

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA adalah pendekatan sistematis yang menerapkan suatu metode pentabelan dengan menentukan mode kegagalan, penyebab kegagalan dan efek dari kegagalan hal ini untuk membantu proses pemikiran yang digunakan oleh *engineers* untuk mengidentifikasi mode kegagalan potensial dan efeknya. FMEA merupakan teknik evaluasi tingkat keandalan dari sebuah sistem untuk menentukan efek dari kegagalan dari sistem tersebut. Kegagalan digolongkan berdasarkan dampak yang diberikan terhadap kesuksesan suatu misi dari sebuah sistem (Gunawan, 2017). Secara umum, *Failure Modes and Effect Analysis* didefinisikan sebagai sebuah teknik yang mengidentifikasi tiga hal, yaitu :

1. Penyebab kegagalan yang potensial dari sistem, desain produk, dan proses selama siklus hidupnya.
2. Efek dari kegagalan tersebut.
3. Tingkat kekritisan efek kegagalan terhadap fungsi sistem, desain produk, dan proses.

FMEA merupakan alat yang digunakan untuk menganalisis keandalan suatu sistem dan penyebab keagalannya untuk mencapai persyaratan keandalan dan keamanan sistem, desain dan proses dengan memberikan informasi dasar mengenai prediksi keandalan sistem, desain, dan proses. Terdapat lima tipe FMEA yang bisa diterapkan dalam sebuah industri manufaktur, yaitu :

1. *System*,berfokus pada fungsi sistem secara global
2. *Design*,berfokus pada desain produk
3. *Process*,berfokus pada proses produksi, dan perakitan
4. *Service*, berfokus pada fungsi jasa
5. *Software*, berfokus pada fungsi *software*

Berikut ini adalah tujuan yang dapat dicapai oleh perusahaan dengan penerapan FMEA:

1. Untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan tingkat keparahan efeknya.
2. Untuk mengidentifikasi karakteristik kritis dan karakteristik signifikan
3. Untuk mengurutkan pesanan desain potensial dan defisiensi proses
4. Untuk membantu fokus engineer dalam mengurangi perhatian terhadap produk dan proses, dan membantu mencegah timbulnya permasalahan.

Dari penerapan FMEA pada perusahaan, maka akan dapat diperoleh keuntungan - keuntungan yang sangat bermanfaat untuk perusahaan, antara lain:

1. Meningkatkan kualitas, keandalan, dan keamanan produk.
2. Membantu meningkatkan kepuasan pelanggan.
3. Meningkatkan citra baik dan daya saing perusahaan.
4. Mengurangi waktu dan biaya pengembangan produk.
5. Memperkirakan tindakan dan dokumen yang dapat mengurangi resiko.
6. Membantu menganalisis proses manufaktur baru.
7. Meningkatkan pemahaman bahwa kegagalan potensial pada proses manufaktur harus dipertimbangkan.
8. Mengidentifikasi defisiensi proses, sehingga para *engineer* dapat berfokus pada pengendalian untuk mengurangi munculnya produksi yang menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan yang diinginkan atau pada metode untuk meningkatkan deteksi pada produk yang tidak sesuai tersebut.
9. Menetapkan prioritas untuk tindakan perbaikan pada proses.
10. Menyediakan dokumen yang lengkap tentang perubahan proses untuk memandu pengembangan proses manufaktur atau perakitan di masa datang.

Output dari *Process FMEA* adalah:

1. Daftar mode kegagalan yang potensial pada proses.
2. Daftar *critical characteristic* dan *significant characteristic*.
3. Daftar tindakan yang direkomendasikan untuk menghilangkan penyebab munculnya mode kegagalan atau untuk mengurangi tingkat kejadiannya dan untuk meningkatkan deteksi terhadap produk cacat bila kapabilitas proses tidak dapat ditingkatkan.

FMEA merupakan dokumen yang berkembang terus. Semua pembaharuan dan perubahan siklus pengembangan produk dibuat untuk produk atau proses.

Perubahan ini dapat dan sering digunakan untuk mengenal mode kegagalan baru. Mengulas dan memperbaharui FMEA adalah penting terutama ketika:

1. Produk atau proses baru diperkenalkan.
2. Perubahan dibuat pada kondisi operasi produk atau proses diharapkan berfungsi.
3. Perubahan dibuat pada produk atau proses (dimana produk atau proses berhubungan). Jika desain produk dirubah, maka proses terpengaruh begitu juga sebaliknya.
4. Konsumen memberikan indikasi masalah pada produk atau proses.

Setelah di ketahui penyebab kegagalan potensial dari suatu kerusakan peralatan dari metode FMEA selanjutnya untuk melihat prioritas resiko keparahan atau RPN maka harus mencari nilai dari ***Saverity (tingkat keparahan)***, ***Occurrence (tingkat kemungkinan kejadian)*** & ***Detection (Deteksi)***.

2.2 Saverity (tingkat keparahan)

Tingkat keparahan adalah perkiraan subjektif numerik dari seberapa parah pelanggan (pengguna berikutnya) atau pengguna akhir yang akan merasakan EFEK kegagalan. *Severity* kerusakan pada sistem dibedakan menjadi 10 skala (Blanchard, 2004) dalam Surasa (2007), adapun kategori yang digunakan, sebagai berikut:

1. Skala 1 untuk kerusakan dengan efek *minor*
2. Skala 2-3 untuk kerusakan dengan efek rendah (*low*)
3. Skala 4-6 untuk kerusakan dengan efek sedang (*moderate*)
4. Skala 7-8 untuk kerusakan dengan efek tinggi (*high*)
5. Skala 9-10 untuk kerusakan dengan efek sangat tinggi (*very high*)

2.3 Occurrence (tingkat kemungkinan kejadian)

Tingkatan waktu atau kemungkinan terjadinya kadang-kadang disebut, adalah estimasi subjektif numerik dari kemungkinan yang menyebabkan, jika terjadi, akan menghasilkan failure mode dan efek khususnya. Frekuensi terjadinya kerusakan dapat ditentukan berdasarkan periode waktu dan dapat dibedakan menjadi 10 skala Blanchard, 2004) dalam Surasa (2007), kategori skala-skala tersebut, sebagai berikut:

1. Skala 1 untuk kerusakan karena kondisi yang tidak biasa dan jarang sekali terjadi (*unlikely*)

2. Skala 2-3 untuk kerusakan yang frekuensinya rendah (*low*)
3. Skala 4-6 untuk kerusakan yang frekuensinya sedang (*moderate*)
4. Skala 7-8 untuk kerusakan yang frekuensinya tinggi (*high*)
5. Skala 9-10 untuk kerusakan yang frekuensinya sangat tinggi (*very high*).

2.4 Detection (Deteksi)

Deteksi kadang-kadang disebut efektifitas. Ini adalah perkiraan subjektif numerik efektifitas kontrol untuk mencegah atau mendeteksi penyebab atau failure mode sebelum kegagalan mencapai pelanggan. Asumsinya adalah yang menyebabkan telah terjadi. Kemungkinan pengendalian suatu kerusakan IV- 23 dapat dibedakan menjadi 10 skala (Blanchard, 2004) dalam Surasa (2007), kategori skala-skala tersebut sebagai berikut:

1. Skala 1-2 untuk kerusakan yang memiliki peluang pengendalian sangat tinggi (*very high*).
2. Skala 3-4 untuk kerusakan yang memiliki peluang pengendalian tinggi (*high*).
3. Skala 5-6 untuk kerusakan yang memiliki peluang pengendalian sedang (*moderate*).
4. Skala 7-8 untuk kerusakan yang memiliki peluang pengendalian rendah (*low*).
5. Skala 9 untuk kerusakan yang memiliki peluang pengendalian sangat rendah (*very low*).
6. Skala 10 untuk kerusakan yang memiliki peluang pengendalian tidak menentu atau bahkan tidak terkendali.

2.5 Perhitungan Risk Priority Number (RPN)

Untuk menentukan prioritas dari suatu bentuk kegagalan maka harus terlebih dahulu mendefinisikan tentang *Severity*, *Occurrence*, *Detection* yang hasil akhirnya berupa *RPN (Risk Priority Number)*. Perhitungan *RPN (Risk Priority Number)* dari hasil FMEA:

$$\mathbf{RPN = S \times O \times D}$$

Menyediakan pendekatan evaluasi alternatif untuk Analisis Kekritisan. Jumlah prioritas risiko memberikan perkiraan numerik kualitatif risiko desain. RPN didefinisikan sebagai produk dari tiga faktor independen dinilai :

- *S = Saverity* (tingkat keparahan)

- *O*= *Occurrence* (tingkat kejadian)
- *D*= *Detection* (Deteksi).

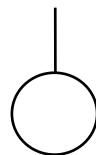
Risk Priority Number (RPN) adalah ukuran yang digunakan ketika menilai risiko untuk membantu mengidentifikasi "*critical failure modes*" terkait dengan desain atau proses. Nilai RPN berkisar dari 1 (terbaik mutlak) hingga 1000 (absolut terburuk). RPN FMEA adalah umum digunakan dalam industri dan agak mirip dengan nomor kekritisian yang digunakan.

2.6 Fault Tree Analysis (FTA)

Fault Tree Analysis (FTA) adalah salah satu contoh metode analisis proses yang digunakan dalam pencarian suatu permasalahan dalam suatu proses, dimana terdapat suatu kejadian yang tidak diinginkan disebut undesired event terjadi pada sistem, dan sistem tersebut kemudian dianalisis dengan kondisi lingkungan dan operasional yang ada untuk menemukan semua cara yang mungkin terjadi yang mengarah pada terjadinya undesired event tersebut (Vesely dkk, 1981) dalam Ning Puji Lestari, Siti Syamsiah, Sarto dan Wiratni Budhijanto, 2016. Dengan metode FTA ini, akan dapat diketahui kegagalan-kegagalan yang menjadi penyebab terjadinya undesired event, dan probabilitas terjadinya undesired event tersebut. Untuk menganalisis kegagalan sistem dengan metode FTA, perlu dibuat pohon kegagalan atau fault tree dari sistem yang dianalisis terlebih dahulu. Fault tree adalah model grafis dari kegagalan-kegagalan pada sistem dan kombinasinya yang menghasilkan terjadinya undesired event (Vesely dkk, 1981) dalam Ning Puji Lestari, Siti Syamsiah, Sarto dan Wiratni Budhijanto, 2016. FTA disusun berdasarkan simbol simbol yang berisi keterangan suatu kejadian pada sistem dan gerbang logika untuk menerangkan keterkaitan terhadap suatu kejadian.

Berikut adalah simbol simbol yang digunakan pada FTA :

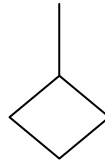
- Basic event



Gambar 2.1 Basic Event

Simbol lingkaran ini digunakan untuk menyatakan *basic event* atau *primery event* atau kegagalan mendasar. Artinya, simbol lingkaran ini merupakan batas akhir penyebab suatu kejadian.

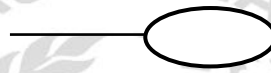
- *Undeveloped event*



Gambar 2.2 *Undeveloped event*

Simbol wajik atau diamond ini untuk menyatakan undeveloped event atau kejadian tidak berkembang, yaitu suatu kejadian kegagalan tertentu yang tidak dicari penyebabnya baik karena kejadiannya tidak cukup berhubungan atau karena tidak tersedia informasi yang terkait dengannya.

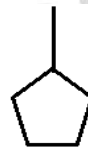
- *Conditioning event*



Gambar 2.3 *Conditioning event*

Simbol oval ini untuk menyatakan conditioning event, yaitu suatu kondisi atau batasan khusus yang diterapkan pada suatu gerbang (biasanya pada gerbang *INHIBIT* dan *PRIORITY AND*). Jadi kejadian output terjadi jika kejadian input terjadi dan memenuhi suatu kondisi tertentu.

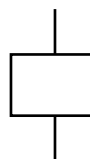
- *External event*



Gambar 2.4 *External event*

Simbol rumah digunakan untuk menyatakan external event yaitu kejadian yang diharapkan muncul secara normal dan tidak termasuk dalam kejadian gagal.

- *Intermediate event*



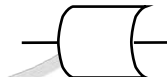
Gambar 2.5 *Intermediate event*

Simbol persegi panjang ini berisi kejadian yang muncul dari kombinasi kejadian-kejadian input gagal yang masuk ke gerbang.

Sedangkan Simbol gerbang dipakai untuk menunjukkan hubungan diantara kejadianinput yang mengarah pada kejadian output dengan kata lain, kejadian output disebabkan oleh kejadian input yang berhubungan dengan cara tertentu.

Berikut simbol gerbang :

- Gerbang OR



Gambar 2.6 Gerbang OR

Gerbang OR dipakai untuk menunjukkan bahwa kejadian yang akan muncul terjadi jika satu atau lebih kejadian gagal yang merupakan inputnya terjadi.

- Gerbang AND



Gambar 2.7 Gerbang AND

Gerbang AND digunakan untuk menunjukkan kejadian output muncul hanya jika semua input terjadi.

2.7 Aljabar Boolean

Aljabar Boolean atau dalam bahasa Inggris disebut dengan Boolean Algebra adalah matematika yang digunakan untuk menganalisis dan menyederhanakan Gerbang Logika pada Rangkaian-rangkaian Digital Elektronika. Boolean pada dasarnya merupakan Tipe data yang hanya terdiri dari dua nilai yaitu “True” dan “False” atau “Tinggi” dan “Rendah” yang biasanya dilambangkan dengan angka “1” dan “0” pada Gerbang Logika ataupun bahasa pemrograman komputer. Aljabar Boolean ini pertama kali diperkenalkan oleh seorang Matematikawan yang berasal dari Inggris pada tahun 1854. Nama Boolean sendiri diambil dari nama penemunya yaitu George Boole (Gunawan, 2017).

Beberapa operasi rangkaian logika dasar yang biasa digunakan dalam fungsi Boolean, diantaranya adalah : INVERTER / INVERS / NOT, AND, OR, NAND,

NOR, XOR, XNOR. Gerbang AND mempunyai dua atau lebih dari dua sinyal masukan tetapi hanya memiliki satu sinyal keluaran. Sedangkan gerbang OR akan memberikan sinyal keluaran tinggi jika salah satu atau semua sinyal masukan bernilai tinggi, sehingga dapat dikatakan bahwa gerbang OR hanya memiliki sinyal keluaran rendah jika semua sinyal masukan bernilai rendah. Berikut hukum dasar aljabar boolean :

a. Hukum Komutatif

- $A + B = B + A$

- $A \cdot B = B \cdot A$

b. Hukum Asosiatif

- $(A + B) + C = A + (B + C)$

- $(A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C)$

c. Hukum Distributif

- $A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$

- $A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$

d. Hukum Identitas

- $A + A = A$

- $A \cdot A = A$

e. Hukum Negasi

- $(A) = A$

- $A = A$

f. Hukum Redundan

- $A + A \cdot B = A$

- $A \cdot (A + B) = A$

g. Indentitas

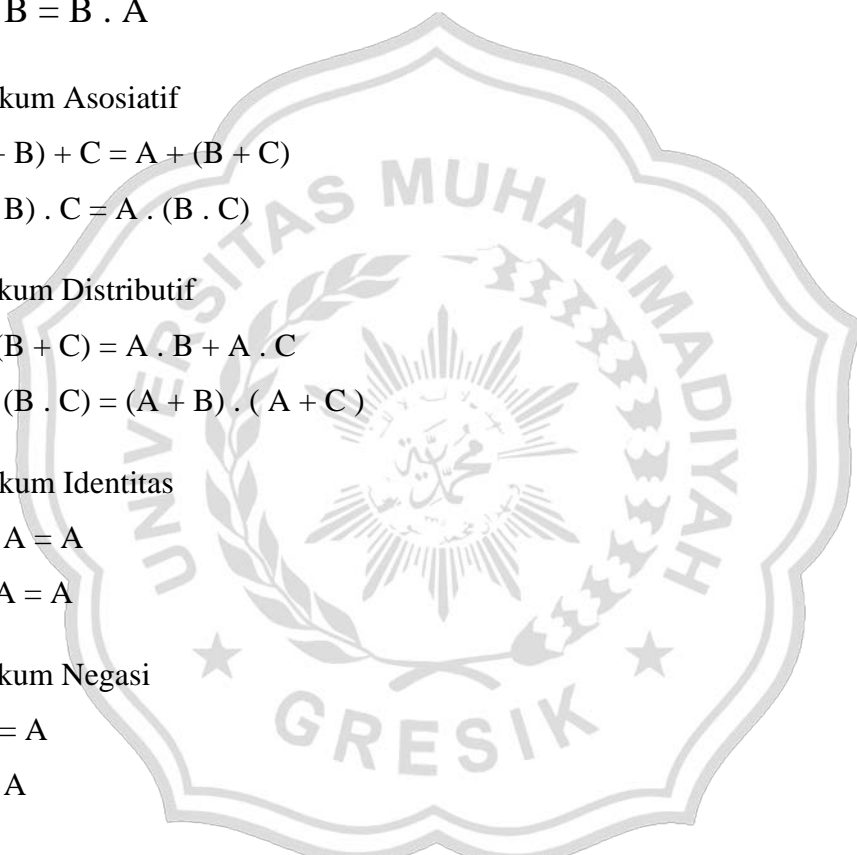
- $0 + A = A$

- $1 \cdot A = A$

- $1 + A = 1$

- $0 \cdot A = 0$

- $A + A \cdot B = A + B$



i. Teorema De Morgan

- $(A + B) = A \cdot B$

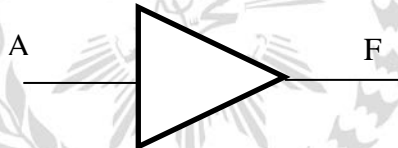
- $(A \cdot B) = A + B$

2.7.1 Operasi - Operasi Logika Dasar

Dalam rangkaian logika terdapat operasi dasar untuk menunjukkan suatu perilaku dari operasi-operasi tersebut, operasi ini biasanya ditunjukkan dengan menggunakan suatu tabel kebenaran. Tabel kebenaran berisi statemen-statement bernilai TRUE (T) and FALSE (F) yang dalam tabel dilambangkan dengan “1” untuk TRUE (benar) dan “0” untuk FALSE (salah). Berikut operasi-operasi dasar logika yang dijelaskan dengan tabel kebenaran :

- Operasi INVERS (NOT)

Operasi INVERS / NOT merupakan suatu operasi yang menghasilkan keluaran nilai kebalikannya. Operasi ini akan mengubah logik 1 (benar) menjadi 0 (salah) dan sebaliknya, akan mengubah logik 0 (salah) menjadi logik 1 (benar). Berikut lambang gerbang NOT dan tabel kebenaran untuk operasi INVERS / NOT:



Gambar 2.8 Gerbang NOT

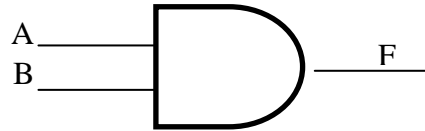
A	F (A')
0	1
1	0
0	1
1	0

Tabel 2.4 Tabel kebenaran gerbang NOT

- Operasi AND

Operasi AND merupakan operasi boolean yang akan menghasilkan nilai 1 ketika dipasangkan dengan 1 pula. Operasi ini hanya akan menghasilkan nilai

benar jika kedua variabel bernilai benar, selain itu akan bernilai salah. Berikut lambang gerbang AND dan tabel kebenaran untuk operasi AND:



Gambar 2.9 Gerbang AND 2 input

Tabel 2.5 Tabel kebenaran gerbang AND 2 input

A	B	F (A . B)
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

- Operasi OR

Operasi OR merupakan operasi yang hanya akan menghasilkan nilai benar(1) jika salah satu variabelnya bernilai benar(1) serta akan menghasilkan nilai salah jika kedua variabelnya bernilai salah. Berikut lambang gerbang dan tabel kebenaran untuk operasi OR:



Gambar 2.10 Gerbang OR 2 input

Tabel 2.6 Tabel kebenaran gerbang OR 2 input

A	B	F (A + B)
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

2.8 Fishbone Diagram

Fishbone diagram (diagram tulang ikan - karena bentuknya seperti tulang ikan) sering juga disebut *Cause-and-Effect Diagram* atau *Ishikawa Diagram* diperkenalkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa, seorang ahli pengendalian kualitas dari Jepang, sebagai satu dari tujuh alat kualitas dasar (7 basic quality tools). Fishbone diagram digunakan ketika kita ingin mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah dan terutama ketika sebuah team cenderung jatuh berpikir pada rutinitas (Tague, 2005). Suatu tindakan dan langkah improvement akan lebih mudah dilakukan jika masalah dan akar penyebab masalah sudah ditemukan. Manfaat fishbone diagram ini dapat menolong kita untuk menemukan akar penyebab masalah secara user friendly, tools yang user friendly disukai orang-orang di industri manufaktur di mana proses di sana terkenal memiliki banyak ragam variabel yang berpotensi menyebabkan munculnya permasalahan (Purba, 2008 dalam Gunawan, 2017).

Fishbone diagram akan mengidentifikasi berbagai sebab potensial dari satu efek atau masalah, dan menganalisis masalah tersebut melalui sesi brainstorming. Masalah akan dipecah menjadi sejumlah kategori yang berkaitan, mencakup manusia, material, mesin, prosedur, kebijakan, dan sebagainya. Setiap kategori mempunyai sebab-sebab yang perlu diuraikan melalui sesi brainstorming.

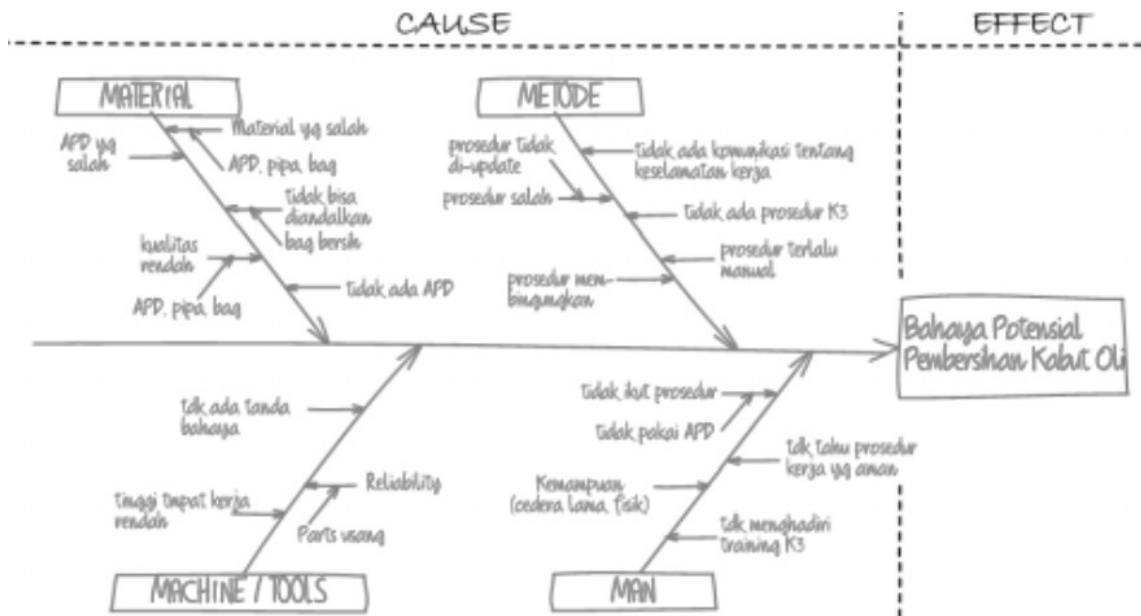
2.8.1 Langkah Langkah Pembuatan Fishbone Diagram

1. Berikanlah Judul, Tanggal, Nama Produk, Nama Proses dan daftar nama Partisipan
2. Tentukan Pernyataan Permasalahan yang akan diselesaikan
3. Gambarkan Kepala Ikan sebagai tempat untuk menuliskan Akibat (*Effect*)
4. Tuliskan Pernyataan permasalahan tersebut di kepala Ikan sebagai Akibat (*effect*) dari penyebab-penyebab.
5. Gambarkan Tulang Belakang Ikan dan Tulang-tulang Besar Ikan
6. Tuliskan Faktor-faktor penyebab utama yang mempengaruhi kualitas di Tulang Besar Ikan. Pada Umumnya Faktor-faktor penyebab utama di Produksi itu terdiri dari 5M +1E yaitu :
 - Machine (Mesin)
 - Method (Metode)
 - Man (Manusia)
 - Material (Material atau bahan produksi)
 - Measurement (Pengukuran)
 - Environment (Lingkungan)
7. Tuliskan penyebab-penyebab sekunder berdasarkan kategori Faktor penyebab Utama dan tuliskan di Tulang-tulang yang berukuran sedang
8. Tuliskan lagi penyebab-penyebab yang lebih details yang mempengaruhi penyebab sekunder kemudian gambarkan tulang-tulang yang berukuran lebih kecil lagi.
9. Tentukanlah faktor-faktor penyebab tersebut yang memang memiliki pengaruh nyata terhadap Kualitas kemudian berikanlah tanda di faktor-faktor penyebab tersebut.

Hal yang perlu diperhatikan dalam membuat Cause and Effect Diagram :

- Setelah suatu masalah atau suatu situasi telah ditetapkan untuk dibahas lebih lanjut, tanyakan “mengapa-mengapa” sampai menemukan akar penyebab permasalahannya.
- Jika masalah tersebut terdapat beberapa penyebab potensial, maka kita harus menganalisis setiap penyebab tersebut.

Untuk mendapatkan Root Cause atau akar permasalahan yang dimaksud, metode 5 WHY (5 mengapa) adalah metode yang paling sering digunakan.



Gambar 2.1 Contoh fishbone diagram

2.9 Chlorination Plant

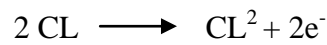
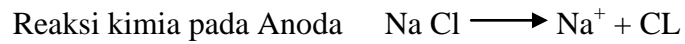
Dalam sebuah pembangkit Thermal air laut berperan besar dalam menunjang proses kerja unit pembangkit listrik yang menggunakan media pendingin air laut. Dimana air laut dimanfaatkan sebagai media pendingin pada Condensor Steam Turbin. Tetapi dalam proses pendinginan dengan media air laut perlu dilakukan injeksi kimia yaitu Zat Chlorine/ sodium hypochloride yang mana Zat ini berguna untuk mencegah berkembang biaknya biota laut (binatang dan tumbuhan laut) agar tidak menempel pada line-line dari sistem pendinginan air laut tersebut dengan cara memabukkannya.

2.9.1 Pengertian

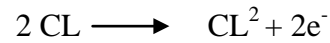
Chlorination Plant adalah suatu unit yang berguna untuk memproduksi Zat Chlorine/ sodium hypochloride (NaCl) yang berguna untuk mencegah berkembang biaknya biota laut (binatang dan tumbuhan laut) agar tidak menempel pada sistem pendinginan pembangkit listrik yang menggunakan air laut sebagai media pendingin.

Pada Chlorination Plant bahan baku yang digunakan adalah air laut, prinsip dasarnya adalah air laut di pompakan ke Modul Generator/ Sechlor System lalu diberi

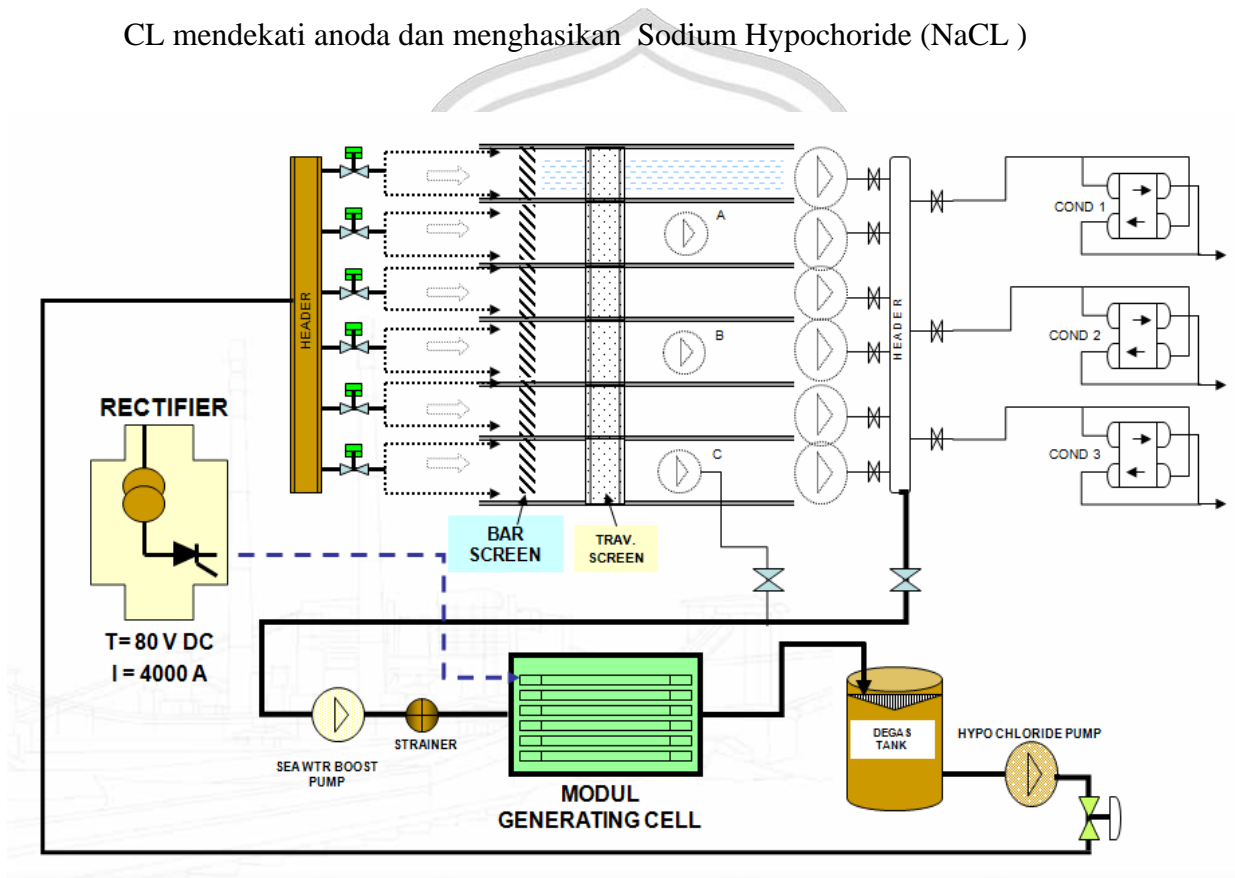
arus DC pada cell generator dengan aliran air laut yang tetap konstan. Reaksi kimia yang terjadi :



Reaksi ini menghasilkan Sodium Chloride



Setelah itu ion (OH⁻) berpindah ke katoda dan bereaksi dengan Na⁺ dan Cl⁻ mendekati anoda dan menghasilkan Sodium Hypochloride (NaOCl)



Gambar 2.2 Flow Diagram Chlorination Plant

2.9.2 Bagian –bagian Utama Chlorination Plant

1. Seawater Booster Pump
2. Seawater Strainers
3. Modul Generator / Seachlor System
4. Rectifier / DC Supply System

5. Sodium Hypochlorite Storage / Degasing Tank
6. Hypochlorite Pump

2.9.3 Fungsi Bagian-bagian Utama

1. *Sea water Booster Pump*

Untuk memompa air laut dari *Header CWP* dengan tekanan isapnya 5 kg/cm².

2. *Seawater Strainers*

Untuk menyaring kotoran air laut yang besarnya >0,5 mm sebelum diproses di Modul Generator/ *Seachlor System*. Ada 2, 1 Stand By dan 1 operasi pembersihannya secara otomatis bila DP >0,5 Barg atau dengan timer (8 jam sekali selama 2 menit) dikerjakan oleh Differential Pressure Transmitter.

3. *Modul Generator/ Seachlor System*

Untuk memproduksi larutan chlorine /sodium hypochloride chlorine dengan proses electrolisa air laut. Dari tiap cell generator mampu memproduksi chlorine dari air laut 2 x 100%.

4. Rectifier /DC Supply System

Untuk mengubah arus AC ke arus DC dan dipergunakan mensupply arus DC untuk proses Electrolisa air laut agar dihasilkan larutan chlorine/ Sodium Hypochloride.

5. Sodium Hypochloride Storage/ Degasing Tank

Untuk menampung larutan Chlorine/ Sodium Hypochloride yang dihasilkan oleh Modul Genarator/ Sechlor System dan juga melepaskan gas hidrogen ke udara bebas (0,35 m³/ kg Chlorine)

6. Hypochloride Pump

Untuk memompakan larutan chlorine/ Sodium Hypochloride ke Water Intake melalui control Valve dan By Pas Valve.

2.9.4 Peralatan Bantu

Pada unit Chlorination Plant terdapat berbagai alat bantu diantaranya :

* *Electrolyzer Cleaning System*

Peralatan ini digunakan untuk membersihkan pergerakan/ deposit terutama di Catodanya. Hal ini disebabkan karena lamanya beroperasi atau tidak seimbang tegangan pada arus yang konstan/ pemakaian energi yang besar pada air laut dan produksi *Chlorine* yang konstan. Pergerakan/ deposit dibersihkan dengan larutan *Hydrochloric Acid* dimana larutan tersebut dipompakan ke Modul Generator dengan pompa *Hydrochloric Acid Pump*.

Peralatan yang digunakan antara lain :

1. *Acid Storage/ Neutralization Tank*
2. *Acid Circulation/ Waste Transfer Pump*
3. *NaOH Storage Tank*
4. *HCL*.

* *PI (Pressure Indikator)*

Digunakan untuk mengetahui besarnya tekanan pada :

- a. *Discharge Raw Seawater Booster Pump*
- b. *By Pass Valve*
- c. *Discharge Seawater Booster Pump*
- d. *Dosing Pump*

* *Flow Indicator (FI)*

Untuk mengetahui jumlah aliran/ debit pada peralatan :

- a. *Discharge Raw Seawater Booster Pump*
- b. *Discharge Seawater Booster Pump*
- c. *Modul Generator/ Sechlor System*
- d. *Discharge Dosing Pump*

* *Pressure Differential Indikator (PDI)*

Untuk mengetahui perbedaan tekanan pada Backwash Strainers

* *Level Indikator (LI)*

Untuk mengetahui level pada :

- *Seawater Storage Tank*
- *Sodium Hypochloride Tank*

* *Temperatur Indikator (TI)*

Untuk mengetahui temperatur pada *Outlet Electrolizer*

* *Residual Chlorine Analyzer*

Untuk mengetahui kualitas dari Chlorine Residual pada sistem air pendingin sebelum dibuang ke laut (*Out Fool*) partikelnya 1-1,5 ppm.

* *Hidrogen Degasing and Dilution*

Untuk membuang gas hidrogen ke udara bebas dari proses electrolisa (0,35 m³/ kg Chlorine).

2.9.5 Prinsip Kerja

Air laut di supply dari *Header CWP* denga tekanan >0,5 kg/cm² kemudian dipompa *Seawater Booster Pump* dengan tekanan 3 kg/cm² untuk diproses di *Sechlor System / Modul Generator*. Sebelum diproses di *Modul Generator/ Sechlor System* air laut disaring oleh *Seawater Strainers*. Didalam *Modul Genarator/ Sechlor System* air laut akan terelektrolisa dan berubah menjadi *Chlorine/ Sodium Hypochloride* kemudian dialirkan ke *Hypochloride Storage Tank*, disini gas hidrogen dipisahkan dari lautan *Chlorine/ Sodium Hypochlorite* dimana gas hidrogen dibuang ke udara bebas dan *chlorine/ Sodium Hypochlorite* di injeksikan ke *Water Intake* dengan dipompa oleh *Hypochlorite Pump* dengan press : 2 kg/cm² dan Flow 180 M³/ h.

A. LAIN-LAIN

* **Data Teknik**

1	Raw Seawater Booster Pumps :
---	------------------------------

	▪ Discharge Pressure	3.0 kg/cm ²
	▪ Flowrate	5.6 L /minutes
2	Seawater Booster Pump :	
	▪ Discharge Pressure	5.4 kg/cm ²
	▪ Flowrate	90 m ³ / h
3	Automatic Backwash Strainer :	
	▪ Filtration	500 micron
	▪ Pressure Drop :	
	- Clean Condition	0.15 BarG
	- Max (Backwash)	0.35 BarG
	- Max (Alarm)	0.50 BarG
4	Seaclor ® Hypochlorite Generator :	
	▪ Production Constant	112 m ³ / h
	▪ DC Current	4000 A
	▪ Dc Voltage	70 V
	▪ Production	5 m ³ / kg per module
5	Sodium Hypochlorite Tank :	
	▪ Volume Kerja	30 m ³
	▪ Kapasitas Tanki	35 m ³
6	Dosing Pumps :	

* **Setting/ Batasan-batasan**

1	Automatic Backwash Strainer :	
	* (Max) Backwashing	0.35 BarG
	* (Max) Alarm	0.5 BarG
2	Flowrate Seaclor ® Hypochlorite Generator	5 m ³ / h (Pertrain)
3	Temperatur Outlet Electrolyzer maksimum	38 ⁰ C
4	Hidrogen Production	0.35 M ³ / Kg Chlorine

5	Level Sodium Hypochlorite Tank :	
	▪ Normal	3500 – 4000 mm
	▪ Maksimum	6000 mm
6	Chlorination Injection	180 m ³ / h
7	Ph	0.3 – 7

2.10 Jurnal Nasional 5 Tahun Terakhir

2.10.1 Penentuan Penyebab Kecacatan Produk Sabun Dengan Metode *Fault Tree Analysis (FTA)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* di PT.Oleochem & Soap Industry Medan

Penelitian dilakukan oleh Irja zein , Teknik Industri Sekolah Tinggi Teknik Harapan Medan, tahun 2016:

PT. *Oleochem & Soap* Industri Medan merupakan pasaran *export*, dimana produknya dipasarkan ke Asia, Afrika, Australia, Amerika, & Eropa. Produk yang dihasilkan pada perusahaan ini berupa sabun dan *glycerine*. Dalam proses pengolahannya sering terjadi kecacatan pada produk sabun yang mempengaruhi tingkat penjualan dan kepercayaan konsumen.

Berdasarkan pengamatan langsung pada proses produksi sabun pada PT. Oleochem and Soap Industri Medan, maka diperoleh jumlah kecacatan. Langkah selanjutnya adalah membuat pohon kesalahan (*Fault tree*) pada dua proses, pencetakan dan packing. Kemudian dilanjutkan dengan FMEA, pada tahap ini dilakukan pengurutan nilai, dari nilai tertinggi hingga nilai terendah.

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah produk yang cacat pada bagian *packing* dan pencetakan pada saat produksi berjumlah 453 unit dari 10.000 unit melebihi batas toleransi sebesar 1%;
2. Cacat pencetakan akibat dari cetakan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi sehingga produk akhir tidak sesuai dengan standard jual yang telah ditetapkan dan tidak memiliki nilai jual;

3. Cacat *packing* yang disebabkan oleh pembungkus produk (*dry coil*) tidak rapi akibat dari penyebab umum kecacatan (*common causes variation*)

2.10.2 Analisa Factor Penyebab Kegagalan Mesin Grinder Pada Proses Produksi Plastik Film di PT. Mutiara Hexagon

Penelitian dilakukan oleh Imam Hidayat dan Swandya Eka Pratiwi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta, tahun 2013 :

PT. Mutiara Hexagon merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dibidang industri pembuatan plastik kemasan. Dalam line pembuatan lembaran film diperlukan mesin CPP (Cast Poly Propylene Machine) dan mesin grinder dalam prosesnya. Pada penelitian yang dilakukan di PT. Mutiara Hexagon, terdapat beberapa kegagalan yang terjadi pada mesin grinder, pada proses produksi plastic film, sehingga menyebabkan seluruh line pada divisi film mengalami downtime. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis mengenai faktor penyebab kegagalan mesin grinder.

Sesuai dengan metode yang diterapkan dalam analisis FMEA, data diperiksa untuk menemukan beberapa modus kegagalan. Dari modus kegagalan tersebut kemudian dihitung nilai RPN (*Risk Priority Number*). Apabila nilai RPN-nya semakin tinggi, maka semakin kritis kegagalan tersebut.

Fault Tree Analysis (FTA)

Langkah 1. Menentukan tujuan yang ingin dicapai dari FTA. Tujuan pembuatan *fault tree analysis* disini yaitu untuk mencari penyebab-penyebab kegagalan di grinder sehingga grinder tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya dan menyebabkan proses produksi film terhenti.

Langkah 2. Mendefinisikan *top event*. Karena kondisi awal dari sistem adalah pada saat grinder sedang menggunting material *trimming*, maka kita memilih *top event* yaitu pada saat “grinder gagal menggunting material”. Setelahnya dimulai membuat struktur dari *fault tree*.

Langkah 3. Mendefinisikan batasan, cakupan dari sistem dengan memperhatikan aturan dari FTA.

Langkah 4. Memulai membuat *fault tree*. Sehingga tersusunlah gerbang logika sebagai wujud analisis penyebab kegagalan pada mesin grinder.

Kesimpulan

Setelah melakukan analisis hasil penelitian didapatkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) atau tingkat kekritisan tertinggi yaitu pada kegagalan grinder rusak, dengan nilai RPN mencapai 120. Sedangkan nilai RPN terhadap as grinder patah adalah 40, blade grinder tumpul adalah 35, pipa bahan sisa sisiran grinder mampet adalah 35, bahan menggulung di pisau grinder adalah 30, baut pengunci patah adalah 40, dan motor blower grinder rusak adalah 30. Dan probabilitas terjadinya *top event* atau kegagalan grinder pada periode 1 Juni 2012 – 1 Juni 2013, dengan hasil probabilitas mencapai 60 %.

2.10.3 Analisa Kegagalan Proses Pengolahan Produk Piring Menggunakan Metode Failure Modes, Effect and Analysis dan Fault Tree Analysis di PT. Sango Ceramics Indonesia

Penelitian dilakukan oleh Arfan Bakhtiar, Diana Puspitasari, Diah Ayu Wulandari, Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, tahun 2016:

PT. Sango Ceramics Indonesia sudah dikenal di seluruh dunia, karena telah mengekspor hasil produksinya berupa barang pecah belah. Kegagalan produksi yang dialami oleh perusahaan masih tinggi yaitu sebesar 3,1% dari total produksi sedangkan target cacat yang diinginkan perusahaan sebesar 2%.

Tahapan yang harus dilakukan pada metode ini adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan komponen dari sistem / alat yang akan dianalisis
- b. Mengidentifikasi moda kegagalan dari proses yang diamati
- c. Mengidentifikasi akibat / (*potential effect*) yang ditimbulkan *potential failure*
- d. Mengidentifikasi penyebab (*potential cause*) dari moda kegagalan yang terjadi pada proses yang berlangsung
- e. Menetapkan nilai – nilai (dengan cara observasi lapangan dan *brainstorming*)

f. Menentukan nilai RPN , yaitu nilai yang menunjukkan keseriusan dari *potential failure*

Setelah ditentukan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan nilai RPN untuk masing – masing moda kegagalan tersebut. Moda Kegagalan dengan nilai RPN terbesar merupakan prioritas untuk dilakukan tindakan korektif dan moda kegagalan yang memiliki nilai RPN terbesar nantinya akan dianalisis dengan menggunakan metode FTA (*Fault Tree Analysis*).

Kesimpulan

Usulan perbaikan yang diberikan untuk perusahaan secara keseluruhan adalah perusahaan agar lebih memerhatikan perawatan mesin agar mesin terhindar dari kegagalan fungsinya. Untuk mesin *Dust Press Machine* diperlukan perawatan yang lebih intensif dikarenakan pada mesin DPM 900-07 ini yang memiliki nilai RPN tertinggi dibandingkan mesin yang lain.

