}{46.563} = 0,0333621$$

Perhitungan *Center Line* (CL) tanggal 1 Februari – 31 Maret 2018:

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

$$= \frac{64.605}{1.864.106} = 0,034657107$$

Perhitungan *Upper Control Limit* (UCL) tanggal 1 Februari 2018):

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

$$UCL = 0,0346571 + 3 \frac{\sqrt{0,0346571(1 - 0,0346571)}}{46.563} = 0,03720$$

Perhitungan *Lower Control Limit* (LCL) tanggal 1 Februari 2018):

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

$$LCL = 0,0346571 - 3 \frac{\sqrt{0,0346571(1 - 0,0346571)}}{46.563} = 0,03211415 \approx 0,0321142$$

Pada perhitungan garis kendali atas (UCL) dan garis kendali bawah (LCL) untuk tanggal berikutnya dengan cara yang sama seperti contoh diatas.

Dari gambar 1 di atas menunjukkan bahwa tidak ada penyimpangan atau tidak ada titik yang keluar dari rentang LCL – UCL, dapat disimpulkan bahwa proses cukup terkendali.

Perhitungan DPMO (Defect per Million Opportunity) dan Sigma Level

Perhitungan nilai DPO (Defect Per Opportunity):

$$DPO = \frac{\text{Total Kerusakan}}{\text{Total Produksi} \times CTQ}$$

$$DPO = \frac{1.864.106 \times 8}{64.605}$$

$$DPO = 0,00433217$$

Perhitungan nilai DPMO (Defect Per Million Oppurtunities):

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0,00433217 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 4.332,17049 \approx 4.332,17$$

Perhitungan Sigma Level secara manual Diketahui:

DPMO perusahaan saat ini yaitu 4.332,17

DPMO saat ini berada di diantara DPMO dan Level Sigma pada table:

4.350 DPMO – 4,125 Sigma

3.000 DPMO – 4,25 Sigma

$$\frac{4,125 - x}{x - 4,25} = \frac{4350 - 4.332,17}{4.332,17 - 3000}$$

$$\frac{4,125 - x}{x - 4,25} = \frac{17,83}{1,332,17}$$

$$5495,20125 - 1.332,17x = 17,83x - 75,7775$$

$$5495,20125 + 75,7775 = 17,83x + 1.332,17x$$

$$x = \frac{5570,97875}{1350}$$

$$x = 4.126 \approx 4,13$$

Perhitungan sigma level menggunakan Microsoft Excel

$$\text{Nilai sigma} = \text{NORMSINV} \left[\left(1.000.000 - \frac{DPMO}{1.000.000} \right) \right] + 1,5$$

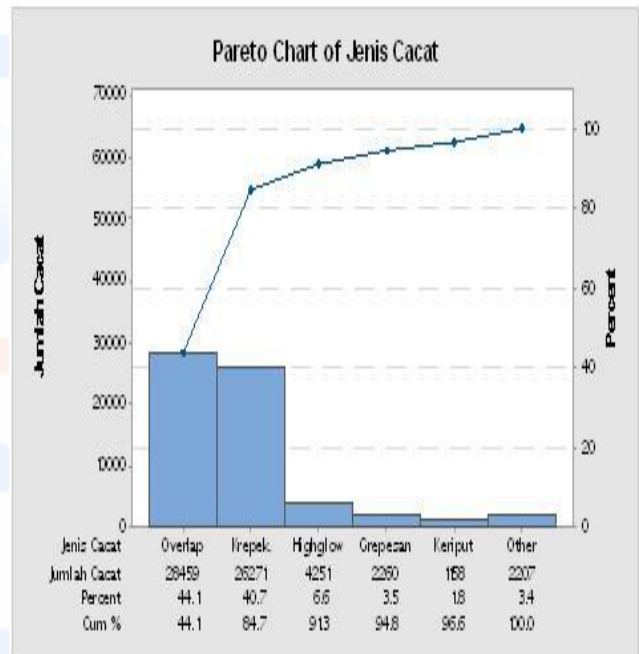
$$= \text{NORMSINV} \left[\left(1.000.000 - \frac{4.332,17}{1000000} \right) \right] + 1,5$$

$$= 4,1250 \approx 4,13$$

Pembuatan *pareto diagram* dilakukan untuk mengetahui cacat yang paling banyak muncul atau menentukan jenis cacat dominan diantara jenis cacat yang terjadi. Data yang digunakan untuk membuat diagram pareto adalah data yang terjadi selama bulan Februari-Maret 2018.

Dari Gambar 2 diagram pareto dibawah menunjukkan bahwa jenis cacat terbesar terjadi pada *sheet overlap* dengan persentase cacat sebesar 44.1 % yang kedua *sheet krepak* 40.7 % yang ketiga *sheet highlow* 6.6 % yang keempat *sheet grepesan* sebesar 3.5 %, yang kelima yaitu *sheet kriptut* 1.8 % dan yang terakhir adalah *other* (ngelotok kotor dan lembek) yang memiliki persentase cacat sebesar 3.4%. Dari hasil diagram pareto jenis cacat yang terjadi pada produk carton *sheet* yang memiliki nilai

yang paling dominan yaitu jenis cacat *overlap* dan *krepak*, dengan persentase cacat sebesar 44.1% dan 40.7%.



Gambar 2.

Diagram Pareto Jenis Cacat Carton Sheet

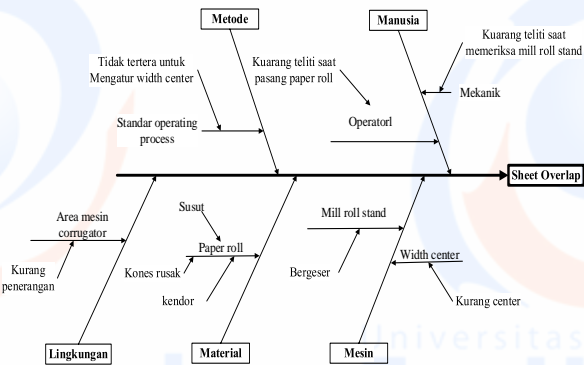
Tahap Analyze

Pada tahap *analyze* merupakan tahap ketiga dalam proses *six sigma*. Tahap ini akan mengidentifikasi penyebab kerusakan atau akar permasalahan yang mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan. Analisis penyebab terjadinya kegagalan dilakukan dengan menggunakan *cause and effect diagram*, untuk membantu menganalisis penyebab terjadinya masalah dan melihat lebih rinci akar permasalahan yang terjadi pada prosesnya. Sehingga diperoleh faktor-faktor yang mempengaruhi terhadap terjadinya cacat *sheet overlap* dan *krepak* adalah sebagai berikut:

Analisis diagram sebab akibat carton sheet overlap

1. Faktor manusia (*Man*)
 - a. Operator kurang teliti saat pasangan *paper roll*
 - b. Mekanik kurang teliti saat melakukan memeriksa pada *mill roll stand*
2. Faktor mesin (*Machine*)
 - a. *Mill roll stand* bergeser
 - b. *Width center* kurang *center*
3. Faktor bahan baku (*Material*)
 - a. *Paper roll* susut
 - b. *Paper roll* kendur
 - c. *Cones paper roll* rusak
4. Faktor metode (*Method*)

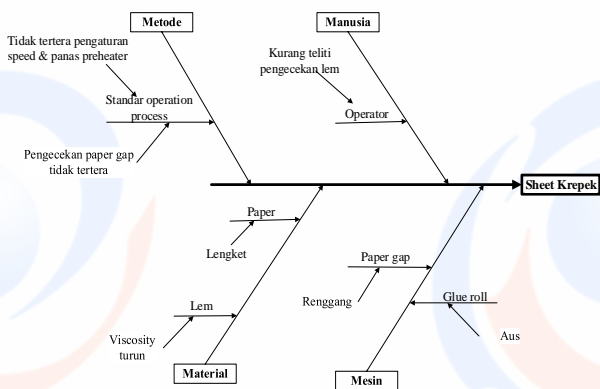
- SOP untuk mengatur *width center* tidak tertera
5. Faktor lingkungan (*Environment*)
Area mesin *corrugator* kurang penerangan.



Gambar 3.
Diagram Sebab Akibat Carton Sheet Overlap

Analisis diagram sebab akibat carton sheet krepek

1. Faktor manusia (*Man*)
Operator kurang teliti dalam melakukan pengecekan lem
2. Faktor mesin (*Machine*)
 - a. Paper gap renggang
 - b. Glue roll aus
3. Faktor bahan baku (*Material*)
 - a. Paper roll lengket
 - b. Viscosity lem turun
4. Faktor metode (*Method*)
 - a. SOP untuk mengatur *speed* dan panas *preheater* tidak tertera
 - b. SOP untuk pengecekan *paper gap* tidak tertera



Gambar 4.
Diagram Sebab Akibat Carton Sheet Krepek

Tahap pencarian faktor utama dengan metode *brainstorming* agar diperoleh informasi yang objektif dari line produksi yang sedang diamati. Metode yang digunakan untuk menentukan *Critical to Quality* (CTQ) dari setiap faktor penyebab

terjadinya suatu masalah ini adalah dengan menyebarkan kuesioner untuk diisi oleh para pihak yang terkait yaitu kepala-kepala bagian yang terkait yaitu kepala bagian Produksi, kepala bagian *Quality Control*, kepala bagian *Maintenance*, kepala bagian *PPIC*, dan kepala bagian *Warehouse*. Berikut gambar diagram matriks untuk cacat *sheet overlap*.

Tabel 2
Kuesioner Penentuan Faktor Dominan Penyebab Cacat Sheet Overlap

No.	Quality Matriks	Skor					TOTAL
		Production	Maintenance	Quality	PPIC	Inventori	
Manusia (Man)							
1	Operator kurang teliti saat memasang paper roll	5	2	5	5	5	22
2	Mekanik kurang teliti saat memeriksa pada mill roll stand	4	3	4	3	3	17
Bahan Baku (Material)							
3	Paper roll kendor sehingga bergeser	5	3	5	5	4	22
4	Bahan baku (paper roll) susut	5	3	3	4	4	19
5	cones paper roll rusak (pecah)	4	4	3	3	3	17
Mesin (Machine)							
6	Width center kurang center	2	3	1	2	5	13
7	Mill roll stand bergeser	5	3	5	5	4	22
Metode (Method)							
8	SOP untuk meluruskan width center kurang jelas	1	2	1	1	4	9
Lingkungan (Environment)							
9	Area mesin corrugator kurang terang	5	2	1	4	4	16

Keterangan:
1 = Sangat tidak berpengaruh, 2 = Tidak berpengaruh, 3 = Cukup berpengaruh, 4 = Berpengaruh, 5 = Sangat berpengaruh

Berikut faktor kritis pada CTQ:

1. Faktor operator kurang teliti saat memasang paper roll
2. Faktor paper roll kendor sehingga saat digunakan bergeser
3. Faktor mill roll stand bergeser

Tabel 3
Kuesioner Penentuan Faktor Dominan Penyebab Cacat Sheet Krepek

No.	Quality Matriks	Skor					TOTAL
		Production	Maintenance	Quality	Purchasing	Inventori	
Manusia (Man)							
1	Operator kurang teliti dalam melakukan pengecekan lem	4	3	1	4	5	17
Bahan Baku (Material)							
2	Viscosity lem turun	3	4	5	5	5	22
3	Bahan baku paper roll lengket	4	4	2	4	4	18
Mesin (Machine)							
4	Glue roll aus	4	3	5	4	5	22
5	Paper gap renggang	5	4	5	3	4	22
Metode (Method)							
6	SOP untuk mengatur speed dan panas pre-heater kurang jelas	2	2	5	1	4	14
7	SOP untuk pengecekan paper gap tidak tertera	2	2	1	1	4	10

Keterangan:
1 = Sangat tidak berpengaruh, 2 = Tidak berpengaruh, 3 = Cukup berpengaruh, 4 = Berpengaruh, 5 = Sangat berpengaruh

Berikut faktor kritis pada CTQ:

1. Faktor *viscosity* lem turun
2. Faktor *glue roll* aus
3. Faktor *paper gap* renggang

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Tahap pengolahan dan analisis selanjutnya yaitu menggunakan *failure mode and effect analysis* (FMEA) yang digunakan untuk mengetahui tingkat risiko dari masing-masing faktor penyebab cacat *carton sheet* berdasarkan pada keseriusan dampak yang ditimbulkan (*severity*), potensi seringnya terjadi (*occurrence*) dan tingkat kesulitan untuk di deteksi (*detection*). Ketiga kriteria ini kemudian membentuk *Risk Priority Number* (RPN). Seperti halnya analisis pada saat menggunakan *tools- tools* sebelumnya yaitu *fishbone* maupun *CTQ*, maka saat analisis menggunakan FMEA pun melibatkan departemen Produksi, *Maintenance*, *Quality*, *Purchasing* dan *Inventory*. Tabel 4 dan tabel 5 menampilkan hasil analisa dan *improve* menggunakan FMEA.

Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan analisa yang telah dilakukan di PT. Kati Kartika Murni (KKM), terdapat beberapa hal yang disimpulkan, yaitu sebagai berikut:

Dari data jumlah produksi dan jumlah cacat *carton sheet* dari 01 Februari hingga 31 Maret 2018, bahwa jumlah persen cacat keseluruhan yaitu 3,47 % dan *level sigma* perusahaan yaitu 4,13.

Berdasarkan hasil analisa *pareto chart*, cacat dominan yang terjadi pada produk *carton sheet* yaitu cacat *overlap* dengan persentase cacat 44,1%. Cacat yang dominan kedua yaitu cacat *krepek* dengan persentase cacat 40,7%.

Berdasarkan hasil analisa FMEA (*Failure Mode And Effect Analysis*), usulan perbaikan untuk mengurangi produk cacat *carton sheet* berdasarkan 2 RPN terbesar adalah:

Defect sheet overlap tidak adanya koordinasi atau ketetapan bersama diantara operator *liner* dan *flute* untuk menetapkan prinsip *centering paper roll* dengan (RPN 210). Usulan perbaikannya tambahkan pada *work instruction* (WI) operator untuk melakukan koordinasi dalam melakukan *set-up* posisi *centering paper roll* setiap akan melakukan pemasangan *paper roll* dan setiap operator melakukan koordinasi, dibuktikan dengan mengisi *checklist* pada WI, selanjutnya *checklist* tersebut diperiksa secara berkala kesesuaiannya antara catatan dengan aktualnya oleh *leader shift*.

Defect sheet krepek dikarenakan aksi mekanis dan gesekan yang *intens* pada saat sirkulasi lem terus (RPN 288). Usulan perbaikannya yaitu masukan pada *work instruction* operator *corrugator*

agar dilakukan pemeriksaan berkala terhadap viskositas lem secara *visual* dan menginformasikan kepada operator lem jika lem tidak menempel sempurna, dibuktikan dengan *checklist* yang diisi operator pada WI dan secara berkala *leader shift* memeriksa kesesuaian *check list* dengan aktualnya.

Daftar Pustaka

- Amperajaya, M. D. (2014). Pengurangan Jumlah Cacat Produk Dengan Metode FMEA Pada Section Forming PT . XYZ. *Jurnal Inovisi, Vol 10(2)*, 70–78.
- Amperajaya, M. D., & Daryanto. (2007). Identifikasi Penyebab Pulley Pada Proses Pengecoran Di PT. Himalaya Nebya Indonesia Dengan Metode FMEA & RCA. *Jurnal Inovisi, Vol 6(1)*, 1–24.
- Amperajaya, M. D., & Kristoyo, A. (2011). Usulan Mengurangi Jumlah Cacat Tutup Kaleng 301 Easy Open End Line Waxing Menggunakan Metode Six Sigma Di PT. Cuc Jakarta. *Jurnal Inovisi, Vol 7(2)*, 1–9.
- Amperajaya, M. D., & Najib, M. (2012). Menurunkan Waktu Proses Machining Edm Untuk Cover Inner Di PT. Astra Honda Motor Dengan Metode FMEA. *Jurnal Inovisi, Vol 8(1)*, 24–29.
- Desai, T. N., & Shrivastava, R. L. (2008). Six Sigma - A New Direction to Quality and Productivity Management. *Wcecs 2008: World Congress on Engineering and Computer Science*, (2004), 1047–1052.
- Duffy, Grace L. (2013). *The Asq Quality Improvement Pocket Guide: Basic, History, Concept, Tools, And Relationships*. Printed In The United States Of America: ASQ.
- Evan, James R., & Lindsay, William M. (2007). *Pengantar Six Sigma: An Introduction To Six Sigma & Process Improvement*. Jakarta: Salemba Empat.
- Ganguly, K. (2012). Improvement process for rolling mill through the DMAIC Six Sigma approach. *International Journal for Quality Research, Vol 6(3)*, 221–231.
- Gaspersz, Vincent. (2001). *Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas*. Jakarta: Pt Gramedia Pustaka Utama Anggota IKAPI.

- Gaspersz, Vincent. (2002). *Pedoman Implementasi Program Six Sigma*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Gaspersz, Vincen. (2005). *Total Quality Management*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- Hidayat, Anang. (2007). *Strategi Six Sigma Peta Pengembangan Kualitas Dan Kinerja Bisnis*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Kabir, E., Boby, S. M. M. I., & Lutfi, M. (2013). Productivity Improvement by using Six-Sigma. *International Journal of Engineering and Technology*, Vol 3(12), 56–84.
- Mayangsari, Fitria, D., Adianto, H., & Yuniati, Y. (2015). Usulan Pengendalian Kualitas Produk Isolator Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Dan Fault Tree Analysis (FTA). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, Vol 3(2), 81–91.
- Morris, M. a. (2011). *Failure Mode And Effects Analysis Based On Fmea 4 Th Edition*.
- Pande, Peter S., Holpp, Larry. (2003). *What Is Six Sigma: Berfikir Cepat Six Sigma*. (Dwi Purbantini, Penerjemah.). Jogjakarta: ANDI
- Prawirosentono, Suryadi. (2007). *Filosofi Baru Tentang Mutu Terpadu*. Edisi 2. Jakarta: Bumi Aksara
- Ras, S. A., & Aripin. (2005). Menurunkan Cacat Pada Produksi TV Dengan Menggunakan Metode Six Sigma Di PT . LG Electronics Indonesia. *Jurnal Inovisi*, Vol 4(2), 2–7.
- Rasjidin, R., & Pamilih, D. (2007). Usulan Perbaikan Kualitas Produk Pada Proses Pelapisan Logam (Hvf Spray) Dengan Metode Six-Sigma Di PT. T. *Jurnal Inovisi*, Vol 6(1), 9–28.
- Sellappan N., Nagarajan D., & Palanikumar K. (2015). Evaluation of Risk Priority Number (RPN) in Design Failure Modes and Effects Analysis (DFMEA) using Factor Analysis. *International Journal of Applied Engineering Research ISSN*, Vol 10(14), 973–4562.
- Shirouyehzad, H., Dabestani, R., & Badakhshian, M. (2011). The FMEA Approach to Identification of Critical Failure Factors in ERP Implementation. *International Business Research*, Vol 4(3), 254–263.
- Soemohadiwidjojo, Arini T. (2017). *Six Sigma : Metode pengukuran Kinerja Perusahaan Berbasis Statistik*. Jakarta 13720 : Raih Asa Sukses.
- Stamatis, D. H. (2014). *The ASQ Pocket Guide To Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)*. Printed In The United States Of America: ASQ.
- Sujova, A., Simanova, L., & Marcinekova, K. (2016). Sustainable process performance by application of Six Sigma concepts: The research study of two industrial cases. *Sustainability (Switzerland)*, Vol 8(3), 2–21.
- Sutalaksana, Iftikar Z, dkk. (2006). *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Bandung: ITB.
- Suwandi, A., & Priambodo, I. (2015). Minimasi Cacat Produk Filament Chips Dengan Penerapan Metoda Six Sigma. *Jurnal Inovisi*, Vol 11(1), 23–44.
- Valles, A., Sanchez, J., Noriega, S., & Nunez, B. G. (1994). Implementation of Six Sigma in a Manufacturing Process: A Case Study. *International Journal of Industrial Engineering: Theory, Applications and Practice*, Vol 16(3), 171–181.