

Control of Outsole Products With Statistical Process Control (SPC) And Fault Tree Analysis (FTA)

[Pengendalian Produk *Outsole* Dengan Metode *Statistical Process Control* (SPC) dan *Fault Tree Analysis* (FTA)]

Sunariyah¹⁾, Wiwik Sulistiyowati^{*2)}

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

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

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

Abstract. *PT. RC is a company located in one of the Pasuruan regency areas engaged in shoe production. Shoe products produced around 400 thousand pairs. However, in reality there are still products that have defective quality or have not met existing quality standards, one of which is in the outsole product. Thus the quality control of shoe outsole production applied by PT. RC is still not optimal so that analysis must be carried out on quality control efforts implemented by PT. RC. Statistical Process Control (SPC) and Fault Tree analysis (FTA) methods were used in an effort to minimize these defective products. Statistical Process Control (SPC) is the application of statistical techniques to control various processes and Fault Tree Analysis (FTA) is used to identify work process flows on the company's production floor. The most dominant types of defects in outsole products are defective types lacking material, color difference, and gross.*

Keywords - *Defective Products; Fault Tree Analysis; Quality Control; Statistical Process Control,*

Abstrak. PT. RC merupakan perusahaan yang terletak di salah satu wilayah kabupaten Pasuruan yang bergerak dibidang produksi sepatu. Produk sepatu yang dihasilkan sekitar 400 ribu pasang. Akan tetapi pada kenyataannya masih terdapat produk yang memiliki kualitas cacat atau belum memenuhi standar kualitas yang ada, salah satu nya di bagian produk *outsole*. Dengan demikian pengendalian kualitas produksi *outsole* sepatu yang diterapkan PT. RC masih belum optimal sehingga harus dilakukan tindakan analisa terhadap upaya pengendalian kualitas yang diterapkan oleh PT. RC. Dalam penelitian ini metode *Statistical Process Control* (SPC) dan *Fault Tree analysis* (FTA) yang digunakan dalam upaya meminimalkan produk cacat tersebut. *Statistical Process Control* (SPC) adalah penerapan teknik-teknik statistik untuk mengendalikan berbagai proses dan *Fault Tree Analysis* (FTA) digunakan untuk mengidentifikasi alur proses kerja pada rantai produksi perusahaan. Jenis cacat pada produk *outsole* yang paling dominan adalah jenis cacat kurang bahan, warna beda, dan kotor.

Kata Kunci - *Produk Cacat; Fault Tree Analysis; Pengendalian Kualitas; Statistical Process Control*

I. PENDAHULUAN

PT. RC merupakan perusahaan yang terletak di salah satu wilayah kabupaten Pasuruan yang bergerak dibidang produksi sepatu. Produk sepatu yang dihasilkan sekitar 400 ribu pasang tiap *season* nya. Namun pada kenyataannya masih terdapat produk dengan kualitas yang cacat atau tidak memenuhi standar kualitas yang ada, salah satu nya di bagian produk *outsole*. *Outsole* menjadi salah satu faktor penentu kualitas sepatu karena menahan beban yang besar bagi penggunaannya saat berjalan. *Outsole* terbuat dari beberapa bahan, diantaranya adalah kulit, karet dan plastik. Diantara bahan-bahan tersebut yang paling banyak digunakan adalah karet, diantaranya karet alam (SIR 3L) dan *Etilen Vynil Asetat* (EVA) untuk *sole* ringan [1]. Hasil *outsole* yang diproduksi dikatakan berkualitas apabila halus tanpa noda dan pewarnaan yang akurat. Produk yang cacat sudah pasti merupakan kerugian bagi perusahaan. Suatu produk akan dinyatakan berkualitas oleh produsen, apabila produk tersebut telah sesuai dengan spesifikasinya [2].

Produk cacat merupakan produk yang dihasilkan dalam proses produksi, dimana produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan, tetapi masih bisa diperbaiki dengan mengeluarkan biaya tertentu [3]. Produk cacat dapat diperbaiki secara teknis dan ekonomis untuk dapat dijual sebagai produk baik atau tetap sebagai produk cacat [4]. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya produk cacat dalam proses produksi suatu perusahaan, di antaranya sumber daya manusia, bahan baku dan mesin [5]. Pada proses produksi *outsole* yang ada di *departement hot press* menunjukkan bahwa dari data jumlah produksi yang dihasilkan oleh perusahaan menunjukkan masih banyaknya produk cacat. Berdasarkan data hasil produksi *outsole* terdapat kecacatan pada bulan Juli sebesar 7.489 pasang (12.67%), bulan Agustus sebesar 6.626 pasang (12.27%) dan September sebesar 7.988 pasang (13.71%).

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

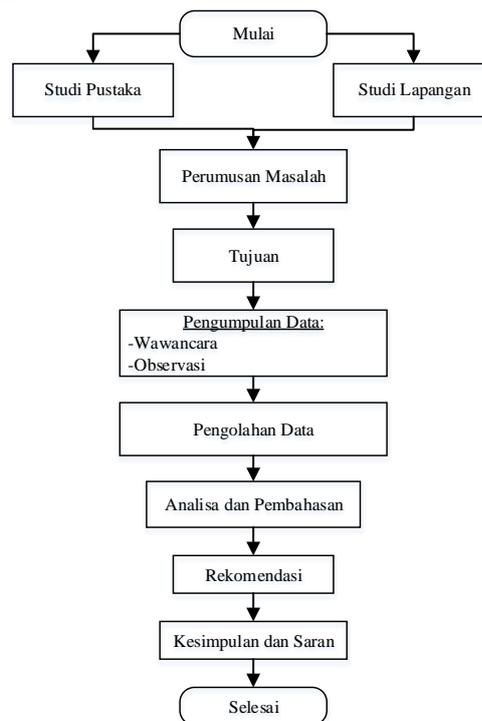
Tingkat kecacatan yang berkisar antara 12-13% ini merupakan kecacatan produk yang tinggi seharusnya tidak boleh melebihi 2%, hal ini diluar batas dari toleransi yang diberikan kepada perusahaan. Dengan demikian pengendalian kualitas produksi *outsole* yang diterapkan PT. RC masih belum optimal sehingga perlu dianalisis tindakan pengendalian mutu (kualitas). Pengendalian (pengawasan mutu) adalah kegiatan untuk memastikan apakah kebijakan dalam hal mutu (standar) dapat tercermin dalam hasil akhir, dengan kata lain tujuan pengendalian kualitas adalah untuk menjaga kualitas barang yang diproduksi sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan oleh perusahaan [6]. Langkah pertama di dalam merancang suatu sistem pengendalian kualitas adalah mengidentifikasi titik-titik kritis dalam setiap proses dimana kendali dibutuhkan. Langkah kedua adalah memutuskan jenis pengukuran mana yang digunakan dalam titik kontrol, yang dapat dipilih antara jenis pengukuran yang berbasis variabel atau atribut. Langkah ketiga adalah menentukan jumlah kontrol yang digunakan, yaitu salah satu diantara kontrol 100% atau pengambilan sampel dari sebuah *output*. Pada tahap terakhir ditentukan siapa yang akan melakukan pemeriksaan [7]. Tujuan dari pengendalian kualitas adalah: 1) Barang yang diproduksi dapat memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan; 2) Usahakan agar biaya inspeksi serendah mungkin; 3) biaya desain produk dan proses dengan kualitas produksi tertentu diusahakan serendah mungkin; 4) Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin; 5) Memperoleh jaminan bahwa mutu produk atau jasa yang diproduksi memenuhi standar kualitas yang diberikan dengan menggunakan harga yang paling murah atau terendah [8].

Pengendalian dengan metode *Statistical Control Process* memungkinkan produsen untuk memonitor secara terus-menerus kinerja produk *outsole* mereka. Dengan menganalisis data statistik yang diperoleh dari produksi, perusahaan dapat mengidentifikasi dan mengurangi variasi proses produksi yang berdampak pada kualitas *outsole*. Hal ini akan meningkatkan konsistensi dan kualitas produk akhir yang dipasarkan. Sementara itu, *Fault Tree Analysis* (FTA) digunakan untuk mengidentifikasi alur proses kerja pada rantai produksi perusahaan, metode ini diimplementasikan dengan pendekatan *top-down* yang dimulai dengan mengasumsikan kegagalan atau kerugian *event* terbesar kemudian merinci penyebab dari *event* utama hingga ke *root cause* [9]. Melalui analisis pohon kesalahan (*Fault Tree Analysis*) dapat diketahui akar penyebab masalah dari macam-macam permasalahan yang ada [10]. Dengan menerapkan pengendalian kualitas maka perusahaan akan mendapatkan keuntungan atau manfaat yaitu mencapai hasil memuaskan dari kualitas atau mengurangi modal, mengurangi *rework* dan pembuangan, pemeriksaan yang lebih baik, memperbaiki hubungan produsen konsumen dan spesifikasi lebih baik [11].

II. METODE

Penelitian ini dilakukan di PT. RC merupakan perusahaan yang berjalan pada produksi sepatu yang beralamat di Jl. Raya Kemloko KM.04 Kecamatan Beji Kabupaten Pasuruan. Pada penelitian ini akan berfokus pada kecacatan produk *outsole* yang berada pada proses produksi. Pada penelitian ini metode yang digunakan bersifat deskriptif, dan data yang diperoleh dari perusahaan. Terdapat tahapan yang akan dilakukan dalam pengolahan data hasil penelitian, antara lain: 1) Menentukan aktivitas produksi *outsole*; 2) Menentukan jenis tahapan aktivitas produksi adalah langkah pertama dalam mengidentifikasi tahapan produksi yang dianggap kritis, dan mengacu pada faktor-faktor seperti kecacatan produk, frekuensi kecacatan produk dan tingkat produk cacat (*defect*); 3) Mengidentifikasi kecacatan produk menggunakan metode *statistical process control* (SPC) yaitu dengan mengumpulkan data produksi dan produksi yang rusak (cacat), membuat histogram dan membuat peta kendali P; dan 4) Metode *fault tree analysis* (FTA) digunakan dalam upaya mengurangi kecacatan produk pada produksi *outsole*.

Berikut diagram alir dari penelitian ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari wawancara dan observasi, sedangkan data sekunder diperoleh dari PT. RC berupa data jumlah produksi dan data kecacatan pada proses *outsole*, data yang diambil merupakan data dari bulan Januari sampai dengan bulan Desember tahun 2020.

Tabel 1. Data Produksi dan Data Produk Cacat *Outsole*

Bulan	Total Produksi (pasang)	Kotor	Kurang Bahan	Warna Beda	Tidak Matang	Cuil
1	56,934	1,204	1,410	1,123	1,254	1,043
2	53,715	904	921	913	912	917
3	56,841	945	944	924	843	945
4	55,973	1,212	1,219	1,188	1,194	1,143
5	54,772	1,265	1,244	1,324	1,021	967
6	57,336	1,232	1,684	1,163	1,044	943
7	59,088	1,556	1,784	1,665	1,298	1,186
8	54,000	1,353	1,775	1,478	1,062	958
9	58,248	1,665	1,864	1,991	1,273	1,195
10	57,982	1,423	1,255	1,423	1,223	854
11	58,025	1,592	1,434	1,287	1,045	767
12	58,988	1,445	1,455	1,423	1,133	822

3.2 Proses Produksi

Proses produksi *outsole* adalah sebagai berikut:

1. Persiapan mesin

Persiapan mesin ini meliputi pemeriksaan, pembersihan dan pemanasan mesin. Pengecekan mesin berguna untuk mengecek apakah mesin dalam keadaan baik dan dapat digunakan. Pembersihan ini difokuskan pada *roller*, karena jika *roller* tidak bersih maka bahan akan bercampur dengan bahan lain sehingga mengganggu hasil produksi. Pemanasan mesin juga diperlukan karena mesin tidak bisa langsung digunakan.

2. *Mixing*

Pada tahap *mixing* ini dilakukan penimbangan material karet setengah jadi berbentuk lembaran persegi yang di impor langsung dari Taiwan dengan berat 40kg dan penimbangan *pigment* serta obat yang telah ditentukan. Selanjutnya karet setengah jadi dimasukkan satu persatu ke dalam mesin *roller* yang dilakukan oleh satu orang operator, setelah karet sudah tergabung menjadi satu barulah proses pemasukkan *pigment*. Setelah *pigment* tercampur dengan rata baru proses terakhir adalah memasukkan obat yang telah ditentukan agar pada saat proses pengepressan karet menjadi matang. Proses selanjutnya bahan yang telah di *mixing* dimasukkan ke dalam mesin *roller* yang lebih kecil untuk dilakukan proses pemotongan agar mempermudah pada saat proses pengepressan.

3. Persiapan *Mold*

Persiapan *mold* ini termasuk membersihkan *mold* sebelum digunakan dan memasang *mold* pada mesin. Pembersihan *mold* ini menggunakan silikon untuk membersihkan *mold* sehingga tidak lengket dan bebas dari kotoran dan karat. Langkah selanjutnya adalah memasang *mold* pada mesin *hot press*.

4. Proses Pengepressan

Pengepressan dilakukan dengan mesin *hot press*. Hal yang dilakukan pertama kali setelah selesainya material dan mesin adalah mengatur mesin sesuai dengan standar yang diinginkan untuk mendapatkan hasil produksi yang diinginkan oleh *customer*. Pengaturan kondisi mesin *hot press* meliputi tekanan angin mesin *press*, tekanan angin tangki oli, temperatur tangki, temperatur *press*, tebal, kecepatan *press*, waktu pelepasan produk, waktu pembukaan cetakan, waktu penutupan cetakan. Saat mesin *press* sudah siap digunakan, operator memasukkan bahan potongan kedalam *mold* dan menutupnya. Selama pengepressan mesin menerima tekanan beberapa kali.

5. Pengecekan

Selama inspeksi ini, *outsole* yang baru saja jadi diperiksa apakah bentuknya sudah sempurna atau belum. Jika bentuknya tidak sempurna *outsole* dipisahkan dikeranjang lain. Jika *outsole* sudah sempurna bentuknya akan dilanjutkan pada bagian *trimming*. Inspeksi ini juga dilihat apakah warna sudah sesuai yang diinginkan.

6. *Trimming*

Proses *trimming* ini dilakukan dengan cara merapikan pinggiran-pinggiran *outsole* yang tersisa dan belum rapi.

7. *Finishing* dan Pengecekan

Pada proses *finishing outsole* dilakukan pengecekan terlebih dahulu, jika ada cacat kecil atau lubang kecil pada *outsole* maka dilakukan penambalan. Selanjutnya pemberian SBP (*special boiling point*) pada *outsole* yang bagus agar bersih dan mengkilap.

3.3 Statistical Process Control

1. *Check sheet*

Check sheet atau yang biasa disebut dengan lembar kerja adalah alat pencatat hasil pengumpulan data yang dapat disajikan kedalam bentuk data yang informatif. Berikut ini adalah hasil data *check sheet outsole*:

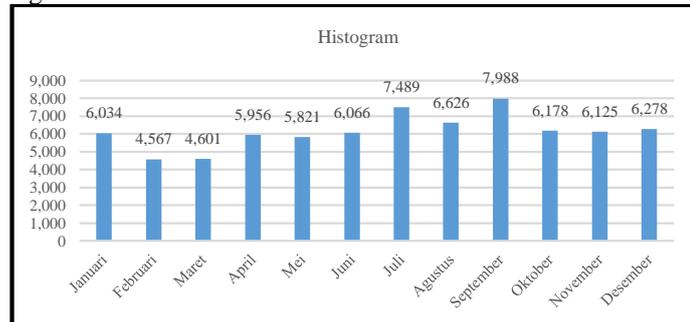
Tabel 2. Data *check sheet outsole*

Bulan	Total Produksi (pasang)	Kotor	Kurang Bahan	Warna Beda	Tidak Matang	Cuil	Total Produk Cacat	%
1	56,934	1,204	1,410	1,123	1,254	1,043	6,034	10.60
2	53,715	904	921	913	912	917	4,567	8.50
3	56,841	945	944	924	843	945	4,601	8.09
4	55,973	1,212	1,219	1,188	1,194	1,143	5,956	10.64
5	54,772	1,265	1,244	1,324	1,021	967	5,821	10.63
6	57,336	1,232	1,684	1,163	1,044	943	6,066	10.58
7	59,088	1,556	1,784	1,665	1,298	1,186	7,489	12.67
8	54,000	1,353	1,775	1,478	1,062	958	6,626	12.27
9	58,248	1,665	1,864	1,991	1,273	1,195	7,988	13.71
10	57,982	1,423	1,255	1,423	1,223	854	6,178	10.66
11	58,025	1,592	1,434	1,287	1,045	767	6,125	10.56
12	58,988	1,445	1,455	1,423	1,133	822	6,278	10.64
Total	681,902	15,796	16,989	15,902	13,302	11,740	73,729	129.56
Rata-rata	56,825	1,316	1,416	1,325	1,109	978	6,144	10.80

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui jumlah produksi sebanyak 681.902 pasang *outsole*. Jumlah cacat sebanyak 73.729 pasang *outsole*. Persentase kecacatan mencapai rata-rata 10,8%, walaupun produk cacat ada yang dapat diproses ulang namun kecacatan produk menimbulkan kerugian dari segi biaya dan waktu.

2. Histogram

Histogram adalah alat penyajian data secara visual berbentuk berupa blok-blok yang menunjukkan sebaran nilai yang diperoleh dalam bentuk angka. Tujuan dari histogram ini adalah agar penyajian data yang dihasilkan menjadi lebih menarik dan mudah untuk dibaca [12]. Berikut ini adalah data jumlah jenis cacat yang telah diolah ke dalam histogram, dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. Histogram Jumlah Jenis Cacat Produk

Dari histogram di atas diketahui total kecacatan yang terjadi setiap bulannya. Pada Januari diketahui total cacat sebanyak 6.034 pasang, bulan Februari sebanyak 4.567 pasang, bulan Maret sebanyak 4.601 pasang, bulan April sebanyak 5.956 pasang, bulan Mei sebanyak 5.821 pasang, bulan Juni sebanyak 6.066 pasang, bulan Juli sebanyak 7.489 pasang, bulan Agustus sebanyak 6.626 pasang, bulan September sebanyak 7.988 pasang, bulan Oktober sebanyak 6.178 pasang, bulan November sebanyak 6.125 pasang dan bulan Desember sebanyak 6.278 pasang. Berdasarkan pada data histogram dapat disimpulkan kecacatan paling tinggi terjadi pada bulan September sebanyak 7.988 pasang dan paling rendah pada bulan Februari sebanyak 4.567 pasang.

3. Diagram Pareto

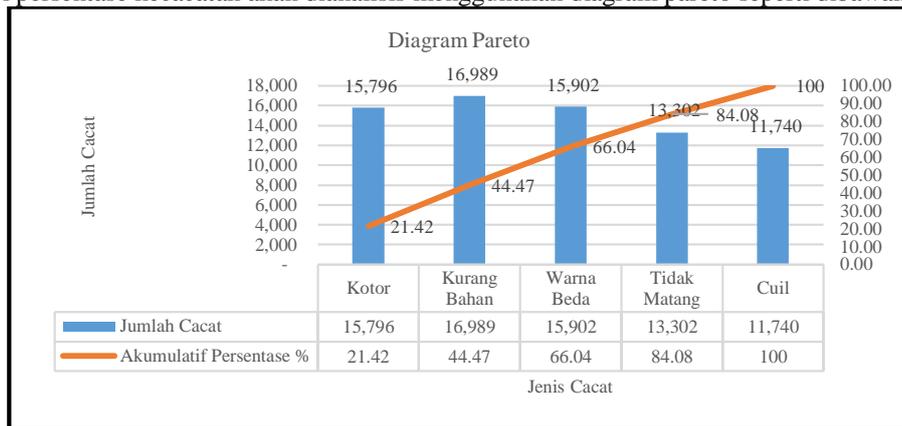
Diagram pareto merupakan diagram yang menunjukkan permasalahan yang paling dominan yang perlu ditangani. Analisis pareto harus digunakan pada berbagai tahap dalam suatu program peningkatan kualitas untuk menentukan langkah mana diambil berikutnya [13]. Langkah untuk membuat diagram pareto adalah dengan mengurutkan jenis kecacatan, urutan jenis kecacatan sudah diketahui dari histogram. Setelah diurutkan kemudian menghitung persentase dan akumulatif persentase dari masing-masing jenis kecacatan. Berikut ini tabel perhitungan persentase dan akumulatif persentase:

Tabel 3. Akumulasi Persentase Kecacatan

Jenis Cacat	Jumlah Cacat	Frekuensi Kumulatif	Persentase	Akumulatif Persentase
Kotor	15,796	15,796	21.4	21.42%
Kurang Bahan	16,989	32,785	23.0	44.5%
Warna Beda	15,902	48,687	21.6	66.0%
Tidak Matang	13,302	61,989	18.0	84.1%
Cuil	11,740	73,729	15.9	100.0%
Total	73,729		100%	

Tabel 3 menunjukkan akumulasi persentase dari masing-masing jenis kecacatan yang terjadi pada proses produksi *outsole*. Perhitungan persentase diperoleh dari jumlah cacat dibagi frekuensi kumulatif dikalikan 100%. Sedangkan akumulatif persentase dihitung dengan menjumlahkan persentase sebelumnya secara berurutan. Diketahui *outsole* kotor memiliki jumlah akumulasi persentase sebesar 21,4%, kurang bahan memiliki akumulasi persentase sebesar 44,5% yang didapatkan dari akumulasi persentase kotor dan kurang bahan, warna berbeda memiliki akumulasi persentase sebesar 66,0% yang didapatkan dari akumulasi persentase kotor, kurang bahan, warna beda, tidak matang memiliki akumulasi persentase sebesar 84,1% yang didapatkan dari akumulasi persentase kotor, kurang bahan, warna beda dan tidak matang, cuil memiliki akumulasi persentase sebesar 100% yang didapatkan dari akumulasi persentase kotor, kurang bahan, warna beda dan cuil.

Tabel akumulasi persentase kecacatan akan dianalisis menggunakan diagram pareto seperti dibawah ini:



Gambar 3. Diagram Pareto Jenis Cacat

Berdasarkan gambar 3 menunjukkan jenis cacat dominan produk *outsole* pada proses mesin adalah cacat kotor sebanyak 15796, cacat kurang bahan sebanyak 16.989 dan warna beda sebanyak 15.902, dengan persentase kumulatif sebesar 66,04%. Garis yang menghubungkan batang vertikal menunjukkan akumulasi persentase kontribusi dari masing-masing elemen, yang membantu dalam menentukan titik di mana peningkatan efektif akan mencapai hasil terbesar.

4. Peta Kendali

Peta kendali merupakan alat pengendalian kualitas yang berfungsi untuk mengetahui apakah jumlah cacat pada hasil produksi masih dalam batas wajar atau tidak. Peta kendali yang digunakan adalah peta kendali atribut karena data yang dianalisis adalah karakteristik kecacatan, yaitu peta kendali p.

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam membuat *control chart p*:

a. Menghitung proporsi kecacatan (p)

Proporsi kecacatan untuk p1 dapat dihitung dengan rumus dimana np adalah jumlah cacat bulan ke-1, n adalah jumlah produksi bulan ke-1.

$$p1 = \frac{np1}{n1} = \frac{6.034}{56.934} = 0,106$$

keterangan :

np1 = data kecacatan bulan ke-1

n1 = data total produksi bulan ke-1

b. Menghitung garis pusat yang merupakan rata-rata kecacatan produk (\bar{p}) atau *central line* (CL)

Rata-rata kecacatan produk dihitung menggunakan rumus:

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{73.729}{681.902} = 0,108$$

$$CL = \bar{p} = 0,108$$

keterangan :

$\sum np$ = data total kecacatan

$\sum n$ = data total produksi

c. Menghitung *Upper Control Limit* (UCL) atau batas kendali atas dan *Lower Control Limit* (LCL) atau batas kendali bawah

Batas kendali atas atau UCL dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} UCL &= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} \\ &= 0,108 + 3 \sqrt{\frac{0,108(1 - 0,108)}{56934}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 0,108 + \sqrt[3]{\frac{0,108(0,892)}{56934}} \\
&= 0,108 + \sqrt[3]{\frac{0,096336}{56934}} \\
&= 0,108 + \sqrt[3]{0,0000017} \\
&= 0,108 + 0,01192 \\
&= 0,120
\end{aligned}$$

Batas kendali bawah atau LCL dihitung dengan menggunakan rumus:

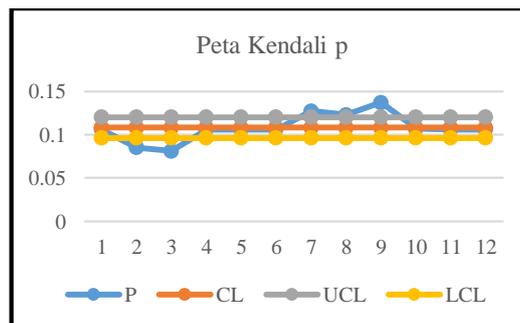
$$\begin{aligned}
\text{LCL} &= \bar{p} - \sqrt[3]{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} \\
&= 0,108 - \sqrt[3]{\frac{0,108(1 - 0,108)}{56934}} \\
&= 0,108 - \sqrt[3]{\frac{0,108(0,892)}{56934}} \\
&= 0,108 - \sqrt[3]{\frac{0,096336}{56934}} \\
&= 0,108 - \sqrt[3]{0,0000017} \\
&= 0,108 - 0,01192 \\
&= 0,096
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan nilai UCL dan LCL untuk bukan ke-1 menunjukkan proporsi kecacatan (p) ada dibawah batas kendali bawah sedangkan untuk nilai UCL dan LCL bulan yang lain dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini:

Tabel 4. Perhitungan Peta Kendali p

Bulan ke-	Hasil Produksi	Jumlah Cacat (Pasang)	P	CL	UCL	LCL
1	56934	6034	0,106	0,108	0,120	0,096
2	53715	4567	0,085	0,108	0,120	0,096
3	56841	4601	0,081	0,108	0,120	0,096
4	55973	5956	0,106	0,108	0,120	0,096
5	54772	5821	0,106	0,108	0,120	0,096
6	57336	6066	0,106	0,108	0,120	0,096
7	59088	7489	0,127	0,108	0,120	0,096
8	54000	6626	0,123	0,108	0,120	0,096
9	58248	7988	0,137	0,108	0,120	0,096
10	57982	6178	0,107	0,108	0,120	0,096
11	58025	6125	0,106	0,108	0,120	0,096
12	58988	6278	0,106	0,108	0,120	0,096

Berdasarkan hasil perhitungan peta kendali p di atas, maka dapat digambarkan peta kendali seperti gambar dibawah ini:



Gambar 4. Peta Kendali p

Berdasarkan gambar 4 diketahui ada beberapa data proporsi yang melewati batas kendali atas dan batas kendali bawah. Bulan ke tujuh, ke delapan dan ke sembilan melewati batas kendali atas dengan nilai p 0.127, p 0,123 dan p 0.137. Nilai p yang melewati batas kendali bawah adalah bulan ke dua dan ke tiga dengan nilai p 0.085 dan p 0.081. Jika masih ada nilai p yang berada diluar kendali atau *out of control* itu berarti proses produksi dianggap belum efektif. Agar proses tetap dalam kendali maka *control chart* p perlu dilakukan revisi. Berikut adalah langkah revisi peta kendali p :

1. Nilai p yang *out of control* dikeluarkan
2. Dilakukan perhitungan ulang

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{42.458}{400.010} = 0,106$$

Batas kendali atas atau UCL untuk bulan ke satu menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{UCL} &= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \\ &= 0,106 + 3 \sqrt{\frac{0,106(1-0,106)}{56934}} \\ &= 0,106 + 3 \sqrt{\frac{0,106(0,894)}{56934}} \\ &= 0,106 + 3 \sqrt{\frac{0,095}{56934}} \\ &= 0,106 + \sqrt[3]{0,0000017} \\ &= 0,106 + 0,0119 \\ &= 0,12 \end{aligned}$$

Batas kendali bawah atau LCL dihitung dengan menggunakan rumus:

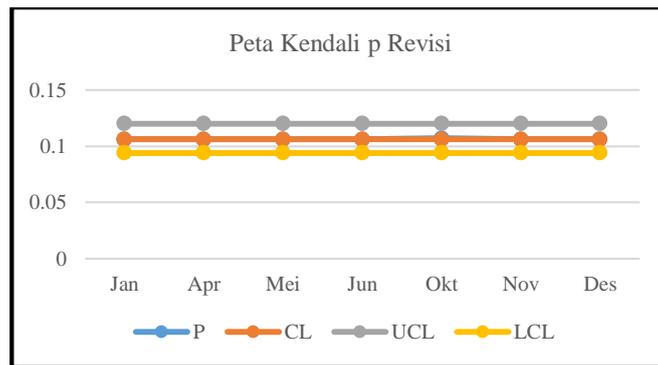
$$\begin{aligned} \text{LCL} &= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \\ &= 0,106 - 3 \sqrt{\frac{0,106(1-0,106)}{56934}} \\ &= 0,106 - 3 \sqrt{\frac{0,106(0,894)}{56934}} \\ &= 0,106 - 3 \sqrt{\frac{0,0949}{56934}} \\ &= 0,106 - \sqrt[3]{0,0000017} \\ &= 0,106 - 0,0119 \\ &= 0,094 \end{aligned}$$

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa terdapat lima bulan yaitu bulan ke dua, ke tiga, ke tujuh, ke delapan dan ke sembilan dari total dua belas bulan yang berada pada luar batas kendali atau *of out control*, sehingga dapat dikatakan kecacatan yang terjadi tidak terkendali. Karena itu perlu dilakukan revisi dengan menghilangkan nilai yang berada diluar kendali. Berikut ini tabel perhitungan peta kendali revisi:

Tabel 5. Perhitungan Peta Kendali p Revisi

Bulan ke-	Hasil Produksi	Jumlah Cacat (Pasang)	P	CL	UCL	LCL
1	56934	6034	0.106	0.106	0.120	0.094
4	55973	5956	0.106	0.106	0.120	0.094
5	54772	5821	0.106	0.106	0.120	0.094
6	57336	6066	0.106	0.106	0.120	0.094
10	57982	6178	0.106	0.106	0.120	0.094
11	58025	6125	0.106	0.106	0.120	0.094
12	58988	6278	0.106	0.106	0.120	0.094

Dari hasil perhitungan peta kendali p yang telah direvisi pada tabel 5 di atas, maka dapat digambarkan peta kendali seperti gambar berikut:

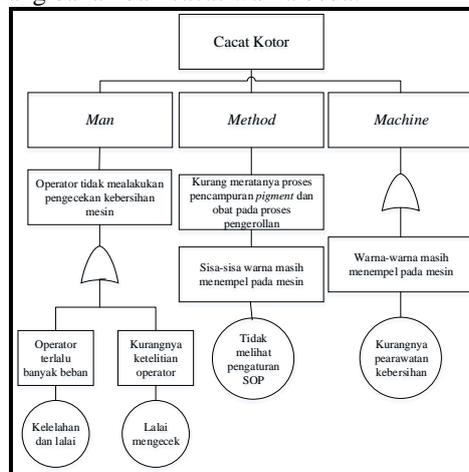


Gambar 5. Peta Kendali p Revisi

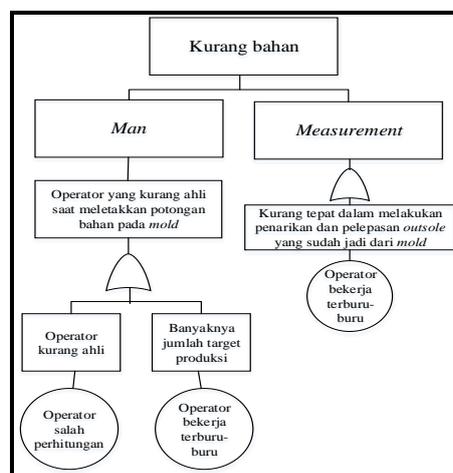
Berdasarkan diagram peta kendali diatas maka data yang dikeluarkan adalah data bulan ke dua, tiga, tujuh, delapan dan sembilan. Dapat dilihat pada gambar 5 setelah peta kendali p direvisi maka semua data sudah dalam batas kendali atas dan kendali bawah. Data terkendali berarti proses tersebut berada dalam kendali statistik atau variasinya yang dapat diprediksi.

3.4 Fault Tree Analysis

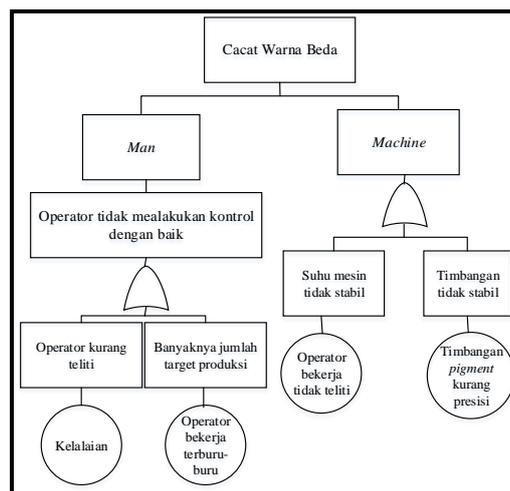
FTA menggunakan diagram pohon untuk menunjukkan *cause-and-effect* dari peristiwa (yang tidak diinginkan dan untuk berbagai penyebab kegagalan) [14]. Analisis pohon kesalahan memberikan informasi yang jelas tentang sistem dan perbaikan yang diperlukan [15]. Berdasarkan identifikasi kecacatan didapatkan tiga jenis kecacatan yang paling dominan yaitu cacat kotor, cacat kurang bahan dan cacat warna beda.



Gambar 6. Fault Tree Analysis Cacat Kotor



Gambar 7. Fault Tree Analysis Cacat Kurang Bahan



Gambar 8. Fault Tree Analysis Cacat Warna Beda

Berdasarkan gambar 6 kecacatan produk jenis cacat kotor disebabkan oleh faktor manusia (*man*), metode (*method*) dan mesin (*machine*). Faktor manusia disebabkan oleh kelelahan yang menyebabkan lalai. Operator yang memiliki beban kerja tinggi cenderung mengalami kelelahan, terutama yang melakukan *shift* malam dapat mengantuk. Operator kebanyakan mengobrol dengan operator lain untuk menghilangkan rasa lelah dan mengantuk namun menyebabkan lalai untuk mengecek kebersihan mesin roll. Selain itu, kurangnya ketelitian operator. Ada beberapa operator yang baru belum memiliki pengalaman, yang menyebabkan operator kurang teliti dan tidak bisa konsentrasi dalam bekerja, hal tersebut terjadi karena kurangnya training atau pelatihan. Tidak melihat pengaturan SOP, masalah ini sering terjadi ketika mesin dijalankan tidak berdasarkan prosedur yang tertulis pada SOP dalam mengoperasikan mesin. Faktor mesin (*machine*) disebabkan oleh kurang perawatan kebersihan mesin *roll*. Masalah tersebut disebabkan karena sebelum mengoperasikan mesin tidak dilakukan pengecekan dan perawatan sehingga mesin *roll* tidak bersih. Faktor metode (*method*) disebabkan oleh operator tidak melihat pengaturan pada SOP yang mengatur tentang prosedur pengecekan mesin. Masalah ini sering terjadi, ketika mesin dijalankan berdasarkan prosedur yang tertulis pada SOP dalam mengoperasikan mesin tidak ditaati oleh operator.

Berdasarkan gambar 7 kecacatan produk jenis cacat kurang bahan disebabkan oleh faktor manusia (*man*) dan pengukuran (*measurement*). Faktor manusia (*man*) disebabkan oleh operator salah perhitungan. Operator yang kurang ahli menyebabkan operator salah perhitungan dalam menarik dan melepaskan *outsole* yang masih panas. Selain itu, operator bekerja dengan terburu-buru. Operator yang dikejar target produksi sehingga operator bekerja terburu-buru. Faktor pengukuran (*measurement*) disebabkan oleh operator yang bekerja secara terburu-buru. Akibatnya, operator kurang tepat dalam menarik dan melepaskan *outsole* yang masih panas.

Berdasarkan gambar 8 kecacatan produk jenis cacat beda warna disebabkan oleh faktor manusia (*man*) dan mesin (*machine*). Faktor manusia (*man*) disebabkan oleh operator yang kurang teliti yang menyebabkan operator lalai dalam melakukan kontrol suhu mesin. Selain itu, operator bekerja dengan terburu-buru. Banyaknya target yang dijalankan operator membuat operator terburu-buru dalam bekerja. Hal ini menyebabkan operator lalai dalam melakukan kontrol terhadap suhu mesin. Faktor mesin (*machine*) disebabkan oleh suhu yang terlalu tinggi. Suhu yang terlalu tinggi menyebabkan warna-warna mudah gosong. Suhu yang terlalu tinggi terjadi karena operator tidak teliti atau lalai dalam mengecek suhu mesin. Selain itu, konsentrasi operator pewarnaan yang menurun menyebabkan kurang presisi dalam menimbang pigmen pewarnaan *outsole*.

3.5 Rekomendasi untuk Mengurangi Tingkat Kecacatan pada Produk

Dalam rangka mencegah terjadinya kecacatan maka perlu dilakukan pengawasan yang intensif terhadap operator, apabila kelelahan bisa bergantian untuk istirahat sejenak. Adanya upaya untuk menghindari atau mencegah kelelahan ini akan mencegah terjadinya kecacatan *outsole*. Pelatihan terhadap karyawan bagian operator yang kurang memiliki *skill*, dapat meningkatkan keahlian operator. Operator yang ahli akan mencegah terjadinya cacat kurang bahan. Operator yang memiliki *skill* atau ahli akan memiliki kemampuan dalam melakukan penarikan dan pelepasan bahan *outsole* yang masih panas secara tepat sehingga tidak terjadi perubahan ukuran bahan *outsole*. Perbaikan juga dapat dilakukan dengan melakukan evaluasi kerja secara berkala serta adanya pengecekan langsung ke lapangan untuk melihat proses kerja operator. Operator harus mengerjakan seluruh SOP termasuk dalam pengecekan suhu mesin sehingga warna-warna muda tidak gosong. Dengan demikian, kecacatan warna beda dapat dicegah. Perbaikan juga dapat dilakukan dengan melakukan pengaturan jadwal dan menghitung beban kerja yang ideal agar operator tidak terbebani sehingga selalu melakukan pekerjaan dengan presisi (tidak salah perhitungan). Operator yang tidak

mendapat beban kerja terlalu tinggi akan bekerja dengan baik dan tidak terburu-buru sehingga terhindar dari kelelahan dan kelalaian yang menyebabkan kecacatan produk baik cacat kurang bahan, cacat kotor maupun cacat beda warna.

Teknisi harus selalu rutin untuk mengecek kondisi setiap mesin-mesin yang ada. Khusus untuk produksi *outsole* perlu ditingkatkan dari satu pengawas menjadi tiga pengawas. Hal tersebut dilakukan untuk mengawasi kegiatan produksi yang sedang berjalan. Operator juga perlu ditambah untuk menurunkan beban kerja operator. Setiap mesin *roll* biasanya ditangani satu operator perlu ditambah satu operator lagi. Dan untuk masing-masing *shift* perlu ditambah satu operator QC untuk mengecek setiap *outsole* yang dihasilkan. Terkait dengan upaya perbaikan proses produksi *outsole* maka perlu dilakukan pemeliharaan mesin. Pemeliharaan mesin mencakup dua aspek, yaitu aspek pemeliharaan rutin dan aspek pemeliharaan bertahap. Pemeliharaan rutin sebaiknya dilakukan secara rutin setiap hari. Perlu ada teknisi yang selalu mengecek mesin-mesin produksi *outsole*. Pemeliharaan tersebut selain terkait dengan pemberian oli juga pembersihan mesin untuk memperlancar jalannya produksi. Setiap mengganti bahan sebaiknya mesin *roll* dibersihkan dahulu. Pemeliharaan bertahap ini juga harus dilakukan termasuk dari penggantian oli setiap bulannya dan membersihkan keseluruhan mesin yang dilakukan oleh teknisi ahli. Pemeliharaan bertahap secara menyeluruh akan menjaga performa mesin sehingga proses produksi dapat berjalan sesuai target. Selain memperpanjang usia mesin, pemeliharaan bertahap ini dapat meminimalisasi kecacatan produk akibat mesin yang kurang bersih dan baik.

Adapun tahapan dalam pemeliharaan mesin dimulai dari perencanaan. Perencanaan pemeliharaan mencakup identifikasi mesin, yaitu menentukan mesin-mesin yang akan menjalani pemeliharaan. Prioritas mesin berdasarkan pentingnya dalam produksi. Langkah berikutnya adalah penentuan jadwal. Penentuan frekuensi dan waktu yang tepat untuk menjalankan pemeliharaan, baik itu pemeliharaan rutin maupun pemeliharaan besar. Langkah selanjutnya penyediaan sumber daya pemeliharaan mesin. Memastikan tersedianya sumber daya manusia, alat, suku cadang, dan peralatan yang diperlukan untuk melakukan pemeliharaan. Selain itu juga melakukan pemeliharaan preventif yang mencakup pembersihan dan pelumasan. Membersihkan bagian-bagian mesin dari kotoran dan debu yang dapat mengganggu kinerja. Memberikan pelumasan pada bagian-bagian yang memerlukan agar gesekan berkurang. Selain itu juga melakukan inspeksi rutin. Melakukan inspeksi visual terhadap komponen-komponen kunci mesin untuk mendeteksi kerusakan atau tanda-tanda aus yang perlu diperbaiki sebelum lebih parah. Selain itu pemeliharaan perbaikan (*corrective maintenance*) dilakukan dengan cara mengidentifikasi masalah. Jika mesin mengalami masalah atau gangguan, identifikasi penyebab masalah dengan melakukan diagnosa yang tepat. Melakukan perbaikan yang diperlukan, seperti mengganti komponen yang rusak atau melakukan penyesuaian pada bagian-bagian yang bermasalah. Langkah selanjutnya yang penting adalah melakukan uji coba. Setelah perbaikan selesai, melakukan uji coba untuk memastikan bahwa mesin beroperasi dengan baik dan kembali ke kondisi normal. Setiap kali pemeliharaan dilakukan, perlu dicatat detail tentang pekerjaan yang telah dilakukan, masalah yang diatasi, suku cadang yang diganti, dan sebagainya. Langkah selanjutnya yaitu membuat laporan pemeliharaan yang mencakup hasil inspeksi, perbaikan, dan langkah-langkah yang telah diambil. Menganalisis data menggunakan data yang tercatat untuk analisis jangka panjang, termasuk untuk perencanaan pemeliharaan mendatang.

IV. SIMPULAN

Tingkat kecacatan produk *outsole* yang paling dominan pada PT. RC adalah jenis cacat kurang bahan 23%, warna beda 21,6%, dan kotor 21,4%. Faktor yang menjadi penyebab terjadinya jenis kecacatan kotor disebabkan oleh *man* adalah operator tidak melakukan pengecekan kebersihan mesin, *method* adalah kurang meratanya proses pencampuran *pigment* saat pengerolan dan *machine* adalah warna-warna masih menempel pada mesin. Jenis kecacatan kurangnya bahan disebabkan oleh *man* adalah operator yang kurang ahli saat meletakkan potongan bahan pada *mold*, dan *measurement* adalah operator yang terburu-buru sehingga kurang tepat dalam melakukan penarikan dan pelepasan *outsole* yang masih panas. Jenis kecacatan warna beda disebabkan oleh *man* adalah kelalaian dan operator bekerja kurang teliti sehingga tidak mengontrol suhu mesin dengan baik, dan *machine* adalah suhu yang terlalu tinggi yang mengakibatkan warna mudah gosong. Pengendalian kualitas produk *outsole* merupakan langkah kritis dalam proses produksi di PT RC untuk memastikan bahwa *outsole* yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Dengan menerapkan metode *Statistical Control Process* (SPC) dan *Fault Tree Analysis* (FTA), PT RC dapat mengidentifikasi potensi masalah dan meningkatkan kualitas produk secara keseluruhan. Perusahaan perlu menentukan standar kualitas yang harus dipenuhi oleh *department outsole*. Selain itu, Perusahaan perlu memastikan bahan baku yang digunakan dalam produksi *outsole* memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Berdasarkan analisa dengan metode *fault tree analysis* (FTA) didapatkan usulan perbaikan yaitu: melakukan *maintenance* rutin pada mesin, melakukan pengawasan saat proses produksi berlangsung dan menempelkan SOP pada area produksi *outsole*, melakukan training untuk meningkatkan keahlian operator, dan mengatur jadwal dan beban kerja untuk menghindari kelelahan kerja dan bekerja secara terburu-buru.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini tidak dapat berjalan dengan baik tanpa bantuan dari seluruh pihak. Oleh sebab itu, ucapan terima kasih diberikan kepada pihak Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan PT. RC sebagai tempat pelaksanaan penelitian. Peneliti mengucapkan terima kasih kepada semua pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu karena keterbatasan ucapan yang mampu disajikan, ucapan syukur peneliti berikan kepada semua pihak karena telah memberikan masukan yang membangun serta pandangan yang berbeda-beda pada penelitian kali ini.

Peneliti memahami bahwa penelitian ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari semua pihak. Salam hangat peneliti ucapkan kepada semua pihak yang terkait, semoga dengan adanya penelitian ini mampu memberikan dampak yang baik kepada seluruh pihak.

REFERENSI

- [1] Dewi, Indiah Ratna, Herminiwati. 2014. *Lateks Karet Alam Untuk Sol Sepatu: Metode Pembuatan, Sifat Mekanik Dan Morfologi*. Vol. 30. No. 2. Hlm. 61-70. Penulis Korespondensi, Majalah Kulit, Karet dan Plastik.
- [2] Devani, Vera, Fitri Wahyuni. 2016. *Pengendalian Kualitas Kertas Dengan Menggunakan Statistical Process Control Di Paper Machine 3*. Vol. 15. Hlm. 87-93. Jurusan Teknik Industri, UIN Sultan Syarif Kasim Riau.
- [3] Bustami, Bastian dan Nurlela. 2013. *Akuntansi Biaya*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- [4] Siregar, Baldric, Suropto, Bambang, dkk, 2013, *AKUNTANSI BIAYA*, Edisi kedua, Bab 2,7,9-11, Salemba Empat, Jakarta.
- [5] Herawati.S.D., dan I.C. Lestari., 2012,. *Tinjauan Atas Perlakuan Akuntansi Untuk Produk Cacat Dan Produk Rusak.*, Proceedings., ISSN- 2252-3936., Universitas Widyatama.
- [6] Solihudin, Mohamad, Lien Herliani Kusumah. 2017. *Analisis Pengendalian Kualitas Proses Produksi Dengan Metode Statistical Process Control (Spc) Di Pt. Surya Toto Indonesia, Tbk*. Hlm. 1-8. 2017. Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Mercu Buana.
- [7] Supriyadi, Edi. 2018. *Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Statistical Process Control (Spc) Di Pt. Surya Toto Indonesia, Tbk*. Vol. 1. No. 1. Hlm. 63-73. Dosen Teknik Industri Universitas Pamulang.
- [8] Agustiono, Galih. 2019. *Analisis Pengendalian Kualitas Cacat Produk Di Pt. Mno Dengan Menggunakan Pendekatan Metode Six Sigma*. Vol. 1. Hlm. 98-106. Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo.
- [9] Suliantoro, Hery, Novie Susanto, dkk. 2017. *Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Fault Tree Analysis (Fta) Untuk Mengukur Efektifitas Mesin Reng*. Vol. 12. No. 2. Hlm. 105-118. 2017. Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Tembalang, Semarang, Indonesia.
- [10] Anthony, Robert N dan Govindarajan, Vijay. 2015. *Sistem Pengendalian Manajemen*. Jakarta: Karisma Publishing Group.
- [11] Septiana, Ipan. 2019. *Strategi Pengendalian Kualitas Produk Sofa Inul Dengan Menggunakan Metode Statistical Process Control (Spc) Pada Ikm Noni Meubel Di Banjarsari Kabupaten Ciamis*. Vol. 6. No. 1. Hlm. 91-114. Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Galuh Ciamis 46215.
- [12] Ratri, Elisa Mardya, Eka Bambang, dkk. 2018. *Peningkatan Kualitas Produk Roti Manis Pada Pt Indoroti Prima Cemerlang Jember Berdasarkan Metode Statistical Process Control (Spc) Dan Failure Mode And Effect Analysis (Fmea)*. Vol. 5. No. 1. Hlm. 200-207. Jurusan Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Jember.
- [13] Fauzi, Yadi Ahmad, Hilmi Aulawi. 2016. *Analisis Pengendalian Kualitas Produk Peci Jenis Overset Yang Cacat Di Pd. Panduan Illahi Dengan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (Fta) Dan Metode Failure Mode And Effect Analysis (Fmea)*. Vol. 14 No. 1. Hlm 29-34. Jurnal Kalibrasi, Sekolah Tinggi Teknologi Garut.
- [14] Mayangsari, Diana Fitria, Hari Adianto, dkk. 2015. *Usulan Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode Failur Mode and Effect Analysis (Fmea) Dan Fault Tree Analysis (Fta)*. Vol. 3. No. 2. Hlm. 81-91. Jurusan Teknik Industri Institut Nasional (Itenas) Bandung.
- [15] Hanif, Richma Yulinda, Hendang Setyo Rukmi, dkk. 2015. *Perbaikan Kualitas Produk Keraton Luxury Di Pt. X Dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Dan Fault Tree Analysis (Fta)*. Vol. 3. No. 3. Hlm 137-147. Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung.

Conflict of Interest Statement:

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