# Manajemen Risiko Operasional untuk Meningkatkan Kinerja Departemen Injection dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) (Studi Kasus : PT. XYZ)

Edi Purnomo[1], Suparto[2]
Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1, 2]
*e-mail*: edy.coverinblood@gmail.com

*ABSTRACT*
*XYZ Ltd is a manufacturing company in the production of plastic toys. This research was carried out in the operation of injection department for investigating risks and proposing prevention actions of failure risks so that this department had improvement by implementing Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA) methods. The result of identification obtained failure mode to find the problem roots causing failure risks and to get their prevention actions. After employing FMEA method, 2 failure modes having the highest Risk Priority Number (RPN) occurred in the injection machine by RPN 242.6 and mold destruction by RPN 198. These highest values of RPN were then employed as the top events for FTA analysis. The top events resulted from FTA analysis obtained 14 basic events in the injection machine damage and 7 basic events in the mold damage. Meanwhile, the probabilities of the highest risk factors of each top event consisted of burnt electrical motor 0.81 and broken ejector/sledding 0.50. These probabilities of the highest risk factors recommend several prevention actions such as conducting routine check and maintenance in injection machine and mold so that the production can run optimally and the performance of injection department can be improved.*

***Keywords**: Performance, Failure, Damage, Risk*

ABSTRAK
PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi mainan plastik. Penelitian ini dilakukan pada operasional departemen *injection*. Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi risiko dan memberi usulan tidakan pencegahan risiko kegagalan untuk meningkatkan kinerja departemen *injection* dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Dari identifikasi yang dilakukan, didapat mode kegagalan untuk ditemukan akar penyebab risiko kegagalan dengan harapan ada tindakan pencegahan agar risiko kegagalan tidak dapat terjadi. Hasil dari metode FMEA didapatkan 2 mode kegagalan dengan *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi yaitu pada kerusakan mesin *inject* dengan nilai RPN 242,6 dan kerusakan *mold* (cetakan) dengan nilai RPN 198, nilai RPN tertinggi tersebut digunakan sebagai *top event* untuk analisa FTA. Dari hasil FTA *top event* kerusakan mesin *inject* didapatkan 14 *basic event* dan kerusakan kerusakan *mold* (cetakan) didapatkan 7 *basic event* dengan probabilitas penyebab risiko tertinggi masing-masing *top event* yaitu electrical motor terbakar sebesar 0,81 dan *ejector/sledding* rusak sebesar 0,50 . Dari probabilitas penyebab risiko tertinggi dilakukan usulan tindakan pencegahan dengan melakukan pengecekan dan perawatan pada mesin *injection* dan *mold* (cetakan) agar produksi dapat berjalan optimal dan kinerja departemen *injection* dapat meningkat.

**Kata Kunci** : Kinerja, Kegagalan, Kerusakan, *Risk*

## PENDAHULUAN

Dalam melakukan aktivitas usaha tidak ada pelaku usaha yang ingin menerima kerugian dalam menjalankan aktivitas usahanya, namun risiko untuk kerugian akan semakin besar jika terdapat kendala yang tidak segera terselesaikan berimbas persaingan antar pelaku usaha. Sebagai faktor yang utama, risiko dapat memberikan dampak yang buruk dan harus segera dilakukan penanganan untuk tercapainya target terselesainya suatu pekerjaan yang terbatasi oleh biaya, waktu maupun kualitas [1].

Penelitian ini mengangkat permasalahan mengenai risiko kegagalan yang ada pada operasional departemen *injection* PT.XYZ, agar kegagalan yang ada pada operasional departemen dapat terselesaikan serta kinerja departemen dapat meningkat, maka penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA), penggunaan metode FMEA digunakan untuk mengetahui prioritas risiko yang harus segera ditangani serta dilakukan tindakan pencegahan. Setelah diketahui prioritas risiko maka dilakukan analisa dengan FTA melalui penjabaran penyebab risiko dengan menggunakan pohon kesalahan, sehingga akar sumber penyebab risiko ditemukan dan kemudian diberikan usulan tindakan pencegahan dengan harapan tidak ada lagi risiko yang timbul (*zero risk)*.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Risiko

Risiko adalah probabilitas terjadinya suatu peristiwa yang mengandung ketidakpastian dan dampak yang ditimbulkan dapat berpengaruh materi pada proses tercapainya suatu tujuan organisasi [2]. Risiko merupakan sesuatu yang mengandung situasi berupa ketidakpastian (*uncertainty*) yang membawa dampak atau hasil dari terjadinya suatu proses atau aktivitas diwaktu mendatang yang belum terjadi, dimana ada probabilitas yang tidak sesuai dengan harapan dan dianggap merugikan, atau semakin menyebabkan masalah [3]. Risiko terjadi dikarenakan ada penyebab yang sering diabaikan dan tidak dilakukan penanganan, penyebab risiko ada dua yaitu bahaya dan bencana yang terjadi tanpa terduga.

### *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

FMEA merupakan alat untuk mengidentifikasi kegagalan yang terjadi pada proses pelayanan maupun proses yang sedang dijalankan, kemudian dilakukan evaluasi untuk menentukan tingkat prioritas risiko. Kegagalan yang berpotensi merugikan kemudian diberi bobot skor sebagai penilaian yang didasarkan dari tingkat kejadian *(occurrance)*, tingkat keparahan *(Severity)*, dan tingkat deteksi *(Detection)* [4]. FMEA bersifat dinamis, dengan demikian dokumen untuk penanganan perlu diperbarui menyesuaikan keadaan yang teridentifikasi langsung oleh risiko, agar dapat dimanfaatkan untuk mengantisipasi terjadinya risiko yang ada[5].

1. Tingkat Keparahan (Severity)
   Severity adalah penilaian terhadap keseriusan dampak yang ditimbulkan. Dalam artian kegagalan yang ditimbulkan akan diberi penilaian sesuai tingkat keseriusannya.
2. Tingkat Kejadian (Occurance)
   Occurance adalah kemungkinan terjadinya penyebab yang menghasilkan bentuk suatu kegagalan selama proses sedang berlangsung.
3. Metode Deteksi (Detection)
   Detection adalah nilai dari hasil pengukuran terhadap kemampuan dalam mengendalikan tau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. Nilai detection dikaitkan dengan pengendalian saat ini.

### *Risk Priority Number* (RPN)

Risk Priority Number (RPN) merupakan nilai dari hasil perkalian tingkat keparahan, tingkat kejadian, dan tingkat deteksi[6]. RPN menentukan prioritas dari kegagalan . Nilai tersebut digunakan untuk meranking kegagalan proses potensial, kegagalan proses yang memiliki *risk priority number* paling tinggi akan menjadi keputusan penting dalam mengambil tindakan perbaikan.

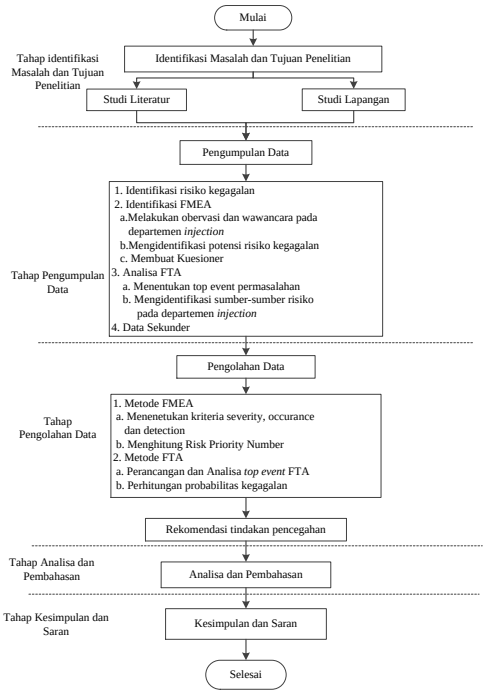
$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection \quad \text{.....(1)}$$

***Fault Tree Analysis* (FTA)**

FTA adalah sebuah teknik analisis yang langkah prosesnya dilakukan dari atas ke bawah (*top-down*), dimana dilakukan identifikasi terhadap kejadian yang tidak diharapkan yang disebut *top event* [7]. Dalam membangun FTA dapat dilakukan dengan cara wawancara dan melakukan pengamatan langsung mengenai kegagalan sistem yang mempengaruhi proses pada perusahaan dan selanjutnya hasil pengamatan terhadap kegagalan sistem tersebut digambarkan dalam bentuk model pohon kesalahan.

## METODE

Metode penelitian berisi tahapan secara sistematis yang menyajikan alur dalam menyelesaikan permasalahan dalam penelitian. Sebagai pedoman penyusunan penelitian nantinya, tahapan tersebut sesuai dengan metode yang digunakan yaitu FMEA dan FTA kemudian dikembangkan menjadi susunan kerangka penelitian agar saat melakukan penelitian mempunyai tahapan yang jelas. Secara umum, tahapan dari penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.




Gambar 1. *Flowchart* Metode Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi dan penilaian risiko

Pada tahap pengumpulan data dilakukan dengan mengidentifikasi risiko kegagalan yang ada pada proses produksi departemen *injection*, untuk input pada pengolahan data metode FMEA dan FTA. Berikut tabel 1. Hasil identiikasi dan penilaian risiko dengan kepala bagian saat kondisi aktivitas produksi berjalan normal.

Tabel 1. Identifikasi Mode kegagalan

| Proses | Potensi Risiko Kegagalan | L | C | LxC |
|---|---|---|---|---|
| ***Injection Molding*** | Kerusakan Mesin *Inject* | 5 | 4 | 20 |
| | Kerusakan *Mold* (cetakan) | 4 | 4 | 16 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Setting mesin tidak sesuai standar | 3 | 2 | 6 |
| | Penggunaan mesin melebihi kapasitas | 3 | 3 | 9 |
| | Produk cacat | 4 | 3 | 12 |
| | Kerusakan alat material handling | 3 | 3 | 9 |
| | SDM kurang terampil | 1 | 2 | 2 |
| ***Mix Material*** | Bahan tidak sesuai spesifikasi | 4 | 4 | 16 |
| | Bahan baku salah produksi | 3 | 3 | 9 |
| | Bahan baku terbatas | 4 | 3 | 12 |
| | Pengisian bahan terlambat | 2 | 2 | 4 |
| | Bahan tercampur dengan logam | 2 | 3 | 6 |
| ***Quality Control*** | Kualitas item produk tidak standar | 4 | 3 | 12 |
| | Produk reject lolos masuk ke gudang | 3 | 2 | 6 |
| | Standar pengecekan diabaikan | 2 | 3 | 6 |
| | Pengambilan keputusan lambat | 1 | 2 | 2 |
| | Kurangnya Koordinasi dengan QA | 2 | 2 | 4 |

Dari tiga proses yang di identifikasi didapat potensi risiko kegagalan yang dilakukan penilaian, dan didapatkan 6 mode kegagalan yang mendapat nilai ≥12 atau masuk dalam kategori risiko ekstrem dan perlu penanganan cepat.

**Identifikasi FMEA dan Perhitungan RPN**

Identifikasi FMEA dilakukan pada mode kegagalan yang didapat dari pengumpulan data penilaian terhadap potensi risiko kegagalan, kemudian diidentifikasi lebih lanjut dengan wawancara dan observasi langsung mengenai *severtiy*, *occurance* dan *detection* serta dilakukan penilaian dengan menyebar kuesioner kepada responden 5 orang teknisi yang sehari-harinya menghadapi permasalahan yang ada di departemen *injection*. Data hasil identifikasi dan perhitungan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Identifikasi FMEA dan Perhitungan RPN

| **Proses** | **Mode Kegagalan** | ***Cause Of Failure*** | **(S)** | **(O)** | **(D)** | **RPN** | $\bar{X}$ **RPN** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Injection Molding*** | Kerusakan Mesin *Inject* | Heater nozzel/barrel rusak | 7 | 7 | 6 | 266 | 242 |
| | | Elektrik motor terbakar disebabkan konsleting listrik dan beban berlebih | 8 | 7 | 4 | 221 | |
| | | Oli *hydraulic* bocor disebabkan selang pecah | 7 | 6 | 5 | 241 | |
| | Produk Cacat | Kesalahan setting mesin oleh teknisi | 6 | 5 | 4 | 119 | 100 |
| | | Operator kurang teliti saat pengambilan produk dari mesin | 4 | 5 | 4 | 81 | |
| | | Kesalahan produksi disebabkan kurangnya koordinasi antar divisi | 4 | 3 | 8 | 101 | |
| | Kerusakan *Mold* (cetakan) | *Ejector/Sledding* rusak disebabkankurang pelumasan | 7 | 6 | 6 | 243 | 198 |
| | | *Insert* cetakan tidak lagi sempurna karena rusak | 5 | 6 | 4 | 105 | |
| | | Cetakan berkarat dan tidak dilakukan pengecekan rutin | 7 | 6 | 6 | 245 | |
| ***Mix Material*** | Bahan tidak sesuai spesifikasi | Menunggu pencampuran warna dan bahan yang lama | 4 | 4 | 8 | 134 | 97 |
| | | Pencampuran bahan tidak sesuai standar produksi | 5 | 5 | 4 | 94 | |
| | | Suhu mesin pengering bahan tidak stabil | 4 | 5 | 4 | 63 | |
| | Bahan baku terbatas | Banyak produk reject menyebabkan bahan tidak terkendali | 5 | 5 | 5 | 115 | 115 |
| ***Quality*** | Kualitas | Tidak ada standar metode pengecekan saat proses | 5 | 4 | 5 | 96 | 92 |

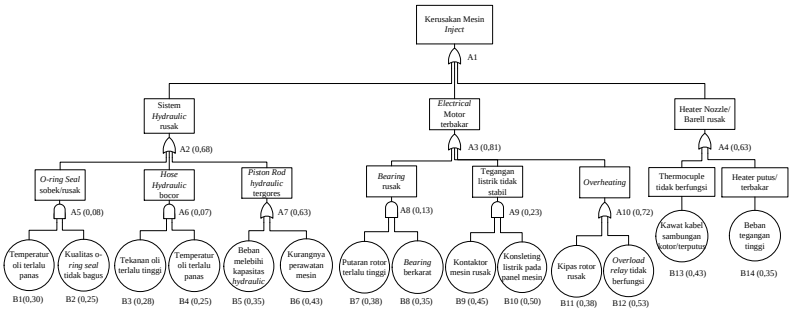
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Control*** | item produk tidak standar | inspeksi | | | | |
| | | Kelalaian saat proses inspeksi | 5 | 5 | 4 | 97 |
| | | Kesalahan pihak QC saat penentuan sample awal mesin dijalankan | 5 | 4 | 4 | 83 |

Dari pembobotan dan perhitungan RPN dapat diketahui bahwa nilai RPN terbesar terdapat pada proses *injection molding* dengan 2 mode kegagalan yaitu kerusakan mesin *inject* dan kerusakan *mold* (cetakan)

***Fault Tree Analysis* (FTA)**

Bentuk FTA (*Fault Tree Analysis*) menggambarkan susunan dari *top event* sampai kejadian dasar (*basic event*). *Top event* FTA didapat dari nilai RPN tertinggi mode kegagalan pada metode FMEA, FTA dari masing-masing *top event* disajikan dalam bentuk gambar 2. dan gambar 3. Berikut penjelasannya.

1. Kerusakan mesin *inject*

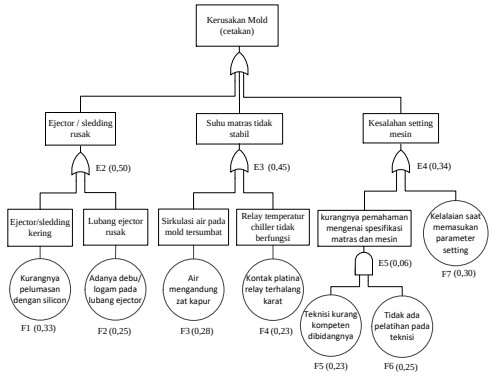



Gambar 2. FTA Kerusakan mesin *inject*

Perhitungan nilai probabilitas *top event* kerusakan mesin *inject*

A5 = B1(0,30) x B2(0,25) = 0,08
A6 = B3(0,28) x B4(0,25) = 0,07
A7 = [B5(0,35) + B6(0,503] – [B5(0,35) x B6(0,503)]
= 0,78 - 0,15 = 0,63
A8 = B7(0,38) x B8(0,35) = 0,13
A9 = B9(0,505) x B10(0,50) = 0,23
A10 = [B11(0,38) + B12(0,53)] – [B11(0,38) x B12(0,53)]
= 0,91 - 0,20 = 0,71
A4 = B13 [(0,503) + B14 (0,35)] - [(0,503) x B14 (0,35)]
= 0,78 – 0,15 = 0,63
A2 = 1- [A5(1-0,08) x A6(1-0,07) x A7(1-0,63)]
= 1- 0,32 = 0,68
A3 = 1- [A8(1-0,13) + A9(1-0,23) + A10 (1-0,71)]
= 1- 0,19 = 0,81

2. Kerusakan *mold* (cetakan)




Gambar 3. FTA Kerusakan *mold* (cetakan)

Perhitungan nilai probabilitas *top event* kerusakan *mold* (cetakan)

E2 = [F1(0,33) + F2(0,25)] - [F1(0,33) x F2(0,25)]
= 0,50 – 0,08 = 0,50

E3 = [F3(0,28) + F4(0,23)] - [F3(0,28) x F4(0,23)]
= 0,51 – 0,06 = 0,45

E5 = F5(0,23) x F6(0,25) = 0,06

E4 = [E5(0,06) + F7(0,30)] - [E5(0,06) x F7(0,30)]
= 0,36 – 0,02 = 0,34

Perhitungan nilai probabilitas dilakukan dari kejadian paling dasar (*basic event*) hingga probabilitas penyebab utama ditemukan. Nilai probabilitas tersebut didapatkan dari hasil penilaian sebanyak 4 orang teknisi mesin *inject* dan dilakukan *brainstorming* untuk menentukan risiko mana yang dapat berkibat kerusakan.

**Rekomendasi Tindakan Pencegahan**

Dari hasil pengolahan data, dapun tindakan pencegahan yang harus dilakukan yaitu melakukan pengecekan dan perawatan secara rutin terhadap mesin *inject* dan *mold* (cetakan) serta menambahakn alat deteksi dan pengaman agar apabila terjadi kegagalan mesin dan *mold*, secara otomatis akan mendeteksi untuk tidak melakukan proses yang menyebabkan kerusakan.

## KESIMPULAN

Pada identifikasi FMEA terhadap 6 mode kegagalan didapat nilai RPN tertinggi pada mode kegagalan kerusakan mesin *inject* dengan nilai sebesar 242,6 dan kerusakan cetakan (*mold*) dengan nilai sebesar 198. Hasil analisa FTA, diperoleh 3 *cut set* dan 14 *basic event* dari *top event* kerusakan mesin *inject* serta 3 *cut set* dan 7 *basic event* dari *top event* kerusakan *mold* (cetakan). Didapat Probabilitas penyebab utama sebesar 0,81 dan 0,50 untuk elektrik motor terbakar dan kerusakan ejector/sleding pada proses *injection molding*.

Dari hasil penelitian ini, Sebaiknya perusahaan membuat skema perawatan mesin dan peralatan rutin agar produksi dapat terjaga dari risiko yang timbul dikemudian hari serta membuat kebijakan yang lebih efektif agar kinerja departemen meningkat dan saling memenuhi target produksi.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] I. S. IN Norken, IBN Purbawijaya, *Pengantar analisis dan manajemen risiko pada proyek konstruksi*. Denpasar: Udayana University Press, 2015.

[2] A. Kurniawan, *Audit Internal Nilai Tambah Bagi Organisai*, Edisi I. Yogyakarta: BPFE, 2012.

[3] K. V. G, *Internal Audit*. Jakarta: Erlangga, 2011.
[4] N. B. Puspitasari and A. Martanto, "Penggunaan FMEA Dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung Atm (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus Pt. Asaputex Jaya Tegal)," *J@ti Undip J. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 2, pp. 93–98, 2014, doi: 10.12777/jati.9.2.93-98.
[5] F. Hendra and R. Effendi, "Identifikasi Penyebab Potensial Kecacatan Produk dan Dampaknya dengan Menggunakan Pendekatan Failure Mode Effect Analysis ( FMEA )," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 12, no. 1, pp. 17–24, 2018.
[6] S. & W. Kang, "Risk assessment of floating offshore wind turbine based on correlation-FMEA," *Ocean Eng. an Int. J. Res. Dev.*, pp. 382–388, 2016.
[7] Yumaida, "Analisis Risiko Kegagalan Pemeliharaan Pada Pabrik Pengolahan Pupuk NPK Granular (Studi Kasus: PT. Pupuk Kujang Cikampek)," *Skripsi*, p. Jakarta: Universitas Indonesia, 2011.