

Analysis Quality Control of Creamer Product Packaging using DMAIC and RCA Methods [Analisa Pengendalian Kualitas Kemasan Produk Krimer Menggunakan Metode DMAIC dan RCA]

Abdul Qodir Umrin¹⁾, Hana Catur Wahyuni^{*2)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: hanacatur@umsida.ac.id

Abstract. *This study aims to analyze the types of defects in the packaging process of creamer products and provide suggestions for improvements to the company based on the results of data processing that has been carried out with two methods to explain the material, energy, capital, and total losses. The method used involves calculating the sigma index with several tools such as pareto diagrams, fish bone diagrams to see the extent of the cause and effect, and failure tree diagrams to find out the root of the problem and in analyzing the root of the problem also involves the 5Whys method. The results of the analysis show that productivity is able to survive and be stable by needing to evaluate several factors that produce a high percentage in the analysis of product packaging process defects. Improvement proposals are addressed to the company for improvement and optimization of the results of the company.*

Keywords – Six sigma; RCA; DMAIC; Fishbone; FTA

Abstrak. *Dalam penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jenis kecacatan pada proses pengemasan produk krimer dan memberikan usulan perbaikan pada perusahaan berdasarkan hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan menggunakan dua metode untuk menekan kerugian material, energi, dan modal yang dilaksanakan. Metode yang digunakan melibatkan perhitungan indeks sigma dengan beberapa alat bantu seperti diagram pareto, diagram tulang ikan untuk melihat sejauh mana sebab akibatnya, dan diagram pohon kegagalan untuk mengetahui akar dari permasalahan yang terjadi serta dalam menganalisis akar masalahnya melibatkan juga metode 5Whys. Hasil analisis menunjukkan bahwa produktivitas mampu bertahan dan stabil dengan perlu mengevaluasi beberapa faktor yang menghasilkan prosentase tinggi dalam analisis kecacatan proses pengemasan produk. Usulan perbaikan ditujukan kepada perusahaan untuk perbaikan dan optimalisasi hasil dari perusahaan.*

Kata Kunci – Six sigma; RCA; DMAIC; Fishbone; FTA

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur makanan dan minuman (krimer nabati), sebagai bahan campuran tambahan makanan dan minuman. Krimer nabati berbentuk bubuk yang berbahan dasar lemak nabati, dan juga bahan tambahan pangan lainnya. Krimer juga disebut dengan tiruan susu karena memiliki karakteristik rasa mendekati susu, sehingga produk krimer yang dihasilkan di perusahaan ini dikategorikan sebagai krimer nabati atau *non-dairy creamer* karena bahan baku utamanya minyak nabati yang terhidrogenasi ditambahkan dengan sirup glukosa, dan bahan tambahan pangan lainnya. Produk tersebut dikemas dalam kantung yang terdiri dari dua jenis material yaitu bagian dalam menggunakan plastik dari jenis PET sesuai dengan standar pangan yang ujungnya dilakukan proses segel panas (*sealing*). Bagian luar berupa kantung bag kertas yang berbahan kertas daur ulang dan dilakukan proses penjahitan (*seawing*) sebagai segel luar dari produk.

Melalui pemanfaatan sistem kontrol kualitas produk, suatu usaha memiliki potensi untuk meningkatkan output produknya. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa setiap produk akan memenuhi kriteria kualitas yang telah ditentukan, menghasilkan pengurangan jumlah *item* cacat yang dihasilkan selama proses pembuatan [1]. Untuk memastikan keberhasilan pelaksanaan semua perusahaan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan, sangat penting untuk membangun sistem *Quality Control* (QC) yang kuat [2]. Pada intinya, tujuan dari kontrol kualitas ini adalah untuk melaksanakan semua operasi untuk mencegah atau memberantas barang yang salah.

Peningkatan kualitas adalah tugas yang dilakukan dengan tujuan meningkatkan kualitas secara keseluruhan. Proses untuk peningkatan kualitas ini berkaitan dengan meningkatkan kemandirian dan kemahiran prosedur dengan tujuan meningkatkan kepuasan pelanggan. Jaminan kualitas adalah upaya vital yang bertujuan untuk menanamkan kepercayaan pada pelanggan bahwa produk yang mereka terima selaras dengan persyaratan spesifik mereka. Akibatnya, banyak alat sangat diperlukan dalam proses memastikan kualitas ini, termasuk kepatuhan terhadap standar proses, manual prosedural (yang menguraikan standar operasional), instruksi kerja, dan dokumen terkait lainnya yang berkaitan dengan kualitas [3].

Dari sisi produksi dalam 6 bulan terakhir menghasilkan 17.600 *bag*, dalam satuan 25kg untuk tiap *bag*, apabila di hitung dalam satuan kilogram maka total yang dihasilkan 440.000 kg. Dalam kurun waktu 6 bulan terakhir ini dengan hasil produksi tersebut setiap bulan terjadi kecacatan produk yang berjumlah 371 *bag*, yang sama dengan 9.275kg, dengan penggolongan jenis kegagalan dengan prosentase *filling* 20%, *sealing* 26%, *seawing* 30%, dan *coding* 23% dalam kurun waktu enam bulan terakhir. Dalam menganalisis permasalahan tersebut dengan baik dalam identifikasi kecacatan, pada penelitian ini dipilih untuk penerapan metode konsep DMAIC dari metode *Six Sigma*.

Metode yang digunakan untuk mencapai peningkatan berkelanjutan untuk memenuhi tujuan. DMAIC dieksekusi secara sistematis, mengandalkan prinsip-prinsip ilmiah dan bukti faktual [4]. Lima tahapan dalam DMAIC merupakan pendekatan dasar dari metode *Six Sigma* [3]. Metode ini merupakan sebuah peta jalan yang digunakan untuk perbaikan berkelanjutan. DMAIC terdiri dari *define, measure, analyze, improve, dan control* [5]. Dan pada penelitian ini juga menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA) sebagai metode pengendalian kualitas pada proses yang dapat terkontrol dengan baik, karena dengan menggunakan metode tersebut dapat mengetahui banyaknya produk *defect* sesuai dengan jenisnya secara statistik serta mengetahui akar permasalahan dari timbulnya *defect* tersebut [6].

Root Cause Analysis (RCA) merupakan suatu metode untuk penyelesaian permasalahan, dalam mengidentifikasi faktor penyebab dari suatu permasalahan atau kejadian yang tidak diharapkan. Metode ini digunakan untuk membantu menjawab pertanyaan apa yang terjadi pada lini produksi pengemasan di perusahaan, bagaimana hal tersebut bisa terjadi, dan mengapa hal demikian dapat terjadi. Tujuan utamanya untuk mengidentifikasi faktor yang dinyatakan dalam bentuk, besaran, lokasi dan waktu akibat dari kebiasaan, tindakan dan kondisi tertentu yang harus diubah untuk menghindari kesalahan yang tidak perlu [7]. Pada kasus penelitian ini digunakannya metode ini untuk memastikan masalah yang terjadi pada tahap awal. Tujuannya untuk menentukan sumber masalah dengan menggunakan serangkaian tindakan yang tepat, disertai dengan metode yang sesuai, untuk memastikan akar penyebab masalah [8].

Beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan rujukan untuk menjadi pendukung penelitian ini antara lain penelitian Supriyadi [9] yang membahas cara peningkatan produktivitas produksi *flexible packaging* dan menekan angka *defect* produk dengan metode *Six Sigma*. Penelitian dari Ramadhan [10] membahas usulan perbaikan guna meminimalkan cacat kerusakan pada pengemasan kantung sak semen dengan menerapkan metode *Six Sigma*. Penelitian dari Sirine [11] tentang pengendalian kualitas di perusahaan untuk menurunkan cacat produk yang berkisar antara 0,34% hingga 1% dimana perusahaan harus menambahkan biaya produksi lebih besar dan merugi dengan menerapkan DMAIC dari metode *Six Sigma*. Penelitian dari Wibowo [7] tentang analisa akar penyebab permasalahan biaya sisa material pada proyek pembangunan yang berkisar 12,40% hingga 14,50%, dengan penerapan metode *Root Cause Analysis* dan *Fault Tree Analysis*.

Pada penelitian ini terdapat perbedaan dari penelitian terdahulu yakni dengan menggunakan dua metode yaitu konsep DMAIC dari *Six Sigma* yang digunakan untuk menganalisa penyebab kecacatan dan metode RCA dengan konsep *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *5Whys* yang digunakan untuk mencari akar permasalahan dan memberikan usulan perbaikan. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan gambaran perusahaan untuk menurunkan kecacatan produk yang terjadi. Penelitian terdahulu menjelaskan tentang teori-teori yang digunakan dalam penelitian yang meliputi definisi pengertian serta rumus-rumus yang akan digunakan dalam perhitungan metode *Six Sigma* dan RCA. Penelitian terdahulu menjelaskan tentang teori-teori yang digunakan dalam penelitian yang meliputi definisi pengertian serta rumus-rumus yang akan digunakan dalam perhitungan metode *Six Sigma* dan RCA

Pengendalian kualitas dilakukan untuk menganalisa apakah produk sesuai dengan yang diharapkan, melakukan tindakan perbaikan proses produksi jika terdapat tidak sesuai dengan keinginan supaya tetap memberikan jaminan standar kualitas terbaik [3]. Kualitas menjadi aspek utama yang sangat dipertimbangkan oleh konsumen dalam melakukan pengambilan keputusan yang tepat membeli atau tidak suatu produk. Dengan segenap upaya pelaku usaha berusaha untuk memenuhi kebutuhan konsumen dengan menyediakan produk berkualitas [4]. Kualitas produk sangat penting bagi setiap perusahaan untuk mempertahankan kualitasnya agar dapat berkompetisi dalam bisnis yang ketat. Produk berkualitas menjadi point tujuan dari bisnis apapun untuk mempertahankan produk yang mempunyai kualitas sesuai harapan pelanggan, untuk itu perusahaan perlu melakukan kegiatan yang sangat intens terhadap pengendalian kualitas [3]. Kualitas adalah salah satu parameter utama dalam perusahaan untuk bisa eksis di tengah ramainya persaingan di industri. Istilah kualitas banyak mengandung makna dan arti. Personal berbeda akan menafsirkan secara berlainan. Tidak sedikit yang mengartikan bahwa kualitas artinya holistik karakteristik serta karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya bisa memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar [5].

Defect diartikan sebagai produk tidak memenuhi ketentuan dari perusahaan, dan tidak lagi dapat dilanjutkan pada tahap selanjutnya, tetapi dengan cara mengeluarkan biaya, waktu dan tenaga kembali dalam proses perbaikan, produk dapat diproses lagi melalui proses *repair* atau perbaikan [6]. Tujuan Penelitian: (1) Mengetahui penyebab kecacatan *packaging* produk krimer di PT.XYZ (2) Memberikan usulan perbaikan dan mengidentifikasi akar permasalahan pada proses *packaging* sehingga mampu meminimalisir kecacatan produk.

II. METODE

Kegiatan penelitian ini dilakukan selama enam bulan dan dilaksanakan di PT XYZ. Metode penelitian ini menggunakan metode observasi dimana melakukan pengamatan, mencatat, dan mengidentifikasi secara langsung objek penelitian guna mendapatkan data yang dibutuhkan yaitu dari proses *packaging*, inspeksi dan data hasil kecacatan atau *defect* pada proses dan melakukan pengambilan data secara langsung dengan menganalisa perilaku pekerja, *tools* dan melakukan pengamatan terhadap produk yang mengalami *defect* serta melakukan wawancara secara langsung dengan cara tanya jawab secara lisan dengan supervisor produksi, staf produksi, staff *quality control*, *engineering*, operator produksi serta melibatkan *expert* dari luar perusahaan yaitu dari CV. RGB dengan narasumber asisten kepala pabrik. Dalam penelitian ini mengacu pada penerapan metode *Six Sigma* (DMAIC) dan *Root Cause Analysis* (RCA) dengan menggunakan teknik pemecahan masalah dengan konsep *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *5Whys*.

1. *Six Sigma* (DMAIC)

Six Sigma merupakan kerangka kerja yang komprehensif dan mudah beradaptasi yang memfasilitasi pencapaian, bantuan, dan optimalisasi operasi perusahaan [12]. *Six Sigma* memiliki lima tahapan, yang digunakan untuk meningkatkan kinerja bisnis. Tahap-tahap ini meliputi: penetapan tujuan (*define*), pengukuran kinerja (*measure*), analisis data (*analyze*), perbaikan (*improve*), dan pengendalian proses (*control*). Selama proses ini, penting untuk memverifikasi dan memperbaiki masalah atau peluang, proses, serta kebutuhan pelanggan pada setiap langkahnya [13]. *Define* merupakan langkah awal yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan merumuskan masalah yang ada. Pada tahap ini juga ditetapkan tujuan yang ingin dicapai. Aspek-aspek seperti biaya, manfaat, dan dampak terhadap pelanggan menjadi pertimbangan penting dalam tahap ini. Beberapa alat yang sering digunakan antara lain *pareto chart*, diagram SIPOC (*Suppliers, Input, Process, Output, and Customer*), serta diagram relasi [14]. *Measure* merupakan langkah kedua dalam peningkatan kualitas dari *Six Sigma*. Terdapat tiga hal yang perlu dilakukan pada tahapan ini yaitu: penetapan karakteristik kualitas atau juga disebut CTQ (*Control to Quality*) yang berhubungan secara langsung dengan kebutuhan spesifik dari konsumen suatu produk, lalu pengembangan rencana dalam pengumpulan data melalui pengukuran pada proses *output/outcome*, dan yang terakhir yaitu pengukuran kinerja saat ini untuk menetapkan dasar dalam titik awal penerapan metode ini [4]. *Analyze* pada tahap ini dilakukan untuk mencari akar permasalahan dari penyebab masalah yang terjadi. Pencarian akar masalah dilakukan dengan melakukan analisa diagram pareto untuk mengetahui cacat yang harus segera mendapatkan tindakan khusus dan melakukan brainstorming bersama dengan pihak terkait [15]. Tahapan *improve* merupakan langkah keempat dalam siklus DMAIC, di mana ide-ide dan solusi-solusi kreatif dikembangkan dan dievaluasi. Setelah masalah diidentifikasi, diukur, dan dianalisis, berbagai solusi potensial dapat dihasilkan untuk mengatasi masalah tersebut. Dan tahap *control* merupakan fase terakhir dalam metode DMAIC, di mana setelah solusi-solusi diimplementasikan, langkah-langkah pengukuran terus dilakukan untuk memastikan stabilitas perbaikan dan prediktabilitas dari proses [16]. Dalam metodologi *Six Sigma*, evaluasi kinerja suatu proses di perusahaan diukur dengan tingkat *sigma*. Ketika nilai *sigma* semakin mendekati enam, maka kinerja proses dianggap sangat baik. Perhitungan tingkat *sigma* didasarkan pada penggunaan *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) untuk data atribut. Perhitungan DPMO dan tingkat *sigma* untuk data atribut dapat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah perhitungan berikut [16]:

a. *Defect Per Unit* (DPU)

$$DPU = \frac{D}{U} \quad (1)$$

Sumber [16]

Dimana:

D = Jumlah *defect* atau kecacatan yang terjadi dalam proses produksi

U = Jumlah *unit* yang diperiksa

b. *Defect Per Opportunity* (DPO)

$$DPO = \frac{D}{U \times OP} \quad (2)$$

Sumber [16]

Dimana:

OP (*Opportunity*) = Karakteristik yang berpotensi untuk menjadi cacat.

c. *Defect Per Million Opportunity* (DPMO)

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (3)$$

Sumber [16] [17]

- d. Tingkat *sigma* menggunakan bantuan *Microsoft Excel*

$$= \text{NORMSINV} (1 - \text{DPMO} / 1.000.000) + 1,5 \quad (4)$$
 Sumber [16]

- e. Klasifikasi berdasarkan *level sigma*

Tabel 1. Level Sigma

Level Sigma	Defect Per Million Opportunity (DPMO)	Kategori
6	3,4	World Class
5	233	
4	6.210	Rata-rata Industri
3	66.807	
2	308.538	Tidak Kompetitif
1	691.642	Sangat Tidak Kompetitif

Sumber [4]

Pada tabel 1 dapat diamati bahwasanya semakin tinggi tingkat *sigma* yang dicapai maka semakin baik pula kinerja pada produksi suatu industri. Nilai 6 *sigma* lebih baik dibandingkan dengan 4 *sigma* maupun 3 *sigma*. *Six sigma* merupakan alat yang digunakan dalam pengendalian kualitas yang berbasis statistik disiplin tinggi serta komprehensif dengan mengeleminasi sumber utama dari suatu permasalahan melalui pendekatan (DMAIC)[18].

2. Peta Kendali

Diagram kendali P, atau yang lebih dikenal dengan *P-Chart*, merupakan alat yang digunakan untuk mengendalikan atribut dalam suatu proses. Atribut ini berhubungan dengan sifat-sifat barang yang dinilai berdasarkan proporsi jumlah kejadian tertentu, misalnya barang diterima atau ditolak dalam proses produksi[16]. Setelah data dikumpulkan pada tahap *define* dan *measure*, tahap ketiga ini adalah mengidentifikasi akar penyebab masalah kualitas. Untuk melakukan hal tersebut, seringkali digunakan *P-Chart* yang membantu menentukan apakah ada produk yang melampaui batas kontrol atau tidak[19]. Adapun langkah-langkah dalam penyusunan peta kendali P (proporsi *unit* yang cacat) sebagai berikut [20]:

- a. Menghitung untuk setiap *subgroup* dari nilai proporsi *unit* untuk mengetahui prosentase rata-rata yang cacat yaitu dengan rumus:

$$\bar{P} = \frac{np}{n} \quad (5)$$

Sumber [20]

Keterangan:

np : Jumlah kegagalan dalam sub kelompok

n : Jumlah yang diperiksa dalam *subgrup*

- b. Selanjutnya mencari *center line* dapat dicari dengan menggunakan persamaan

$$CL = \bar{P} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (6)$$

Sumber [20]

Keterangan:

\bar{P} = Prosentase rata – rata kerusakan produk

$\sum np$ = Total jumlah produk *defect*

$\sum n$ = Total jumlah total inspeksi produk

- c. Selanjutnya menghitung batas kendali atas *upper control limit* (UCL) dan batas kendali bawah *lower control limit* (LCL), sebagai acuan Batasan dari garis grafik dari proporsi yang akan ditampilkan pada diagram P.

Menghitung batas kendali atas atau *Upper Control Limit* (UCL)

$$UCL = \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \quad (7)$$

Sumber [20]

Keterangan:

\bar{P} = Prosentase rata-rata kerusakan produk

n = Jumlah produk

Menghitung batas kendali bawah atau *Lower Control Limit* (LCL)

$$LCL = \bar{P} - 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \quad (8)$$

Sumber [20]

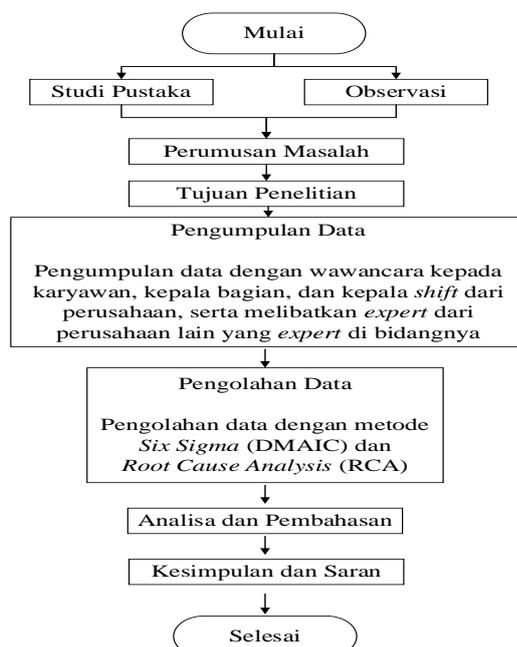
Keterangan:

\bar{P} = Prosentase rata – rata kerusakan produk

n = Jumlah produk

3. Root Cause Analysis (RCA)

Dalam pemecahan masalah dibutuhkan penelusuran hingga ke akar penyebab dari masalah yang menyebabkan terhambatnya suatu aliran proses, maka dengan penerapan metode *Root Cause Analysis* (RCA). Analisis akar penyebab, atau RCA, adalah proses investigasi yang terstruktur untuk mengenali sumber-sumber sebenarnya dari masalah dalam suatu peristiwa. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui akar penyebab masalah yang mendasarinya. RCA merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan memperbaiki sumber-sumber akar permasalahan dengan maksud untuk merancang serta menerapkan solusi yang dapat mencegah terjadinya masalah yang berulang [6]. RCA digunakan dalam analisis untuk mengidentifikasi penyebab utama suatu masalah dengan memfokuskan pada identifikasi aspek yang paling umum atau terlihat, yang kemudian dihubungkan ke akar permasalahan tersebut [7]. Pada penelitian ini, penggunaan metode ini untuk memastikan masalah yang terjadi pada tahap awal. Tujuannya untuk menentukan sumber masalah dengan menggunakan serangkaian tindakan yang tepat, disertai dengan metode yang sesuai, untuk memastikan akar penyebab masalah [8]. Teknik RCA dalam proses pemecahan masalah membantu tim untuk mengakui hubungan sebab-akibat dari kegagalan untuk menghilangkan atau mengurangi potensi pengulangan di masa depan. Salah satu metode yang melengkapi proses RCA adalah *Fault Tree Analysis* (FTA) yang sering digunakan untuk analisis kehandalan dalam sistem-sistem kritis [21]. Teknik yang banyak digunakan untuk melakukan investigasi deduktif terhadap fakta-fakta yang tertanam. FTA adalah teknik sistematis yang tepat untuk menilai probabilitas kegagalan berbagai sistem dalam diagram visual yang disebut pohon kesalahan, yang memungkinkan untuk proyek-proyek penilaian kuantitatif dan kualitatif [22]. Sebuah pohon kesalahan [23]. *Fault tree* (FT) adalah metode grafis deduktif yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab-penyebab potensial dari peristiwa-peristiwa yang tidak diinginkan, sering disebut sebagai peristiwa teratas (*top event*/TE). Representasi grafis dari FTA didasarkan pada logika Boolean, yang menunjukkan hubungan logis antara berbagai kesalahan dan penyebabnya. Peristiwa teratas biasanya mewakili kegagalan sistem yang dapat mengakibatkan bahaya keselamatan atau kerugian ekonomi. Sebagai metode deduktif, pengembangan pohon kesalahan dimulai dengan mempertimbangkan TE sebagai akar pohon dan selanjutnya, membangun pohon ke bawah hingga peristiwa dasar (*basic events*/BEs) yang menyebabkan peristiwa teratas diketahui [23]. Seluruh proses dalam penelitian ini dapat dilihat dari diagram alir penelitian pada gambar 1 berikut:



Gambar 1 : Diagram Alir Penelitian

Dari gambar 1 dapat diketahui bahwa penelitian ini dilakukan secara langsung dilapangan untuk dapat merumuskan masalah dan mengambil data yang diperlukan yang kemudian data tersebut diolah menggunakan metode *Six Sigma* dalam konsep DMAIC dengan cara menentukan nilai CL, UCL dan LCL kemudian dilanjutkan dengan mencari nilai DPU, DPO dan DPMO dengan melakukan pengolahan data menggunakan *Microsoft Excel* guna mendapatkan hasil dari tingkat *level sigma* perusahaan, yang kemudian dilanjutkan dengan metode *Root Cause Analysis* (RCA) untuk mendapatkan rencana perbaikan dalam mengurangi *defect* yang terjadi dan diakhir melakukan kesimpulan dari seluruh tujuan penelitian yang dilakukan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data-data yang telah didapatkan diolah menggunakan metode *Six Sigma* dan *Root Cause Analysis (RCA)* sebagai metode untuk menganalisa tingkat *sigma* dan akar penyebab terjadinya kecacatan proses *packaging* produk krimer. Macam-macam *defect* yang terjadi pada produk hasil pengemasan.

1. Tahap *Define*

PT. XYZ merupakan perusahaan industri manufaktur dalam bidang pangan tambahan yang memproduksi krimer dari jenis nabati atau lebih dikenal dengan *non dairy creamer*. Proses pembuatan krimer melewati beberapa tahapan antara lain yakni pengemasan (*packaging*). Dalam tahap ini ditemukan beberapa kategori yang merujuk kepada kecacatan produk antara lain pengisian yang kurang atau berlebih dari standar berat bersih produk (*filling*), segel plastik kemasan yang tidak tertutup sempurna (*sealing*), hasil jahitan yang tidak sesuai (*seawing*), dan hasil cetak kode produksi yang tidak terbaca ataupun pudar (*coding*).

1. Menentukan nilai CTQ (*Critical to Quality*)

Tabel 2. CTQ (*Critical to Quality*)

No.	CTQ	Keterangan	Dampak
1.	<i>Filling</i>	Pengisian produk ke kemasan melampaui kapasitas ataupun kurang dari standar berat bersih produk.	1. Produk tidak lolos dari checker pihak quality dan masuk kategori <i>Not-Good Product (NGP)</i> .
2.	<i>Sealing</i>	Penyegelan panas terjadi kebocoran, dan tidak tertutup secara sempurna.	2. Produk tidak bisa di distribusikan ke pasar dan konsumen secara umum.
3.	<i>Seawing</i>	Kodisi hasil jahitan pada ujung kemasan produk tidak rapi dan tidak pada posisi sesuai.	3. Produk yang secara tidak sengaja lolos dan keluar ke pasar konsumen memiliki peluang untuk dikembalikan 96%. 4. Perusahaan mengalami kerugian waktu dan material karena harus melakukan pengulangan proses produksi dari awal, dan bahan kemasan yang digunakan bertambah karena bahan yang digunakan tidak dapat digunakan berulang.
4.	<i>Coding</i>	Kondisi hasil cetakan kode produksi dan keterangan produk tidak terbaca dan pudar.	5. Menurunnya kualitas produksi dikarenakan kapabilitas proses yang kurang optimal.

Dalam penelitian yang dilakukan penyusunan CTQ yang dijelaskan pada tabel 2 didasarkan pada hasil wawancara dan observasi dengan kepala produksi, kepala *shift*, dan operator mesin *packaging*. Selain dengan pihak internal perusahaan dilakukan juga wawancara dengan narasumber dari CV. RBG dimana perusahaan tersebut bergerak dibidang makanan juga dan perusahaan tersebut juga merupakan konsumen dari salah satu produk sejenis dengan yang dihasilkan oleh. Wawancara dilakukan dengan asisten kepala produksi CV. RGB.

2. Tabel data kecacatan kemasan produk periode bulan Juli – Desember 2023

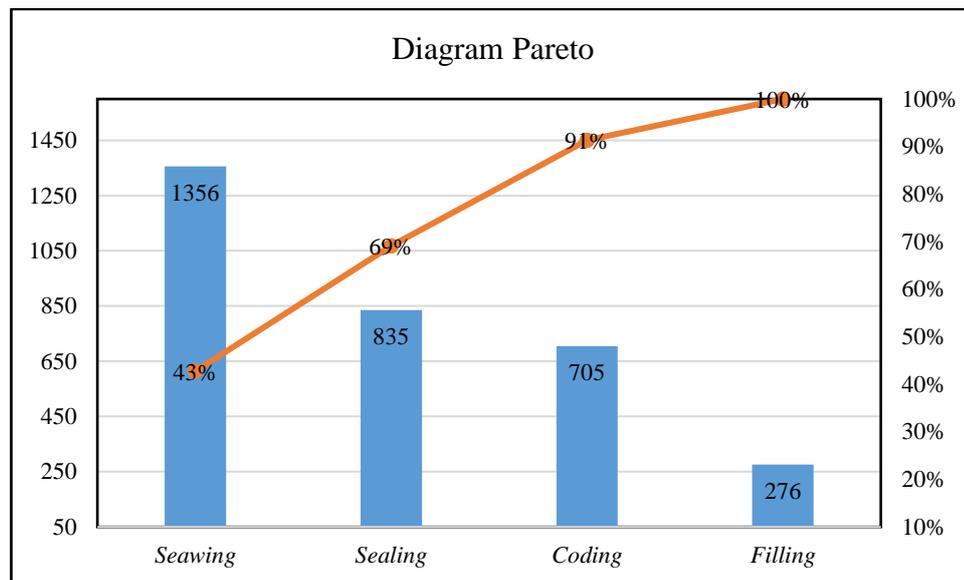
Dari tabel 3 data kecacatan produk, dapat diketahui bahwa cacat produk sebagai berikut:

Tabel 3. Jenis Dan Jumlah *Defect* Pada Proses *Packaging*

Periode	Jenis <i>Defect</i> Produk			
	<i>Filling</i>	<i>Sealing</i>	<i>Seawing</i>	<i>Coding</i>
<i>July</i>	56	140	225	110
<i>August</i>	45	141	235	120
<i>September</i>	45	141	222	120
<i>October</i>	45	141	214	120
<i>November</i>	45	141	235	120
<i>December</i>	40	131	225	115
TOTAL	276	835	1.356	705

Pada tabel 3 di atas menjelaskan data kecacatan produk, dapat diketahui bahwa cacat produk berupa *seawing* menempati posisi pertama sebagai penyumbang *defect* terbesar dengan jumlah 1.356 *bag*, selanjutnya cacat produk berupa *sealing* menempati posisi kedua sebagai penyumbang *defect* terbesar dengan jumlah 835 *bag*, selanjutnya cacat *coding* sebanyak 705 *bag*, dan cacat *filling* sebanyak 276 *bag*. Dari total keseluruhan cacat ptdok sebesar 3.172 *bag* pada periode pengambilan data bulan Juli – Desember 2023.

3. Membuat diagram *pareto* untuk menggambarkan data kecacatan kemasan produk sebagai indikasi dari topik permasalahan.



Gambar 2. Diagram Pareto Kecacatan Produk

Pada gambar 2 dapat diidentifikasi penyebab permasalahan bisa diselesaikan dengan melakukan perbaikan pada kategori jenis cacat produk yang memiliki jumlah persentase pada *range* yang mendekati nilai 80% [24]. Pada diagram pareto gambar 2 diketahui bahwa dari 4 kategori jenis cacat produk, terdapat 3 kategori yang mendominasi yaitu cacat *seawing*, *sealing*, dan *coding* sehingga diutamakan untuk segera dilakukan rencana perbaikan.

2. Tahap Measure

Tahap *measure* dilakukan untuk menentukan tingkat *level sigma*. Pengukuran dilakukan terhadap data *defect* dari proses pengemasan selama 6 bulan dengan jumlah *unit* produksi sebanyak 184.708 bag dan ditemukan *defect* yang muncul sebanyak 5.888 bag. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui jumlah *defect* per bulan (*np*) dan proporsi *defect* yang terjadi dengan melakukan perhitungan terhadap data yang diperoleh dari persamaan berikut:

1. Menghitung proporsi prosentase rata-rata *defect*

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

Berikut merupakan contoh perhitungan prosentase rata-rata *defect* pada periode bulan Juli:

$$\bar{p} = \frac{\text{Jumlah defect bulan Juli}}{\text{Jumlah produksi bulan Juli}}$$

$$\bar{p} = \frac{531 \text{ bag}}{32.000 \text{ bag}}$$

$$\bar{p} = 0,0166$$

2. Menghitung nilai garis pusat atau *Center Line* (CL)

Berikut ini salah satu contoh perhitungan dari *center line* pada bulan Juli dengan diketahui

$\sum np = 186.000$ dan jumlah total *defect* produk $\sum n = 3.172$

$$CL = \bar{p} = \frac{3.172}{186.000}$$

$$\bar{p} = 0,0171$$

3. Menghitung batas kendali atas atau *Upper Control Limit* (UCL)

Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan batas kendali atas (UCL) bulan Juli:

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

$$UCL = 0,0171 + 3 \sqrt{\frac{0,0171(1-0,0171)}{32.000}}$$

$$UCL = 0,0192$$

4. Menghitung batas kendali bawah atau *Lower Control Limit* (LCL)

Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan batas kendali bawah (LCL) bulan Juli:

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

$$LCL = 0,0171 - 3 \sqrt{\frac{0,0171(1-0,0171)}{32.000}}$$

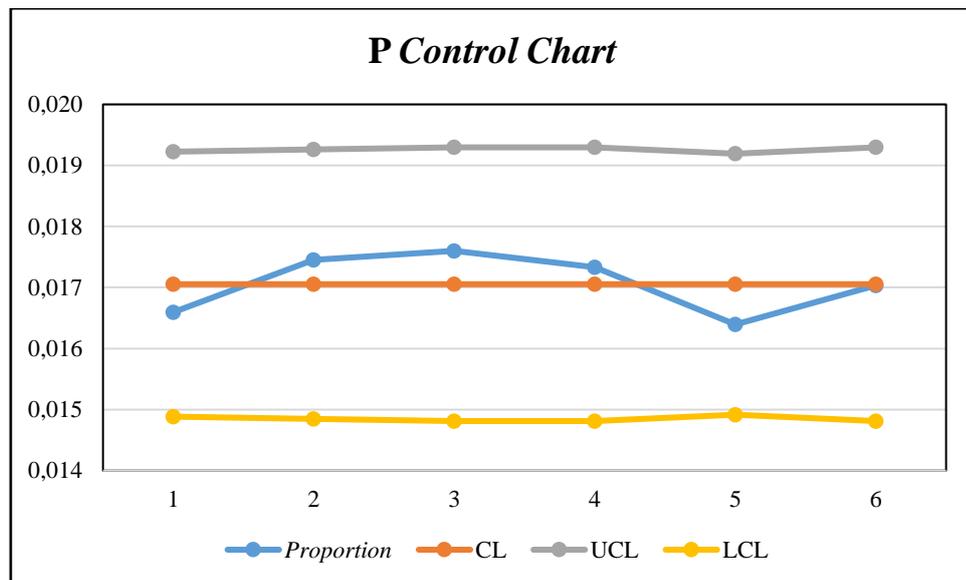
$$LCL = 0,0149$$

Untuk mengetahui perhitungan nilai P, CL, UCL dan LCL selama bulan Juli sampai dengan bulan Desember dapat dilihat pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Hasil Pengukuran Nilai P, CL, UCI dan LCL

Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Defect	Proportion	UCL	CL	LCL
July	32.000	531	0,0166	0,0192	0,0171	0,0149
August	31.000	541	0,0175	0,0193	0,0171	0,0148
September	30.000	528	0,0176	0,0193	0,0171	0,0148
October	30.000	520	0,0173	0,0193	0,0171	0,0148
November	33.000	541	0,0164	0,0192	0,0171	0,0149
December	30.000	511	0,0170	0,0193	0,0171	0,0148
Total	186.000	3.172				

Setelah dilakukan perhitungan pada tabel 4 dapat diketahui rata-rata nilai P sebesar 0,0171, rata-rata nilai CL sebesar 0,0171, rata-rata nilai UCL sebesar 0,0180 dan rata-rata nilai LCL sebesar 0,0162. Berdasarkan pengolahan data, kemudian dibuat peta kendali P, dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 3. Grafik Peta Kendali P Proses *Packaging*

Pada gambar 3 grafik peta kendali P proses *packaging* dapat dikatakan bahwa untuk menekankan *zero defect* dibutuhkan peningkatan, untuk memperoleh optimalisasi produksi. Dengan menekankan prioritas pada *zero defect* maka perusahaan akan mampu mencapai target peningkatan *level sigma* untuk perbaikan. Dengan peningkatan tersebut diharapkan kinerja perusahaan akan meningkat dan setiap lini dalam perusahaan akan merasakan dampak positif yang baik.

5. Perhitungan nilai DPU

Tabel 5. Hasil Perhitungan DPU Proses Pengemasan

Periode	Unit Produksi	Defect	Opportunities	DPU
July	32.000	531	4	0,0166
August	31.000	541	4	0,0175
September	30.000	528	4	0,0176
October	30.000	520	4	0,0173
November	33.000	541	4	0,0164
December	30.000	511	4	0,0170

Dilihat pada tabel 5 memberikan hasil perhitungan nilai *Defect Per Unit* (DPU) setelah dilakukan persamaan maka didapatkan nilai DPU terbesar terdapat pada bulan September dengan nilai DPU 0,0176, sedangkan nilai terendah DPU terdapat pada bulan November dengan nilai 0,0164.

6. Menghitung *Defect Per Opportunities* (DPO)

Untuk mengetahui nilai DPO selama bulan Juli sampai dengan bulan Desember dapat dilihat pada tabel 6 berikut:

Tabel 6. Hasil Perhitungan DPO Proses Pengemasan

Periode	Unit Produksi	Defect	Opportunities	DPU	DPO
July	32.000	531	4	0,0166	0,00415
August	31.000	541	4	0,0175	0,00436
September	30.000	528	4	0,0176	0,00440
October	30.000	520	4	0,0173	0,00433
November	33.000	541	4	0,0164	0,00410
December	30.000	511	4	0,0170	0,00426
Jumlah	186.000	3.172			

Pada tabel 6 menunjukkan hasil perhitungan nilai DPO pada proses pengemasan dengan nilai DPO tertinggi 0,00440 terdapat pada bulan September dengan jumlah produksi sebanyak 30.000 *bag* dan jumlah *defect* sebanyak 528 *bag*, sedangkan nilai DPO terkecil sebesar 0,00410 terletak pada bulan November dengan jumlah produksi sebanyak 33.000 *bag* dan jumlah *defect* sebanyak 541 *bag*.

7. Perhitungan DPMO dan *Level Six Sigma*

Nilai DPMO dikonversi menjadi nilai sigma dengan menggunakan *Microsoft Excel* dengan rumus perhitungan konversi Nilai DPMO = $NORMSINV ((1.000.000-DPMO)/1.000.000)) + 1.5$ [13]. Dapat dilihat pada tabel 7 berikut perhitungan nilai DPMO dan *level sigma* pada proses pengemasan selama bulan Juli sampai dengan bulan Desember

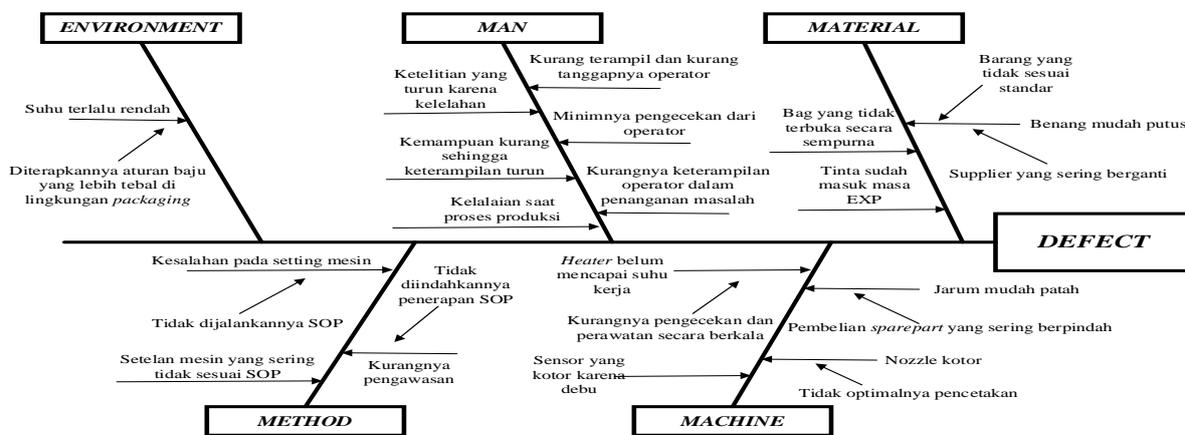
Tabel 7. Hasil Perhitungan DPMO dan *Level Sigma* Proses Pengemasan

Periode	Unit Produksi	Defect	Opportunities	DPU	DPO	DPMO	Level Sigma
July	32.000	531	4	0,0166	0,00415	4148,438	4,14
August	31.000	541	4	0,0175	0,00436	4362,903	4,12
September	30.000	528	4	0,0176	0,00440	4400,000	4,12
October	30.000	520	4	0,0173	0,00433	4333,333	4,12
November	33.000	541	4	0,0164	0,00410	4098,485	4,14
December	30.000	511	4	0,0170	0,00426	4258,333	4,13
Jumlah	186.000	3.172					

Berdasarkan perhitungan nilai DPMO dan *level sigma* pada tabel 7 pengendalian kualitas *packaging* di PT XYZ dalam data laporan dari bulan Juli sampai dengan Desember didapatkan jumlah produksi sebanyak 186.000 *bag* kemudian didapati 3.172 *bag* produk mengalami *defect*. Setelah didapati jumlah hasil produksi dan *defect* pada *packaging* selama 6 periode dilakukan perhitungan DPMO dengan hasil nilai rata-rata DPMO 4266,915 yang artinya terdapat 4266,915 produk yang mengalami *defect* saat proses *packaging* dalam satu juta produksi dengan nilai *sigma* rata-rata 4 maka pengendalian kualitas bisa dikatakan masih belum baik karena masih jauh dari nilai 6 *sigma* yang memiliki kriteria 3,4 DPMO. Karena masih jauh dari nilai 6 *sigma* maka peningkatan untuk menekan angka *defect* diperlukan agar perusahaan mampu untuk bersaing dengan perusahaan kelas dunia.

3. Tahap Analyze

Tahap analisis permasalahan dapat dilakukan setelah menemukan fakta dan data. Dengan melakukan analisa pokok permasalahan, analisa solusi yang akan di berikan dan menganalisa kabapilitas proses yang ada [25]. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah analisis diagram pareto dan diagram *fishbone*. Diagram tulang ikan (*fishbone*) analisis sebab – akibat permasalahan pada kecacatan produk yang dihasilkan dilakukan untuk membantu mempermudah dalam mengelompokkan penyebab dan memberikan solusi alternatif sebagai rencana perbaikan yang dapat dilakukan dengan menerapkan diagram tulang ikan sebagai berikut:



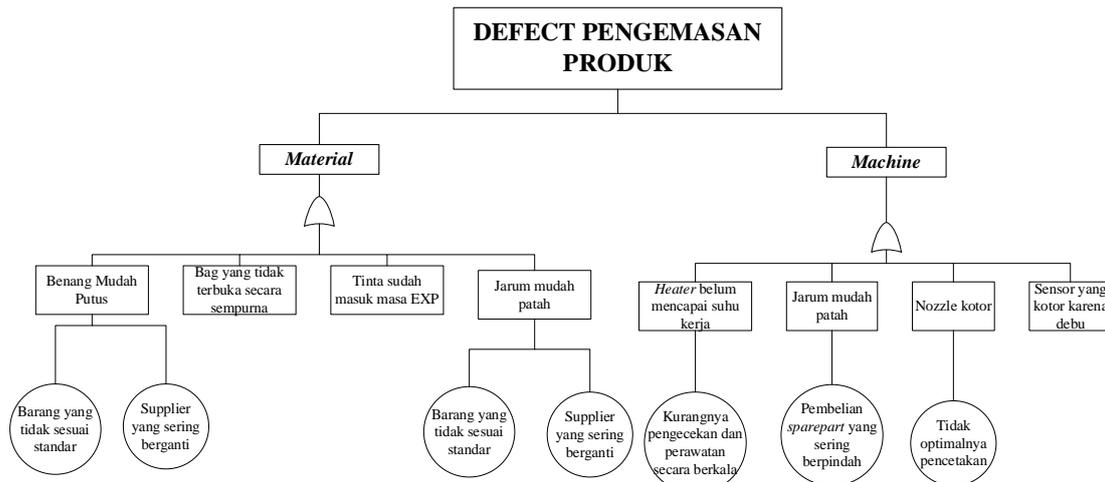
Gambar 4. Diagram Tulang Ikan Defect Pengemasan Produk

Dari gambar 4 diagram tulang ikan pada cacat produk *sealing* dapat dilakukan analisis bahwa penyebab terjadinya cacat dipengaruhi 5 faktor utama yaitu *material*, *machine*, *man*, *method*, dan *environment*. Faktor *material* terjadi karena benang yang mudah putus yang dipengaruhi karena barang yang tidak sesuai dengan standar, dan supplier yang sering berganti. Lalu terdapat faktor bag yang tidak terbuka secara sempurna, serta tinta yang telah masuk masa *expired*. Pada faktor *machine* terdapat *nozzle* kotor yang mempengaruhi optimalnya hasil cetakan *coding*. Lalu terdapat jarum yang mudah patah karena tidak sesuai standar. *Heater* yang belum mencapai suhu kerja sehingga menyebabkan kegagalan penyegelan dipengaruhi karena rendahnya *preventive maintenance*. Sensor kotor karena debu dari produk yang juga mempengaruhi mesin.

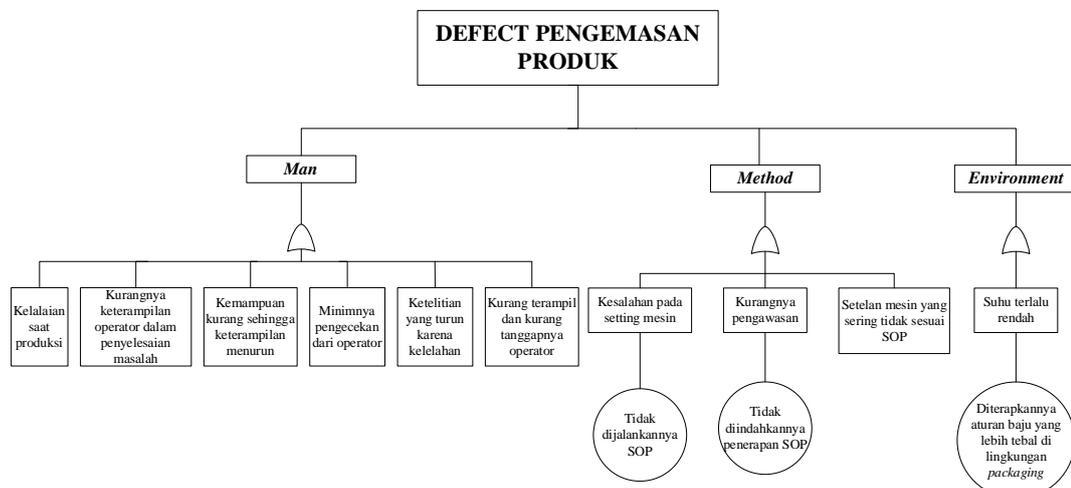
Pada faktor *man* secara garis besar dipengaruhi karena kelalaian dari operator dan minimnya pengawasan, hal tersebut dikarenakan operator yang telah melalui masa *training* telah menganggap standar hal yang remeh karena minimnya kesadaran dari personal karyawan, dan dari perusahaan harus menekankan komitmen perusahaan tentang aturan dan standar untuk kemajuan perusahaan. Pada faktor *method* terdapat kesalahan pada *setting* mesin dan secara garis besar tidak di indahnya standar perusahaan oleh karyawan dan minimnya punishment yang di terapkan.

4. Tahapan Improve

Pada tahapan ini merupakan tahapan yang dilakukan untuk memberikan usulan perbaikan untuk menekan kegagalan pada proses pengemasan produk krim di PT. XYZ setelah diketahui faktor penyebab permasalahan melalui analisis menggunakan metode *Six Sigma* dengan didapatkannya persentase jenis kecacatan tertinggi, selanjutnya menggunakan analisis akar permasalahan menggunakan metode FTA untuk mengetahui apa faktor yang paling berpengaruh terhadap kecacatan tersebut.



Gambar 5 : Diagram *Fault Tree Analysis Defect Pengemasan Produk Faktor Mesin Material*



Gambar 6 : Diagram *Fault Tree Analysis Defect Pengemasan Produk Faktor Man Method Environment*

Berdasarkan diagram *fault tree analysis* pada gambar 5 dan gambar 6 dapat disimpulkan bahwa usulan rencana pengendalian kualitas dalam menindaklanjuti permasalahan tersebut dirasa cukup diperlukan. Faktor tertinggi yang menyebabkan produk mengalami kegagalan dalam analisis pohon permasalahan di atas merupakan faktor mesin dan material dimana perawatan mesin berkala menjadi poin utama dan pengadaan material melalui supplier yang berkualitas juga menjadi poin utama, dan terdapat tiga faktor lain yang membuat gagal dalam proses diantaranya manusia tenaga kerja tidak memahami standar pada saat mengoperasikan mesin, metode yang tidak diterapkan, dan lingkungan yang memiliki suhu rendah.

Tabel 8. 5 *Why's Method Proses Pengemasan*

Defect	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Man	Operator kurang teliti	Terburu-buru saat bekerja	Fokus yang menurun karena kelelahan	Fokus pada target hasil bukan kwalitaas	Keterbatasan tenaga operator

	Melanjutkan proses pada produk yang terindikasi <i>defect</i>	Tidak memperhatikan kondisi baik buruknya produk	Tidak membandingkan dengan hasil shift sebelumnya	Minimnya pengecekan mandiri	Tidak dilakukannya pengecekan tiap 15 menit
	Kemampuan operator yang masih kurang	Pengalaman operator yang kurang	Tidak adanya <i>improvement</i> dari operator	Hasil <i>training</i> yang tidak dilaksanakan	Mengacuhkan standar karena merasa telah selesai training
<i>Machine</i>	Kurang panasnya <i>heat sealer</i>	Tidak dilakukan perawatan berkala	Jadwal perawatan belum tersedia	Perawatan menggunakan vendor	Perawatan bukan dari pihak perusahaan
	<i>Setting</i> setelah jeda <i>shift</i> sering terkendala	Penyangga jarum yang sering bergeser	<i>Material</i> jarum yang sering berbeda karena perbedaan <i>supplier</i> barang saat pengadaan	<i>Merk</i> jarum yang sering berubah-ubah	Patahnya jarum yang memperlambat proses
	Penggunaan tinta yang sudah masuk <i>expired</i>	Minimnya perawatan untuk <i>coding</i>	<i>Nozzle</i> sering macet karena sumbatan tinta kering	Sensor tertutup debu	Pengantian <i>sparepart</i> berkala untuk <i>coding</i>
<i>Environment</i>	Suhu yang selalu rendah	Suhu yang rendah membuat pekerja lebih malas bergerak	Kondisi suhu ruangan terhadap pekerja	Kendali suhu ruang dan kelembaban yang sering berubah	Ketebalan pakaian saat bekerja mempengaruhi kinerja
<i>Method</i>	Penerapan metode proses produksi belum dilaksanakan di lapangan	Perlakuan pada setiap divisi berbeda	Minimnya pemahaman tentang pentingnya standar	Kurang ketatnya <i>punishment</i> kesalahan	Sosialisasi tidak dilaksanakan lagi setelah masa training
<i>Material</i>	Kualitas bahan pengemasan sering berbeda-beda	<i>Supplier</i> barang sering berganti-ganti	Barang yang datang sering tidak sesuai standar	Seleksi <i>supplier</i> lebih diperketat	Pembelian dan pengadaan <i>material</i> harus mengacu pada standar

Berdasarkan tabel 8 RCA dengan menggunakan metode 5 *Why's* penyebab *defect* pada proses *packaging* produk krimier dipengaruhi oleh 5 faktor yakni *man*, *machine*, *method*, *material* dan *environment*. Faktor yang paling dominan terjadi pada faktor manusia diantaranya yaitu karena operator mesin kurang teliti, tidak memperhatikan baik buruknya produk, dan pengecekan produk berkala setiap 15 menit untuk memastikan hasil yang dihasilkan sesuai.

5. Tahapan Control

Pada tahap pengendalian pada penelitian ini hanya memberikan usulan untuk segera dilakukan langkah perbaikan pada penyebab cacat. Pada tahap ini semua langkah strategis disusun kemudian diimplementasikan untuk dapat mereduksi tingkat kecacatan. Perbaikan ini bertujuan untuk memberikan *output* yang berkualitas tinggi, rencana perbaikan dari hasil penyebab kecacatan yang didasarkan dengan wawancara secara langsung dengan kepala

bagian produksi, staff produksi dan *quality control*, dan kajian literatur dari penelitian terdahulu. Didapatkan rencana usulan perbaikan sebagai berikut:

1. Faktor Manusia
 - a. Pengadaan *training* secara berkala, serta memberikan pengarahan secara berkelanjutan [9].
 - b. Melakukan pengecekan pada setiap proses agar hasil selalu sesuai dengan standar perusahaan [10].
 - c. Pengaturan penjadwalan waktu kerja dengan *shift* kerja atau penambah waktu istirahat menjadi dua kali dalam sehari, guna meningkatkan konsentrasi dan ketelitian karyawan dalam bekerja [10].
2. Faktor Mesin
 - a. Pengecekan secara berkala terhadap keseluruhan mesin setelah penggunaan kegiatan produksi, pencatatan dalam kinerja harian mesin dan pembuatan berita acara [10].
 - b. Peningkatan Dilakukan pemberian katalog terkait spesifikasi mesin dan cara pengoperasiannya setiap mesin.
 - c. Melakukan perawatan mesin secara rutin, tidak hanya dilakukan ketika mesin mengalami kerusakan (*preventive maintenance*) [15].
3. Faktor metode

Dilakukan pengecekan dan penyusunan berita acara serta catatan pada setiap pengambilan barang, perawatan, dan pembelian. Supaya tetap terkendalinya setiap barang yang ada dan menghindarkan dari terjadinya penumpukan barang yang sudah *expired* [15].
4. Faktor material
 - a. Pemilihan *supplier* dengan pengajuan kualitas harus menjadi prioritas dari perusahaan. Karena pengaruh kualitas dari material mempengaruhi dari produk.
 - b. Koordinasi antar departemen untuk komunikasi dan penyamaan persepsi mengenai kualitas yang harus terpenuhi untuk kinerja seluruh lini departemen lebih baik. [9]
5. Faktor lingkungan
 - a. Pengaturan sirkulasi udara pada area penyimpanan material *bag* supaya tidak terlalu lembab, dengan standar 20° C dan kelembaban 35% - 60% untuk pencegahan kerusakan pada material [10].
 - b. Selalu mengingatkan dan menekankan setiap waktu *briefing* agar dilaksanakan dan dilengkapi poster-poster sebagai pengingat.
 - c. Memberikan *punishment* terhadap pekerja yang tidak bertanggung jawab terhadap sesuai standar.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan

Hasil dari pengolahan data pengendalian kualitas menggunakan metode *Six Sigma* dan RCA pada proses *packaging* produk krimmer yang dilaksanakan di PT XYZ pada bulan Juli sampai dengan Desember didapati setidaknya ada empat jenis *defect* yang terjadi pada pengemasan produk krimmer dengan jenis *defect* berupa *defect sewing, sealing, coding, dan filling* yang disebabkan oleh lima faktor. Dimana faktor material dan mesin menjadi faktor yang dominan pada penyebab kecacatan pengemasan produk. Pada faktor material dikarenakan kualitas benang yang rendah sehingga benang mudah putus pada saat proses penjahitan, dikarenakan *supplier* material yang sering berubah dengan kualitas yang berbeda-beda. Dari faktor mesin yang dimana proses pemanasan *sealer* mesin yang kurang maksimal yang menyebabkan proses penyegelan sering terjadi kebocoran. Dan kurangnya *preventive maintenance* yang menyebabkan kurang optimalnya kerja mesin pengemasan produk. Sedangkan dari sisi faktor manusia yang menjadi penyebab utamanya karena kurangnya kesadaran dari karyawan dalam menerapkan standar dan hasil dari *training*. Dari faktor lingkungan dan metode penerapan *punishment* dan pengawasan yang rendah menjadi jawaban, dan sirkulasi udara yang selalu rendah dalam lingkungan kerja yang menyebabkan mulai cepat lelahnya karyawan sehingga menyebabkan keadaan untuk malas untuk bergerak dan memilih untuk pergi dari ruangan produksi dan tidak melakukan pengawasan.

Dengan pemberian usulan perbaikan yang didasarkan pada hasil identifikasi akar permasalahan pada penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan perusahaan kedepannya dalam langkah awal proses perbaikan. Dalam penelitian ini mengidentifikasi bahwa terdapat faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya kecacatan pada pengemasan produk, dan yang menjadi faktor dominannya berasal dari material dan mesin. Untuk meminimalkan terjadinya kegagalan yang berulang maka penyebab faktor dominan tersebut dapat segera dilakukan tindakan sesegera mungkin. Dalam penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan seperti pengamatan antar *shift* yang kurang intensif karena dalam penelitian ini dilaksanakan pada pagi hingga petang, sedangkan dalam kondisi *shift* malam belum dilakukan secara optimal. Terlibatnya pihak pembuat kebijakan yang kurang sehingga yang menjadi sumber informasi hanya dari pihak produksi yang terlibat tanpa melibatkan pihak manajemen sama sekali. Keterbatasan akses ke data utama yang dibatasi sehingga dalam penelitian ini hanya dapat mengakses data yang berada di lapangan dan tertutupnya perusahaan dalam perihal informasi tentang perusahaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA) dan perusahaan PT. XYZ yang telah mendukung penelitian ini.

REFERENSI

- [1] I. G. N. A. D. Putra, “Analisis Pengaruh Pengendalian Kualitas Produk dan Pengendalian Proses Produksi Terhadap Peningkatan Produktivitas Produk,” *Ekon. Keuangan, Investasi dan Syariah*, vol. 4, no. 4, pp. 1335–1341, 2023, doi: 10.47065/ekuitas.v4i4.3381.
- [2] A. P. Wicaksono and R. Rahmawan, “Pengaruh Pengendalian Mutu terhadap Kualitas Produk pada PT Prima Thomas Sejahtera,” *Judicious*, vol. 3, no. 2, pp. 259–263, 2023, doi: 10.37010/jdc.v3i2.1091.
- [3] H. C. Wahyuni and W. Sulistiyowati, *Buku Ajar Pengendalian Kualitas Industri Manufaktur Dan Jasa*, 1st ed. Sidoarjo: Umsida Press, 2020.
- [4] V. Gaspersz, *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi Dengan ISO 9001:2000, MBNQA, Dan HACCP*.
- [5] D. A. Linda, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Gula Menggunakan Metode Six Sigma Pada PT Madu Baru,” *SENTRI J. Ris. Ilm.*, vol. 1, no. 3, pp. 17–34, 2023, [Online]. Available: file:///C:/Users/User/Downloads/28.+Naskah+Skripsi+Minarni-Selesai.pdf
- [6] I. A. Sidikiyah and K. Muhammad, “ANALISIS DEFECT PADA PROSES PEMBUATAN KAYU LAPIS DENGAN METODE STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) DAN ROOT CAUSE ANALYSIS (RCA),” *JUSTI (Jurnal Sist. Dan Tek. Ind.)*, vol. 3, no. 2, pp. 267–274, 2022.
- [7] S. Kristanto Wibowo, Sugiyarto, “Analisa dan Evaluasi : Akar Penyebab dan Biaya Sisa Material Konstruksi Proyek Pembangunan Kantor Kelurahan di Kota Solo, Sekolah, dan Pasar Menggunakan Root Cause Analysis (RCA) dan Fault Tree Analysis (FTA),” *e-Jurnal MATRIKS Tek. SIPIL*, vol. 10, no. 1, pp. 1–52, 2018, doi: 10.21608/pshj.2022.250026.
- [8] W. Maulia and W. Sulistiyowati, “Product Quality Control Using QCC , FMECA and RCA Methods at PT Tirta Sukses Perkasa Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode QCC , FMECA Dan RCA Pada PT Tirta Sukses Perkasa,” *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 2, no. 2, 2022.
- [9] E. Supriyadi, “Pengendalian Kualitas Produk Kemasan Dengan Metode Six Sigma di PT. XYZ,” *Briliant J. Ris. dan Konseptual*, vol. 6, no. 4, p. 726, 2021, doi: 10.28926/briliant.v6i4.723.
- [10] M. Suci Ramadhan and A. Zaqi Al Faritsy, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Semen Dengan Metode Six Sigma Pada PT Indocement Tunggal Prakarsa TBK P-12,” *J. ARTI (Aplikasi Ranc. Tek. Ind.)*, vol. 18, no. 1, p. 2023, 2023.
- [11] H. Sirine, E. P. Kurniawati, S. Pengajar, F. Ekonomika, D. Bisnis, and U. Salatiga, “PENGENDALIAN KUALITAS MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA (Studi Kasus pada PT Diras Concept Sukoharjo),” *AJIE-Asian J. Innov. Entrep.*, vol. 02, no. 03, pp. 2477–3824, 2017, [Online]. Available: <http://www.dirasfurniture.com>
- [12] F. Ahmad, “Six Sigma Dmaic Sebagai Metode Pengendalian Kualitas Produk Kursi Pada Ukm,” *Jisi Um*, vol. 6, no. 1, p. 7, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jisi/article/view/4061>
- [13] A. A. Taufik and A. H. Yohanes, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode Six Sigma dan Kaizen (Study Kasus: PT XYZ),” vol. 20, no. 1, pp. 105–123, 2022.
- [14] N. Yunita and P. Adi, “Identifikasi Proses Produksi Komponen Guide dengan Metode DMAIC pada Supplier PT.X,” *J. Titra*, vol. 7, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [15] A. Alfa, T. Nur, D. Siregar, T. Industri, F. Teknik, and U. B. Jakarta, “Analisis Perbaikan Cacat Produk pada Proses Produksi Pensil dengan Tahapan,” *J. Ind. Eng. Syst.*, vol. 2, no. 2, pp. 128–135, 2020.
- [16] I. E. Cut, *Analisis Produk Cacat Pada Aluminium Billet Dengan Menggunakan Pendekatan Lean Six Sigma*, 1st ed., vol. 1. Lhoksumawe: Sefa Bumi Persada, 2021.
- [17] Suhadak and T. Sukmono, “Improving Product Quality With Production Quality Control,” *PROZIMA (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng.)*, vol. 4, no. 2, pp. 41–50, 2021, doi: 10.21070/prozima.v4i2.1306.
- [18] D. Sutiarno and C. Chriswahyudi, “Analisis Pengendalian Kualitas dan Pengembangan Produk Wafer Osuka dengan Metode Six Sigma Konsep DMAIC dan Metode Quality Function Deployment di PT. Indosari Mandiri,” *JIEMS (Journal Ind. Eng. Manag. Syst.)*, vol. 12, no. 1, pp. 42–51, 2019, doi: 10.30813/jiems.v12i1.1535.
- [19] A. R. Andriansyah and W. Sulistyowati, “PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK CLARISA MENGGUNAKAN METODE LEAN SIX SIGMA DAN METODE FMECA (Failure Mode And Effect Cricitality Analysis) (Studi Kasus : PT. Maspion III),” *PROZIMA (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng.)*, vol. 4, no. 1, pp. 47–56, 2020, [Online]. Available:

- <https://scholar.archive.org/work/cqtcop6szrdj5erilyky6tt3r4/access/wayback/https://prozima.umsida.ac.id/index.php/prozima/article/download/1272/1506>
- [20] R. Fitriana, D. K. Sari, and A. N. Habyba, *Pengendalian dan Penjaminan Mutu*, 1st ed. Banyumas: Wawasan Ilmu, 2021. [Online]. Available: www.wawasanilmu.com
- [21] T. H. Febriana, H. Herlambang, H. Hernadewita, H. Hasbullah, and A. Halim, "Problem-solving step analysis for increasing tire static balance levels: a case study," *J. Sist. dan Manaj. Ind.*, vol. 5, no. 1, pp. 15–24, 2021, doi: 10.30656/jsmi.v5i1.3292.
- [22] S. Hamali, C. Loavenia, and T. Tanly, "Reduce Machine Downtime using Reliability and Root Cause Analysis for Sustainable Industry," *E3S Web Conf.*, vol. 426, 2023, doi: 10.1051/e3sconf/202342601037.
- [23] S. Kabir, M. Taleb-Berrouane, and Y. Papadopoulos, "Dynamic reliability assessment of flare systems by combining fault tree analysis and Bayesian networks," *Energy Sources, Part A Recover. Util. Environ. Eff.*, vol. 45, no. 2, pp. 4305–4322, 2023, doi: 10.1080/15567036.2019.1670287.
- [24] R. Irfanto, "the Analysis Cause of Casting Repair Work With Pareto Chart in Project X," *J. Tek. Sipil*, vol. 18, no. 1, pp. 106–117, 2022, doi: 10.28932/jts.v18i1.4485.
- [25] K. Khafidin, H. C. Wahyuni, and A. Voak, "What Are the Risks of Halal Cosmetic Products?," *J. Digit. Mark. Halal Ind.*, vol. 5, no. 1, pp. 77–96, 2023.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.