



## Analisis Penyebab Cacat dan Usulan Perbaikan dengan Metode *Fault Tree Analysis* pada Proses Drawing di PT. XYZ

### Analysis of the Causes of Defect and Proposed Improvements with Fault Tree Analysis Method in the Drawing Process at PT. XYZ

Yunita Nugrahaini Safrudin<sup>\*1</sup>, Taufik Rahman<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

---

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Diterima 24-04-2021

Diperbaiki 08-06-2021

Disetujui 30-06-2021

##### Kata Kunci:

Kualitas, Produk Cacat, *Fault Tree Analysis*, Diagram Pareto

#### ABSTRAK

PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi berbagai jenis produk berbahan dasar logam dengan sistem *make to order*. Salah satunya adalah part *Back Top Plate 450/456* (BTP 450/456) yang merupakan komponen pembuatan kulkas. Pada periode Februari-November 2020, PT. XYZ memproduksi BTP 450/456 sebanyak 15.395 unit. Namun, produk BTP 450/456 memiliki persentase produk cacat tertinggi. Rata-rata persentase produk cacat sebesar 3,06%, sedangkan toleransi jumlah cacat yang ditentukan oleh perusahaan adalah 1%. Hal ini mengindikasikan adanya permasalahan dalam proses produksi. Jenis cacat terbanyak dalam proses produksi 450/456 adalah pecah dengan persentase 41,88%. Berdasarkan *Critical to Quality*, tahapan proses yang tidak memenuhi syarat dalam proses *drawing* dapat menimbulkan berbagai jenis cacat, seperti keriput, pecah, *miss-sizing*, gagal proses, gores, dan penyok. Metode *Fault Tree Analysis* digunakan untuk mengidentifikasi akar masalah timbulnya jenis cacat pecah. Akar masalah tersebut antara lain belum adanya *panduan setting dies*, mesin dioperasikan dalam waktu yang lama, kelalaian operator, dan posisi plastik yang tidak tepat. Usulan perbaikan yang diberikan adalah menentukan besar tekanan mesin yang optimal, merancang panduan *setting dies* bagi operator, mengevaluasi dan memperbaiki proses *maintenance*, melakukan analisis kebutuhan mesin baru, *supervisor* memberikan arahan dengan baik kepada operator, evaluasi kerja berkala untuk menilai kinerja operator, merancang *visual display* sebagai pengingat bagi operator, dan merancang alat bantu untuk memposisikan plastik pada material.

---

#### ABSTRACT

PT. XYZ is a manufacturing company that produces various types of metal-based products with a make to order system. One of them is the Back Top Plate 450/456 (BTP 450/456) part which is a component of refrigerators. In the period of February-November 2020, PT. XYZ produces 15,395 units of BTP 450/456. However, BTP 450/456 products have the highest percentage of defective products. The average percentage of defective products is 3.06%, while the tolerance for the number of defects determined by the company is 1%. This indicates a problem in the production process. The most types of defects in the production process of 450/456 are broken with a percentage of 41.88%. Based on Critical to Quality, the process stages that do not meet the requirements in the drawing process can cause various types of defects, such as wrinkles, breaks, miss-sizing, process failures, scratch and dents. The Fault Tree Analysis method is used to identify the root cause of the type of broken defect. The root of these problems includes the absence of a guide for setting dies, the machine being operated for a long time, operator negligence, and the incorrect position of the plastic. The proposed improvement given are determining the optimal engine pressure, designing dies setting guides for operators, evaluating and improving the maintenance process, analyzing new machine requirements, supervisors giving good directions to operators, periodic work evaluations to assess operator performance, designing visual displays as reminders for operators, and designing aids for positioning plastics on materials.

##### Keywords:

Quality, Defect, Fault Tree Analysis, Pareto Diagram

## 1. Pendahuluan

Dalam persaingan di dunia industri, produk berkualitas lebih diminati dan memiliki nilai kompetitif yang lebih tinggi. Kualitas merupakan kesesuaian barang/ jasa untuk memenuhi atau melampaui keinginan pelanggan. Produk yang berkualitas harus memiliki kesesuaian untuk memenuhi atau melampaui tujuan penggunaannya sebagaimana yang dipersyaratkan oleh pelanggan. Perusahaan harus memastikan bahwa proses produksi berjalan dengan baik dan terkendali untuk menghasilkan produk yang berkualitas, sehingga dapat menghasilkan luaran yang sesuai dengan permintaan [1]. Penetapan persyaratan serta spesifikasi didasarkan atas *voice of customer* (VOC) dan selanjutnya dibuat dalam bentuk *critical to quality* (CTQ) [2]. Menurut Crosby [3], cacat adalah kegagalan untuk memenuhi persyaratan baik persyaratan tersebut telah ditentukan atau belum. Produk yang cacat dapat meningkatkan biaya dan waktu produksi karena kualitas, produktivitas, dan biaya terkait erat [4]. Sistem pengendalian kualitas yang baik diharapkan dapat meningkatkan kualitas produk dengan mengurangi jumlah produk cacat. Oleh karena itu, menjaga kualitas produk dan meminimasi jumlah produk cacat menjadi salah satu kunci bagi industri agar dapat bersaing dengan kompetitornya.

Salah satu perusahaan di Indonesia yang juga menjadikan kualitas produk sebagai daya saing adalah PT. XYZ. Perusahaan ini bergerak di bidang manufaktur dan memproduksi berbagai jenis produk berbahan dasar logam dengan sistem *make to order*. Salah satunya adalah *part Back Top Plate 450/456 (BTP 450/456)* yang merupakan komponen pembuatan kulkas. Pada periode bulan Februari-November 2020, PT. XYZ memproduksi BTP 450/456 sebanyak 15.395 unit. Namun, berdasarkan data produksi bulan Februari-November 2020, produk BTP 450/456 memiliki persentase produk cacat tertinggi dibandingkan dengan produk lainnya. Rata-rata persentase produk BTP 450/456 yang cacat sebesar 3,06%, dimana hal ini melebihi angka toleransi jumlah cacat, yaitu 1%. Hal ini mengindikasikan adanya ketidaksesuaian produk yang disebabkan oleh proses produksi yang belum berjalan dengan baik.

Jenis cacat produk BTP 450/456 diantaranya cacat pecah, keriput, *miss-sizing*, *scratch*, penyok, lecet, jamur, *over-process*, dan gagal proses. Tindakan yang dilakukan terhadap produk cacat adalah proses *rework* dan jika tidak dapat dilakukan proses *rework*, maka produk cacat akan menjadi *scrap*. Data historis produksi BTP 450/456 selama periode bulan Februari-November 2020 menunjukkan bahwa jumlah jenis cacat terbanyak adalah jenis cacat pecah, yaitu 165 unit atau 41,88% dari total jumlah produk cacat. Berdasarkan *Critical to Quality*, tahapan proses yang tidak memenuhi syarat dalam proses *drawing* dapat menimbulkan berbagai jenis cacat, seperti keriput, pecah, *miss-sizing*, gagal proses, gores, dan penyok. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis pengendalian kualitas produk BTP 450/456 pada proses *drawing*. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mencari akar penyebab masalah terjadinya cacat pecah pada proses *drawing* serta memberikan usulan perbaikan.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mencari akar penyebab masalah adalah *Fault Tree Analysis*. *Fault Tree Analysis (FTA)* adalah teknik untuk mengklasifikasikan

hubungan kondisi komponen sistem mengarah ke mode kegagalan tertentu. FTA lebih mudah dipahami karena merepresentasikan hubungan antar mode kegagalan secara grafis [5]. Banyak penelitian yang menggunakan FTA untuk mengidentifikasi akar masalah. Nurwulan dan Veronica [6] mengimplementasikan metode *failure mode and effect analysis* (FMEA) dan *fault tree analysis* untuk mengidentifikasi penyebab produk cacat pada salah satu pabrik kertas di Indonesia. Menurut Wang, dkk. [7], FTA merupakan cara yang relatif sederhana namun efektif untuk menganalisis penyebab kabut asap yang terkait dengan emisi gas buang kendaraan di Jinan, Cina. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan metode *Fault Tree Analysis* untuk mengidentifikasi akar penyebab munculnya produk cacat yang kemudian dijadikan acuan dalam menentukan usulan perbaikan agar proses produksi dapat terkendali dengan baik dan mampu meminimasi jumlah produk cacat di PT. XYZ.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan desain kualitatif dengan mengobservasi dan menganalisis objek penelitian secara mendalam berdasarkan data dan hasil wawancara. Objek dari penelitian ini adalah proses produksi BTP 450/456, yang difokuskan pada proses *drawing*. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya data produksi produk BTP 450/456 selama periode bulan Februari 2020-November 2020, data jenis cacat, *critical to quality* proses, dan proses *drawing*. Data produksi produk BTP 450/456 selama periode bulan Februari 2020-November 2020 dapat dilihat pada Tabel 1. Selain itu dilakukan pula observasi lapangan dan studi literatur, serta wawancara kepada kepala produksi, kepala *Quality Control*, dan operator untuk mendapatkan informasi mengenai kemungkinan penyebab cacat serta memvalidasi hasil pengolahan data. Adapun *tools* yang digunakan dalam penelitian ini adalah diagram pareto dan *Fault Tree Analysis*.

Tabel 1.  
Data Produksi Produk BTP 450/456 Bulan Februari-November 2020

Bulan	Jumlah Produksi (Pcs)	Jumlah Produk Cacat (Pcs)	Persentase Cacat Produk	Persentase Toleransi Produk Cacat
Feb	1184	34	2,87%	1%
Mar	1246	23	1,85%	1%
Apr	1151	87	7,56%	1%
Mei	490	31	6,33%	1%
Jun	2731	55	2,01%	1%
Jul	1000	33	3,30%	1%
Agt	1480	14	0,95%	1%
Sep	1235	38	3,08%	1%
Okt	1843	18	0,98%	1%
Nov	3035	51	1,68%	1%
<b>Jumlah</b>	<b>15395</b>	<b>394</b>	<b>30,60%</b>	
<b>Rata-Rata</b>	<b>1539,5</b>	<b>39,4</b>	<b>3,06%</b>	

### 2.1 Diagram Pareto

Diagram pareto bertujuan untuk menentukan prioritas masalah yang harus diselesaikan. Dalam penelitian ini diagram pareto digunakan untuk menentukan jenis cacat terbesar yang terjadi dalam proses produksi BTP 450/456. Prinsip pareto menyatakan bahwa untuk banyak kejadian, sekitar 80% akibat

disebabkan oleh 20% dari penyebabnya [8]. Data yang diperlukan dalam pembuatan diagram pareto adalah jenis cacat, frekuensi dan persentase jenis cacat, frekuensi dan persentase kumulatif.

## 2.2 Fault Tree Analysis

*Fault Tree Analysis* adalah metode sistematis yang digunakan untuk menganalisis penyebab suatu risiko [9]. FTA merupakan metode analitis untuk menentukan semua faktor yang mungkin mengarah pada kegagalan [10] dan merupakan salah satu teknik utama yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menentukan peringkat risiko laten [11]. FTA bertujuan untuk menentukan faktor yang mungkin menjadi penyebab kegagalan, menemukan tahapan kejadian yang mungkin menjadi penyebab kegagalan, menganalisis kemungkinan sumber resiko, dan menginvestigasi kegagalan. Metode ini merupakan metode analisis deduksi logis yang dirancang untuk penilaian risiko sistem yang kompleks, dengan fokus pada peristiwa yang paling tidak diinginkan dalam sistem, dan mendefinisikan penyebab langsung dan tidak langsung terjadinya suatu kegagalan [12]. Pendekatan *top down* pada FTA dimulai dengan asumsi kegagalan dari kejadian puncak (*Top Event*). Selanjutnya, *top event* dirinci hingga sampai pada kegagalan dasar (*Basic Event*). Hubungan antara *top event* dan






*basic event* dinyatakan dengan gerbang logika (*logic gates*), baik yang menggambarkan kondisi tunggal maupun kumpulan berbagai kondisi pemicu kegagalan. Dari diagram *Fault Tree* dapat disusun *cut set* dan *minimal cut set*. *Cut set* adalah serangkaian komponen sistem yang dapat menyebabkan kegagalan sistem jika terjadi kegagalan, sedangkan *minimal cut set* adalah serangkaian komponen sistem minimal yang dapat menyebabkan terjadinya kegagalan sistem. Selanjutnya *Fault Tree* dapat dianalisis untuk mendapatkan informasi yang jelas mengenai kondisi sistem, serta menentukan perbaikan yang perlu dilakukan.

## 3. Hasil dan Pembahasan





### 3.1 Diagram Pareto

Diagram pareto digunakan untuk mengidentifikasi jenis cacat yang dominan terjadi dalam proses produksi BTP 450/456 di PT. XYZ. Grafik batang yang ditunjukkan pada diagram pareto menyajikan permasalahan berdasarkan urutan banyaknya kejadian, Tabel 2 menunjukkan data jenis cacat, deskripsi, visual jenis cacat, frekuensi, serta persentase jenis cacat.

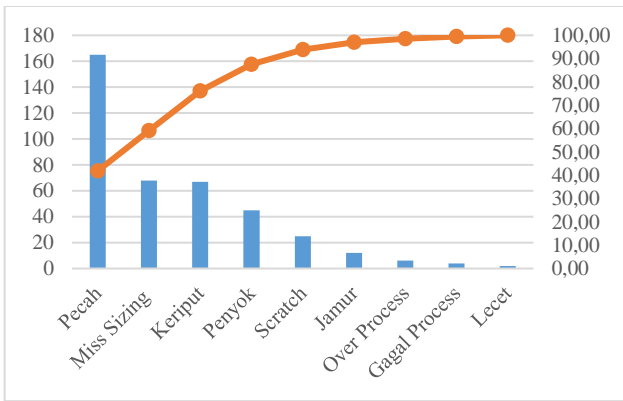
Tabel 2.  
Data Jenis Cacat Bulan Februari-November 2020

Jenis Cacat	Deskripsi	Visual Jenis Cacat	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
<b>Pecah</b>	Terdapat retak-an atau belah pada part		165	165	41,88	41,88
<b>Miss Sizing</b>	Ukuran part yang tidak sesuai standar atau melebihi batas toleransi, sehingga dapat menyebabkan part tidak bisa di-assembling dengan part lain		68	233	17,26	59,14
<b>Keriput</b>	Terdapat lipatan atau kerutan pada part		67	300	17,01	76,14
<b>Penyok</b>	Terdapat lekukan pada part akibat tekanan		45	345	11,42	87,56
<b>Scratch</b>	Terdapat goresan pada part		25	370	6,35	93,91

Tabel 2.  
Data Jenis Cacat Bulan Februari-November 2020 (Lanjutan)

Jenis Cacat	Deskripsi	Visual Jenis Cacat	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
Jamur	Part berjamur, sehingga terdapat perbedaan warna pada part, biasanya diakibatkan karena material disimpan di tempat yang lembab atau basah		12	382	3,05	96,95
Over Process	Jenis cacat ini diakibatkan oleh proses rework yang gagal, sehingga menghasilkan part yang tidak sesuai standar		6	388	1,52	98,48
Gagal Process	Jenis cacat ini diakibatkan oleh proses produksi yang tidak berhasil, seperti proses <i>trimming</i> yang tidak memotong		4	392	1,02	99,49
Lecet	Part lecet diakibatkan karena adanya gesekan pada part		2	394	0,51	100

Berdasarkan Tabel 2, dalam proses produksi BTP 450/456, terdapat 9 jenis cacat. Adapun jenis cacat yang paling sering terjadi pada periode produksi Bulan Februari-November 2020 adalah jenis cacat pecah dengan frekuensi 165 unit (41,88%), sedangkan jenis cacat yang paling jarang terjadi adalah jenis cacat lecet dengan frekuensi 2 (0,51%). Jumlah produk cacat pada periode produksi Bulan Februari-November 2020 adalah 394 unit. Gambar 1 menunjukkan diagram pareto jenis cacat produk BTP 450/456.



Gambar 1. Diagram Pareto

Berdasarkan Gambar 2, dapat diketahui jenis cacat yang paling dominan terjadi dalam proses produksi BTP 450/456 adalah jenis cacat pecah dengan persentase 41,88% dari total jenis cacat. Proporsi tersebut dinilai cukup besar karena hampir setengah dari total jenis cacat, dimana hal tersebut menandakan adanya masalah dalam proses produksi. Hasil analisis diagram Pareto ini digunakan untuk menentukan *top level event* pada tahap analisis dengan metode *Fault Tree Analysis*. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan *Fault Tree Analysis* untuk mengetahui akar penyebab masalah, serta

usulan perbaikan agar proses produksi dapat terkendali dan mengeliminasi produk cacat.

Dalam alur produksi BTP 450/456, masing-masing proses memiliki *Critical to Quality* sebagai standar yang harus dipenuhi dalam proses produksi. Berdasarkan *Critical to Quality*, tahapan proses yang tidak memenuhi syarat proses *drawing* dapat menimbulkan berbagai jenis cacat, seperti keriput, pecah, *miss-sizing*, gagal proses, gores, dan penyok. Proses *drawing* terdiri dari beberapa tahapan proses, diantaranya pemasangan *dies*, *setting dies*, melapisi material dengan plastik, meletakkan material pada *dies*, pengepres-an, mengambil *part*, dan meletakkan *part* pada palet kayu. Tahapan proses pemasangan dan *setting dies*, serta melapisi material dengan plastik harus dilakukan sesuai dengan *critical to quality* proses agar tidak terjadi cacat pecah.

Pada saat pemasangan, *dies drawing* harus berada pada posisi *center* pada mesin dan operator harus memasang serta memastikan *clamp* mengunci *dies* dengan kuat. Pada tahapan proses *setting dies*, operator harus menentukan tekanan mesin yang tepat, dengan mengatur *limit switch* dan melakukan *setting* tekanan *cushion*. Adapun pada tahapan proses melapisi material dengan plastik, operator harus memposisikan plastik bening di bagian atas dan bawah material, dimana 1 plastik maksimal digunakan untuk 4 kali proses.

### 3.2 Fault Tree Analysis

*Fault tree analysis* dilakukan untuk mengidentifikasi *basic event* terjadinya cacat pecah dalam proses produksi BTP 450/456. Analisis ini fokus pada proses *drawing*, khususnya tahapan proses pemasangan dan *setting dies*, serta tahapan melapisi material dengan plastik.

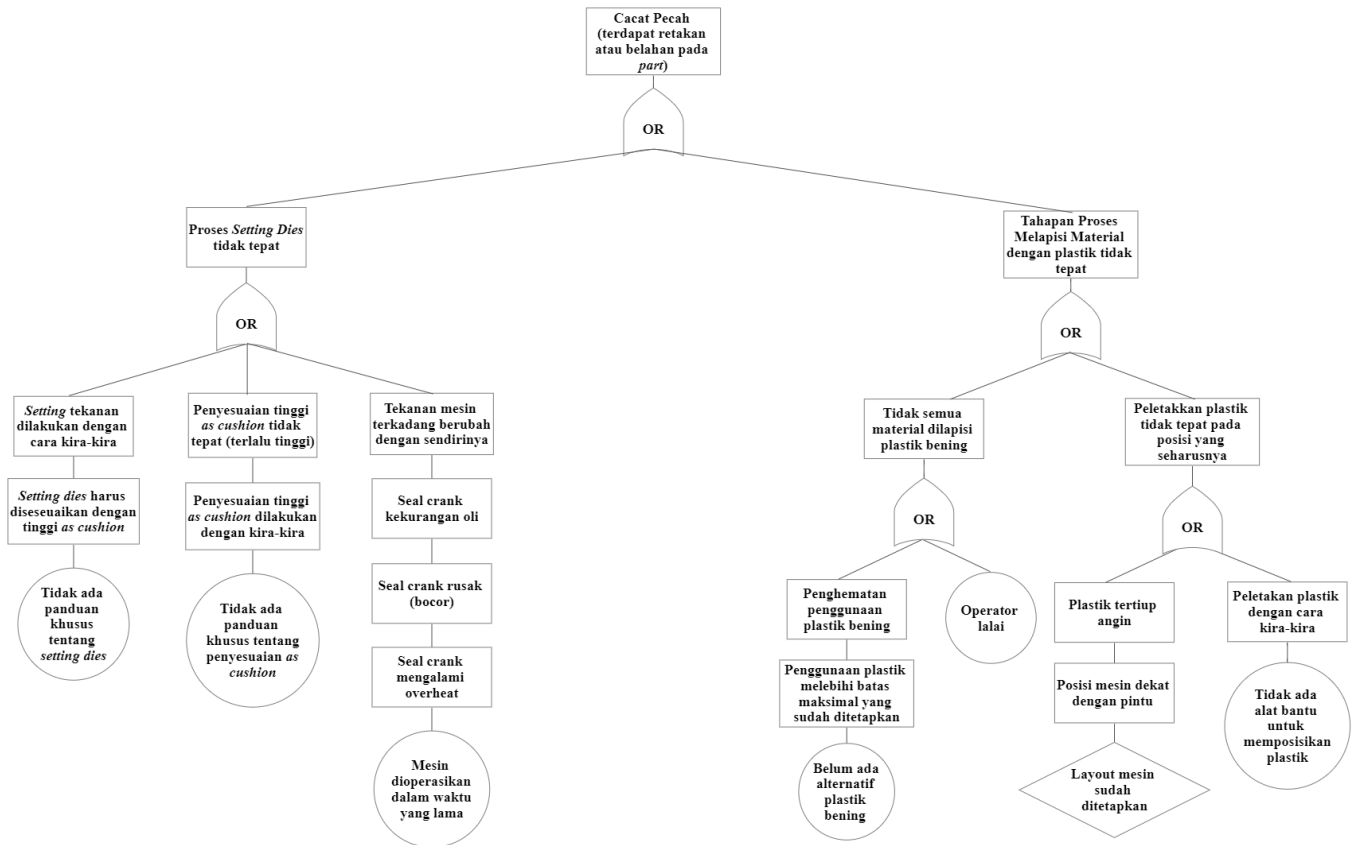
- **Mengidentifikasi Top Level Event**

Berdasarkan hasil dari analisis diagram Pareto yang ditampilkan pada Gambar 1, jenis cacat terbanyak adalah jenis

cacat pecah dengan persentase 41,88%. Oleh karena itu, jenis cacat pecah akan dianalisis lebih lanjut menggunakan *fault tree analysis*. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi *basic event* sebagai akar penyebab masalah terjadinya cacat pecah. Maka, *top level event* yang akan dianalisis adalah cacat pecah, yaitu adanya retakan atau belahan pada *part*.

- **Membuat Diagram Pohon Kesalahan atau *Fault Tree***  
*Fault Tree* atau diagram pohon kesalahan digunakan untuk menentukan faktor yang mungkin menjadi penyebab kegagalan, menemukan tahapan kejadian yang mungkin

menjadi penyebab kegagalan, menganalisis kemungkinan sumber resiko, dan menginvestigasi kegagalan. Gambar 2 merupakan *Fault Tree Analysis* dengan jenis cacat pecah sebagai *top level event*. Pada *fault tree* ini, semuanya menggunakan gerbang logika “OR” yang berarti bahwa kegagalan akan terjadi jika terdapat input yang terjadi. Berdasarkan Gambar 2, terdapat 17 *intermediate event*, 1 *undeveloped event*, dan 6 *basic event*.



Gambar 2. *Fault Tree Analysis* cacat pecah

- **Menentukan Minimal *Cut-set/ Basic Event***  
 Minimal cut-set adalah serangkaian komponen sistem yang dapat menyebabkan terjadinya kegagalan sistem. Dalam penelitian ini, minimal *cut-set* adalah kondisi komponen-komponen sistem yang dapat menyebabkan terjadinya jenis cacat pecah. Berdasarkan Gambar 2, terdapat 6 *basic event* diantaranya tidak ada panduan tentang *setting dies* dan penyesuaian *as cushion*, mesin dioperasikan dalam waktu yang lama, belum ada alternatif plastik bening dan alat bantu memposisikan plastik. Selain itu, terdapat 1 *undeveloped event*, yaitu layout mesin. Letak mesin yang berada dekat dengan pintu menyebabkan posisi plastik menjadi berubah karena tertiuip angin, tetapi mesin tidak dapat dipindahkan ke area yang lain karena keterbatasan ruang dan ukuran mesin yang cukup besar.

Tahapan proses *setting dies* dilakukan oleh operator dengan cara menaksir atau *trial and error* untuk mendapatkan pengaturan tekanan mesin yang tepat. Akibatnya, tekanan

mesin tidak optimal sehingga menimbulkan jenis cacat pecah atau keriput pada produk. Dalam proses *setting dies* ini belum terdapat panduan baku yang memudahkan operator dalam melakukan *setting* tekanan. Pada saat melakukan *setting dies*, operator juga perlu melakukan penyesuaian tinggi *as cushion*. Namun, tidak adanya panduan penentuan tinggi *as cushion* membuat operator melakukan proses tersebut dengan cara menaksir, sehingga tinggi *as cushion* tidak sama dan mengakibatkan *ejector* miring. Hal tersebut menimbulkan jenis cacat pecah atau keriput pada produk. Mesin yang digunakan pada proses *drawing* ini digunakan dalam durasi yang lama. Hal ini menyebabkan *seal crank overheat* karena kekurangan oli dan kemudian menyebabkan *seal crank* bocor. *Seal crank* yang bocor mengakibatkan tekanan mesin tidak konsisten dan berubah tanpa disadari oleh operator pada saat proses *drawing* sedang berlangsung.

Pada saat proses *drawing*, material dilapisi oleh plastik bening untuk melindungi material ketika sedang di-*press*.

Namun, karena persediaan plastik bening terbatas dan belum ada alternatif yang lain mengakibatkan penggunaan plastik yang melebihi batas maksimal. Plastik bening hanya bisa digunakan untuk 4 kali proses, jika lebih dari itu penggunaan plastik tidak efektif dalam melindungi material dan berisiko menimbulkan cacat pecah pada produk. Proses memposisikan plastik bening juga menjadi masalah karena peletakan plastik dilakukan dengan menaksir tanpa adanya penanda sebagai acuan. Akibatnya posisi plastik tidak tepat dan terdapat bagian material yang tidak terlindungi saat proses berlangsung, sehingga dapat menimbulkan jenis cacat pecah. Selain itu, cacat

pecah juga disebabkan oleh kelalaian operator yang tidak melapisi material saat proses *drawing* berlangsung.

### 3.3 Analisis Usulan Perbaikan

Berdasarkan hasil *Fault Tree Analysis*, terdapat 6 *basic event* yang dapat diklasifikasikan menjadi 4 akar masalah, yaitu belum adanya panduan *setting dies*, mesin dioperasikan dalam waktu yang lama, kelalaian operator, dan posisi plastik yang tidak tepat. Usulan perbaikan ditentukan berdasarkan akar permasalahan yang diperoleh dari hasil *Fault Tree Analysis*. Deskripsi akar permasalahan dan usulan perbaikan ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3.  
Deskripsi Akar Masalah dan Usulan Perbaikan

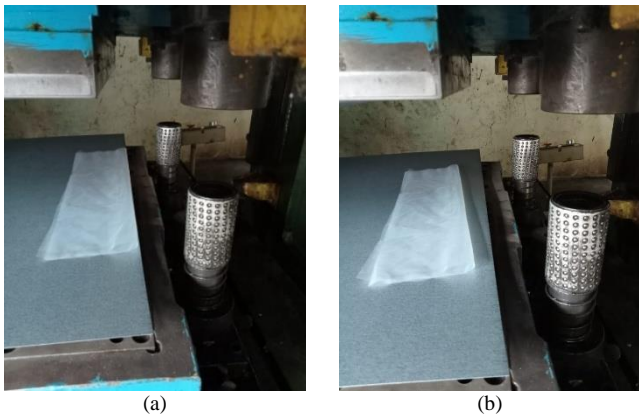
No.	Akar Masalah	Deskripsi Masalah	Usulan Perbaikan
1	Belum adanya panduan <i>setting dies</i>	Belum ada panduan mengenai <i>setting dies</i> (khususnya besar tekanan yang tepat) dari perusahaan, sehingga <i>setter dies</i> melakukan <i>setting dies</i> dengan cara menaksir	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menentukan besar tekanan mesin yang optimal untuk proses <i>drawing</i> dengan menggunakan metode taguchi</li> <li>Merancang panduan untuk <i>setting dies</i> bagi operator</li> </ul>
2	Mesin dioperasikan dalam waktu yang lama	Ketika proses <i>drawing</i> berlangsung, tanpa disadari tekanan mesin berubah dengan sendirinya yang salah satunya disebabkan oleh <i>seal crank</i> bocor. <i>Seal crank</i> bocor karena <i>seal crank</i> mengalami <i>overheat</i> akibat dari jam operasi yang lama, sehingga <i>seal crank</i> kekurangan oli	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengevaluasi proses <i>maintenance</i> yang sudah dilakukan</li> <li>Melakukan perbaikan dalam proses <i>maintenance</i> mesin</li> <li>Melakukan analisis kebutuhan mesin baru</li> </ul>
3	Kelalaian operator	Operator lupa melapisi material dengan plastik pada saat proses <i>drawing</i> akan dimulai	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Supervisor</i> memberikan arahan dengan baik kepada operator</li> <li>Evaluasi kerja berkala untuk mengukur kinerja operator</li> <li>Merancang <i>visual display</i> aktivitas-aktivitas tertentu agar dapat menjadi pengingat bagi operator</li> </ul>
4	Posisi plastik yang tidak tepat	Peletakan plastik pada material dilakukan dengan cara menaksir karena tidak ada penanda sebagai acuan agar plastik dapat terletak pada posisi yang tepat	<ul style="list-style-type: none"> <li>Merancang alat bantu untuk memposisikan plastik pada material dengan menggunakan konsep <i>poka yoke</i></li> </ul>

Akar masalah pertama terjadinya jenis cacat pecah adalah belum adanya panduan *setting dies*, dimana operator menaksir besar tekanan mesin. Oleh karena itu, usulan perbaikan untuk mengatasi akar masalah ini adalah pembuatan instruksi kerja proses *setting dies*. Instruksi kerja merupakan dokumen yang mengatur urutan pekerjaan maupun langkah-langkah aktivitas yang spesifik serta bersifat teknis secara terperinci dan jelas [13]. Instruksi kerja dibuat agar operator memiliki acuan yang baku dalam menjalankan tahapan proses *setting dies*, sehingga diharapkan dapat mengurangi atau bahkan menghilangkan ketidakseragaman proses. Instruksi kerja berisi judul, unit kerja yang melakukan aktivitas *setting dies*, tujuan pembuatan instruksi kerja, lingkup instruksi kerja, definisi dari istilah-istilah yang digunakan, spesifikasi peralatan kerja, serta pengesahan instruksi kerja. Dalam pembuatan instruksi kerja perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dan melibatkan *stakeholder* perusahaan. Instruksi kerja ini juga harus meliputi besar tekanan mesin yang optimal saat operator melakukan proses *setting dies*. Penentuan besar tekanan dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya dengan desain eksperimen Taguchi. Desain eksperimen adalah teknik yang kuat yang dapat digunakan untuk skenario optimasi proses. Desain eksperimen memungkinkan beberapa faktor input dimanipulasi untuk menentukan efeknya pada output yang diinginkan [14]. Desain

eksperimen dengan metode taguchi menggunakan *orthogonal array* dalam menjalankan eksperimen, yaitu matriks faktor dan level yang disusun sedemikian rupa sehingga pengaruh antarfaktor dan level tidak saling berbaur dengan faktor dan level lainnya. Berdasarkan hasil eksperimen dapat dipilih faktor dan level yang memiliki efek paling optimal [15].

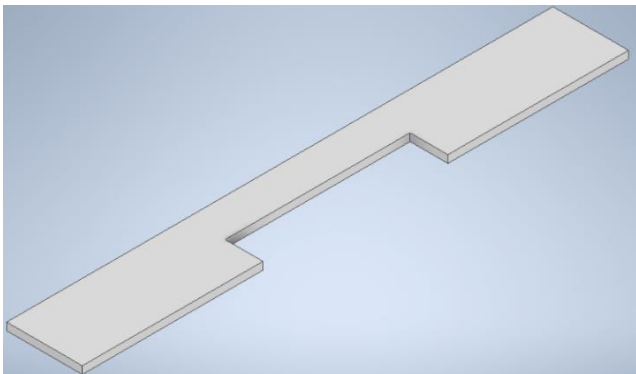
Durasi pengoperasian mesin juga menjadi akar masalah timbulnya jenis cacat pecah, sehingga perusahaan perlu melakukan evaluasi manajemen perawatan mesin yang sudah dilakukan saat ini. Salah satu metode yang dapat dilakukan adalah *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. RCM merupakan teknik untuk menentukan aktivitas *preventive maintenance*, menjamin mesin beroperasi sesuai dengan desain asli, dan menjalankan fungsi sesuai keinginan pengguna [16]. Adapun perbaikan yang diusulkan untuk mengatasi kelalaian operator adalah membuat *visual display* sebagai pengingat bagi operator dalam menjalankan proses *drawing*. *Visual display* adalah media yang dirancang untuk menampilkan dan menyampaikan informasi yang dapat ditangkap oleh indra pengelihat manusia [17]. Dalam merancang *visual display* ukuran huruf harus diperhatikan agar dapat terlihat sesuai dengan jarak visual yang diharapkan. Selain perhitungan huruf, kombinasi warna juga harus diperhitungkan agar informasi yang ditampilkan pada *visual display* mudah dibaca.

Akar permasalahan terakhir adalah posisi plastik tidak tepat, sehingga operator membutuhkan alat bantu saat memposisikan plastik. Pada tahapan proses ini, seharusnya plastik terletak pada bagian bawah material, tepatnya berada pada posisi ujung sisi bawah material, di bagian tengah dengan jarak samping kiri dan kanan 21,5 cm, agar plastik dapat melindungi material pada bagian tersebut, sehingga tidak akan menimbulkan cacat pecah. Namun, saat kondisi bermasalah, posisi plastik tidak tepat, yaitu berada pada ujung sisi bawah material, di bagian tengah dengan jarak samping kiri dan kanan 21,5 cm. Hal tersebut dapat menyebabkan bagian tertentu dari material yang seharusnya dilapisi plastik menjadi tidak terlindungi, hal tersebut dapat mengakibatkan produk mengalami cacat pecah. Gambar 3 menunjukkan perbandingan kondisi seharusnya dan kondisi bermasalah pada tahapan proses memposisikan plastik.



Gambar 3. (a) Kondisi Seharusnya; (b) Kondisi Bermasalah

Alat bantu yang diusulkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah membuat cetakan yang terbuat dari plastik dengan ukuran yang sesuai dengan ukuran plastik. Operator cukup meletakkan material pada *dies*, kemudian meletakkan alat bantu tersebut pada bagian atas atau bawah material sehingga posisi alat bantu menyentuh batas masing-masing sisi material, kemudian operator meletakkan plastik pada alat bantu dan material tersebut, selanjutnya alat bantu diambil kembali secara perlahan. Gambar 4 merupakan ilustrasi alat bantu yang diusulkan.



Gambar 4. Ilustrasi Alat Bantu Usulan

Usulan alat bantu ini mudah dibuat dan juga dapat membantu operator dalam memposisikan plastik. Selain itu,

alat bantu ini tidak memerlukan perawatan yang rumit. Namun, operator harus mampu menjaga kebersihan alat bantu agar tidak mengotori material.

#### 4. Kesimpulan

Jenis cacat yang paling dominan dalam proses produksi BTP 450/456 adalah jenis cacat pecah yang disebabkan oleh adanya permasalahan dalam proses *drawing*. Akar masalah yang menjadi penyebab timbulnya jenis cacat pecah diidentifikasi menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Akar masalah tersebut antara lain belum adanya panduan *setting dies*, mesin dioperasikan dalam waktu yang lama, kelalaian operator, dan posisi plastik yang tidak tepat.

Dari akar masalah yang ditemukan, kemudian dilakukan analisis usulan perbaikan agar proses produksi dapat terkendali dan mencegah timbulnya jenis cacat pecah. Usulan perbaikan yang diberikan antara lain, menentukan besar tekanan mesin yang optimal untuk proses *drawing* dengan menggunakan metode taguchi, merancang panduan untuk *setting dies* bagi operator, mengevaluasi proses *maintenance* yang sudah dilakukan dan merancang perbaikan jika diperlukan, melakukan analisis kebutuhan mesin baru, supervisor memberikan arahan dengan baik kepada operator, evaluasi kerja berkala untuk menilai kinerja operator, merancang visual display aktivitas-aktivitas tertentu agar dapat menjadi pengingat bagi operator, dan merancang alat bantu untuk memposisikan plastik pada material dengan menggunakan konsep *poka yoke*.

#### Referensi

- [1] Mitra, A. *Fundamentals of Quality Control and Improvement*. Canada: John Wiley & Sons, Inc, 2016.
- [2] Zhan, W. D. *Lean Six Sigma and Statistical Tools for Engineers and Engineers Managers*. New York: Momentum Press Engineering, 2016.
- [3] Crosby, Philip B. *Quality is free : The Art of Making Quality Certain*, New York: New American Library, 1979.
- [4] Mandavgade, N.K., & Jaju, S.B. Optimization of cost by using 7 QC tools. *International Journal of Engineering Studies*, Volume 1, 2009, pp. 149-160.
- [5] Whiteley, M., Dunnet, S., & Jackson, L. Failure mode and effect analysis, and fault tree analysis of polymer electrolyte membrane fuel cells. *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 41(2), 2015, pp. 1187-1202.
- [6] Nurwulan, N.R. & Veronica, W.A. Implementation of Failure Mode and Effect Analysis and Fault Tree Analysis in Paper Mill: A Study Case. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, Volume 9 (3), 2020, pp. 171-176.
- [7] Wang, F., Zheng, P., Dai, J., Wang, H., & Wang, R. Fault tree analysis of the causes of urban smog events associated with vehicle exhaust emissions: A case study in Jinan, China. *Science of the Total Environment*, Volume. 668, 2019, pp. 245-253.
- [8] Juran, J. M. *Merancang Mutu*. Jakarta: PT. Pustaka Binaman Pressindo, 1994.
- [9] Hyun, K.C., Min, S., Choi, H., Park, J., & Lee, I.M. Risk analysis using fault-tree analysis (FTA) and analytic hierarchy process (AHP) applicable to shield TBM tunnels. *Tunnelling and Underground Space Technology*, Volume 49, 2015, pp. 121-129.
- [10] Haimes, Y. *Risk Modeling Assessment and Management*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.

- [11] Anderson, R.T. *Reliability Design Handbook. Report No. RDH-376*. Rome Air Development Centre, Griffiss Air Force Base, New York, 1976.
- [12] Haasl, D.F., *Advanced Concepts in Fault Tree Analysis. Proceedings of the System Safety Symposium, Seattle, In*, 1965.
- [13] Tathagati, A. *Step by Step Membuat SOP*. Jakarta: Efata Publishing, 2013.
- [14] Antony, J., Vinodh, S., & Gijo, E. V. *Lean Six Sigma for Small and Medium Sized Enterprises: A Practical Guide*. London: CRC Press, 2016.
- [15] Zhan, W., & Ding, X. *Lean Six Sigma and Statistical Tools for Engineers and Engineering Managers*. New York: Momentum Press, 2016.
- [16] Hidayat, R., Ansori, N., & Imron, A. *Perencanaan Kegiatan Maintenance dengan Metode Reliability Centered Maintenance II. Makara, Teknologi*, Volume 14, 2010, pp. 7-14.
- [17] Iridiastadi, H., & Yassierli. *Ergonomi Suatu Pengantar*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya, 2015.

.  
.