

PENERAPAN METODE SQC (STATISTICAL QUALITY CONTROL) DAN FTA (FAULT TREE ANALYSIS) SEBAGAI USULAN PENGENDALIAN DAN PERBAIKAN KUALITAS PRODUK PADA USAHA PENGECORAN ALUMINIUM

Joko Susetyo¹, Petrus Wisnubroto², Alif Kurnia³

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri

Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Email: joko_sty@akprind.ac.id, killerelite.ak@gmail.com

ABSTRACT

Santoso's aluminum casting business is a business engaged in aluminum casting with the products produced are egg molds. Based on the results of the preliminary study of product defects still present in this business, the holes, broken molds, and imperfect shape prints. The purpose of this study is to find out the causes of disability and make efforts to control and improve quality using Statistical Quality Control (SQC) and Fault Tree Analysis (FTA) methods. There are two data that exceed the Upper Control Limit (UCL), which is the 9th data and 13th data with the values of 0.38 and 0.365 respectively, so that the production process needs to be improved so that the defect is within the control limit. The results of the FTA method obtained 21 basic events from determining the minimum cut set, $[25 + 26 + 47 + 48 + (29 + 49)] + [31 + 42 + 33 + 50 + 51 + 51] + [(37 + 38) + (42 + 52) + (53 + 54) + (41 + 42)] + [(43 + 44) + 45] + [46]$ which is the cause of defects in the product, that is the immature dough, using too little salt, use second hand aluminum, less high pouring, do not separate when pouring, use of maximum blower, furnace holes that are too large, improper fitting of the coup, lack of supervision, pursuit of production targets, fast completion, bodies not fit, lack of ventilation, shower holes too large, the mixture is outside the stove, does not sort the raw material well, too focused in pouring, does not work according to the procedure, does not pat the base mold first, the mold lock pattern is complicated, and lacks concentration.

Keywords: Defective Products, Statistical Quality Control, Faut Tree Analysis

INTISARI

Usaha pengecoran alumunium Santoso merupakan usaha yang bergerak dibidang pengecoran alumunium dengan produk yang dihasilkan adalah cetakan telur puyuh. Berdasarkan hasil studi pendahuluan kecacatan produk masih terdapat pada usaha ini yaitu cetakan bolong, cetakan pecah, dan cetakan bentuk tidak sempurna. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor penyebab cacat dan melakukan upaya pengendalian dan perbaikan kualitas menggunakan metode *Statistical Quality Control (SQC) dan Fault Tree Analysis (FTA)*. Terdapat dua data yang melampaui batas *Upper Control Limit (UCL)* yaitu data ke 9 dan data ke 13 dengan nilai masing masing sebesar 0,38 dan 0,365 sehingga perlu dilakukan perbaikan terhadap proses produksi agar kecacatan berada dalam batas kontrol. Hasil dari metode FTA diperoleh 21 *basic event* dari penentuan minimum *cut set* yaitu $[25 + 26 + 47 + 48 + (29 + 49)] + [31 + 42 + 33 + 50 + 51 + 51] + [(37 + 38) + (42 + 52) + (53 + 54) + (41 + 42)] + [(43 + 44) + 45] + [46]$ yang menjadi penyebab cacat pada produk, yaitu adonan belum matang, penggunaan garam terlalu sedikit, menggunakan alumunium bekas, penuangan kurang tinggi, tidak memisahkan saat penuangan, penggunaan blower yang kurang maksimal, lubang tungku yang terlalu besar, pemasangan kup tidak tepat, kurang pengawasan, dikejar target produksi, ingin cepat selesai, badan tidak fit, kurangnya ventilasi, lubang siraman terlalu besar, adonan berada di luar tungku, tidak memilah bahan baku dengan baik, terlalu fokus dalam penuangan, bekerja tidak sesuai prosedur, tidak menepuk cetakan dasar terlebih dahulu, pola kunci cetakan yang rumit, dan kurang konsentrasi.

Kata Kunci: Produk Cacat, Statistical Quality Control, Faut Tree Analysis

PENDAHULUAN

Kualitas menjadi faktor dasar keputusan konsumen dalam pemilihan produk dan jasa sehingga kualitas merupakan faktor kunci yang membawa keberhasilan bisnis, bertumbuh, dan berkembang serta memenangkan persaingan. Dalam menjaga kepuasan konsumen akan produk tersebut, perusahaan perlu melakukan pengendalian

terhadap kualitas produk. Sebagai contoh sederhana dari pengendalian kualitas adalah dengan melakukan inspeksi terus menerus dan memakai peralatan produksi sesuai dengan kegunaan alat tersebut (Montgomery, 2009).

Usaha Pengecoran Alumunium Bapak Santoso merupakan usaha yang bergerak dibidang pengecoran logam alumunium

dimana produk yang dihasilkan berupa peralatan rumah tangga dari alumunium. Usaha pengecoran ini berdiri sejak tahun 2000 dengan jumlah pekerja tetap sebanyak 10 orang. Produk yang dihasilkan berupa cetakan makanan yang terbuat dari alumunium yaitu cetakan telur puyuh, cetakan kue apem dan cetakan kue lumpur. Kapasitas produksi yang dimiliki perusahaan sebesar 200-400 unit/ hari dan Cacat / *defect* produk yang dihasilkan mencapai 40-50 unit produk perhari yang terdiri dari produk retak, pecah, dan bolong. Cacat tersebut kemudian dilebur kembali namun hasil dari leburan tersebut dapat membuat kualitas produk menjadi menurun. Jumlah tersebut mencapai 10% dari total produksi perhari, dimana cacat/*defect* yang dihasilkan melebihi batas toleransi kecacatan yang diharapkan perusahaan. Berdasarkan angka tersebut segi pengendalian kualitas di perusahaan masih jauh dari sempurna, sehingga perlu dilakukan upaya atau tindakan pengendalian kualitas guna mengurangi jumlah cacat yang berlebih agar target produksi yang diharapkan perusahaan dapat tercapai. Upaya atau tindakan pengendalian yang dilakukan perusahaan sejauh ini adalah dengan cara pencegahan terjadi cacat/*defect* berkelanjutan, yaitu pengendalian dilakukan setelah cacat/*defect* produk terjadi. penambahan bahan tambahan pada adonan alumunium dilakukan agar cacat/*defect* produk dapat diatasi. Hal tersebut kurang baik karena pengendalian atau pencegahan direncanakan dan dilakukan sebelum terjadinya cacat/*defect* agar tidak terjadi proses-proses tambahan yang dapat memakan waktu proses produksi yang sedang berlangsung. Permasalahan tersebut dapat mengancam target produksi perhari sehingga kepercayaan konsumen kepada perusahaan dapat berkurang akibat kualitas yang diberikan tidak sesuai dengan yang diharapkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi terjadi cacat/*defect* dengan melakukan Pengendalian kualitas menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC) yang berfungsi untuk mengontrol, meminimumkan, dan memperbaiki kualitas produksi dengan alat bantu pengendalian kualitas yaitu *Seven tools* yang terdiri dari *Check Sheet*, *Pareto Diagram*, *Histogram*, *Process Flow Diagram*, *Scatter Plot*, *Control Chart* (Grafik Pengendali), *Cause And Effect (Fishbone) Diagram*. Salah satu hasil output yang diperoleh dari metode

pertama berupa jenis kecacatan paling tertinggi pada produk akan dilakukan perbaikan menggunakan metode *Fault Tree Analysis (FTA)* yaitu metodologi analisis yang menggunakan model grafis untuk menunjukkan analisis proses secara visual. FTA memungkinkan untuk mengidentifikasi kejadian kegagalan berdasarkan penilaian probabilitas kegagalan (Dewi,dkk, 2015).

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan data primer. Data primer yang diambil adalah data cacat produk sebanyak 30 data dengan cara pengamatan secara langsung pada lini produksi di usaha pengecoran alumunium bapak santoso. Data primer diolah menggunakan metode *statistical quality control* dan *fault tree analysis*.

Statistical Quality Control

Statistical Quality Control (pengendalian kualitas statistik) adalah alat bantu manajemen untuk menjamin kualitas. Tujuan utama *Statistical Quality Control* adalah meminimumkan variabilitas dalam karakteristik kualitas produk atau jasa. Pengambilan keputusan dalam *Statistical Quality Control* dapat menggunakan alat yang dikenal dengan *seven tools*, yang terdiri dari : *stratifikasi*, *Cause And Effect (Fishbone) Diagram*, *Control Chart* (Grafik Pengendali), *Check Sheet*, *Pareto Diagram*, *Scatter Plot*, Dan *Histogram* (Rahayu,2013).

1. *Check Sheet*

Check sheet berfungsi untuk melakukan pengamatan secara sistematis dan teratur pada kegiatan produksi yang dilakukan dengan secara tertulis. Dalam *check sheet* terdapat data yang diamati yaitu jumlah produksi, jumlah produk cacat, jenis cacat jumlah produk jadi.

2. *Stratifikasi*

Stratifikasi adalah suatu upaya untuk mengurangi atau mengklasifikasikan persoalan menjadi kelompok atau golongan sejenis yang lebih kecil atau menjadi unsur-unsur tunggal dan persoalan.

3. *Histogram*

Histogram adalah suatu penampakan grafik dari data dengan membagi karakteristik data kedalam kelas-kelas atau bagian dalam sebuah histogram frekuensi, nilai sumbu vertikal (x) menggambarkan jumlah dari observasi yang dilakukan setiap kelas. sedangkan untuk sumbu horizontal (y)

menggambarkan masing-masing kelas atau bagian.

4. **Diagram Pencar**
Diagram pencar adalah suatu diagram yang menggambarkan korelasi (hubungan) dari suatu penyebab/faktor terhadap penyebab/faktor lain atau terhadap karakteristik kualitas. Kegunaan dari diagram pencar adalah untuk melihat ada tidaknya korelasi (hubungan) dari suatu penyebab/faktor yang lain atau terhadap akibat karakteristik kualitas
5. **Diagram Pareto**
Prinsip diagram pareto adalah dengan aturan 80/20 yaitu 80% problem (ketidaksihuan) disebabkan oleh penyebab (*cause*) sebesar 20%. Diagram tersebut juga mengidentifikasi hal yang penting, serta alternatif pemecahan yang akan membawa perbaikan secara substansial dalam kualitas (Mitra,1993) dan (Besterfield,1998).
6. **Peta Kendali**
Peta kendali digunakan untuk mendeteksi adanya penyimpangan dengan cara menetapkan batas-batas kendali terdiri dari *control limit* (CL), *upper control limit* (UCL), dan *lower control limit* (LCL) (Gasperz,1998), dengan rumus berikut (Montgomery,2009):
 - a. Proporsi cacat dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{\text{Jumlah Produk Cacat}}{\text{Jumlah Produksi}} \dots\dots\dots (1)$$
 - b. Nilai CL dihitung dengan rumus :

$$CL = \bar{p} = \frac{\text{Total Jumlah Produk Cacat}}{\text{Total Jumlah Produksi}} \dots\dots\dots (2)$$
 - c. Nilai UCL dihitung dengan rumus :

$$UCL = \bar{p} + 3 Sp$$

$$UCL = \bar{p} + 3 \frac{\sqrt{p(1-p)}}{N} \dots\dots\dots (3)$$
 - d. Nilai LCL dihitung dengan rumus :

$$LCL = \bar{p} - 3 Sp$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \frac{\sqrt{p(1-p)}}{N} \dots\dots\dots(4)$$

7. **Cause Effect Diagram**
Kegunaan dari diagram ini adalah untuk menemukan faktor-faktor yang merupakan sebab pada suatu masalah berdasarkan 5 faktor utama 4M 1E, yaitu *Man, Machine, Material, Methode, Environment*

Fault Tree Analysis

FTA memungkinkan untuk mengidentifikasi kejadian kegagalan berdasarkan penilaian probabilitas kegagalan dengan pendekatan *top-down* analisis kegagalan , dimulai dengan potensi kejadian utama atau peristiwa yang tidak diinginkan disebut dengan *top level event*, lalu menentukan semua hal yang dapat membuat kejadian atau peristiwa itu terjadi. Analisis tersebut dilakukan dengan menentukan bagaimana *top level event* (potensi kejadian utama) bisa terjadi, apa penyebabnya, dan siapa penyebabnya. Penyebabnya dari potensi kejadian utama adalah “*connected*” melalui *logic gates* yaitu *AND-gates* dan *OR-gates* (Dewi,dkk ,2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan data adalah Mengidentifikasi kecacatan produk menggunakan *Seven Tools* yang terdiri dari *Check Sheet, Stratifikasi, Histogram, Pareto Diagram, Scatter Diagram, Control Chart*, dan *Cause And Effect Diagram* .Langkah selanjutnya membuat usulan perbaikan menggunakan *Fault Tree Analysis*

1. **Check sheet**
Menginput data hasil produksi kedalam lembaran *check sheet* dengan menggunakan aplikasi *microsoft excel* sehingga dapat memudahkan peneliti dalam melakukan rekapitulasi produk cacat pada produk cetakan makanan. Berikut hasil dapat dilihat pada tabel 1

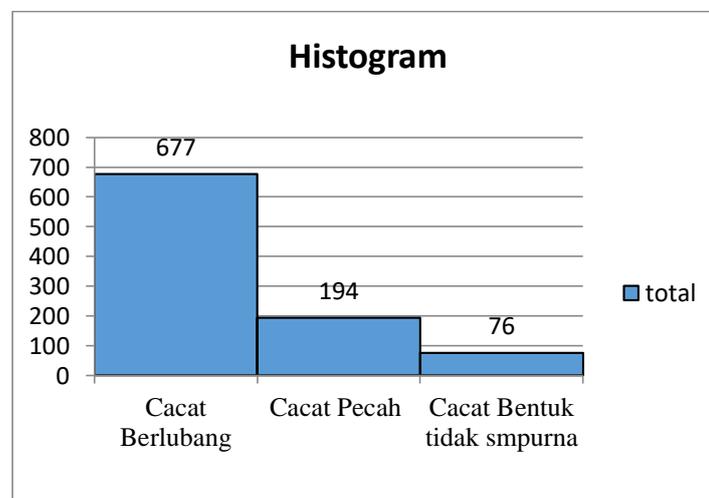
Tabel 1 Check Sheet Cetakan Telur Puyuh Bulan September 2018

Data Ke	Jumlah Produksi (Unit)	Jenis Cacat			Total Produk Cacat (Unit)	Total produk Jadi (Unit)
		Berlubang (Unit)	Pecah (Unit)	Bentuk Tdk Sempurna (Unit)		
1	200	14	6	1	21	179
2	200	17	4	-	21	179
3	200	31	6	3	40	160
4	200	12	4	1	17	183
5	200	19	2	4	25	175

Lanjutan Tabel 1 *Check Sheet* Cetakan Telur Puyuh Bulan September 2018

Data Ke	Jumlah Produksi (Unit)	Jenis Cacat			Total Produk Cacat (Unit)	Total produk Jadi (Unit)
6	200	24	5	-	29	171
8	200	19	3	2	24	176
9	200	57	15	4	76	124
10	200	31	2	-	33	167
11	200	11	2	4	17	183
12	200	21	-	1	22	178
13	200	51	14	8	73	127
14	200	18	2	5	25	175
15	200	28	4	6	38	162
16	200	16	3	1	20	180
17	200	26	-	-	26	174
18	200	43	12	-	55	145
19	200	16	6	2	24	176
20	200	31	5	8	44	156
21	200	5	12	3	15	185
22	200	14	4	5	23	177
23	200	19	11	2	32	168
24	200	24	5	7	36	164
25	200	11	8	-	19	181
26	200	48	17	3	68	132
27	200	24	3	-	27	173
28	200	7	12	-	19	181
29	200	11	8	6	25	175
30	200	12	9	-	21	179
30	200	12	9	-	21	179
Total	6000	677	194	76	942	5058

2. Histogram

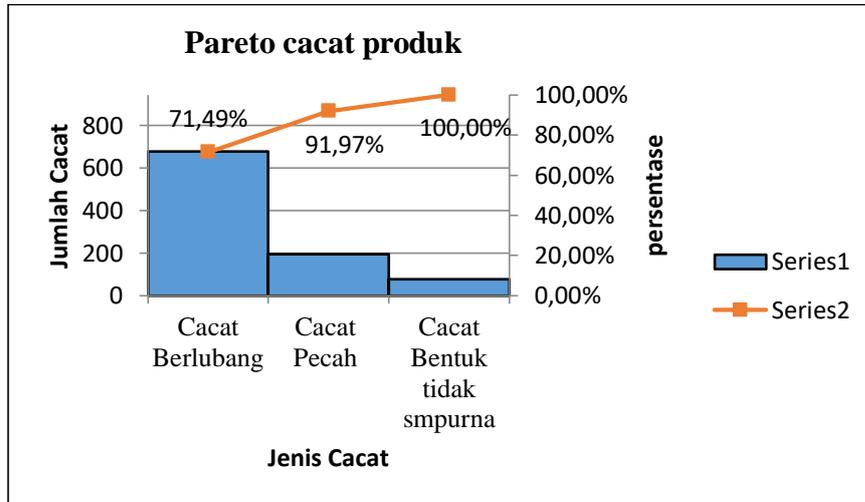


Gambar 1. Histogram

Dari hasil gambar 1 histogram dapat diketahui bahwa jenis cacat tertinggi pada produk yaitu berlubang dengan total 677

unit, kedua adalah pecah sebanyak 194 unit dan ketiga adalah bentuk tidak sempurna sebanyak 76 unit.

3. *Diagram Pareto*

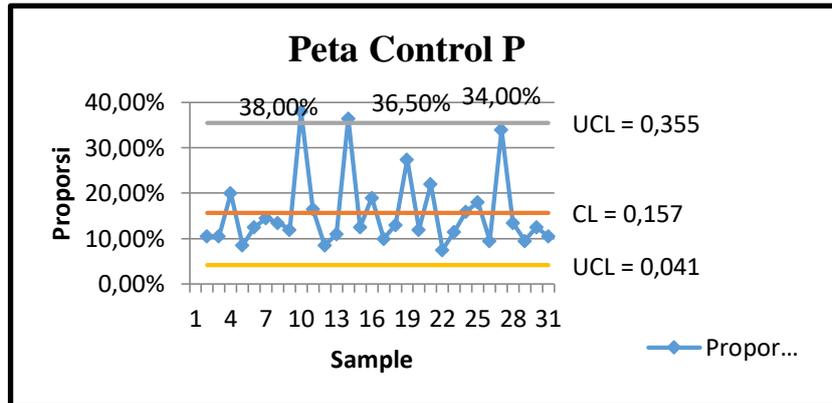


Gambar 2. *Diagram Pareto*

Dari gambar 2 dapat diketahui bahwa cacat berlubang memiliki nilai frekuensi tertinggi sebesar 71,49% , kemudian diikuti

oleh cacat pecah dengan frekuensi sebesar 20,49% dan cacat bentuk tidak sempurna sebesar 8,03%.

4. *Peta kendali P*



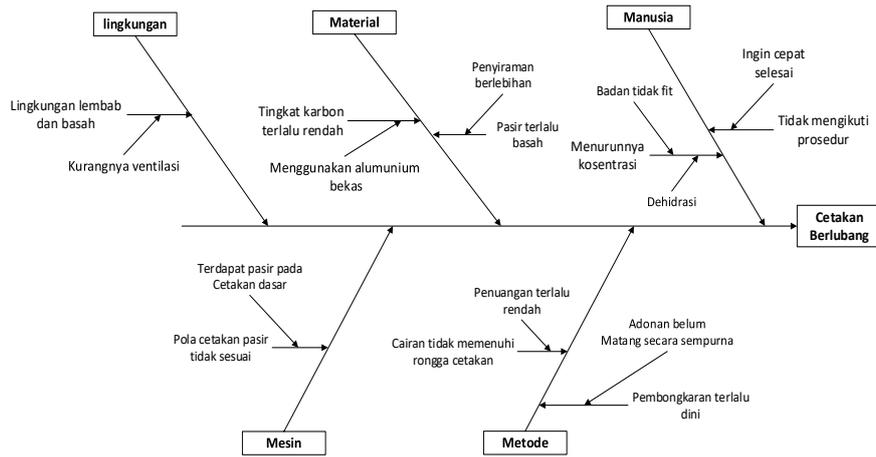
Gambar. 3 Peta Kendali P

Dari gambar 3 diketahui bahwa terdapat data yang melampaui batas *Upper Control Limit* (UCL) yaitu pada data ke-9 dan data ke-13 dengan nilai masing-masing sebesar 0,38 dan 0,365 . Berdasarkan hal tersebut maka perusahaan perlu melakukan perbaikan agar produksi berada dalam bata pengendalian kualitas statistic.

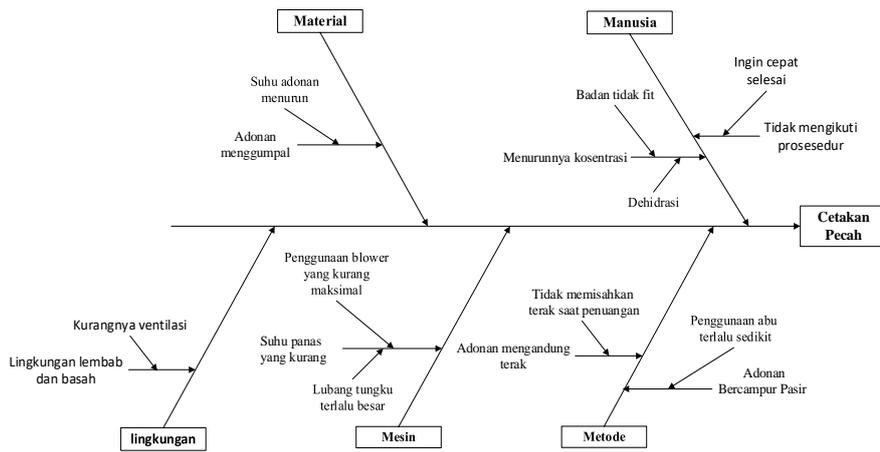
bertujuan untuk mengetahui penyebab terjadinya cacat berdasarkan faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan. Jenis kecacatan yang dianalisis adalah cacat berlubang pecah, dan bentuk tidak sempurna jenis cacat ini dipilih berdasarkan perhitungan pada peta kendali P dan diagram histogram karena memiliki tingkat cacat tertinggi dan terdapat dua data yang belum terkendali. Berikut analisa fishbone diagram pada gambar 4, 5 dan 6.

5. *Cause effect diagram*

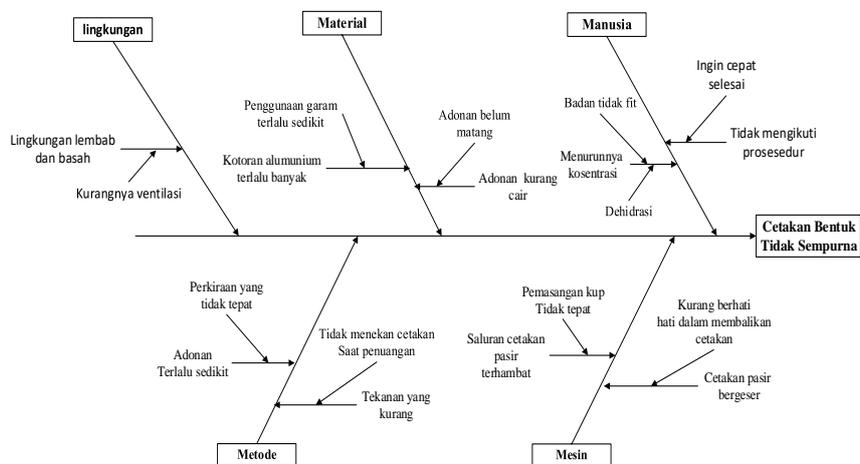
Langkah berikut membuat diagram sebab akibat atau *Fishbone* diagram yang



Gambar 4 Fishbone Diagram Cetakan Berlubang



Gambar 5. Fishbone Diagram Cetakan Pecah



Gambar 6 Fishbone Diagram Cetakan Bentuk Tidak Sempurna

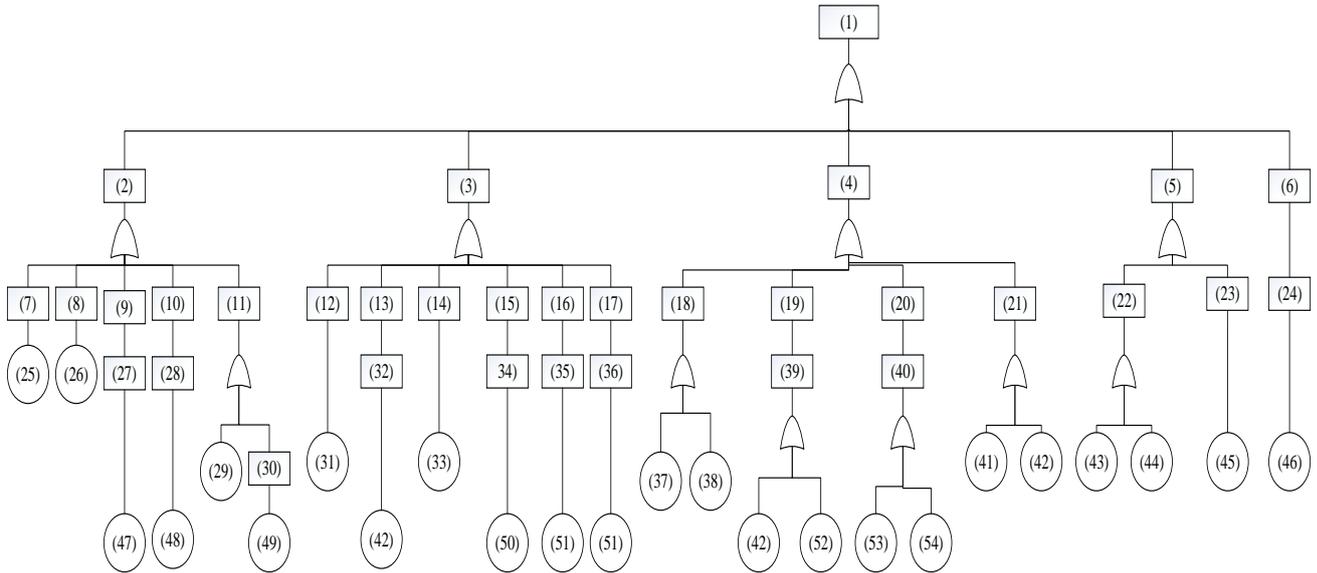
Dari gambar 4, 5 dan 6 dapat diketahui bahwa faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan dapat mempengaruhi kecacatan produk.

Berdasarkan faktor manusia yaitu menurunnya konsentrasi dan tidak mengikuti prosedur, faktor mesin yaitu suhu kurang, pola cetakan tidak sesuai

dan cetakan bergeser. Faktor metode cairan tidak memenuhi rongga cetakan, pasir terlalu basah, tekanan yang kurang, adona terlalu sedikit, adonan mengandung terak dan pasir bercampur adonan. Faktor material tingkat karbon terlalu rendah, kotoran alumunium terlalu banyak, adonan kurang cair, adonan menggumpal dan adonan mengandung terak. Faktor lingkungan yaitu lembab dan basah.

6. *Fault Tree Analysis*

Setelah melakukan indentifikasi menggunakan *seven tools*, langkah selanjutnya melakukan analisa penyebab kecacatan menggunakan metode FTA, yaitu perwakilan grafik kejadian yang memungkinkan untuk identifikasi kejadian kecacatan.



Gambar 7 *Fault Tree Analysis*

Berdasarkan bagan *fault tree* terdapat tabel keterangan berikut ini :

Tabel 2 Keterangan *Fault Tree Analysis*

kode	Keterangan	kode	Keterangan
1	Cacat cetakan telur puyuh	28	Suhu adonan menurun
2	Material	29	Menggunakan alumunium bekas
3	Metode	30	Bahan baku usang dan berkarat
4	Mesin	31	Penuangan kurang tinggi
5	Manusia	32	Penggunaan abu terlalu sedikit
6	Lingkungan	33	Tidak memisahkan terak saat penuangan
7	Adonan kurang cair	34	Tidak menekan cetakan saat penuangan
8	Kotoran alumunium terlalu banyak	35	Perkiraan yang tidak tepat
9	Pasir terlalu basah	36	Adonan belum mengeras
10	Adonan menggumpal	37	Pengunaan blower yang kurang maksimal
11	Tingkat karbon rendah	38	Lubang tungku yang terlalu besar
12	Adonan tidak memenuhi rongga	39	Cetakan dasar mengandung pasir
13	Adonan bercampur Pasir	40	Tidak berhati-hati dalam membalikan cetakan
14	Adonan mengandung terak	41	Pemasangan kup yang tidak tepat
15	Tekanan yang kurang	42	Kurang pengawasan

Lanjutan **Tabel 2** Keterangan *Fault Tree Analysis*

kode	Keterangan	kode	Keterangan
16	Adonan terlalu sedikit	43	Dikejar target produksi
17	Pembongkaran terlalu dini	44	Ingin cepat selesai
18	Suhu panas yang kurang	45	Badan tidak fit
19	Pola cetakan tidak sesuai	46	Kurangnya ventilasi
20	Cetakan pasir bergeser	47	Lubang siraman terlalu besar
21	Saluran cetakan terhambat	48	Adonan terlalu laa berada di luar tungku
22	Tidak mengikuti prosedur	49	Tidak memilah bahan baku dengan baik
23	Menurunnya kosentrasi	50	Terlalu fokus penuangan
24	Lingkungan lembab dan basah	51	Bekerja tidak sesuai prosedur
25	Adonan belum matang	52	Tidak menepuk cetakan dasar terlebih dahulu
26	Penggunaan garam terlalu sedikit	53	Pola kunci cetakan yang rumit
27	Penyiraman terlalu berlebihan	54	Kurang kosentrasi

Penentuan minimum *cut set* untuk gambar *fault tree analysis* di atas adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Top event} &= 1 \\
 &= 2 + 3 + 4 + 5 + 6 \\
 &= [7 + 8 + 9 + 10 + 11] + [12 + 13 + 14 + 15 + 16 + 17] + [18 + 19 + 20 + 21] + [22 + 23] + [24] \\
 &= [25 + 26 + 27 + 28 + (29 + 30)] + [31 + 32 + 33 + 34 + 35 + 36] + [(37 + 38) + 39 +
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &40 + (41 + 42)] + [(43 + 44) + 45] + [46] \\
 &= [25 + 26 + 27 + 28 + (29 + 49)] + [31 + 42 + 33 + 50 + 51 + 51] + [(37 + 38) + (42 + 52) + (53 + 54) + (41 + 42)] + [(43 + 44) + 45] + [46]
 \end{aligned}$$

Dari hasil penentuan *cut set* diperoleh 21 *basic event* yang menjadi penyebab kecacatan pada cetakan telur puyuh dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3 *Basic Event*

kode	<i>Basic event</i>	kode	<i>Basic event</i>
25	Adonan belum matang	45	Badan tidak fit
26	Penggunaan garam terlalu sedikit	46	Kurangnya ventilasi
29	Menggunakan aluminium bekas	47	Lubang siraman terlalu besar
31	Penuangan kurang tinggi	48	Adonan berada di luar tungku
33	Tidak memisahkan terak saat penuangan	49	Tidak memilah bahan baku dengan baik
37	Penggunaan blower yang kurang maksimal	50	Terlalu fokus penuangan
38	Lubang tungku yang terlalu besar	51	Bekerja tidak sesuai prosedur
41	Pemasangan kup tidak tepat	52	Tidak menepuk cetakan dasar terlebih dahulu
42	Kurang pengawasan	53	Pola kunci cetakan yang rumit
43	Dikejar target produksi	54	Kurang kosentrasi
44	Ingin cepat selesai		

7. Rencana perbaikan
 Dari data penentuan minimum *cut set* diketahui faktor-faktor apa saja yang bisa mempengaruhi terjadinya cacat produk

pada saat produksi berdasarkan hasil dari *fault tree analysis* sehingga langkah selanjutnya adalah membuat rencana perbaikan

Tabel 4 Rencana Perbaikan

kode	Penyebab Cacat	Basic Event	Perbaikan
25	Adonan kurang cair	Adonan belum matang	<ul style="list-style-type: none"> - Peleburan dilakukan sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan oleh perusahaan yaitu selama 90 menit agar hasil peleburan maksimal - Melakukan pengawasan dan pengecekan pada saat melebur material
26	Alumunium mengandung kotoran	Penggunaan garam tidak sesuai atau kurang	<ul style="list-style-type: none"> - Mencampur garam sesuai dengan anjuran perusahaan yaitu sebanyak 2 sekop garam agar kotoran hasil peleburan dapat terangkat dari leburan alumunium dengan maksimal.
29,49	Tingkat karbon terlalu rendah	<ul style="list-style-type: none"> - Menggunakan alumunium bekas - Tidak memilah bahan baku dengan baik 	<ul style="list-style-type: none"> - Pencampuran alumunium yang murni dan bekas agar kadar karbon tidak rendah - Melakukan pemilahan material terlebih dahulu yang masih layak dipakai
33	Adonan mengandung terak	Tidak memisahkan terak saat penuangan	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan peyisihan lapisan terak pada permukaan adonan alumunium yang akan dipakai pada saat penuangan - Melakukan proses penuangan dengan dua pekerja pada saat beroperasi.
37	Suhu panas yang kurang	Penggunaan mesin blower yang kurang maksimal	<ul style="list-style-type: none"> - Penggunaan blower sesuai dengan anjuran dan instruksi perusahaan - Pengawasan secara beruntun pada mesin blower pada saat beroperasi
38		Lubang tungku yang terlalu besar	<ul style="list-style-type: none"> - Meminimkan diameter lubang tungku agar panas pada tungku dapat terjaga - Buka lubang tungku hanya pada saat diperlukan
41,42	Saluran cetakan pasir terhambat	<ul style="list-style-type: none"> - Pemasangan kup tidak tepat - Kurang pengawasan 	<ul style="list-style-type: none"> - Teliti dan kosentrsai dalam membuat cetakan agar tidak terjadi kesalahan - Melakukan pengawasan terhadap pekerja agar ketelitian dapat terjaga
42	Cetakan dasar mengandung pasir	Kurang pengawasan	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan pengawasan terhadap pekerja agar ketelitian dapat terjaga
	Penggunaan abu yang kurang	Kurangnya pengawasan	<ul style="list-style-type: none"> - Abu yang digunakan harus cukup agar adonan tidak menempel dengan pasir cetakan - Diperlukan perhatian yang lebih ketika membuat cetakan.
43,44	Terburu-buru	<ul style="list-style-type: none"> - Dikejar target produksi - Ingin cepat selesai 	<ul style="list-style-type: none"> - Bekerja sesuai dengan waktu yang ditetapkan perusahaan - Bekerja sesuai dengan prosedur yang di tetapkan perusahaan - Hindari sikap kerja yang tidak diperlukan - Memberikan himbauan dan teguran tentang pedoman kerja yang ditetapkan perusahaan
45	Menurunnya kosentrasi	Badan kurang fit	<ul style="list-style-type: none"> - Sarapan sebelum bekerja - Konsumsi air yang cukup karena lingkungan kerja yang menguras cairan tubuh - Hindari begadang di malam hari agar istirahat tetap cukup
46	Lingkungan lembab dan basah	Kurangnya ventilasi	<ul style="list-style-type: none"> - Penambahan jendela dan ventilasi di daerah kerja agar udara dan cahaya matahari dapat memasuki ruang kerja.
47	Pasir terlalu basah	Lubang penyiraman terlalu besar	<ul style="list-style-type: none"> - Mengganti lubang penyiraman dengan yang lebih kecil agar proses penyiraman menjadi optimal.

48	Adonan menggumpal	Adonan terlalu lama berada diluar tungku	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak menuangkan adonan untuk lebih dari 4 cetakan produk berdasarkan anjuran yang diberikan perusahaan - Utamakan menuangkan adonan pada cetakan yang memiliki jarak lebih jauh dari tanur
50	Kurangnya penekanan pada cetakan	Terlalu fokus penuangan	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan penuangan dengan dua pekerja agar proses pencetakan menjadi lebih optimal.
51	Adonan belum mengeras secara sempurna	Bekerja tidak sesuai prosedur	<ul style="list-style-type: none"> - Pembongkaran harus sesuai dengan waktu yang dianjurkan perusahaan selama 10 menit setelah penuangan adonan alumnium cair - Bekerja sesuai prosedur yang dimiliki perusahaan agar hasil cetakan maksimal dan tidak terjadi cacat.
	Perkiraan yang tidak tepat	Bekerja tidak sesuai prosedur	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan penuangan alumnium sesuai dengan prosedur yang dimiliki perusahaan sebanyak 4 cetakan - Bekerja sesuai prosedur yang dimiliki perusahaan agar hasil cetakan maksimal dan tidak terjadi cacat.
52	Terdapat pasir pada cetakan dasar	Tidak menepuk cetakan terlebih dahulu	<ul style="list-style-type: none"> - Teliti dan konsentrasi pada saat membuat cetakan - Melakukan pengawasan pada pekerja agar ketelitian tetap terjaga
53,54	Cetakan pasir bergeser	- Pola kunci cetakan yang rumit	<ul style="list-style-type: none"> - Teliti dan konsentrasi pada saat membuat cetakan - Menganti atau menukar cetakan pasir dengan pola kunci yang lebih mudah
		- Kurang konsentrasi	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan pengawasan terhadap pekerja agar ketelitian dapat terjaga.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian diketahui bahwa kecacatan pada proses produksi perusahaan berada diluar batas kendali kontrol berdasarkan analisis menggunakan peta kendali P sehingga diperlukan perbaikan pada proses produksi guna meminimalisir kecacatan.
2. Terdapat tiga jenis cacat yaitu bolong, pecah, dan bentuk tidak sempurna yang dipengaruhi oleh faktor-faktor yaitu manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan seperti :
 - a. Manusia yaitu tidak mengikuti prosedur dan menurunnya konsentrasi disebabkan ingin cepat selesai dan badan kurang fit.
 - b. Material yaitu pasir terlalu basah akibat penyiraman berlebihan, adonan yang menggumpal akibat suhu adonan menurun, tingkat karbon rendah akibat menggunakan alumnium bekas, kotoran alumnium terlalu banyak disebabkan kurangnya penambahan garam pada adonan dan adonan kurang cair disebabkan adona kurang matang.
 - c. Metode yaitu cairan tidak memenuhi rongga cetakan pasir akibat penuangan kurang tinggi, pasir bercampur adonan akibat penggunaan abu yang terlalu sedikit, pembongkaran terlalu dini dimana adona belum mengeras secara sempurna, adonan mengandung terak disebabkan tidak memisahkan terak pada adonan, tekanan yang kurang akibat tidak melakukan penekanan pada cetakan saat penuangan dan kurangnya adonan didalam cetakan disebabkan perkiraan pekerja yang tidak tepat.
 - d. Mesin yaitu suhu panas yang kurang maksimal disebabkan penggunaan blower yang tidak maksimal dan lubang tungku terlalu besar, pola cetakan tidak sesuai disebabkan terdapat pasir pada cetakan dasar, cetakan bergeser disebabkan pola kunci yang rumit, saluran cetakan terhambat disebabkan kesalahan pemasangan kup.
 - e. Lingkungan yaitu tempat kerja yang lembab dan basah disebabkan kurangnya ventilasi.
3. Dari faktor-faktor penyebab kecacatan yang telah diketahui dilakukan perbaikan sesuai dengan usulan perbaikan dari tabel

4 yang diajukan peneliti menurut *basic event* yang diketahui menggunakan *fault tree analysis*.

DAFTAR PUSTAKA

Besterfield, D. II. 1998. *Quality Control*. 5th Ed. New Jersey : Prentice Hall, Inc
Dewi,W. Dkk. 2015. *Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Statistical Quality Control (SQC) Produk Sepatu Pria Untuk Meminimumkan Produk Cacat Studi Kasus Pada CV. Valentino Shoes Kabupaten Bandung*. ISSN : 2460-6545
Gaspersz, V. 1998. *Statistical Process Control : Penerapan Teknik-Teknik Statistical*

Dalam Manajemen Bisnis Total. Jakarta : Gramedia Pustakan Utama.

Mitra, A. 1993 *Fundamentals Of Quality Control And Improvement*. Singapore : Mac Milan Publishing Co

Montgomery, D. C. 2009. *Introduction To Statistical Quality Control*. Sixth Edition. New York. N. Y. John Wiley And Sons : Arizona State University.

Rahayu. A. 2013. *Statistical Quality Control*, diakses tanggal 17 September 2018, <<https://socs.binus.ac.id/2013/07/23/>>.