



**PAPER – OPEN ACCESS**

## Pengendalian Kualitas Pabrik Kertas Rokok dengan Six Sigma

Author : Nurhayati Sembiring dan Steven Chailes  
DOI : 10.32734/ee.v2i3.778  
Electronic ISSN : 2654-704X  
Print ISSN : 2654-7031

*Volume 2 Issue 3 – 2019 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)*



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



# Pengendalian Kualitas Pabrik Kertas Rokok dengan *Six Sigma*

Nurhayati Sembiring<sup>1</sup>, Steven Chailes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dosen Program Studi SI Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Kampus USU, Jl. Almamater, Padang Bulan, Kota Medan 20155, Indonesia

<sup>2</sup> Mahasiswa Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Kampus USU, Jl. Almamater, Padang Bulan, Kota Medan 20155, Indonesia

Nurhayatipandia68@usu.ac.id , stevenchailes@gmail.com

## Abstrak

Pada penelitian ini, yang menjadi objek penelitian adalah kertas rokok. Jumlah sampel berupa kertas rokok yang diukur sebanyak 150 lembar. Kertas rokok tersebut akan diperiksa jumlah produk yang cacat dan jumlah kecacatan yang terdapat pada setiap unit produk. Data yang diperoleh merupakan data primer. Data primer yang diperoleh dengan cara melakukan pengamatan langsung terhadap kecacatan produk kertas rokok, yakni berupa data kecacatan atribut dan kecacatan variabel pada produk kertas rokok tersebut. Penentuan teknik pengambilan sampel. Dalam hal ini digunakan Systematic Random Sampling dan Simple Random Sampling. Jumlah populasi sampel yang diambil ditentukan oleh Laboratorium Pengukuran dan Statistik yakni sebanyak sampel yang terbagi atas 38 subgrup dengan jumlah masing-masing grup 10 dan 15 buah. Pengolahan data yang dilakukan didasari dengan pendekatan Six Sigma. Penarikan kesimpulan diambil dari hasil analisis dan evaluasi terhadap pengamatan yang merupakan jawaban dari perumusan masalah dan tujuan dari penelitian sendiri. Setelah ditarik beberapa kesimpulan maka dapat diberikan saran-saran dari peneliti berupa hal-hal yang harus diperhatikan untuk menjalankan penelitian ini agar memperoleh hasil yang optimal.

Kata Kunci : Six Sigma, DMAIC, Define, Measure, Analyze, Inspection, Control, FMEA, Kertas Rokok, Minitab.

## Abstract

*In this study, the object of research is cigarette paper. The number of samples in the form of cigarette paper measured 150 sheets. The cigarette paper will be checked for the number of defective products and the number of defects found in each product unit. The data obtained is primary data. Primary data obtained by direct observation of the defects of cigarette paper products, namely in the form of data attribute and variable disability attributes on cigarette paper products. Determination of sampling techniques. In this case, Systematic Random Sampling and Simple Random Sampling are used. The number of population samples taken is determined by the Measurement and Statistics Laboratory, which is as many as the sample divided into 38 subgroups with the number of each group 10 and 15 pieces. Data processing is carried out based on the Six Sigma approach. Withdrawal conclusions are taken from the results of analysis and evaluation of observations which are the answers to the formulation of the problem and the objectives of the research itself. After drawing some conclusions, suggestions can be given from researchers in the form of things that must be considered to carry out this research in order to obtain optimal results.*

*Keywords: Six Sigma, DMAIC, Define, Measure, Analyze, Inspection, Control, FMEA, Cigarette Paper, Minitab.*

## 1. Pendahuluan

Kualitas dapat diartikan sebagai suatu kumpulan dari sejumlah karakteristik yang terukur dan menunjukkan derajat kebaikan suatu produk. Kualitas di artikan sebagai faktor- faktor yang terdapat dalam suatu produk yang menyebabkan produk tersebut sesuai dengan tujuan untuk apa produk tersebut di hasilkan atau di butuhkan. Pengendalian kualitas merupakan suatu sistem yang terdiri dari pengujian, analisis, dan tindakan- tindakan yang harus di ambil dengan menggunakan kombinasi seluruh peralatan dan teknik- teknik yang berguna untuk mengendalikan kualitas suatu produk dengan ongkos minimal sesuai dengan keinginan konsumen. Kualitas produk yang akan di kendalikan dapat diartikan sebagai kesesuaian atau kepuasan konsumen atas suatu produk.

Penerapan pengendalian kualitas dengan metode six sigma dilakukan terhadap produk kertas rokok karena seringnya

timbul kecacatan pada produk tersebut seperti koyak, bolong maupun keriput. Dengan diterapkannya pengendalian kualitas pada pabrik Pusaka Prima Mandiri Indonesia, dapat meminimalisir biaya yang dapat timbul akibat adanya produk yang cacat, serta dapat menarik minat konsumen karena kepercayaan dan kepuasan dari konsumen terhadap produk-produk tersebut.

Penelitian yang dilakukan oleh Khamaludin (2017) adalah membahas tentang penyebab terjadinya penurunan kualitas cacat pinhole pada belt drive variable speed dan memberikan usulan perbaikan kualitas untuk mencegah terjadinya cacat pinhole. Agar pembahasan lebih fokus, penelitian ini membatasi hanya pada produk belt drive variable speed dengan jenis cacat produksi yang dominan berdasarkan hasil pengecekan Quality Control yaitu cacat pinhole. Adapun langkah-langkah solusi yang digunakan menggunakan DMAIC six sigma.

Perusahaan ini bergerak dalam bidang industri pembuatan kertas rokok (cigarette paper) dan Plug wrap. Plug wrap diproduksi dalam bentuk lembaran sedangkan kertas rokok tersebut diproduksi dalam dua bentuk yaitu bobbin dan ream. Adapun spesifikasi dari produk bobbin dan ream ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 1. Spesifikasi Produk Kertas Rokok PT. XYZ

No.	Kertas Rokok	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Satuan
1	Bobbin (Gulungan)	5500-6000	24-29	1 gulungan
2	Ream (Lembaran)	760-830	510	500 lembar

### 1.1. Perumusan Masalah

Masalah yang dirumuskan pada penelitian ini adalah analisis terhadap data-data dari hasil pengamatan terhadap objek produk kertas rokok berupa jumlah kecacatan yang terdapat pada produk dengan menggunakan peta kontrol atribut untuk menganalisis dan mengevaluasi kecacatan pada produk tersebut, melihat distribusi data dengan histogram, serta menganalisis kemampuan proses dari hasil pengukuran dimensi dimensi I (lebar) dan dimensi II (panjang) pada produk kertas rokok terhadap kualitas produk.

### 1.2. Asumsi dan Batasan Masalah

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian adalah :

1. Data hasil pengukuran merupakan data yang berdistribusi normal.
2. Data yang berada diluar batas kontrol dan mempunyai sebab terduga (assignable causes).
3. Alat ukur yang digunakan sesuai standar.

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Peta variabel, yang diukur adalah dimensi I (lebar) dan dimensi II (panjang) kertas rokok
2. Peta atribut, yang diamati adalah kecacatan pada produk, yaitu bolong, koyak dan keriput pada kertas rokok
3. Alat ukur yang digunakan adalah penggaris 50 cm.
4. Data yang berada diluar batas kontrol akan dilakukan revisi sebanyak 2 kali.

## 2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini, yang menjadi objek penelitian adalah kertas rokok. Jumlah sampel berupa kertas rokok yang diukur sebanyak 150 lembar. Kertas rokok tersebut akan diperiksa jumlah produk yang cacat dan jumlah kecacatan yang terdapat pada setiap unit produk.

Data yang diperoleh merupakan data primer. Data primer yang diperoleh dengan cara melakukan pengamatan langsung terhadap kecacatan produk kertas rokok, yakni berupa data kecacatan atribut dan kecacatan variabel pada produk kertas rokok tersebut.

Pengumpulan data dilakukan untuk data peta kontrol atribut. Dengan peta ini, dilakukan penghitungan jumlah kecacatan pada produk kertas rokok. Prosedur kerja yang dilakukan dalam pengukuran ini adalah sebagai berikut:

1. Penentuan teknik pengambilan sampel. Dalam hal ini digunakan Systematic Random Sampling dan Simple Random Sampling.
2. Jumlah populasi sampel yang diambil ditentukan oleh Laboratorium Pengukuran dan Statistik yakni sebanyak sampel yang terbagi atas 38 subgrup dengan jumlah masing-masing grup 10 dan 15 buah.
3. Pengukuran variabel dilakukan dengan mengukur panjang dan lebar produk kertas rokok.

Prosedur kerja dalam pengumpulan data atribut dari produk kertas rokok berdasarkan 3 kecacatan produk (bolong, koyak, dan keriput). yaitu:

1. Teknik pengambilan sampel dengan cara Systematic Random Sampling.
2. Jumlah sampel yang diambil ditentukan oleh Laboratorium Pengukuran dan Statistik.
3. Bagi produk ke dalam sub grup yang telah ditentukan oleh Laboratorium Pengukuran dan Statistik
4. Amati kecacatan dari produk di tiap sub grup. setiap satu kecacatan beri 1 turus pada kolom frekuensi.
5. Kemudian lengkapi tabel jumlah produk cacat.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pengolahan data yang dilakukan didasari dengan pendekatan Six Sigma. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Tahap *Define*, dengan melakukan stratifikasi jumlah kecacatan produk.
2. Tahap *Measure*, dengan menentukan control chart data atribut, menganalisis pengukuran data atribut, menentukan control chart data variabel, menganalisis sistem pengukuran data variabel, menentukan defects per opportunity, dan menentukan nilai six sigma. Sedangkan pada analisa sistem pengukuran data variabel dilakukan uji kenormalan data variabel, perhitungan process capability, dan uji rata-rata.
3. Tahap *Analyze*, dibagi menjadi dua bagian yaitu analyze atribut dan analyze data variabel. Pada data atribut diidentifikasi masalah dengan *Cause Effect Diagram* dan *Failure Model Effect Analysis* (FMEA).
4. Tahap *Improve*, meliputi penetapan sasaran improvement dan memberikan alternative untuk perbaikan.
5. Tahap *Control*, dengan pembuatan *Standard Operational Procedure* (SOP).

Pada tahun 2016 rata-rata Perusahaan dapat memproduksi 426.621 kg Roll Kertas Rokok per bulan. Sistem persediaan bahan baku pada perusahaan ini adalah make to order yaitu perusahaan hanya akan membuat produk apabila ada pesanan atau permintaan. Berikut adalah data kecacatan perusahaan.

Tabel 2. Data Kecacatan Produksi Perusahaan

No.	Bulan	Jumlah Hari Kerja	Jumlah Produksi (Kg)	Jumlah Kecacatan (Kg)
1	Januari	31	401519	48584
2	Februari	28	448461	41707
3	Maret	31	457369	45737
4	April	30	425982	46432
5	Mei	31	390843	49422
6	Juni	30	434806	48474
7	Juli	31	401250	45341
8	Agustus	31	468623	61389
9	September	30	413800	50070
10	Oktober	31	356136	49263
11	November	30	368792	52000
12	Desember	31	451876	56936
Jumlah		365	5019457	595355
Rata – rata		30.41667	418288.0833	49612.91667

#### 3.1. Pada tahap define

Dilakukan pengumpulan data checksheet dan stratifikasi kecacatan produk. Berikut adalah *checksheet* jumlah produk cacat.

Tabel 1. Checksheet Produk Cacat.

Sub Grup	Number of Inspection	Frequency	Number of Nonconforming	Keterangan
1	15	II	2	5.11
2	10	-	0	-
3	15	I	1	9
4	10	I	1	8
5	15	II	2	6.15
6	10	-	0	-
7	15	III	3	1.9.15
8	10	II	2	3.14
9	15	-	0	-
10	10	II	2	8.9
11	15	I	1	10.4
12	10	I	1	5
13	15	II	2	1.5
14	10	II	2	1.10
15	15	IV	4	4.5.6.15
16	10	I	1	9
17	15	-	0	-
18	10	III	3	2.3.6
19	15	II	2	14.15
20	10	V	5	2.5.6.9.10
21	15	I	1	7
22	10	-	0	-
23	15	-	0	-
24	10	II	2	4.5
25	15	I	1	2
26	10	I	1	1
27	15	III	3	3.4.5
28	10	I	1	5
29	15	IV	4	1.2.5.10
30	10	I	1	4
31	15	VI	6	1.2.7.8.14.15
32	10	-	0	-
33	15	-	0	-
34	10	II	2	1.2
35	15	III	3	7.10.12
36	10	I	1	6
37	15	II	2	10.11
38	10	-	0	-

Tabel 3. Stratifikasi Produk Kertas Rokok PT. XYZ

Sub Grup	Number of Inspection	Number of Nonconformities	Jumlah Kecacatan			Total
			Bolong (B)	Koyak (S)	Keriput (K)	
1	15	5K.11B	I	-	I	2
2	10	-	-	-	-	0
3	15	9B.9S	I	I	-	2
4	10	8S.8K	-	I	I	2
5	15	6K.6B.6S.11S.11B	II	II	I	5
6	10	-	-	-	-	0
7	15	1S.9K.15B	I	I	I	3
8	10	3K.4B.4S	I	I	I	3
9	15	-	-	-	-	0
10	10	8K.8B.9S	I	I	I	3
11	15	10K.10S.4S	-	II	I	3
12	10	5K	-	-	I	1
13	15	1K.5B.5S	I	I	I	3
14	10	1K.10B	I	-	I	2
15	15	4K.4S.5S.6S.15B.15S	I	III	I	6
16	10	9K	-	-	I	1
17	15	-	-	-	-	0
18	10	2K.3K.6S.6K	-	I	III	4
19	15	14B.14S.15B.15K	II	I	I	4
20	10	2K.5K.6B.9B.10S	II	I	III	6
21	15	7B.7K	I	-	I	2
22	10	-	-	-	-	0
23	15	-	-	-	-	0
24	10	4B.5B	II	-	-	2
25	15	2K	-	-	I	1
26	10	1B	I	-	-	1
27	15	3K.3B.4B.4S.5B	III	I	I	5
28	10	5S	-	I	-	1
29	15	1K.2K.5B.10B	II	-	II	4
30	10	4S	-	I	-	1
31	15	1B.1K.2K.7S.8K.14S.15S	I	III	III	7
32	10	-	-	-	-	0
33	15	-	-	-	-	0
34	10	1S.2B	I	I	-	2
35	15	7S.7B.10B.12B	III	I	-	4
36	10	6B	I	-	-	1
37	15	10B.10S.11B	II	I	-	3
38	10	-	-	-	-	0

### 3.2. Tahap Measure

#### 3.2.1. Peta P

Peta ini menggambarkan bagian yang ditolak karena tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Jumlah data nonconforming tiap subgroup

Maka. didapat nilai  $\bar{p}$  sebagai berikut:

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{37}{285} = 0.1298$$

Batas kelas Atas (UCL) dan Batas Kelas Bawah (LCL) dapat dihitung seperti dibawah ini :

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

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

Perhitungan UCL adalah sebagai berikut :

$$UCL_1 = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$UCL_1 = 0.1298 + 3\sqrt{\frac{0.1298(1-0.1298)}{15}}$$

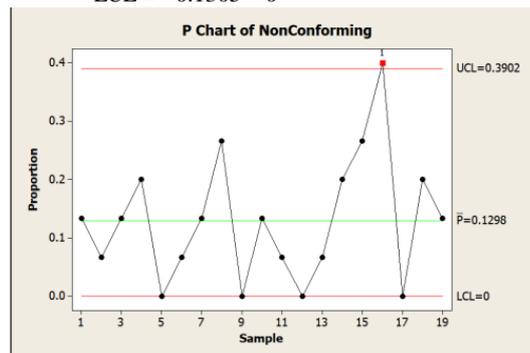
$$UCL = 0.3902$$

Perhitungan LCL adalah sebagai berikut:

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

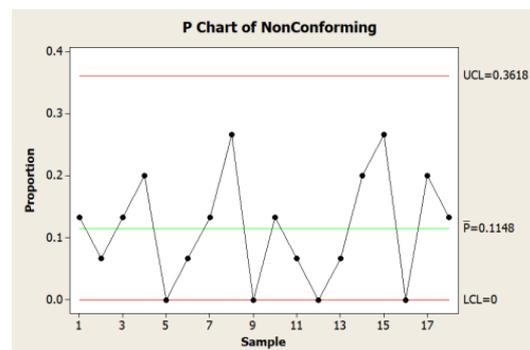
$$LCL = 0.1298 - 3\sqrt{\frac{0.1298(1-0.1298)}{15}}$$

$$LCL = -0.1305 \approx 0$$



Gambar 1. Peta P 1

Dikarenakan terdapat data-data yang out of control yaitu subgrup 31 maka dilakukan revisi 1 sehingga menjadi in control.



Gambar 2. Peta P 2

Dapat dilihat pada peta tidak ada data yang berada diluar batas kontrol (out of control). Oleh karena itu, tidak perlu dilakukan revisi.

### 3.2.2. Peta U

Peta kontrol u menggambarkan banyaknya ketidaksesuaian atau kecacatan dalam sampel berukuran bervariasi. Satu benda yang cacat memuat paling sedikit satu ketidaksesuaian, tetapi sangat mungkin satu unit sampel memiliki

beberapa ketidaksesuaian. tergantung sifat dasar keandalannya.

Perhitungan  $\bar{u}$  adalah sebagai berikut :

$$\bar{u} = \frac{\sum u}{\sum n} = \frac{54}{285} = 0.1895$$

$$UCL = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$LCL = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

Batas kelas Atas (UCL) dan Batas Kelas Bawah (LCL) dapat dihitung seperti dibawah ini :

$$UCL = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$UCL = 0.1895 + 3\sqrt{\frac{0.1895}{15}}$$

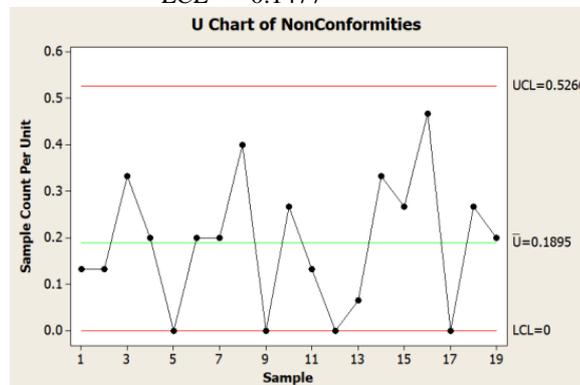
$$UCL = 0.5267$$

Perhitungan LCL adalah sebagai berikut :

$$LCL = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$LCL = 0.1895 - 3\sqrt{\frac{0.1895}{15}}$$

$$LCL = -0.1477$$



Gambar 3. Peta u

Dapat dilihat pada peta ada tidak data yang berada diluar batas kontrol (out of control). maka tidak perlu dilakukan revisi.

3.2.3. Control Chart Variabel Peta X dan R

Dilakukan pembangkitan bilangan random pada setiap sub grup kertas rokok.

Persamaan yang digunakan untuk pengolahan peta kontrol  $\bar{X}$  dan R adalah:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + .. + x_6}{6}$$

$$R = | R_1 - R_2 |$$

Di mana:  $\bar{X}$  = Lebar rata-rata dari lebar

R= Range antara ukuran lebar terbesar dengan ukuran lebar terkecil.

Sebagai contoh perhitungan nilai  $\bar{X}$  dan R untuk sub group XXX-6 adalah sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{36.96 + 36.72 + 37.34 + 36.63 + 37.51 + 37.32}{6} = 37.08$$

$$R = 37.51 - 36.63 = 0.88$$

Tabel 4. Hasil Perhitungan Control Chart Variabel X dan R

No Produk	Produk	Operator I		Operator II		Operator III		$\bar{X}$	R
		I	II	I	II	I	II		
372	XXX-6	37.0	36.7	37.3	36.6	37.5	37.3	37.1	0.9
81	VI-1	38.6	38.6	38.8	38.9	39.2	39.2	38.9	0.6
134	XI-3	39.7	39.8	39.2	39.3	39.1	39.2	39.4	0.7
51	IX-1	39.4	39.4	39.1	39.0	38.6	38.8	39.1	0.8
410	XXXIII-4	37.9	39.1	36.9	38.7	39.2	39.5	38.6	2.6
17	II-10	39.8	39.8	39.3	39.2	39.2	39.3	39.4	0.6
248	XX-7	39.2	40.0	37.3	38.5	37.1	38.8	38.5	2.9
418	XXXIV-3	37.3	36.9	37.0	36.9	37.4	36.7	37.0	0.8
65	IX-9	39.4	39.5	39.0	38.9	38.9	39.0	39.1	0.6
52	IX-10	39.5	39.6	39.1	39.2	38.8	38.9	39.2	0.8
Jumlah		387.7	389.4	383.0	385.3	385.0	386.7	386.2	11.3

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{x}}{n} = \frac{386.2}{10} = 38.62$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{n} = \frac{11.3}{10} = 1.13$$

Adapun batas kelas atas (UCL) dan batas kelas bawah (LCL) dapat dihitung seperti dibawah ini:

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \qquad UCL_R = D_4 \bar{R}$$

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \qquad LCL_R = D_3 \bar{R}$$

Dengan rumus di atas maka dapat dihitung nilai UCL dan LCL dari rata-rata dan range. Perhitungan UCL dan LCL sebagai berikut:

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \qquad LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

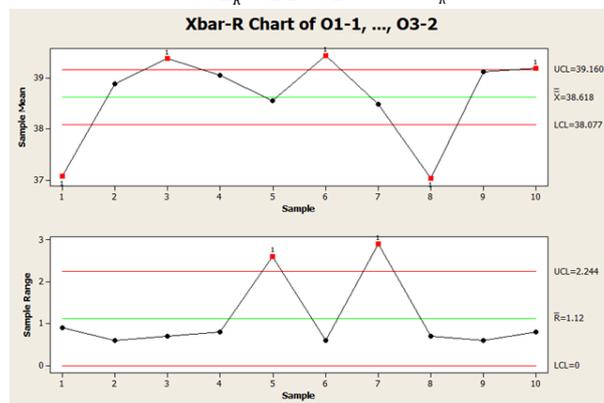
$$UCL_{\bar{x}} = 38.62 + 0.483(1.13) \qquad LCL_{\bar{x}} = 38.619 - 0.483(1.129)$$

$$UCL_{\bar{x}} = 39.1658 \qquad LCL_{\bar{x}} = 38.0742$$

$$UCL_R = D_4 \bar{R} \qquad LCL_R = D_3 \bar{R}$$

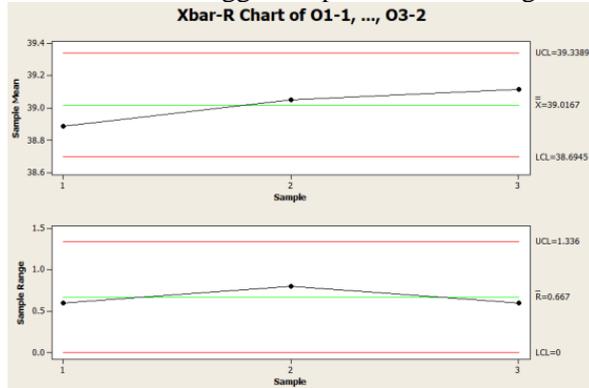
$$UCL_R = 2.004 \times 1.13 \qquad LCL_R = 0 \times 1.129$$

$$UCL_R = 2.26452 \qquad LCL_R = 0$$



Gambar 4. Control Chart Peta X dan R

Dapat dilihat pada peta ada 7 data yang berada di luar batas kontrol (out of control) yaitu pada data ke 1,3,6,8,10 dan pada (R) ke 5,7. Maka dilakukan revisi kembali sehingga didapatkan hasil sebagai berikut.



Gambar 5. Hasil Revisi Control Chart Peta X dan R

Dapat dilihat pada peta p tidak ada lagi data yang berada di luar batas kontrol (out of control) setelah dilakukan sekali revisi pada data tersebut.

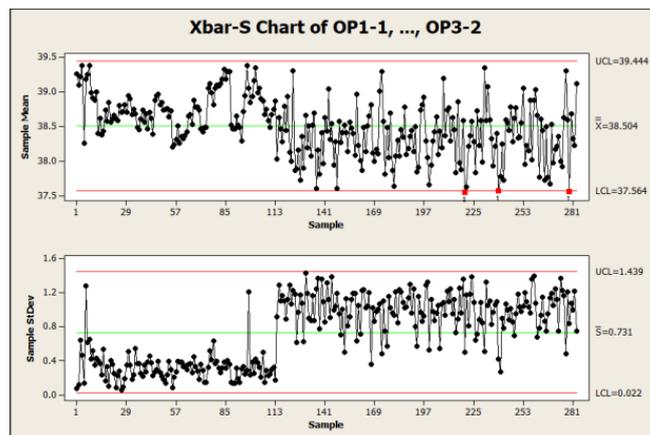
3.2.4. Peta  $\bar{X}$  dan S

Prosedur pengambilan sampel untuk peta  $\bar{X}$  dan S adalah sebagai berikut:

1. Teknik pengambilan sampel dengan cara *Systematic Random Sampling*.
2. Pengumpulan data kecacatan variabel ini dilakukan oleh 3 operator
3. Masing – masing operator mengukur produk sebanyak 2 kali.
4. Pengukuran ini dilakukan secara bergantian dari operator I sampai dengan operator III per produknya.
5. Kemudian catat hasil pengukuran.

Persamaan yang digunakan untuk pengolahan peta kontrol variabel S adalah:  $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$  di mana: S = standar deviasi

Berikut adalah hasil pengujian Xbar S d



Gambar 6. Control Chart Peta X dan S

Dapat dilihat setelah dilakukan dua kali revisi pada peta masih ada data yang berada di luar batas kontrol (out of control)

3.2.5. Uji Kenormalan data

Langkah-langkah pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Rumusan Normal
  - Ho : data berdistribusi normal
  - Hi : data tidak berdistribusi normal

2. Asumsikan  $\alpha = 0,05$
3. Tentukan nilai *max. min. range.* banyak kelas. dan panjang kelas  
 Data maksimum = 40.4  
 Data minimum = 36.6  
 $R = \text{Data max} - \text{Data min} = 40.4 - 36.6 = 3.7$   
 $K = 1 + 3.3. \log (N)$   
 $K = 1 + 3.3. \log (1680)$   
 $K = 11.64$

$$I = \frac{\text{Range}}{\text{Kelas}} = \frac{3.7}{11.64} = 0.32$$

4. Menghitung peluang (P) dari masing-masing kelas
5. Hitung nilai ekspektasinya ( $e_i$ ) untuk setiap interval.

$$e_i = \text{luas ke-i} \times n$$

6. Setelah didapatkan nilai  $E_i$  dan  $O_i$  maka dapat dihitung nilai  $\chi^2_{\text{hitung}}$

$$\chi^2_{\text{hitung}} = \sum \frac{((O_i - E_i) - 0.5)^2}{E_i}$$

7. Hitung  $\chi^2_{\text{tabel}}$
8. Kesimpulan:  $H_0$  ditolak ( $\chi^2_{\text{hitung}} > \chi^2_{\text{tabel}}$ ) atau dapat disimpulkan bahwa data dimensi I dan dimensi II kertas rokok tidak berdistribusi normal.

### 3.2.6. Perhitungan nilai six sigma.

Perhitungan manual dengan *Process Sigma Level Conversion Table*.

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Defects} \times 1.000.000}{\text{Inspected} \times \text{Opportunities per unit}}$$

$$\text{DPMO} = \frac{595355 \times 1.000.000}{5019457 \times 3}$$

$$\text{DPMO} = 39536.4811 \approx 39536$$

Dari data di atas didapatkan DPMO berada diantara 35931 dan 44566 kemudian dilakukan interpolasi untuk mendapatkan *sigma level* dengan DPMO sebesar 39536.

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}$$

$$\frac{x - 3,2}{3,3 - 3,2} = \frac{39536 - 44566}{35931 - 44566}$$

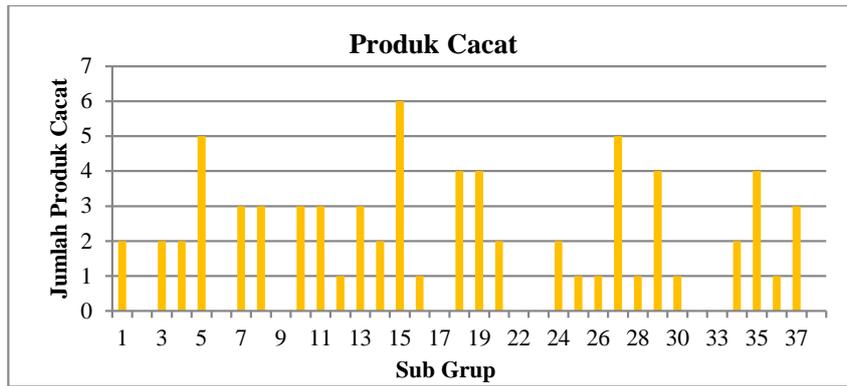
$$\frac{x - 3,2}{0,1} = 0,583$$

$$X = 3,2583 \approx 3,26$$

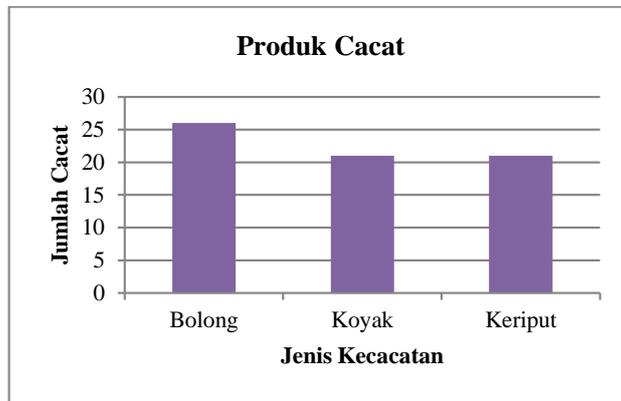
Dari hasil perhitungan dengan menggunakan *software six sigma calculator* terhadap data kecacatan produksi diperoleh nilai *process sigma level* sebesar 3.26. Dapat dikatakan bahwa perusahaan memproduksi kertas rokok yang cacat sebesar 3,26 buah dari 1.000.000 buah produksi kertas rokok.

## 3.3. Tahap Analyze

### 3.3.1. Histogram Jumlah produk yang cacat

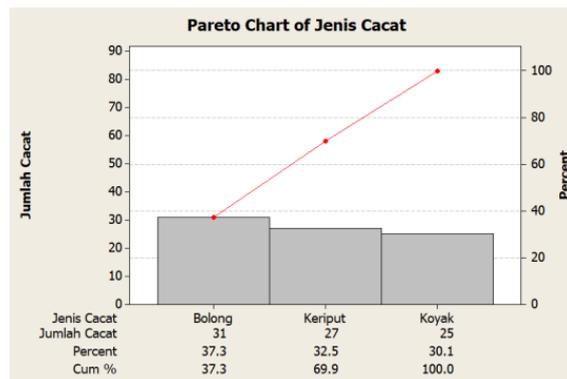


Gambar 6. Data Jumlah Produk Cacat



Gambar 7. Histogram Produk Cacat

3.3.2. Pareto Diagram produk yang cacat



Gambar 8. Pareto Diagram

3.3.3. Identifikasi masalah dengan Cause and Effect Diagram

Berdasarkan hasil pengamatan pada rantai produksi proses pembuatan kertas rokok, terdapat beberapa faktor utama penyebab cacat yang dibuat dalam tabel Why-Why. Di dalam tabel Why-Why dikelompokkan ke dalam faktor manusia, mesin, dan material

Tabel 5. Kategori Penyebab Kecacatan

Kategori Faktor Utama	Keterangan
Manusia	Dalam hal ini, kurangnya ketelitian operator sewaktu mengawasi proses produksi berlangsung serta

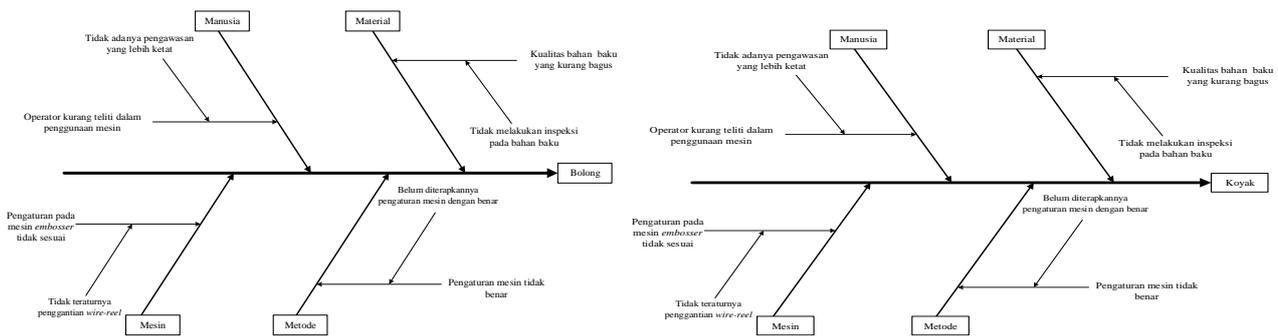
	kurangnya pemahaman operator dalam mensetting mesin dikarenakan tidak adanya briefing sebelum proses operasi dilakukan
Material	Menggunakan bahan baku yang tidak baik
Mesin	Dalam hal ini, penyesuaian setting mesin yang belum sesuai. Tidak adanya standar dalam penentuan setting mesin yaitu pada embosser, dryer, dan vacuum foil
Metode	Tidak ada standar operasional prosedur dalam penentuan penyetingan mesin, dan lama waktu hisapan mengakibatkan terjadinya kesalahan dalam memproduksi kertas rokok

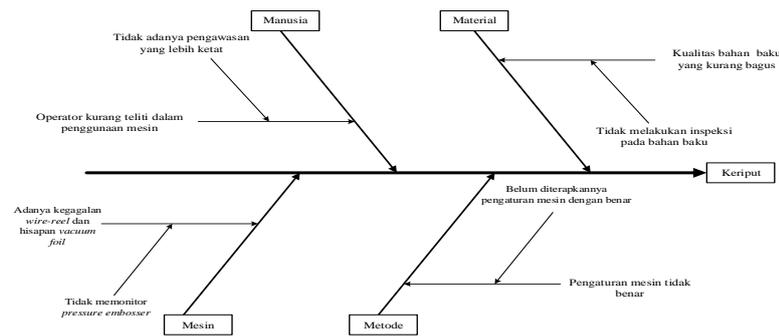
Analisa why-why untuk setiap faktor kecacatan pada kertas rokok dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 6. Why-why untuk Setiap Faktor Kecacatan

Why	Why	Why	Why	Why
Cacat	Bolong	Manusia	Operator kurang teliti dalam penggunaan mesin	Tidak adanya pengawasan yang lebih ketat
		Material	Kualitas bahan baku yang kurang bagus	Tidak melakukan inspeksi pada bahan baku
		Mesin	Adanya kegagalan <i>wire-reel</i> dan hisapan <i>vacuum foil</i>	Tidak teraturnya penggantian <i>wire-reel</i>
		Metode	Pengaturan mesin tidak benar	Belum diterapkannya pengaturan mesin dengan benar
	Kusut	Manusia	Operator kurang teliti dalam penggunaan mesin	Tidak adanya pengawasan yang lebih ketat
		Material	Kualitas bahan baku yang kurang bagus	Tidak melakukan inspeksi pada bahan baku
		Mesin	Pengaturan pada mesin <i>embosser</i> tidak sesuai	Tidak memonitor <i>pressure embosser</i>
		Metode	Pengaturan mesin tidak benar	Belum diterapkannya pengaturan mesin dengan benar

3.3.4. Fishbone diagram setiap kecacatan





Gambar 9. Fishbone Diagram Kecacatan

FMEA dibuat dengan terlebih dahulu menentukan efek yang ditimbulkan dari kegagalan pada proses, penyebab dari kegagalannya dan kontrol yang dilakukan untuk mencegah terjadinya efek dari kegagalan proses tersebut. Dalam menyelesaikan masalah yang ada, ditentukan dengan menghitung nilai resiko prioritas yang merupakan perkalian antara nilai keparahan (*severity*), kejadian (*occurrence*), dan deteksi (*detection*). Nilai keparahan (*severity*) adalah tingkat keseriusan/dampak dari kemungkinan efek yang terjadi bagi pengguna, kejadian (*occurrence*) adalah banyaknya rating yang berkaitan dengan probabilitas terjadinya kegagalan, sedangkan deteksi (*detection*) adalah berapa kemungkinan kecacatan tersebut diidentifikasi secara tepat.

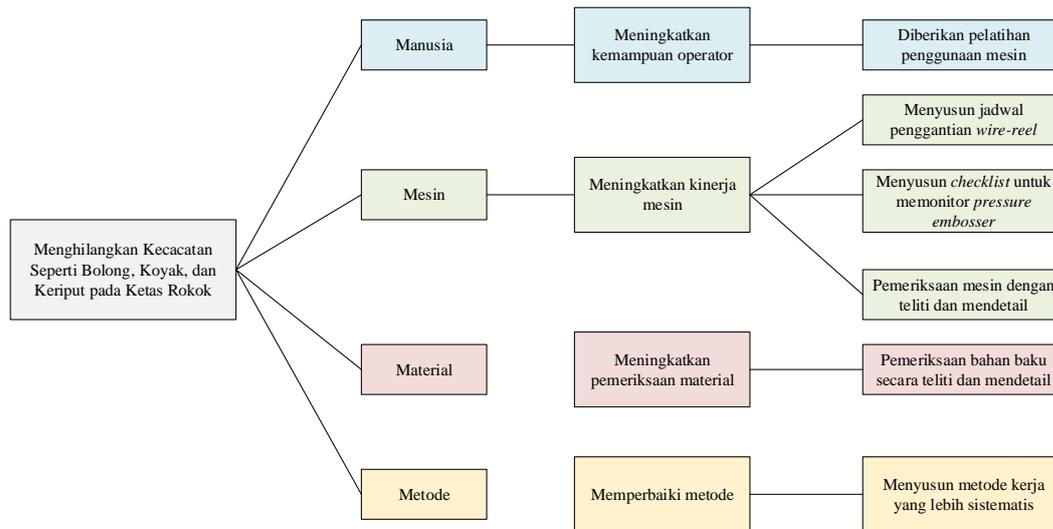
### 3.4. Tahap Improve

Kertas rokok yang diinginkan pasar adalah kertas rokok yang dapat digunakan dengan baik dalam membungkus rokok. Walaupun kecacatan minor dapat diterima, namun pada hakikatnya kecacatan tersebut harus tidak mempengaruhi fungsi utama dari produk. Dalam pengamatan yang telah dilakukan pada salah satu produsen kertas rokok yang terkemuka di Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara, dapat disimpulkan bahwa kecacatan bolong merupakan permasalahan kecacatan utama, yang menurut pengamatan praktikan disebabkan oleh faktor mesin. Oleh sebab itu sasaran improve dalam penelitian ini berfokus pada faktor mesin.

#### 3.4.1. Memberikan Alternatif untuk Perbaikan

Alternatif tindakan perbaikan disusun untuk memperbaiki parameter kecacatan yang telah diidentifikasi sebelumnya. Perbaikan tindakan dilakukan menggunakan metode 5W+1H. Metode tersebut meliputi pertanyaan:

1. What, tindakan perbaikan apa yang akan dilakukan untuk menghilangkan kecacatan.
2. Where, dimana tempat tindakan perbaikan untuk menghilangkan kecacatan tersebut akan dilakukan.
3. Why, mengapa kecacatan tersebut dapat terjadi sehingga didapatkan cara memperbaiki kecacatan tersebut.
4. Who, siapa yang akan bertanggung jawab terhadap tindakan perbaikan untuk menghilangkan kecacatan yang dilakukan.
5. When, kapan waktu pelaksanaan perbaikan untuk menghilangkan kecacatan dilakukan.
6. How, bagaimana tindakan perbaikan untuk menghilangkan kecacatan tersebut dilakukan.



Gambar 10. Tree Diagram

### 3.5. Tahap Control

Suatu standar/pedoman tertulis yang dipergunakan untuk mendorong dan menggerakkan suatu kelompok untuk mencapai tujuan tertentu. Masalah kecacatan produk kertas rokok yang paling banyak ditemukan yaitu kertas rokok yang sompel akibat kesalahan pada proses pengepresan.

Tentu saja setiap daripada kita diharapkan mampu melakukan pengawasan yang baik dalam suatu sistem produksi. Saran improve yang sebaik apapun tidak akan berguna, jikalau tanpa pengawasan yang baik dari pihak manajemen.

Dalam proses pengawasan (control) untuk menekan jumlah kecacatan produk, terutama kecacatan atribut sompel yang merupakan jenis kecacatan dominan pada produk kertas rokok dapat dilakukan dengan meminta operator lapangan memeriksa produk kertas rokok (melakukan inspeksi) pada produk jadi, dan memisahkan produk yang bercacat atribut.

Langkah inspeksi yang paling tepat adalah dilakukan setelah proses pengepresan selesai, tepatnya sebelum dikemas di dalam plastik untuk dipasarkan. Dengan menambahkan sebuah langkah kecil, berupa inspeksi, diharapkan mampu menekan jumlah produk kertas rokok yang cacat masuk ke dalam pasar.

## 4. Kesimpulan

1. Pada fase define diperoleh faktor yang mempengaruhi kecacatan kertas rokok yaitu mesin. Jenis kecacatan atribut pada kertas rokok adalah koyak, keriput dan bolong.
2. Pada fase measure dilakukan interpretasi terhadap data atribut dan variabel. Didapatkan nilai Six Sigma sebesar 3.26 dengan DPMO sebesar 39536, sehingga dapat dikatakan bahwa proses produksi kertas rokok telah cukup baik.
3. Pada fase analyze, didapatkan nilai capability index (CP) sebesar 0.42 pada dimensi I, dan 0.64 pada dimensi II. Pengujian rata-rata pada dimensi tinggi dimensi I kertas rokok sama dengan 38.5 cm, sedangkan pengujian rata-rata dimensi II telah sesuai dengan spesifikasi tepatnya 50.75 cm.
4. Pada fase improve, diberikan saran peningkatan mutu dan kualitas produksi kertas rokok berupa beberapa langkah perubahan yang berorientasi pada operator, yang merupakan faktor penyebab kecacatan utama. Langkah perubahan yang disarankan melalui metode 5W+1H seperti pengawasan operator, peningkatan kemampuan operator, penyesuaian fasilitas kerja, melakukan preventive maintenance, pemeriksaan kesehatan secara rutin serta peningkatan kesejahteraan dan kenyamanan operator.
5. Pada fase control, dilakukan pengendalian terhadap proses produksi kertas rokok, khususnya di proses pengepresan yang cenderung tinggi menghasilkan produk cacat, berupa pembuatan Standart of Procedure (SOP).
6. Kualitas produk kertas rokok PT. XYZ dapat dikatakan cukup baik, karena berdasarkan perhitungan pada keseluruhan fase mulai dari define, measure, analyze, improve, dan control sudah menunjukkan bahwa produk kertas rokok yang diproduksi sudah cukup baik.

Disarankan untuk peneliti lebih lanjut dapat menggunakan analisa kecacatan lanjutan seperti new seven tools.

### **Acknowledgement**

Sekiranya diperlukan ucapan terimakasih yang merupakan bentuk apresiasi adanya kontribusi dari perorangan yang tidak bisa disebutkan satu per satu, maupun Lembaga Pendidikan yakni Universitas Sumatera Utara khususnya Departemen Teknik Industri yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk berkontribusi dalam penelitian ini, serta kepada penyelenggara Conference ini yang telah memberi kesempatan bagi penulis untuk turut berpartisipasi dalam publikasi ilmiah.

### **Referensi**

- [1] Rosnani Ginting. Perancangan Produk. Yoyakarta: Graha Ilmu
- [2] Yuri M.Z.TQM Manajemen Kualitas Total dalam Perspektif Teknik Industri. Jakarta: PT Indeks. 2013.
- [3] Rosnani Ginting. Sistem Produksi.Yoyakarta: Graha Ilmu. 2007
- [4] Montgomery, Douglas C. 2009. Introduction to Statistical Quality, Douglas C. 2009. Introduction to Statistical Quality Control 6th Edition. United State of America: John Wiley & Sons
- [5] Tambunan, Rudi M. 2013. Standard Operating Procedure (SOP). Jakarta: PT. Suka Buku.