

## **PENERAPAN METODE SIX SIGMA UNTUK MENURUNKAN TINGKAT KECACATAN PADA PRODUKSI ROKOK SIGARET KRETEK TANGAN PT. XYZ**

**Elyzabeth Wijaya, Yurida Ekawati**

Program Studi Teknik Industri Universitas Ma Chung

e-mail: yurida.ekawati@machung.ac.id

### **ABSTRAK**

*Cacat yang mencapai 800.000 batang dalam satu bulan adalah masalah besar bagi PT XYZ. Cacat ini disebabkan oleh kualitas rokok yang dibuat oleh pekerja Sigaret Kretek Tangan (SKT) tidak sesuai dengan standar. Peningkatan kualitas diperlukan untuk menyelesaikan masalah ini, dan metode peningkatan kualitas yang digunakan untuk masalah ini adalah metode Six Sigma. Metode Six Sigma menggunakan langkah-langkah DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control) untuk menganalisis dan menyelesaikan masalah. Berdasarkan langkah-langkah yang telah dilakukan, masalah terbesar yang ditemukan adalah tembakau terlalu basah atau terlalu kering. Masalahnya dapat diselesaikan dengan merancang alat bantu penyimpanan tembakau. Berdasarkan penerapan alat bantu ini, nilai level sigma meningkat dari 4,55 sigma menjadi 5,27 sigma. Analisis keuangan dilakukan untuk menjustifikasi biaya perbaikan. Untuk mempertahankan standar baru, diagram kontrol p dirancang berdasarkan standar kualitas yang ditingkatkan.*

**Kata kunci:** DMAIC, level sigma, six sigma, SKT.

### **ABSTRACT**

*Defects that reach 800,000 sticks in one month are a big problem for PT XYZ. This defect is caused by the quality of cigarettes made by hand clove cigarette (SKT) workers not in conformance to standards. Quality improvement is needed to solve this problem, and the quality improvement method used for this problem is the Six Sigma method. The Six Sigma method uses the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control) steps to analyze and resolve problems. Based on the steps that have been done, the biggest problem found is that the tobacco is either too wet or too dry. The problem can be solved by designing a tobacco storage tool. Based on the application of this tool, the sigma level increased from 4.55 sigma to 5.27 sigma. A financial analysis is carried out to justify the cost of improvement. To maintain the new standard a p control chart is designed based on the improved quality standard.*

**Keywords:** DMAIC, level sigma, six sigma, SKT.

## **PENDAHULUAN**

Perkembangan dan bertambahnya industri yang ada mengakibatkan tingkat persaingan yang semakin tinggi. Persaingan industri dapat dimenangkan dengan kunci kualitas produk. PT. XYZ adalah salah satu perusahaan industri di Kota Malang yang bergerak pada produksi rokok, salah satunya adalah pembuatan rokok Sigaret Kretek Tangan (SKT). Kelemahan proses produksi bagian SKT PT. XYZ adalah pada bagian pelinting rokok, karena jumlah kecacatan yang dihasilkan pelinting dapat mencapai 800.000 batang dalam sebulan. Kecacatan pada bagian pelinting rokok dapat menyebabkan terbuangnya kertas rokok hingga isian rokok. Jumlah kecacatan dan dampak yang dihasilkan dapat berpengaruh besar bagi perusahaan, sehingga diperlukan solusi dari permasalahan ini. Penerapan metode *Six Sigma* di pembuatan rokok sigaret kretek, yang lebih fokus kepada pengurangan cacat, atau disebut sebagai jenis pemborosan yang disebabkan oleh pembuatan desain yang tidak memenuhi kebutuhan pelanggan, serta ditambahkan *feature* yang tidak diperlukan [1]. Bagian pelinting SKT diharapkan dapat mengatasi permasalahan kecacatan yang ada di PT. XYZ.

Penelitian berkaitan dengan metode *Six Sigma* telah digunakan untuk meningkatkan kualitas produk [2] maupun kualitas proses produksi [3,4]. Tujuan dari metode *Six Sigma* adalah untuk meningkatkan kualitas produk dimana jumlah komponen yang tinggi seringkali

menghasilkan probabilitas produk akhir dengan tingkat kerusakan yang tinggi [5]. Metode ini dapat diterapkan pada industri berbagai macam industri seperti konstruksi, industri makanan, industri rokok, dan bidang lainnya. Pada penerapan metode *Six Sigma* dapat dibantu dengan beberapa metode lainnya, seperti metode *Critical to Quality* (CTQ) yang merupakan parameter yang menggambarkan apa saja yang dianggap pengguna sebagai kualitas [6]. Metode *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) digunakan untuk membantu mengukur kemampuan proses [6]. DPMO merupakan suatu ukuran yang menunjukkan jumlah cacat pada suatu proses per sejuta *opportunities*. *Seven tools* juga dapat digunakan untuk pemecahan masalah dan proses perbaikan metode *Six Sigma* [7]. *Seven tools* terdiri dari tujuh alat kualitas dasar seperti *pareto chart* yang digunakan untuk memilih faktor terpenting yang akan digunakan [8], diagram sebab akibat diagram yang digunakan untuk mengkategorikan hambatan-hambatan yang menjadi penyebab suatu faktor [9], dan juga peta kontrol yang digunakan untuk memantau perubahan dalam produk yang diperiksa [10]. Peta control terdiri dari beberapa jenis tergantung jenis data yang akan dikontrol, yaitu peta kontrol untuk data atribut dan peta control untuk data *variable*. Contoh peta kontrol untuk data atribut adalah peta p (untuk proporsi cacat) dan peta np (untuk jumlah cacat. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) juga merupakan alat metode *Six Sigma* yang digunakan untuk identifikasi potensi kegagalan, efek yang diakibatkan pada operasi dari produk dan melakukan identifikasi aksi untuk mengatasi permasalahan yang ada [11]. Dalam metode *Six Sigma* perbaikan proses produksi dapat dilakukan dengan beberapa cara, seperti pembuatan SOP [12], mengganti metode kerja [13], membuat penjadwalan [14], perbaikan alat [15], pembuatan alat bantu [16], dan masih banyak lagi.

Penerapan metode *Six Sigma* pada proses produksi SKT telah dilakukan oleh peneliti terdahulu untuk meningkatkan kualitas proses produksi rokok SKT dengan menggunakan alat bantu [16]. Pada penelitian ini penerapan metode *Six Sigma* juga dilakukan untuk meningkatkan kualitas proses dengan analisis biaya untuk mendukung efisiensi penerapan usulan perbaikan serta metode untuk mempertahankan standard kualitas yang baru pada tahap *control*. Mengingat kecacatan produksi SKT pada PT. XYZ yang cukup besar, dimana hal ini mempengaruhi kualitas dari rokok yang dihasilkan, maka hasil penelitian dengan metode *Six Sigma* ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan mengurangi kecacatan dari rokok SKT yang dihasilkan.

## **METODE PENELITIAN**

### **Kerangka Penelitian**

Pada penelitian ini akan dilakukan penerapan metode *Six Sigma*. Di dalam metode ini terdapat tahapan yang disebut DMAIC yang setiap tahapannya memiliki tujuan yang berbeda-beda. Pada tahap *Define* akan menggunakan metode *Critical to Quality* (CTQ). Tahap *Measure* akan menggunakan metode *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan *level sigma*. Rumus DPMO adalah sebagai berikut:

$$DPMO = \frac{\text{total jumlah cacat}}{\text{jumlah produk} \times \text{jumlah } \textit{opportunities}} \times 1.000.000 \quad (1)$$

Pada tahap *Analyze* akan digunakan diagram batang untuk mengetahui jenis cacat terbesar dan kemudian dianalisis menggunakan diagram sebab akibat untuk mengetahui penyebab cacat tersebut. Untuk analisis lebih lanjut digunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dengan penyebab cacat hasil dari analisis menggunakan diagram sebab akibat sebagai penyebab kegagalan. Berdasarkan tingkat pemeringkatan resiko kemudian dibuat usulan perbaikan untuk peringkat resiko tertinggi.

Hasil dari tahap analisis digunakan untuk penerapan usulan perbaikan proses pada tahap *Improve*. Penerapan usulan perbaikan proses dilakukan dengan persetujuan pihak perusahaan. Selanjutnya dilakukan analisis pengaruh penerapan usulan perbaikan terhadap

peningkatan kualitas dalam hal ini pengurangan jumlah cacat. Analisis biaya dilakukan untuk menjustifikasi penerapan usulan perbaikan.

Hasil perbaikan kualitas akan menghasilkan standar baru, dalam hal penelitian ini adalah tingkat atau proporsi cacat yang baru dimana proporsi cacat lebih rendah dari sebelumnya. Pada tahap akhir yaitu tahap *Control* akan dirancang suatu metode untuk mempertahankan agar hasil proses perbaikan kualitas yaitu standard kualitas yang baru dapat terus terjaga.

### Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan melalui metode observasi dan wawancara dengan pihak perusahaan, serta pengamatan langsung di lantai produksi PT. XYZ. Data sekunder meliputi jumlah produksi setiap pengelinting dan produk cacat yang dihasilkan di sepanjang lantai produksi SKT.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data menggunakan tahapan DMAIC.

### Tahap Define

Pada tahap *Define* dilakukan identifikasi CTQ (*Critical To Quality*) dan didapatkan empat karakteristik kualitas menurut PT. XYZ, yaitu kepadatan isi rokok dengan standar berat rokok per batang adalah 1,75 – 1,9 gram, ukuran rokok dengan sisi rokok yang dibakar memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan sisi rokok yang dihisap, lem pada kertas rokok dengan pemberian lem dengan jumlah yang sesuai, dan kerapian rokok yang dilihat dari kertas rokok yang bersih dan setiap sisi ujung batang rokok memiliki permukaan yang rata. Data jenis dan jumlah cacat dapat dilihat di Tabel 1. Data kecacatan tersebut adalah data dari salah satu ruangan produksi SKT yang disebut ruangan SKT A, dengan menggunakan sampel 5 batang rokok. Pengambilan sampel tersebut dilakukan pada pagi hari atau pada saat pembuatan *batch* pertama (setiap *batch* membuat 500 batang rokok). Sampel ini tidak dapat mewakili seluruh kecacatan yang dihasilkan dalam satu hari, karena sampel ini hanya dijadikan sebagai peringatan agar kecacatan pada produksi selanjutnya dapat berkurang. Sistem peringatan yang digunakan oleh PT. XYZ adalah bila terdapat minimal 3 buah kecacatan dari 5 buah sampel yang diambil, maka QC akan memberitahukan jumlah dan jenis kecacatan yang dihasilkan pelinting. Pelinting yang mendapatkan peringatan akan memperbaiki kinerja mereka, namun bila selama 3 hari berturut-turut pelinting tetap mendapat peringatan dari QC, maka pelinting akan diberi pelatihan ulang dan akan diawasi pengerjaannya hingga hasil produksinya membaik.

Tabel 1. Data Kecacatan Menggunakan 5 Sampel Bulan Januari 2019

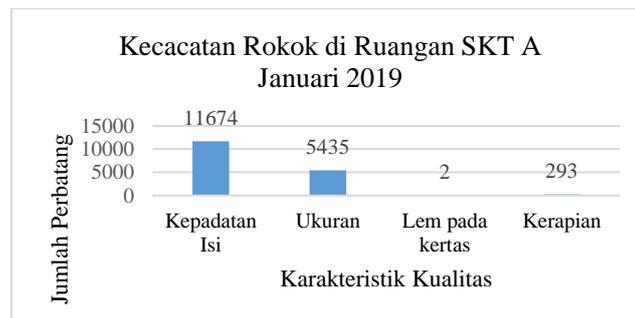
Tanggal	Jumlah Rokok		Jumlah Rokok yang Cacat (batang)			Total
	yang Diamati (batang)	Kepadatan Isi Rokok	Ukuran Rokok	Lem Pada Kertas Rokok	Kerapian Rokok	
3	1535	557	281	0	15	853
4	1570	573	264	0	19	856
7	1535	568	246	0	13	827
8	1555	552	259	0	11	822
9	1575	571	252	0	11	834
10	1560	578	263	0	14	855
11	1545	622	210	0	10	842
14	1280	524	317	0	34	875
15	1540	595	224	0	18	837
16	1555	729	78	0	0	807
17	1570	601	235	0	17	853
18	1515	742	74	0	0	816

**Tahap Measure**

Pada tahap *measure* dilihat potensi terjadinya cacat pada produk menggunakan (*Defect Per Million Opportunities*) dan *level sigma*. Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus (1) didapatkan nilai DPMO proses produksi saat ini sebesar 1135. Nilai DPMO dikonversikan kedalam tabel *Level Sigma* dan didapatkan nilai sebesar 4,55 sigma.

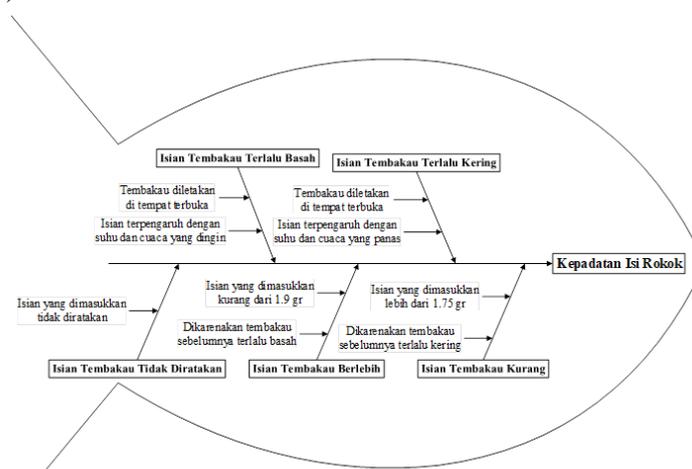
**Tahap Analyze**

Berdasarkan data cacat yang didapatkan, data diolah menggunakan diagram batang untuk mengetahui jenis cacat yang paling berpengaruh pada produksi PT. XYZ, dan diketahui bahwa penyebab kecacatan terbesar terletak pada karakter kualitas kepadatan isi rokok dengan jumlah 11674 batang (Gambar 1). Dengan diketahui letak penyebab kecacatan terbesar, maka penelitian selanjutnya difokuskan pada karakter kualitas kepadatan isi rokok.



Gambar 1. Diagram Jumlah Cacat Bulan Januari 2019

Analisis lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui penyebab potensial yang menghasilkan kecacatan pada kepadatan isi rokok dengan menggunakan diagram sebab akibat. Hasil dari analisis diagram sebab akibat tersebut menjadi masukan untuk proses FMEA (Gambar 2).



Gambar 2. Diagram Sebab Akibat Kepadatan Isi Rokok

Identifikasi potensi kegagalan, efek yang diakibatkan pada operasi dari produk dan identifikasi aksi untuk mengatasi permasalahan yang ada perlu diketahui lebih dalam menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Metode FMEA menggunakan tiga nara sumber yaitu kepala produksi (narasumber 1), kepala QC (narasumber 2) dan pelinting (narasumber 3). Hasil tingkat severity, occurrence dan detection terdapat pada Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4. Sedangkan hasil Risk Priority Number (RPN) terdapat pada Tabel 5.

Tabel 2. Skala *Severity Failure Mode* dan *Failure Effect*

<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	Keterangan	Narasumber			Skala <i>Severity</i>
			1	2	3	
Isian tembakau kurang	Akan ada rongga di dalam batangan rokok	Bila isian tembakau kurang dari 1.75 gram akan menyebabkan rongga di dalam batangan rokok	4	4	4	4
Isian tembakau berebih	Batangan rokok akan terlalu padat sehingga akan keras	Bila isian tembakau lebih dari 1.9 gram akan menyebabkan kepadatan di dalam batangan rokok	4	4	4	4
Isian tembakau tidak diratakan	Akan ada satu sisi yang berongga dan sisi yang lain akan keras	Bila isian tembakau pada alat tidak diratakan dapat menyebabkan lintingan yang tidak rata	3	3	2	2,6
Isian tembakau terlalu basah	Saat rokok kering akan terlalu padat dan keras	Sesudah dioven isian rokok akan mengembang sehingga batangan rokok terlalu padat atau keras	5	5	4	4,6
Isian tembakau terlalu kering	Isian akan mudah rontok menyebabkan dapat terjadi rongga pada batangan rokok	Peletakkan isian tembakau pada alat akan lebih susah dan isian mudah rontok, sehingga dapat menyebabkan rongga dalam batangan rokok	5	5	4	4,6

Tabel 3. Skala *Occurance Failure Mode* dan *Causes*

<i>Failure Mode</i>	<i>Causes</i>	Keterangan	Narasumber			Skala <i>Occurance</i>
			1	2	3	
Isian tembakau kurang	Isian tembakau yang dimasukkan ke dalam alat terlalu sedikit	Bila isian tembakau kurang dari 1.75 gram akan menyebabkan terdapat bagian lintingan rokok yang tidak penuh.	4	4	4	4
Isian tembakau berebih	Isian tembakau yang dimasukkan ke dalam alat terlalu banyak	Bila isian tembakau lebih dari 1.9 gram akan menyebabkan terdapat bagian lintingan yang terlalu padat hingga menjadi keras.	4	4	4	4
Isian tembakau tidak diratakan	Isian tembakau yang dimasukkan ke dalam alat tidak diratakan	Bila isian tembakau pada alat tidak diratakan dapat menyebabkan terdapat sisi rokok yang terlalu padat dan ada yang kurang padat.	2	2	2	2
Isian tembakau terlalu basah	Isian tembakau pelinting diletakkan di tempat terbuka dengan cuaca di sekitar dingin	Bila cuaca hujan dan ruangan dingin dapat membuat kelembaban isian rokok semakin tinggi.	4	5	4	4,3
Isian tembakau terlalu kering	Isian tembakau pelinting diletakkan di tempat terbuka dengan cuaca di sekitar panas	Bila cuaca dan ruangan panas dapat membuat alcohol pada isian rokok menguap dan isian rokok menjadi kering.	4	5	4	4,3

Tabel 4. Skala *Detection Failure Mode* dan *Control*

<i>Failure Mode</i>	<i>Control</i>	Keterangan	Narasumber			Skala <i>Detection</i>
			1	2	3	
Isian tembakau kurang	Memberikan saran dan pelatihan untuk memperbanyak isian rokok	Dilakukan pemeriksaan terhadap sampel lintingan, dilakukan pelatihan, diberikan saran untuk memperbanyak isian rokok yang dimasukkan dan diterapkan pengawasan terhadap pekerja.	4	4	3	3,6
Isian tembakau berebih	Memberikan saran dan pelatihan untuk mengurangi isian rokok	Dilakukan pemeriksaan terhadap sampel lintingan, dilakukan pelatihan, diberikan saran untuk mengurangi isian rokok yang dimasukkan dan diterapkan pengawasan terhadap pekerja.	4	4	3	3,6
Isian tembakau tidak diratakan	Memberikan saran dan pelatihan untuk meratakan isian rokok	Dilakukan pemeriksaan terhadap sampel lintingan, dilakukan pelatihan, diberikan saran untuk meratakan isian rokok yang dimasukkan ke dalam alat dan diterapkan pengawasan terhadap pekerja.	2	2	2	2
Isian tembakau terlalu basah	Membuat alat penyimpanan tembakau	Membuat alat untuk penyimpanan isian rokok sehingga kadar air pada isian rokok dapat terjaga.	5	5	5	5
Isian tembakau terlalu kering	Membuat alat penyimpanan tembakau	Membuat alat untuk penyimpanan isian rokok sehingga kadar air pada isian rokok dapat terjaga.	5	5	5	5

Tabel 5. Risk Priority Number (RPN)

No.	Failure Mode	Severity	Occurence	Detection	RPN
1	Isian tembakau kurang	4	4	3,6	57,6
2	Isian tembakau berlebih	4	4	3,6	57,6
3	Isian tembakau tidak diratakan	2,6	2	2	10,4
4	Isian tembakau terlalu basah	4,6	4,3	5	98,9
5	Isian tembakau terlalu kering	4,6	4,3	5	98,9

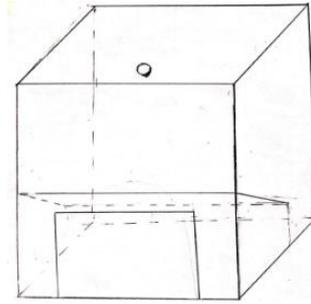
Berdasarkan hasil RPN Tabel 5, dapat disimpulkan bahwa *failure mode* tertinggi berkaitan dengan isian tembakau terlalu basah dan isian tembakau terlalu kering. Penyebab dari permasalahan ini adalah karena dalam tembakau terdapat kandungan alkohol yang kadarnya dapat berubah sesuai kondisi disekitar. Namun PT. XYZ memberikan wadah yang terbuka untuk meletakkan tembakau, sehingga kadar alkohol dalam tembakau akan sangat mudah dipengaruhi kondisi disekitar. Salah satu usulan yang disetujui oleh perusahaan adalah pembuatan alat bantu untuk mengatasi masalah mudah menguapnya alkohol dalam tembakau sehingga akan mengurangi cacat akibat tembakai terlalu basah atau kering.

### Tahap Improve

Tahap *improve* dilakukan untuk menerapkan metode perbaikan dari tahapan *analyze*. Perbaikan difokuskan terhadap permasalahan isian tembakau terlalu basah dan isian tembakau terlalu kering. Perbaikan dilakukan dengan membuat alat bantu untuk penyimpanan tembakau agar kadar alkohol tidak berubah. Untuk membuat alat bantu diperlukan membuat rancangan atau rekomendasi produk menggunakan tahapan perancangan dan pengembangan produk [17,18]. Tahapan perancangan dan pengembangan produk yang akan digunakan merupakan tahapan dari Ulrich dan Eppinger [19]. Tahapan yang dilakukan adalah perencanaan, pengembangan konsep, perancangan tingkatan sistem, perancangan rinci, pengujian dan perbaikan dan peluncuran produk.

Tahap perencanaan telah disetujui oleh perusahaan dengan membuat sebuah wadah tertutup untuk menyimpan isian rokok. Tahap pengembangan konsep dimulai dengan menentukan *mission statement* atau tujuan dari produk yang akan dibuat. Dengan diketahuinya *mission statement* wadah usulan, maka perlu dilakukan pengumpulan data kebutuhan dari wadah usulan dengan cara wawancara kepada pihak terkait penelitian ini. Wawancara dilakukan kepada kepala produksi, kepala QC, dan pelinting. Hasil wawancara yang telah didapatkan perlu diinterpretasikan dan disusun tingkat kebutuhannya. Berdasarkan data yang telah dikumpulkan dapat disimpulkan kebutuhan utama dari produksi sigaret kretek PT. XYZ adalah wadah yang dapat menjaga kadar alkohol dalam isian rokok dan memiliki ukuran yang dapat diletakkan di meja pekerja linting yang kecil. Berdasarkan hasil ini wadah usulan yang dibuat akan dibuat tertutup dengan ukuran yang tidak terlalu besar. Spesifikasi produk perlu dibuat agar wadah usulan yang dibuat memiliki ukuran yang sesuai, spesifikasi produk dibuat berdasarkan data tingkat kebutuhan akan wadah yang dibuat.

Tahapan berikutnya meliputi penyusunan, desain, dan seleksi konsep. Konsep wadah usulan disusun berdasarkan informasi sudah didapatkan pada *mission statement*, identifikasi kebutuhan pelanggan, dan spesifikasi produk yang telah dijabarkan sebelumnya. Berdasarkan kombinasi konsep wadah usulan diatas, hanya terdapat 2 konsep saja. Perbedaan konsep ini terletak dari bahan yang digunakan. Desain dan mekanisme kerja dari wadah usulan ini sama. Gambar 3 adalah konsep wadah usulan yang akan dibuat.



Gambar 3. Konsep Alat Bantu Usulan

Sesudah melakukan penyaringan konsep menggunakan *Selection Matrix*, didapatkan kedua konsep layak untuk dilanjutkan. Kedua konsep tersebut dipilih karena memiliki total nilai yang sama dan positif. Tahap selanjutnya adalah memberikan penilaian terhadap kedua konsep tersebut dengan cara memberikan *rating* tiap konsep sesuai dengan kriteria yang sebelumnya sudah ditentukan. Dengan telah ditentukannya skala penilaian, proses penilaian pada masing-masing konsep dapat dilakukan. Pada setiap kriteria kebutuhan, diberikan bobot kebutuhan yang jumlahnya harus 100%. Didapatkan hasil akhir konsep alat bantu dengan dua pertimbangan bahan dasar. Matriks penilaian konsep dapat dilihat di Tabel 6. Cara kerja dari alat bantu ini adalah tembakau dimasukkan dari bagian atas alat. Pada bagian dalam alat terdapat bidang miring yang akan membuat tembakau jatuh ke bagian belakang alat. Pelinting dapat memasukkan tangan dari lobang yang ada ke bagian belakang alat untuk mengambil tembakau.

Tabel 6. Matriks Penilaian Konsep

Kriteria	Bobot	Konsep			
		1 (Kayu)		2 (Alumunium)	
		Rating	Nilai	Rating	Nilai
Desain bahan	30%	3	0.9	3	0.9
Mekanisme kerja	30%	3	0.9	3	0.9
Keawetan bahan	20%	1	0.2	3	0.6
Harga bahan	20%	5	1.0	3	0.9
Total Nilai	100%	3.0 Tidak		3.3 Ya	

Alat bantu ini dicobakan kepada dua orang pelinting dan dicari rata-rata kecacatan yang dihasilkan satu ruangan produksi dengan cara sebagai berikut:

1. Pelinting terburuk

$$\text{Presentase penurunan kecacatan} = \frac{\text{jumlah kecacatan sebelum perbaikan} - \text{jumlah kecacatan setelah perbaikan}}{\text{jumlah kecacatan sebelum perbaikan}}$$

$$\text{Presentase penurunan kecacatan} = \frac{262-125}{262} = 52,29\%$$

2. Pelinting terbaik

$$\text{Presentase penurunan kecacatan} = \frac{\text{jumlah kecacatan sebelum perbaikan} - \text{jumlah kecacatan setelah perbaikan}}{\text{jumlah kecacatan sebelum perbaikan}}$$

$$\text{Presentase penurunan kecacatan} = \frac{111-55}{111} = 50,45\%$$

3. Rata-rata penurunan kecacatan

$$\text{Rata - rata presentase penurunan kecacatan} = \frac{\text{presentase kecacatan terburuk} - \text{presentase kecacatan terbaik}}{2}$$

$$\text{Rata - rata presentase penurunan kecacatan} = \frac{52,29\% - 50,45\%}{2} = 51,37\%$$

Dengan perhitungan di atas dilakukan pencarian nilai DPMO dan didapatkan nilai 550, sedangkan nilai *Level Sigma* setelah dilakukan penerapan menjadi 5,27. Terdapat penurunan DPMO dan peningkatan level sigma. Namun penurunan tingkat kecatatan produk tersebut menimbulkan biaya yaitu biaya pembuatan alat bantu. Analisis biaya dilakukan untuk

membandingkan penghematan biaya yang ditimbulkan karena pengurangan jumlah cacat dan biaya pembuatan alat bantu. Bahan pembuatan alat bantu bisa menggunakan kayu atau aluminium. Kelebihan dari pembuatan alat bantu menggunakan kayu adalah harganya yang murah, namun kelemahannya kurang higienis dan tidak dapat bertahan terlalu lama, sedangkan bahan aluminium memiliki kelebihan dapat digunakan minimal 5 tahun dan lebih higienis, namun harga pembuatannya cukup mahal. Perbandingan dapat dilihat di Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan dan Justifikasi Biaya

Bahan	Harga Pesanan per Satuan (Rp)	Pekerja (Orang)	Total Kebutuhan Biaya (Rp)	Masa Kegunaan (tahun)	Biaya yang Dibutuhkan (bulan)	Pengurangan Kecacatan dalam Biaya per Bulan (Rp)	Selisih Biaya per Bulan (Rp)
Kayu	50.000	317	15.850.000	2	660.416,67	7.491.330	6.830.913,33
Alumunium	350.000	317	110.950.000	5	1.849.166,67	7.491.330	5.642.163,33

Berdasarkan data perbandingan biaya tersebut terlihat apapun bahan yang dipilih pengurangan biaya masih lebih besar dibandingkan peningkatan biaya pembuatan alat bantu. Perusahaan dapat memilih bahan alat bantu yang akan digunakan dengan beberapa pertimbangan, seperti biaya, kelebihan dan kelemahan dari setiap bahan.

### **Tahap Control**

Tahap terakhir adalah mempertahankan standard tingkat kecatatan yang membaik akibat penggunaan alat bantu. Untuk mempertahankan standard tersebut dibuatlah peta kontrol proses. Peta kontrol yang diterapkan bisa menggunakan peta kontrol  $p$ . Peta kontrol  $p$  digunakan untuk mengendalikan proporsi produk cacat dalam setiap produksi yang dilakukan. Peta kontrol  $p$  didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Menghitung rata-rata proporsi produk cacat:

$$p = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{\text{jumlah kecacatan pelinting ruang A} \times (1 - \text{Presentase rata - rata penurunan kecacatan})}{\text{Hasil produk} \times \text{jumlah hari} \times 2 \text{ orang}}$$

$$p = \frac{28818 \times (1 - 51,37\%)}{6340000} = 0.0022$$

2. Menghitung batas kontrol atas (UCL):

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

$$UCL = 0.0022 + 3 \sqrt{\frac{0.0022(1-0.0022)}{6340000}} = 0.00225$$

3. Menghitung batas kontrol bawah (LCL):

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

$$LCL = 0.0022 - 3 \sqrt{\frac{0.0022(1-0.0022)}{6340000}} = 0.00214$$

Batas tersebut dapat digunakan oleh perusahaan untuk mengendalikan proses yang telah menggunakan alat bantu.

### **KESIMPULAN**

Permasalahan terbesar kualitas produksi PT. XYZ terletak pada isian tembakau terlalu basah dan isian tembakau terlalu kering. Hal ini disebabkan oleh wadah penyimpanan isian tembakau yang terbuka mempengaruhi kadar alkohol isian tembakau, sehingga melalui proses perancangan dan pengembangan produk dibuat alat bantu berupa wadah tertutup

untuk menyimpan isian tembakau. Dengan penerapan alat bantu wadah tertutup ini didapatkan rata-rata penurunan kecacatan sebesar 51.37%. Perhitungan lebih lanjut dilakukan, sehingga didapatkan nilai DPMO turun dari 1135 menjadi 550 dan *Level Sigma* meningkat dari 4,55 menjadi 5,27. Berdasarkan analisis biaya yang dilakukan penambahan biaya alat bantu masih lebih rendah dari penghematan biaya akibat menurunnya tingkat kecacatan. Jadi usulan perbaikan dapat diterapkan dengan penambahan peta kontrol untuk mempertahankan standar kualitas yang baru.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] V. Gaspersz, *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*, Bogor: Vinchristo Publication, 2011.
- [2] Jonny, J. Christyanti, "Improving the Quality of Asbestos Roofing at PT.BBI using Six Sigma Methodology," *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 65, pp.306–312, Desember 2012.
- [3] L.D. Dharmawan, dan Y. Ekawati, "Peningkatan Kualitas Knalpot Pada PT. Fajar Indah Menggunakan Metode Six Sigma," *Jurnal Teknik Industri*, vol.15, no. 2, pp.112-123, 2016.
- [4] M. Smetkowska, B. Mrugalska., "Using Six Sigma DMAIC to Improve the Quality of the Production Process: A Case Study," *Emerging Markets: Business and Management Studies Journal*,:7(2), pp.113-124, 2020.
- [5] F. Gleeson, P. Coughland, E. Goodman, A.Newell, V. Hargaden, "Improving manufacturing productivity by combining cognitive engineering and lean-six sigma methods," *Procedia CIRP*, vol. 81, pp. 641-646, 2019.
- [6] D. C. Montgomery, *Introduction to Statistical Quality Control*, United State of Amerika: John Wiley and Soon. 2013.
- [7] I. A. Memon, A. Ali, M.A. Memon, U. A. Rajput, S.A.K. Abro, A.A. Memon, "Defect reduction with the use of seven quality control tools for productivity improvement at an automobile company," *Engineering, Technology & Applied Science Research*, vol. 9, no. 6, pp.5062-5065, April 2019.
- [8] L. Ouyang, L. Wan, C. Park, J.Wang, Y. Ma, "Ensemble RBF modeling technique for quality design," *Journal of Management Science and Engineering*. vol. 4, issue 2, pp.105-118, Juni 2019.
- [9] B.G. Mwanza, C. Mbohwa, "Major obstacles to sustainability in the plastic industry," *Procedia Engineering*, vol. 8, pp.121-128, 2017.
- [10] J. Kim, G. M. Abdella, S. Kim, K.N. Al-Khalifa, A.M. Hamouda, "Control charts for variability monitoring in high-dimensional processes," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 130, pp.309-316, 2019.
- [11] N. Badariah, D. Sugiarto, C. Anugerah, "Penerapan metode failure mode and effect analysis (FMEA) dan expert system (sistem pakar)," *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 2016.
- [12] E.W. Randell, G. Short, N. Lee, A. Beresford, M. Spencer, M. Kennel, Z. Moores, D. Parry, "Strategy for 90% Autoverification of Clinical Chemistry and Immunoassay Test Result Using Six Sigma Process Improvement," *Data in Brief*, vol.18, pp.1740 – 1749, 2018.
- [13] B. Barbosa, M. T. Pereira, F. J. G. Silva, R. D. G. S. Campilho, "Solving Quality Problems in Tyre Production Preparation Process: A Practical Approach," *Procedia Manufacturing*, vol. 11, pp. 1239-1246, 2017.
- [14] S. Jevgeni, S. Eduard, Z. Roman, "Framework for Continuous Improvement of Production Processes and Product Throughput," *Procedia Engineering*, vol. 100, pp. 511-519, 2015.

- [15] C. Cunha, Dominguez C. “A DMAIC Project to Improve Warranty Billing’s Operations: A Case Study in A Portuguese Car Dealer,” *Procedia Computer Science*, vol. 64, pp. 885-893, 2015.
- [16] T. Z. Santoso, M. Choiri, N. W. Setyanto, “Peningkatan Kualitas Rokok Sigaret Kretek Tangan (SKT) dengan Metode Six Sigma,” *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, vol. 1, no. 2, pp. 392-403, 2013.
- [17] R. Ginting, *Perancangan Produk*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [18] Y. W. Suryawidayat, “Produk Komponen Cylinder Head dengan Pendekatan Quality Function Deployment dan Value Analysis,” S.T. skripsi, Universitas Indonesia, Depok, 2019.
- [19] M. Irvan, “Fase Pengembangan Konsep Produk dalam Kegiatan Perancangan dan Pengembangan Produk,” *Faktor Exacta*, vol. 4, no. 3, pp. 261-274, 2011.