



Implementasi Statistical Process Control Untuk Minimasi Cacat Di PT. Bumimulia Indah Lestari

Hirawati Oemar¹, Hery Hamdi Azwir², Putra Fajar Pratama³

¹) Fakultas Teknik, Departemen Teknik Industri, Universitas Islam Bandung
Jl. Tamansari No 20, Bandung 40116

²) Fakultas Teknik, Departemen Teknik Industri, President University
Jl. Ki Hajar Dewantara, Jababeka, Cikarang, Bekasi 17550

³) PT. Bumimulia Indah Lestari, Bekasi, Indonesia

E-mail: ¹)hirawatio@yahoo.co.id, ²)hery.azwir@president.ac.id, ³)pratamafajarputra98@gmail.com

ABSTRAK

Kualitas adalah salah satu indikator keberhasilan suatu perusahaan dalam memenuhi kepuasan pelanggan serta dapat meningkatkan daya saing dalam dunia industri. Kualitas sendiri memerlukan pengendalian dalam rangka mempertahankan dan meningkatkan standar semaksimal mungkin. Di PT Bumimulia Indah Lestari belum terdapat pengendalian proses dan kualitas secara optimal, terutama pada proses labelling sehingga proporsi produk cacat pada proses tersebut masih tinggi yang ditandai dengan defect label pada produk botol MF Cussons 900 ml. Salah satu usaha yang dapat mengurangi proporsi produk cacat yaitu dengan implementasi metode SPC (Statistical Processing Control). Alat bantu dari metode tersebut yang digunakan adalah bagan kendali p (*p-chart*) untuk mengukur proporsi produk cacat, diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) untuk mengetahui penyebab awal dari suatu permasalahan yang kemudian ditelusur lebih lanjut terkait akar dari masalahnya dengan *Why Analysis*, dan dari hasil serangkaian penelitian tersebut ditentukan *action plan* yang bertujuan meminimalisasi produk cacat dari berbagai aspek. Dengan implementasi SPC (Statistical Processing Control) pada proses labelling botol MF Cussons 900 ml maka proporsi produk cacat sudah terkendali, serta menurunkan presentase jumlah produk cacat dari 15,838% menjadi 3,244%.

Kata kunci: *statistical processing control, defect, p-chart, why-why Analysis, quality improvement*

ABSTRACT

Quality is one indicator of a company's success in meeting customer satisfaction and increasing competitiveness in the industrialized world. The quality itself requires control in order to maintain and improve the standards as much as possible. At PT Bumimulia Indah Lestari there is no optimal process and quality control, especially in the labeling process so that the proportion of defective products in the process is still high, which is indicated by a defect label on the 900 ml MF Cussons bottle product. One effort that can reduce the proportion of defective products is the implementation of the SPC (Statistical Processing Control) method. The tools of the method used are *p-chart* to measure the proportion of defective products, *cause-and-effect diagrams (fishbone diagrams)* to find out the initial cause of a problem which is then explored further related to the root of the problem with *Why Analysis*, and from the results of a series of studies an *action plan* is determined which aims to minimize defective products from various aspects. With the implementation of SPC (Statistical Processing Control) on the labeling process of MF Cussons 900 ml bottles, the proportion of defective products has been controlled, and reduced the percentage of defective products from 15.838% to 3.244%.

Keywords: *statistical processing control, defect, p-chart, why-why analysis, quality improvement.*

1. Pendahuluan

PT. Bumimulia Indah Lestari adalah perusahaan yang berlokasi di kawasan industri Cikarang, Jawa Barat. Perusahaan ini bergerak di bidang manufaktur plastik seperti pembuatan kemasan plastik berupa botol, tube, jerrykan, dan pallet (Lestari, 2021). Suyadi (2007) mengatakan bahwa kualitas merupakan keadaan fisik dan fungsi serta sifat suatu produk tersebut, yang dapat memenuhi kebutuhan pelanggan dan sesuai dengan nilai yang dikeluarkan. Secara umum kualitas adalah evaluasi suatu produk yang tidak memiliki penyimpangan produksi dan memenuhi spesifikasi yang diinginkan oleh pelanggan (*customer*). Perusahaan saat ini memiliki

masalah dengan kualitas produk yang ditunjukkan dengan indikator tingkat produk cacat yang tinggi. Salah satu masalah kualitas produk yang mempunyai tingkat cacat yang tinggi adalah produk botol MF Cussons dengan varian 900ml yang terjadi saat proses *labelling*. Proses ini merupakan proses pelabelan pada produk botol yang harus sesuai dengan spesifikasi dekorasi yang telah ditetapkan. Dampak yang ditimbulkan oleh tingkat cacat produk yang tinggi ini adalah perusahaan harus menambah biaya produksi dan biaya tenaga kerja untuk melakukan proses pengerjaan ulang (*rework*) dari botol hasil cacat *labelling* tersebut. Untuk memecahkan masalah diputuskan menggunakan SPC (*Statistical Process Control*) sebagai metode yang dapat membantu memperbaiki proses produksi. Gambar 1 adalah gambaran umum proses *labelling* yang dilakukan oleh perusahaan.



Gambar 1. Proses *Labelling* MF Cussons 900 ml

Menurut Heizer dan Render (2006), SPC merupakan suatu cara penyelesaian yang bertujuan mengawasi standar mutu, serta mengukur untuk memperoleh referensi dan opsi untuk tindakan yang nantinya akan dilakukan untuk mengatasi masalah yang ditemukan. Dalam implementasi di lapangan tidak harus seluruh alat bantu digunakan, tergantung dari jenis masalah yang dihadapi dan batasan yang dimiliki oleh perusahaan dan kebutuhan masing-masing. SPC ini dipilih karena kesesuaian antara tujuan perusahaan dan keuntungan dalam penggunaan SPC yaitu dapat memonitoring, mengontrol dan meningkatkan efisiensi produksi dari segi kualitas produk yang dihasilkan. Pengendalian kualitas yang dilakukan yaitu melalui pembuatan bagan kendali (*control chart*) berdasarkan atribut dengan menggunakan *p-chart*, artinya pengukuran statistik dilakukan berdasarkan karakteristik produk cacat atau baik.

Melalui implementasi metode SPC ini perusahaan bisa mengetahui kondisi awal proses, menelusuri akar masalah, melakukan perbaikan, juga dapat untuk menganalisis lebih awal potensi penyimpangan yang terjadi pada produk, sehingga menjadi dasar keputusan tindakan pencegahan yang pada akhirnya dapat mengurangi jumlah produk cacat sekaligus meningkatkan profit perusahaan. Beberapa penelitian sebelumnya terkait penerapan SPC (*Statistical Process Control*) dalam rangka mengendalikan dan memonitor kualitas adalah oleh Kaban (2014) dengan judulnya yaitu “Pengendalian Kualitas Kemasan Plastik Pouch menggunakan *Statistical Process Control* (SPC) yang dilakukan di PT. Incasi Raya Padang”, juga penelitian yang dilakukan oleh Mirzaei dan Zare (2014) dengan judul penelitiannya adalah “*Aplication of Statistical Process Control in service industry, a case study of the restaurant sector*”.

2. Metode

Penelitian diawali dengan observasi awal untuk mengamati proses secara keseluruhan kemudian dilanjutkan dengan identifikasi masalah yang menjadi perhatian untuk dilakukan penelitian. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data yang berhubungan dengan masalah tersebut, kemudian melakukan analisis melalui pembuatan *control-chart*, penelusuran akar masalah, perbaikan, melakukan uji hipotesis untuk menunjukkan memang benar terjadi perbaikan, dan hasil akhir untuk dibandingkan dengan kondisi sebelumnya.

Pengumpulan data produk cacat dilakukan dengan melihat data historis jumlah produk cacat dari bulan Januari sampai dengan Februari 2021, yaitu data sebelum diterapkannya perbaikan. Selanjutnya dilakukan pembuatan bagan kendali pertama, berdasarkan data cacat yang sudah dikumpulkan, diolah dan dihitung menjadi tabel sebagai alat bantu untuk proses pembuatan ini. Setelah Bagan kendali diketahui, jika ada beberapa data yang berada di luar batas kendali, maka data tersebut harus di buang apabila hasil investigasi menunjukkan faktor penyumbang produk cacat tersebut merupakan assignable cause, yang artinya penyebabnya diketahui yang biasanya berasal dari material, manusia, metode, dan bisa diatasi dengan beberapa tindakan perbaikan. Jadi bukan akibat noise biasa.

Setelah pengolahan data awal maka dilanjutkan dengan identifikasi masalah yang terjadi. Data yang di buang dalam proses sebelumnya, ditelusuri akar masalahnya, diselidiki jenis cacat yang ditimbulkan, guna

mengetahui tindakan apa yang tepat dan dapat dilakukan perusahaan untuk mengurangi jumlah produk cacat yang dihasilkan. Dalam proses penelusuran ini setelah diketahui jenis cacat apa yang menjadi penyebabnya, kemudian dilakukan brainstorming dan analisis RCA (Root Cause Analysis). Dalam hal ini Why-Why Analysis terkait cacat tersebut, dan implementasi perbaikan/ solusi di lapangan dari hasil yang didapatkan.

Setelah perbaikan dilakukan maka dilakukan pengumpulan data produk cacat kembali dalam kurun waktu pertengahan Maret sampai dengan April 2021 yaitu dua minggu setelah pengambilan data pertama. Waktu dua minggu ini adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan. Data produk cacat tersebut, diolah dan dibuat kembali bagan kendali kedua setelah perbaikan. Selanjutnya dilakukan uji hipotesis yang bertujuan melihat perbedaan antara bagan kendali pertama dan kedua. Bagan kendali pertama yaitu sebelum perbaikan dan bagan kendali yang kedua yaitu setelah perbaikan diterapkan. Tujuan dari uji hipotesis ini adalah untuk menentukan apakah bagan kendali (control chart) kedua ini memang menunjukkan bukti bahwa rata-rata proses setelah perbaikan lebih baik atau tidak.

Dalam pembuatan p-chart, digunakan metode tiga (3) garis horizontal yang menunjukkan batas-batas yang dibuat secara visual untuk mengendalikan kualitas (Montgomery, 2013). Batas-batas tersebut dihitung dengan persamaan berikut:

- *Centre line* (CL) □ Garis horizontal yang berada di tengah di antara garis UCL dan LCL, garis ini menunjukkan nilai tengah (mean) atau nilai rata-rata dari data yang terakumulasi, dengan perhitungan pada Persamaan (1) sebagai berikut:

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum(d)}{\sum(n)} \quad (1)$$

- *Upper Control Limit* (UCL) □ Garis horizontal yang berada di atas garis CL yang menunjukkan batas kendali atas dengan Persamaan (2) sebagai berikut:

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}} \quad (2)$$

- *Lower Control Limit* (LCL) □ Garis horizontal yang berada di bawah garis CL yang menunjukkan batas kendali bawah dengan perhitungan seperti pada Persamaan (3) sebagai berikut:

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

Garis-garis tersebut ditentukan berdasarkan data historis, yaitu data produk cacat yang diambil dengan periode yang sudah ditentukan. Dari data di atas, pertama kita akan menghitung akumulasi dari produk cacat $\sum(d)$ dan sample $\sum(n)$. Jika jumlah sampel yang didapatkan tidak bisa konsisten dalam jumlah tertentu maka batas atas dan bawah *p-chart* yang dihasilkan tidak bisa berupa garis lurus dan solusinya adalah melakukan aproksimasi dengan mencari sampel rata-rata dengan menggunakan Persamaan (4) dan (5).

$$\bar{n} = \frac{\sum(\text{Sample size})}{\sum(\text{Sample number})} \quad (4)$$

$$UCL/LCL = \bar{p} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}} \quad (5)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengumpulan Data

Tahap ini dimulai dengan pengumpulan data produk cacat di bulan Januari sampai dengan Februari tahun 2021, di mana data yang dikumpulkan adalah data dengan presentase tertinggi yaitu pada proses *labelling* botol MF Cussons 900ml. Produksi dari tiap produk tidak dilakukan setiap hari, tergantung dari rencana produksi yang disiapkan oleh PPIC di PT Bumimulia Indah Lestari. Pengamatan produk cacat dilakukan secara visual, dengan dua kategori yaitu baik atau cacat. Jika hasil pengamatannya cacat, maka dilakukanlah pengerjaan ulang dengan mengelupas dan membuang label yang cacat tersebut. Sedangkan proses penentuannya yaitu dengan mengacu kepada sample cacat yang tersedia di lapangan sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 2. Tabel 1 memperlihatkan data yang sudah dikumpulkan dan direkap.



Gambar 2. Produk cacat

Tabel 1. Pengumpulan data periode Januari-Februari 2021

No	Date	Sum of Defect Found (d)	Sum of Sample Size (n)	d/n	No	Date	Sum of Defect Found (d)	Sum of Sample Size (n)	d/n
1	04/01/2021	20	145	0,138	21	25/01/2021	27	148	0,182
2	05/01/2021	27	175	0,154	22	26/01/2021	36	175	0,206
3	06/01/2021	14	125	0,112	23	27/01/2021	43	254	0,169
4	07/01/2021	36	163	0,221	24	28/01/2021	46	386	0,119
5	08/01/2021	41	232	0,177	25	29/01/2021	21	200	0,105
6	09/01/2021	56	385	0,145	26	30/01/2021	31	328	0,095
7	10/01/2021	48	350	0,137	27	31/01/2021	52	340	0,153
8	11/01/2021	32	190	0,168	28	01/02/2021	41	320	0,128
9	13/01/2021	27	214	0,126	29	02/02/2021	24	215	0,112
10	14/01/2021	21	197	0,107	30	03/02/2021	49	376	0,130
11	15/01/2021	21	180	0,117	31	04/02/2021	45	416	0,108
12	16/01/2021	20	200	0,100	32	05/02/2021	45	428	0,105
13	17/01/2021	21	200	0,105	33	06/02/2021	30	320	0,094
14	18/01/2021	23	240	0,096	34	07/02/2021	36	275	0,131
15	19/01/2021	42	348	0,121	35	08/02/2021	25	274	0,091
16	20/01/2021	18	160	0,113	36	09/02/2021	25	314	0,080
17	21/01/2021	34	354	0,096	37	10/02/2021	29	298	0,097
18	22/01/2021	44	362	0,122	38	11/02/2021	23	210	0,110
19	23/01/2021	14	148	0,095	39	12/02/2021	51	400	0,128
20	24/01/2021	45	215	0,209	40	13/02/2021	25	240	0,104
					41	14/02/2021	23	210	0,110
Jumlah / rata-rata							1331	10710	0,124

3.2. Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data produk cacat dilanjutkan dengan membuat bagan kendali. Karena data yang didapatkan adalah data atribut dan yang menjadi perhatian adalah proporsi cacat maka digunakan p-chart. Namun karena jumlah sampelnya tidak stabil maka nanti akan dilakukan standarisasi. Selanjutnya penentuan batas kendali dilakukan sebagai berikut: $\Sigma(d) = 1331$, $\Sigma(n) = 10710$

$$CL = \bar{p} = \frac{\Sigma(d)}{\Sigma(n)} = \frac{1331}{10710} = 0,124$$

Kemudian menghitung UCL dan LCL pada setiap data, sebagai contoh data pertama dengan nilai $n = 145$. Dengan menggunakan Persamaan (4) dan (5) didapatkan hasil sebagai berikut:

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}} = 0,124 + 3 \sqrt{\frac{0,124(1-0,124)}{145}} = 0,206$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}} = 0,124 - 3 \sqrt{\frac{0,124(1-0,124)}{145}} = 0,042$$

Diperoleh hasil seperti pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil Perhitungan (*P-Chart*) Data Periode Januari-Februari 2021

No	Date	d/n	UCL	LCL	CL	No	Date	d/n	UCL	LCL	CL
1	04/01/2021	0,138	0,206	0,042	0,124	21	25/01/2021	0,182	0,206	0,043	0,124
2	05/01/2021	0,154	0,199	0,049	0,124	22	26/01/2021	0,206	0,199	0,049	0,124
3	06/01/2021	0,112	0,213	0,036	0,124	23	27/01/2021	0,169	0,186	0,062	0,124
4	07/01/2021	0,221	0,202	0,047	0,124	24	28/01/2021	0,119	0,175	0,074	0,124
5	08/01/2021	0,177	0,189	0,059	0,124	25	29/01/2021	0,105	0,194	0,054	0,124
6	09/01/2021	0,145	0,175	0,074	0,124	26	30/01/2021	0,095	0,179	0,070	0,124
7	10/01/2021	0,137	0,177	0,071	0,124	27	31/01/2021	0,153	0,178	0,071	0,124
8	11/01/2021	0,168	0,196	0,052	0,124	28	01/02/2021	0,128	0,180	0,069	0,124
9	13/01/2021	0,126	0,192	0,057	0,124	29	02/02/2021	0,112	0,192	0,057	0,124
10	14/01/2021	0,107	0,195	0,054	0,124	30	03/02/2021	0,130	0,175	0,073	0,124
11	15/01/2021	0,117	0,198	0,051	0,124	31	04/02/2021	0,108	0,173	0,076	0,124
12	16/01/2021	0,100	0,194	0,054	0,124	32	05/02/2021	0,105	0,172	0,076	0,124
13	17/01/2021	0,105	0,194	0,054	0,124	33	06/02/2021	0,094	0,180	0,069	0,124
14	18/01/2021	0,096	0,188	0,060	0,124	34	07/02/2021	0,131	0,184	0,065	0,124
15	19/01/2021	0,121	0,177	0,071	0,124	35	08/02/2021	0,091	0,184	0,064	0,124
16	20/01/2021	0,113	0,203	0,046	0,124	36	09/02/2021	0,080	0,180	0,068	0,124
17	21/01/2021	0,096	0,177	0,072	0,124	37	10/02/2021	0,097	0,182	0,067	0,124
18	22/01/2021	0,122	0,176	0,072	0,124	38	11/02/2021	0,110	0,193	0,056	0,124
19	23/01/2021	0,095	0,206	0,043	0,124	39	12/02/2021	0,128	0,174	0,075	0,124
20	24/01/2021	0,209	0,192	0,057	0,124	40	13/02/2021	0,104	0,188	0,060	0,124
						41	14/02/2021	0,110	0,193	0,056	0,124

Dari hasil perhitungan tabel di atas, terlihat bahwa ada beberapa data yang mempunyai proporsi cacat yang melebihi batas, dalam hal ini UCL. Karena itu perlu diselidiki apa yang terjadi di pengambilan sampel saat itu. Dari pemeriksaan diketahui bahwa sampel ke-4, ke-20, dan ke-22 telah diluar batas kendali akibat adanya *assignable causes* sehingga sampel ketiga waktu tersebut diputuskan untuk dibuang. Jadi hasil perhitungan setelah dikurangi dengan sampel yang dikeluarkan menjadi:

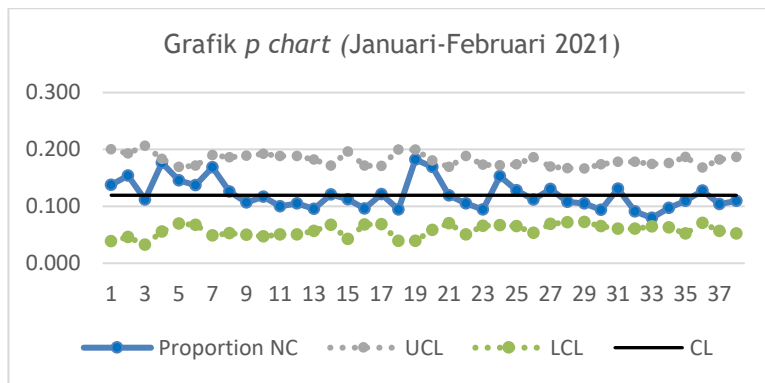
Sampel yang dikeluarkan : $\Sigma(d)$ dibuang = 117, $\Sigma(n)$ dibuang = 553, sehingga akhirnya $\Sigma(d) = 1331 - 117 = 1214$ dan $\Sigma(n) = 10710 - 553 = 10157$, kemudian $CL = \bar{p} = \frac{1214}{10157} = 0,120$. Selanjutnya berdasarkan revisi tersebut dilakukan perhitungan kembali untuk mendapatkan *p-chart* revisi. Tabel 3 memperlihatkan *p-chart* revisi.

Tabel 3. Hasil Perhitungan (*P-Chart*) Data Periode Januari-Februari 2021

No	Date	d/n	UCL	LCL	CL	No	Date	d/n	UCL	LCL	CL
1	04/01/2021	0,138	0,200	0,039	0,120	21	28/01/2021	0,119	0,169	0,070	0,120
2	05/01/2021	0,154	0,193	0,046	0,120	22	29/01/2021	0,105	0,188	0,051	0,120
3	06/01/2021	0,112	0,207	0,032	0,120	23	30/01/2021	0,095	0,173	0,066	0,120
4	08/01/2021	0,177	0,183	0,056	0,120	24	31/01/2021	0,153	0,172	0,067	0,120
5	09/01/2021	0,145	0,169	0,070	0,120	25	01/02/2021	0,128	0,174	0,065	0,120
6	10/01/2021	0,137	0,172	0,068	0,120	26	02/02/2021	0,112	0,186	0,053	0,120
7	11/01/2021	0,168	0,190	0,049	0,120	27	03/02/2021	0,130	0,170	0,069	0,120
8	13/01/2021	0,126	0,186	0,053	0,120	28	04/02/2021	0,108	0,167	0,072	0,120
9	14/01/2021	0,107	0,189	0,050	0,120	29	05/02/2021	0,105	0,167	0,072	0,120
10	15/01/2021	0,117	0,192	0,047	0,120	30	06/02/2021	0,094	0,174	0,065	0,120

No	Date	d/n	UCL	LCL	CL	No	Date	d/n	UCL	LCL	CL
11	16/01/2021	0,100	0,188	0,051	0,120	31	07/02/2021	0,131	0,178	0,061	0,120
12	17/01/2021	0,105	0,188	0,051	0,120	32	08/02/2021	0,091	0,178	0,061	0,120
13	18/01/2021	0,096	0,182	0,057	0,120	33	09/02/2021	0,080	0,174	0,065	0,120
14	19/01/2021	0,121	0,172	0,067	0,120	34	10/02/2021	0,097	0,176	0,063	0,120
15	20/01/2021	0,113	0,196	0,043	0,120	35	11/02/2021	0,110	0,187	0,052	0,120
16	21/01/2021	0,096	0,171	0,068	0,120	36	12/02/2021	0,128	0,168	0,071	0,120
17	22/01/2021	0,122	0,171	0,068	0,120	37	13/02/2021	0,104	0,182	0,057	0,120
18	23/01/2021	0,095	0,200	0,040	0,120	38	14/02/2021	0,110	0,187	0,052	0,120
19	25/01/2021	0,182	0,200	0,040	0,120						
20	27/01/2021	0,169	0,181	0,058	0,120						

Berdasarkan hasil perhitungan sebagaimana diperlihatkan dalam Tabel 3, semua data berada dalam batas kendali artinya tidak ada lagi data yang perlu dibuang dan grafik yang akan dihasilkan sudah dalam keadaan normal atau dalam batas kendali. Gambar 3 memperlihatkan grafik *p-chart* yang menunjukkan hasil perhitungan terbaru.



Gambar 3. Grafik *p-chart*

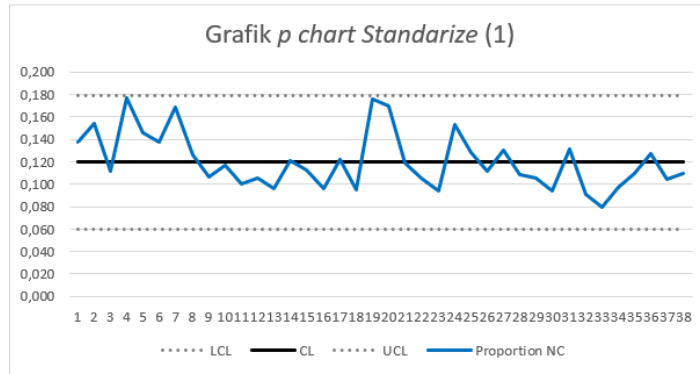
Kekurangan dari *p-chart* yang telah didapatkan adalah batas atas dan batas bawah bervariasi akibat ukuran sampel yang tidak konsisten sehingga hal ini akan menyulitkan dalam melakukan analisis. Untuk itu *p-chart* ini dapat direvisi kembali dengan membuat standarisasi melalui penentuan ukuran sampel secara rata-rata sehingga bisa didapatkan *p-chart* yang memiliki batas atas dan bawah yang tetap. Berikut hasil perhitungan dari bagan kendali yang telah dibuat menjadi standar:

$$CL = \bar{p} = \frac{1214}{10157} = 0,120 \text{ dan } \bar{n} = \frac{10157}{38} = 267,29$$

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{\bar{n}}} = 0,12 + 3 \sqrt{\frac{0,12(1 - 0,12)}{267,29}} = 0,18$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{\bar{n}}} = 0,12 - 3 \sqrt{\frac{0,12(1 - 0,12)}{267,29}} = 0,06$$

Dengan menggunakan bagan kendali yang baru maka akan didapatkan hasil sebagaimana yang diperlihatkan dalam Tabel 4. Untuk lebih memudahkan visualisasi *p-chart* maka dapat dilihat dalam Gambar 4.

Gambar 4. Grafik *p chart* standarize

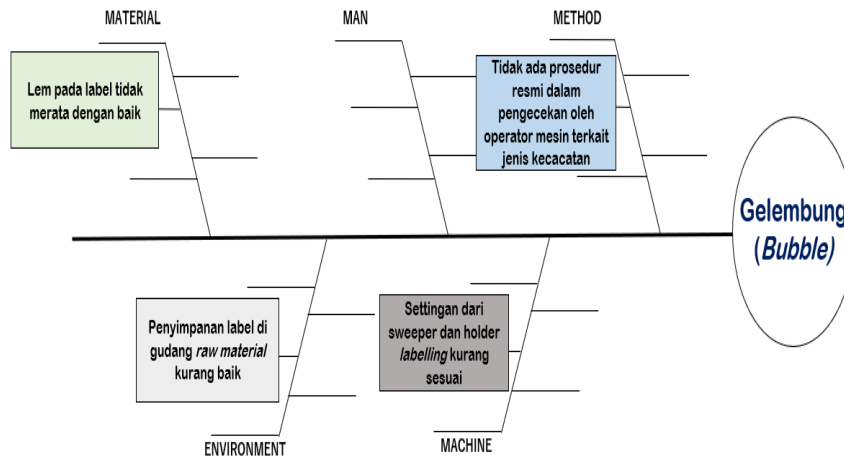
3.3. Analisis dan Upaya Perbaikan

Berdasarkan *p-chart* yang ditunjukkan dalam Gambar 4, dapat terlihat bahwa fluktuasi yang terjadi masih cukup tinggi. Hal ini menunjukkan perlunya dilakukan perbaikan proses. Maka tahap berikutnya adalah melakukan investigasi dan mencari akar masalah terkait jenis cacat produk. Dari hasil investigasi terkait jumlah dan jenis cacat ditemukan dua jenis cacat terbanyak yaitu *bubble* dan *peel-off*, sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 5, dan cukup signifikan muncul saat pengumpulan data awal yaitu:

- Pada tanggal 7 Januari 2021 (data ke-4) jenis cacat/ *defect* yang paling banyak ditemukan adalah gelembung (*bubble*).
- Pada tanggal 24 Januari 2021 (data ke-20) jenis cacat/ *defect* yang paling banyak ditemukan adalah gelembung (*bubble*).
- Pada tanggal 26 Januari 2021 (data ke-22) jenis cacat/ *defect* yang paling banyak ditemukan adalah terkelupas (*peel-off*).

Gambar 5. Jenis cacat di proses *labelling*

Untuk menelusuri sumber penyebab terjadinya *bubble* dilakukan fishbone analysis (lihat Gambar 6). Berdasarkan hasil penelusuran ditemukan bahwa terdapat empat faktor yang berkontribusi pada munculnya gelembung (*buble*). Pertama yaitu faktor material, ditemukan bahwa lem yang terdapat pada label ternyata tidak merata dengan baik diseluruh permukaannya. Kedua ialah faktor metode, ternyata tidak ada *standard operating procedure* atau *work instruction* untuk inspeksi sehingga tidak ada panduan yang jelas bagaimana melakukan pemeriksaan dengan benar. Ketiga adalah faktor mesin, *setting* dari sweeper dan *holder* pelabelan kurang sesuai. Keempat yakni faktor lingkungan (*environment*), label yang disimpan di gudang ternyata memiliki lingkungan yang kurang baik sehingga dapat mengakibatkan kerusakan label.



Gambar 6. Ishikawa diagram Gelembung (bubble)

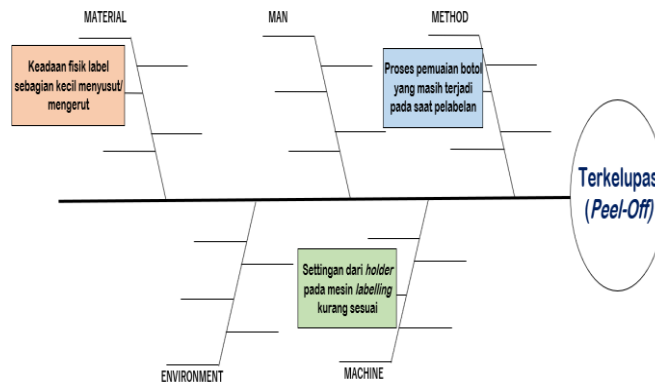
Setelah masalah dari masing-masing faktor ditemukan maka selanjutnya adalah mencari solusi. Metode yang digunakan adalah menggunakan Why Analysis dan Action Plan sebagaimana dijelaskan dalam Tabel 5. Melalui analisis lebih mendalam ditemukan sumber masalah untuk material adalah akibat suhu penyimpanan label yang tidak stabil. Untuk Mesin sumber masalahnya adalah akibat *setting tools*-nya telah aus. Sumber masalah untuk metode adalah akibat kurangnya materi pelatihan terkait jenis kecacatan pada produk MF Cusson 900 ml. Terakhir yang berkaitan dengan lingkungan adalah kapasitas penyimpanan di gudang yang tidak mencukupi sehingga diletakkan tidak pada tempatnya.

Tindakan yang dilakukan atau corrective action nya adalah memasang pengatur suhu ruangan (AC) untuk faktor material. Mengganti alat bantu setting tools dengan yang baru. Melakukan revisi materi pelatihan yaitu melengkapinya dengan informasi cacat produk MF Cusson 900. Sedangkan untuk penyimpanan label dicarikan lokasi penyimpanan yang lebih baik kondisi lingkungannya.

Tabel 5. Why Analysis, Action plan & Permanent Action Gelembung (bubble)

	Material	Machine	Method	Environment	No	Root Cause	Action Plan	Due Date
Why 1	Lem pada label tidak merata dengan baik	Setelan dari sweeper pada mesin labelling kurang sesuai	Tidak ada perintah dalam pengecekan oleh operator mesin terkait jenis kecacatan	Penyimpanan label di gudang raw material kurang baik	1	Suhu penyimpanan label tidak stabil	Pengadaan fasilitas untuk mengontrol suhu dalam ruangan berupa AC	Week 8
					2	Alat tersebut sudah aus	Mengganti alat bantu tersebut dengan yang baru	Week 7
Why 2	Suhu penyimpanan label tidak stabil	Operasional dari sweeper tidak maksimal	Materi training awal belum terdapat jenis kecacatan pada produk MF Cussons 900 ml	Dalam suatu waktu, kapasitas penyimpanan berlebih	3	Materi training awal belum terdapat jenis kecacatan pada produk MF Cussons 900 ml	Penambahan materi training terkait hal tersebut	Week 7
					4	Dalam suatu waktu, kapasitas penyimpanan berlebih	Menyediakan alternatif penyimpanan raw material	Week 8
Why 3	-	Alat tersebut sudah aus	-	-	PERMANENT ACTION (State in the blank below) 1. Pengadaan sample cacat di line produksi tentang jenis kecacatan pada produk MF Cussons 900 ml 2. Menyediakan tempat alternatif untuk penyimpanan label dalam ruang tertutup dan difasilitasi dengan AC			

Selanjutnya adalah penelusuran penyebab terjadinya cacat akibat terkelupas (peel-off). Di sini ditemukan tiga faktor yang berkontribusi pada kecacatan tersebut. Pertama adalah faktor Material yaitu, keadaan fisik dari label menyusut atau mengkerut. Kedua adalah faktor mesin, setting dari *holder* pada mesin *labelling* kurang sesuai. Ketiga adalah faktor metode di mana proses pemuain botol masih terjadi saat pelabelan dilakukan.



Gambar 7. Ishikawa diagram Terkelupas (Peel-off)

Kembali dengan menggunakan Why Analysis dan action plan penelusuran akar masalah hingga rencana perbaikan dilakukan. Pertama untuk faktor material ditemukan bahwa akar masalahnya adalah suhu penyimpanan label yang melewati batas yang diizinkan yaitu terlalu dingin atau terlalu panas. Kedua faktor mesin, ditemukan bahwa akar masalahnya adalah sama dengan cacat sebelumnya yaitu setelan manual yang tidak konsisten atau sering berubah-ubah. Ketiga yaitu faktor metode, akar masalahnya adalah alur produksi dalam pelabelan tanpa adanya waktu tunggu dan sangat dinamis, dan hal ini ujungnya disebabkan oleh tidak terdapatnya standard operating procedure atau work instruction yang jelas mengenai waktu tunggu dalam proses pelabelan.

Untuk corrective actionnya adalah melakukan fasilitas pengendali suhu ruangan (AC) yang terkait penyimpanan material. Melakukan penyetelan ulang holder dan pengecekan secara berkala yang dilakukan oleh operator, untuk faktor mesin. Sedangkan untuk faktor metode, dilakukan revisi terhadap prosedur yaitu adanya penambahan proses *aging* pada transisi awal proses pelabelan.

Tabel 6. Why Analysis, Action plan & Permanent Action Terkelupas (Peel-off)

	Material	Machine	Method	No	Root Cause	Action Plan	Due Date
Why 1	Keadaan fisik label sebagian kecil menyusut/mengerut	Settingan dari holder pada mesin labelling kurang sesuai	Proses pemuian botol yang masih terjadi pada saat pelabelan	1	Suhu penyimpanan label terlalu dingin/ panas	Penambahan fasilitas tambahan untuk mengontrol suhu dalam ruangan berupa AC	W8
				2	Setelan manual alat tersebut yang selalu berubah-ubah	Setel ulang holder dan check berkala oleh operator	W8
Why 2	Suhu penyimpanan label terlalu dingin/ panas	Setelan manual alat tersebut yang selalu berubah-ubah	Alur produksi dalam pelabelan tanpa waktu tunggu dan sangat dinamis	3	Tidak terdapat prosedur/ perintah waktu tunggu dalam alur proses labelling	Penambahan proses <i>aging</i> pada transisi awal proses labelling (WIP botol MF Cussons 900 ml)	W8
Why 3			Tidak terdapat prosedur/ perintah waktu tunggu dalam alur proses labelling	PERMANENT ACTION (State in the blank below) 1. Rolling operasional AC di ruangan penyimpanan label yang berjumlah 2 2. Menetapkan standar setelan pada mesin labelling 3. Penambahan pengecekan mesin labelling pada jadwal Preventive Maintenance (Monthly) 4. Penambahan proses <i>aging</i> botol MF Cussons 900 ml			

Pengimplementasian seluruh perbaikan pada proses *labelling* membutuhkan waktu kurang lebih 2 minggu, maka dari itu pengambilan data selanjutnya di periode bulan Maret sampai dengan bulan April 2021 dengan harapan tingkat produk cacat yang menurun dibandingkan dengan sebelumnya. Berikut pengambilan data ke-2 yang dilakukan pada bulan Maret sampai dengan bulan April 2021, yaitu sebagai berikut:

Tabel 7. Pengumpulan Data Periode Maret-April 2021

No	Date	Sum of Defect Found (d)	Sum of Sample Size (n)	d/n	No	Date	Sum of Defect Found (d)	Sum of Sample Size (n)	d/n
1	01/03/2021	4	175	0,023	21	25/03/2021	5	289	0,017
2	02/03/2021	6	318	0,019	22	26/03/2021	7	254	0,028
3	03/03/2021	8	265	0,030	23	27/03/2021	5	176	0,028
4	04/03/2021	3	184	0,016	24	28/03/2021	7	327	0,021
5	07/03/2021	5	267	0,019	25	29/03/2021	3	233	0,013
6	08/03/2021	9	363	0,025	26	30/03/2021	7	298	0,023

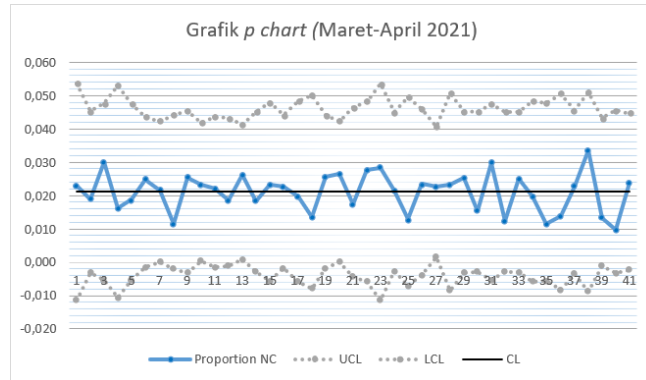
No	Date	Sum of Defect Found (d)	Sum of Sample Size (n)	d/n	No	Date	Sum of Defect Found (d)	Sum of Sample Size (n)	d/n
7	09/03/2021	9	417	0,022	27	31/03/2021	11	485	0,023
8	10/03/2021	4	347	0,012	28	01/04/2021	5	214	0,023
9	11/03/2021	8	314	0,025	29	02/04/2021	8	317	0,025
10	12/03/2021	10	429	0,023	30	03/04/2021	5	326	0,015
11	13/03/2021	8	364	0,022	31	04/04/2021	8	268	0,030
12	14/03/2021	7	376	0,019	32	05/04/2021	4	326	0,012
13	15/03/2021	12	459	0,026	33	06/04/2021	8	321	0,025
14	16/03/2021	6	326	0,018	34	07/04/2021	5	253	0,020
15	17/03/2021	6	259	0,023	35	08/04/2021	3	260	0,012
16	18/03/2021	8	353	0,023	36	09/04/2021	3	215	0,014
17	19/03/2021	5	253	0,020	37	10/04/2021	7	307	0,023
18	20/03/2021	3	221	0,014	38	11/04/2021	7	209	0,033
19	21/03/2021	9	352	0,026	39	12/04/2021	5	375	0,013
20	24/03/2021	11	416	0,026	40	13/04/2021	3	312	0,010
					41	14/04/2021	8	337	0,024
Jumlah / rata-rata							265	12560	0.021

Setelah perbaikan, terlihat jelas perbedaan atau penurunan jumlah produk cacat di proses *labelling*. Kemudian dibuatkan tabel perhitungan UCL, LCL, dan CL dengan perhitungan dan rumus yang sama untuk data produk Januari-Februari lalu. Berikut hasil perhitungan menggunakan rumus tersebut untuk data dalam jangka waktu 2 bulan (Maret dan April 2021) yaitu sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Perhitungan (P-Chart) Data Periode Maret-April 2021

No	Date	d/n	UCL	LCL	CL	No	Date	d/n	UCL	LCL	CL
1	01/03/2021	0,023	0,054	-0,011	0,021	21	25/03/2021	0,017	0,046	-0,004	0,021
2	02/03/2021	0,019	0,045	-0,003	0,021	22	26/03/2021	0,028	0,048	-0,006	0,021
3	03/03/2021	0,030	0,048	-0,005	0,021	23	27/03/2021	0,028	0,054	-0,011	0,021
4	04/03/2021	0,016	0,053	-0,011	0,021	24	28/03/2021	0,021	0,045	-0,003	0,021
5	07/03/2021	0,019	0,047	-0,005	0,021	25	29/03/2021	0,013	0,049	-0,007	0,021
6	08/03/2021	0,025	0,044	-0,002	0,021	26	30/03/2021	0,023	0,046	-0,004	0,021
7	09/03/2021	0,022	0,042	0,000	0,021	27	31/03/2021	0,023	0,041	0,002	0,021
8	10/03/2021	0,012	0,044	-0,002	0,021	28	01/04/2021	0,023	0,051	-0,008	0,021
9	11/03/2021	0,025	0,045	-0,003	0,021	29	02/04/2021	0,025	0,045	-0,003	0,021
10	12/03/2021	0,023	0,042	0,000	0,021	30	03/04/2021	0,015	0,045	-0,003	0,021
11	13/03/2021	0,022	0,044	-0,001	0,021	31	04/04/2021	0,030	0,047	-0,005	0,021
12	14/03/2021	0,019	0,043	-0,001	0,021	32	05/04/2021	0,012	0,045	-0,003	0,021
13	15/03/2021	0,026	0,041	0,001	0,021	33	06/04/2021	0,025	0,045	-0,003	0,021
14	16/03/2021	0,018	0,045	-0,003	0,021	34	07/04/2021	0,020	0,048	-0,006	0,021
15	17/03/2021	0,023	0,048	-0,006	0,021	35	08/04/2021	0,012	0,048	-0,006	0,021
16	18/03/2021	0,023	0,044	-0,002	0,021	36	09/04/2021	0,014	0,051	-0,008	0,021
17	19/03/2021	0,020	0,048	-0,006	0,021	37	10/04/2021	0,023	0,046	-0,004	0,021
18	20/03/2021	0,014	0,050	-0,008	0,021	38	11/04/2021	0,033	0,051	-0,009	0,021
19	21/03/2021	0,026	0,044	-0,002	0,021	39	12/04/2021	0,013	0,043	-0,001	0,021
20	24/03/2021	0,026	0,042	0,000	0,021	40	13/04/2021	0,010	0,046	-0,003	0,021
						41	14/04/2021	0,024	0,045	-0,002	0,021

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, semua data berada dalam spesifikasi artinya tidak ada lagi data yang perlu dibuang. Selanjutnya, kita buat grafiknya yang menunjukkan hasil perhitungan kita yang baru seperti sebelumnya yaitu sebagai berikut:



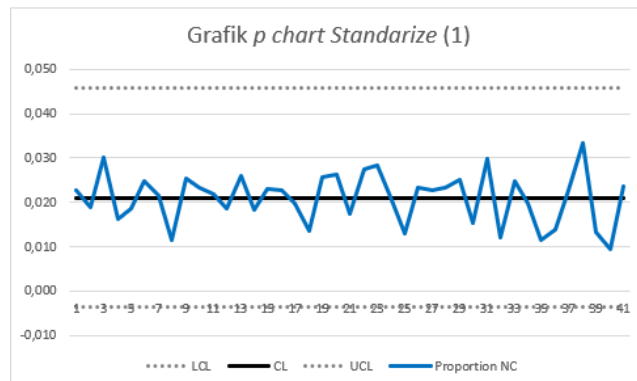
Gambar 8. Grafik p chart

Setelah mendapatkan bagan kendali tersebut, selanjutnya membuat bagan kendali tersebut menjadi standar, artinya batas atas dan batas bawah masing-masing memiliki proporsi yang sama yaitu 3σ . Berikut hasil perhitungan dari bagan kendali yang telah dibuat menjadi standar, dengan rumus yang sama.

$$CL = \bar{p} = \frac{265}{12560} = 0,021 \text{ dan } \bar{n} = \frac{12560}{41} = 306,34$$

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}} = 0,021 + 3 \sqrt{\frac{0,02(1-0,02)}{306,34}} = 0,045$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}} = 0,021 - 3 \sqrt{\frac{0,02(1-0,02)}{306,34}} = 0$$



Gambar 9. Grafik p chart standarize

3.4. Uji Hipotesis

Uji hipotesa ini bertujuan untuk mengetahui apakah bagan kendali kedua (setelah perbaikan) memiliki perubahan rata-rata proses menjadi lebih baik atau memang tidak ada perbedaan yang signifikan dari bagan kendali pertama (sebelum perbaikan). Dengan perhitungan sebagai berikut:

- Uji hipotesis perubahan rata-rata proses

$$H_0 : p_1 = p_2$$

$$H_1 : p_1 > p_2$$

- Penentuan kriteria penerimaan (tingkat kepercayaan n & Z_α)

$$\alpha = 0,05$$

$$Z_\alpha = 1,645$$

- Perhitungan p dan Z_0

$$p_1 = 0,120$$

$$p_2 = 0,021$$

$$n_1 = 10157$$

$$n_2 = 12560$$

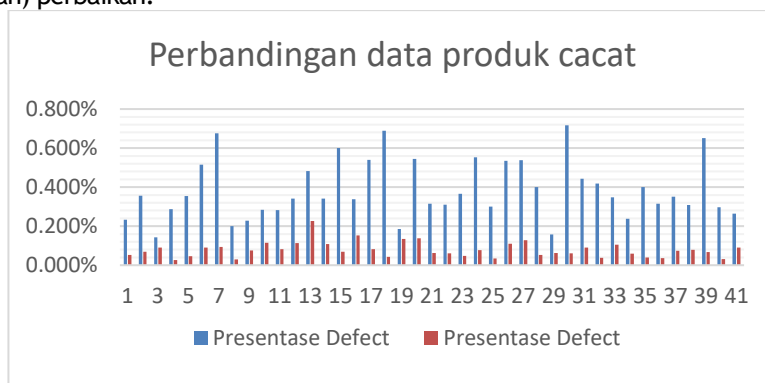
$$p = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2}{n_1 + n_2} = \frac{(10157 \times 0,120) + (12560 \times 0,021)}{(10157 + 12560)} = 0,065264$$

$$Z_0 = \frac{p_1 - p_2}{p(1-p)\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)} = \frac{0,120 - 0,021}{0,065264(1 - 0,065264)\left(\frac{1}{10157} + \frac{1}{12560}\right)} = 2,0578$$

Karena $Z_0 > Z_\alpha$ maka H_0 ditolak, artinya terjadinya perbaikan terhadap proses dapat diverifikasi karena secara statistik. Dapat diperlihatkan bahwa perbaikan terjadi ditunjukkan dengan nilai p_2 yang lebih rendah dari p_1 .

3.5. Perbandingan sebelum dan setelah perbaikan

Berdasarkan data produk cacat pada periode pertama dan periode kedua, terdapat perbandingan di antara kedua data tersebut. Gambar 10 menunjukkan perbandingan data produk cacat sebelum (warna biru) dan sesudah (warna merah) perbaikan.



Gambar 10. Grafik perbandingan produk cacat

Berdasarkan Gambar 10 di atas, dapat dilihat perbandingan presentase jumlah produk cacat sebelum dan setelah perbaikan di mana terjadi penurunan yang cukup signifikan, jika dihitung dalam satu hari terjadi penurunan presentase jumlah produk cacat pada proses *labelling* sebesar 0,31% dan total presentase jumlah produk cacat pada proses *labelling* sebelum dilakukan perbaikan yaitu sebesar 15,838% dan setelah dilakukan perbaikan mengalami penurunan 12,594% menjadi 3,244%. Untuk menjaga kesinambungan perbaikan maka perlu dilakukan pembuatan prosedur operasi standar juga. Agar dapat menurunkan kembali prosentasi cacat yang telah menurun menjadi 3,244% maka perlu dilakukan analisis Pareto kembali untuk melihat jenis cacat apa lagi yang perlu mendapat prioritas untuk direduksi. Ini akan menjadi proyek perbaikan berikutnya.

4. Kesimpulan

Dari bagian-bagian sebelumnya yang memaparkan identifikasi sampai kepada evaluasi masalah dapat ditarik beberapa kesimpulan, antara lain:

- ✓ Kecacatan yang terjadi pada saat proses *labelling* dapat diminimalisir dengan mengatasi beberapa faktor penyumbang produk cacat tersebut, antara lain adalah penyimpanan label pada Gudang material kurang baik, kurangnya pelatihan pada tenaga kerja, belum adanya standar atau parameter dari operasional run-in mesin, serta proses pemuatan dari botol WIP MF Cussons 900 ml.
- ✓ Adapun beberapa tindakan (*corrective action*) yang tepat dilakukan untuk mengurangi jumlah produk cacat pada proses *labelling* yaitu alokasi tempat untuk penyimpanan label MF Cussons 900 ml dengan pengatur kestabilan suhu berupa AC, melakukan pelatihan dan sosialisasi untuk operator mesin *labelling* terkait jenis cacat, pembuatan dan penetapan parameter untuk operasional mesin dan melakukan tambahan proses aging sebelum botol WIP MF Cussons 900 ml akan dipakai/ diproses.

5. Referensi

1. Heizer, J., & Render, B. (2006). *Operations Management (Manajemen Operasi)*. Jakarta: Salemba Empat.
2. Kaban, R. (2014). Pengendalian Kualitas Kemasan Plastik Pouch Menggunakan Statistical Procces Control (SPC) di PT Incasi Raya Padang. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 13(1), 518-547

3. Lestari, P. B. (2021). Company. Retrieved March 20, 2021, from <https://www.bumimulia.com/company/history>
4. Montgomery, D. C. (2013). *Introduction to statistical quality control* (7th ed). Wiley.
5. Mirzaei, N., Niroomand, S., & Zare, R. (2016). Application of Statistical Process Control in service industry: A case study of the restaurant sector. *Journal of Modelling in Management*. 11(3), 763-782.
6. Suyadi, P. (2007). *Filosofi Baru Tentang Manajemen Mutu Terpadu Abad 21. Kiat Membangun Bisnis Kompetitif*, Jakarta: Bumi Aksara.