

*Management Productivity*

## **PENINGKATAN EFEKTIVITAS MESIN MENGGUNAKAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) DAN *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) (STUDI KASUS: MESIN *ROLL FORMING* DI MEGA BAJA, SURABAYA)**

**Bayu Setia Nugraha**

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya, Indonesia

\*Corresponding Author: bayuuyab90@ymail.com

Web Journal : <https://journal.unimal.ac.id/miej>

DOI: <https://doi.org/10.53912/iej.v12i2.1125>

**Abstrak** – Mesin *roll forming* merupakan mesin yang di pakai untuk pembengkokan *roll* dari bahan baja di Mega Baja, Surabaya yang memiliki frekuensi kendala yang tinggi sehingga mengakibatkan adanya *downtime* pada proses produksi sehingga menjadi tidak efektif karena adanya penurunan produktivitas. Berdasarkan masalah yang ada, maka perlu adanya pengukuran efektivitas mesin untuk mengetahui penyebab dan kemudian dirumuskan menjadi usulan perbaikan. Pengukuran yang digunakan ialah dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* OEE dan *Fault Tree Analysis* FTA serta mencari tahu nilai dari *six big losses*. Dalam hasil penelitian ini diperoleh nilai rata-rata OEE sebesar 61,77% yang masih di bawah standar global yaitu 85%. *Losses* yang paling berpengaruh terdapat pada *reduced speed losses* dengan presentase rata-rata 33,20% dan total nilai presentase 199,19%, *total time losses* 19.460,88 menit dengan rata-rata 3.243,48 menit. *Idling and minor stoppage losses* nilai presentase rata-rata 4,88% dengan total presentase 29,26%, *total time losses* 2.820,38 menit dengan rata-rata 470,06 menit. *Process defect losses* nilai presentase rata-rata 2,03% dengan total presentase 12,16%, *total time losses* 1.180,70 menit dengan rata-rata 196,78 menit. Penyebab kurangnya nilai efektivitas dipengaruhi oleh faktor mesin, manusia, dan material.

**Kata kunci:** *Overall Equipment Effectiveness, Fault Tree Analysis, Six big losses.*

### **1. Pendahuluan**

Mesin dan peralatan kerja merupakan salah satu tolak ukur untuk mengukur efektifitas, efisiensi dan produktivitas sistem kerja. Oleh karena itu, kemampuan sebuah mesin sangat perlu untuk diperdulikan, agar sebuah mesin mampu beroperasi dalam kondisi terbaiknya. Jika sebuah mesin gagal bekerja secara maksimal, seperti mesin mati secara tiba-tiba dan harus diperbaiki di tempat, maka mesin tersebut pasti akan menyebabkan proses produksi terhenti atau tidak berjalan untuk beberapa saat, yang menjadi penyebab dari hasil produk yang tidak sesuai standar perusahaan.

Mega Baja Surabaya adalah distributor/*supplier* besi-baja dengan harga kompetitif dan ter-*update*. Hingga saat ini telah melayani pengiriman produk besi dan baja hampir ke seluruh penjuru nusantara, yakni: Pulau Jawa, Pulau Kalimantan, Selawesi, Papua, Bali, NTB, NTT dan Pulau Sumatera.

Permasalahan yang sering terjadi di Mega Baja Surabaya antara lain permasalahan pada mesin produksi yang sering mengalami *downtime* atau waktu henti dan permasalahan pada mesin tersebut belum dapat dicegah oleh Mega Baja Surabaya. Salah satu mesin yang sering mengalami masalah adalah mesin *Roll forming*. Sehingga Mega Baja Surabaya sering melakukan perawatan mesin *Roll Forming*.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE adalah ukuran produktivitas mesin dan peralatan yang komprehensif. Pengukuran ini diperlukan untuk menemukan kemacetan lini produksi regional dan area dimana produktivitas atau efisiensi mesin atau peralatan mungkin perlu ditingkatkan. OEE juga merupakan perangkat estimasi yang dapat digunakan untuk menilai dan bekerja pada strategi yang tepat untuk menjamin penggunaan mesin/perangkat keras untuk meningkatkan efisiensi [1]. indikator dalam metode OEE sangat fleksibel dikarenakan bisa dipakai untuk rutin harian, rutin mingguan, serta rutin bulanan. Kemampuan OEE ialah bahwa tanda tersebut begitu dibutuhkan dalam industri untuk menginisiasi program TPM [2].

Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan jumlah pengukuran atas *performance* yang berkaitan pada *Availability*, *Performance*, serta *Quality*. Guna memperoleh nilai OEE maka bisa menggunakan rumus sebagai berikut [3]:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \dots\dots\dots (2.1)$$

Menghitung nilai dari ketiga faktor OEE merupakan langkah awal untuk mendapatkan nilai OEE. Perhitungan ketiga variabel ini akan dibuat masuk akal sebagai berikut [3]:

#### 1. Availability rate

Rasio waktu pengoperasian mesin terhadap waktu pemuatannya adalah ketersediaan mesin atau peralatan tersebut. Kemudian dapat diketahui ketersediaannya sebagai berikut [3]:

$$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\% \dots\dots\dots (2.2)$$

$$Loading\ Time = \frac{Loading\ Time - Downtime}{Loading\ Time} \times 100\% \dots\dots\dots (2.3)$$

*Loading time* adalah *downtime* terjadwal dikurangi waktu ketersediaan harian atau bulanan. Dalam rencana produksi, waktu henti terencana mencakup waktu henti untuk penjadwalan pemeliharaan dan aktivitas manajemen [4].

$$Operation\ Time = Total\ Availability - Planned\ Down\ Time \dots\dots\dots (2.4)$$

#### 2. Performance rate

Performa mesin dalam proses produksi yang memungkinkannya menghasilkan produk diukur dari tingkat performanya. Dalam laju penyajian, terdapat 3 (tiga) variabel signifikan yang diharapkan dapat menentukan laju pameran, yaitu [5]:

- a. Durasi Proses Ideal
- b. Jumlah yang ditangani (jumlah item yang ditangani)
- c. Jumlah tugas (waktu kerja motor)

Rumus berikut dapat digunakan untuk menentukan tingkat kinerja [3]:

$$Performance\ Rate = \frac{Processed\ amount \times Ideal\ cycle\ time}{Operation\ time} \times 100\% \dots\dots\dots (2.5)$$

### 3. Quality rate

Rasio keseluruhan, produk yang baik dengan keseluruhan, produk olahan adalah tingkat kualitas. Konsekuensinya, tingkat kualitas dapat ditentukan dengan menggunakan hitungan terlampir [5]:

$$Quality Rate = \frac{Processed\ amount - Defect\ amount}{Processed\ amount} \times 100\% \dots\dots\dots (2.6)$$

Kondisi OEE ideal JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) bagi perusahaan adalah [6]:

Tabel 1 Nilai Standar OEE

Faktor OEE	Presentase Nilai Standar OEE
Availability	> 90%
Performance	> 95%
Quality rate	> 99%
OEE	> 85%

Sumber : <https://www.oee.com/world-class-oee.html>

## 2.2 Six Big Losses

*Six big losses* dapat dianggap sebagai faktor-faktor umum yang menyebabkan ketidakefektifan pada mesin. Secara garis besar keenam faktor tersebut adalah *breakdown loss, setup and adjustment loss, idling and minor stoppage loss, reduce speed loss, rework loss* dan *scrap loss*. Kerugian tersebut dibagi menjadi enam (enam) bagian penting yang sesuai dengan makna dari *six bis losses* tersebut [6]:

1. Waktu yang terbuang (*downtime losses*)

$$Equipment\ failures = \frac{Downtime}{Loading\ time} \times 100\% \dots\dots\dots (2.7)$$

$$Set\ up\ dan\ adjustment\ loss = \frac{Setup\ dan\ adjustment\ time}{Loading\ time} \times 100\% \dots\dots\dots (2.8)$$

2. Menurunnya Kecepatan (*Speed Losses*)

$$Idling\ and\ minor\ stoppages = \frac{Non\ productive\ time}{Loading\ time} \times 100\% \dots\dots\dots (2.9)$$

$$Reduced\ Speed\ Losses = \frac{Operation\ time - (Ideal\ Cycle\ Time \times Total\ Product\ Process)}{Loading\ Time} \times 100\% \dots\dots (2.10)$$

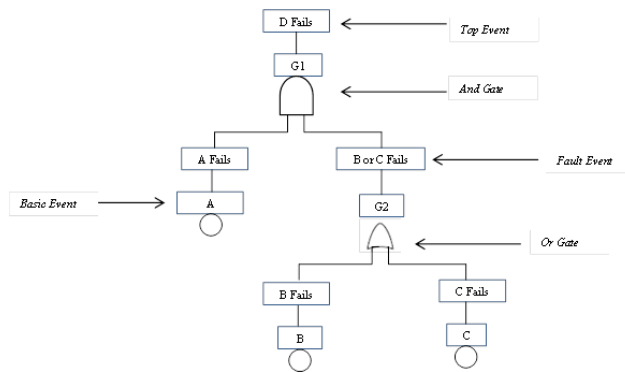
3. Defect atau quality losses

$$Scrap\ loss/Yield = \frac{Ideal\ cycle\ time \times Scrap}{Loading\ time} \times 100\% \dots\dots\dots (2.11)$$

$$Defect\ inprocess\ losses = \frac{Ideal\ cycle\ time \times Defect}{Loading\ time} \times 100\% \dots\dots\dots (2.12)$$

## 2.3 Fault Tree Analysis (FTA)

*Fault Tree Analysis* (FTA) digunakan untuk menguji ketergantungan suatu produk dan menunjukkan hubungan sebab akibat antar peristiwa. FTA adalah analisis pohon kesalahan yang gampang dijabarkan menjadi suatu metode analisa. Pohon kesalahan adalah model dengan berbagai kombinasi kesalahan yang dapat menyebabkan hal-hal buruk [7].



Gambar 1 Model Penggambaran FTA

### 2.4 Proses Pengolahan Data dengan *Fault Tree Analysis* (FTA)

Langkah-langkah untuk menggunakan FTA adalah sebagai berikut [8]:

1. Penelitian masalah
2. Analisis Pohon Kesalahan (FTA)
3. *Minimum cut set*

A	= B1 + B2 + B3 + B4	B4	= C5 + C6
B1	= C1 + C2	B5	= C7 + C8
B2	= B5 + B6	B6	= C9 + C10
B3	= C3 + C4		

a. Analisis kualitatif

Bertujuan untuk mengidentifikasi rangkaian peristiwa yang mengarah pada peristiwa puncak, oleh karena itu diperlukan.

b. Pemeriksaan kuantitatif

Maksud di balik melakukan pemeriksaan kuantitatif adalah untuk menentukan probabilitas kejadian yang diamati. Metode untuk menghitung probabilitas:

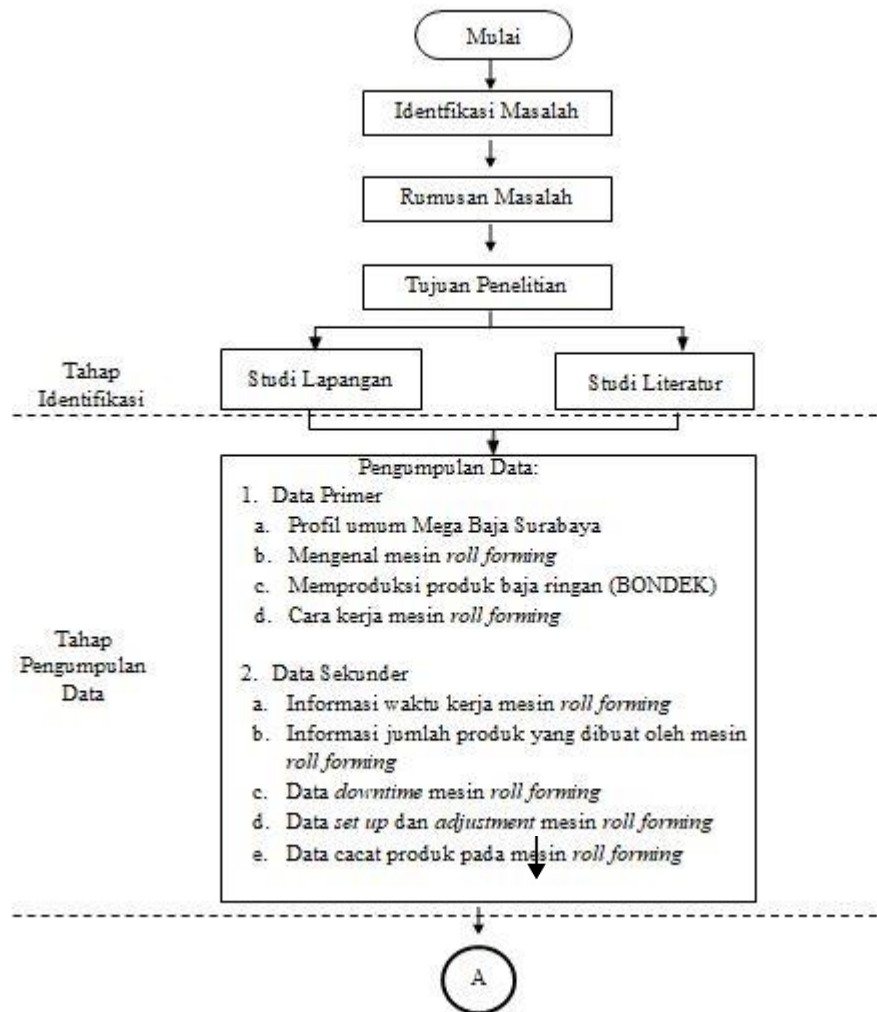
$$P(x) = \frac{f(x)}{N} \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan:

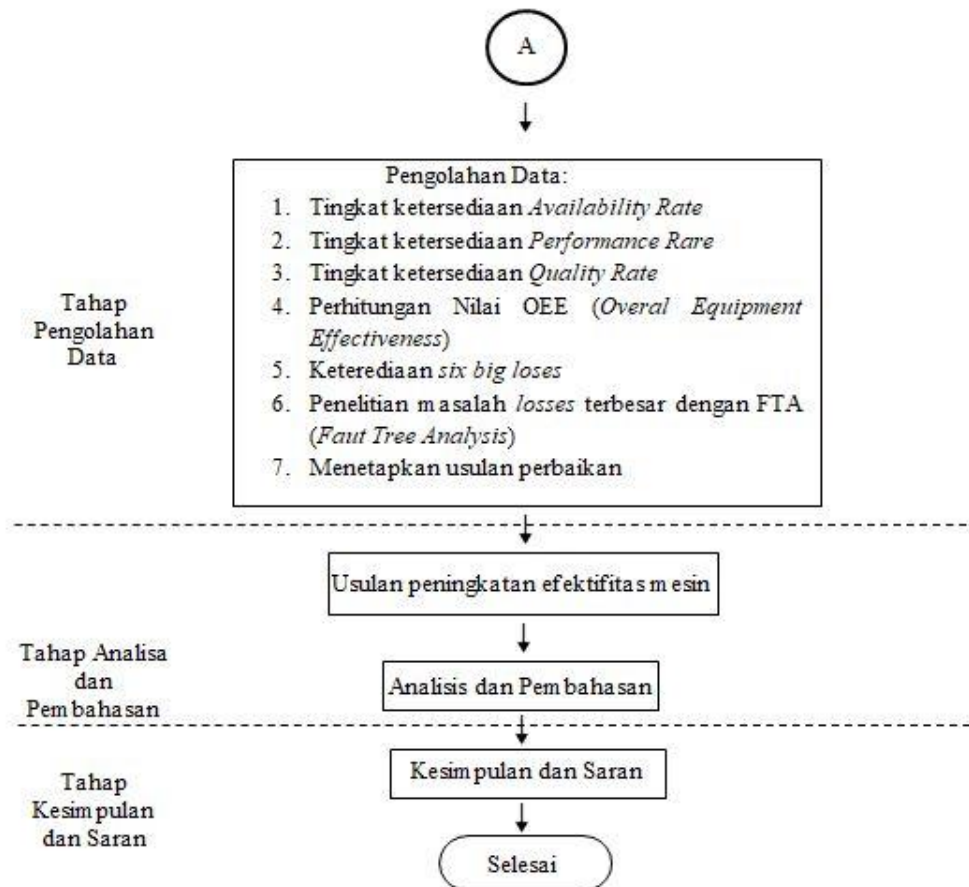
- P(x) = Probabilitas
- N = Jumlah komponen diperoleh dari perusahaan
- f(x) = Frekuensi kemunculan *basic event*

### 3. Metode

Pada penelitian ini menerapkan metode penelitian bersifat deskriptif. Penelitian deskriptif dapat diartikan penelitian menggunakan metode kuantitatif yang berusaha menggambarkan objek atau subjek pada Mega Baja Surabaya bagian produksi baja ringan (BONDEK).



Gambar 2 Flowchart Metode Penelitian



Gambar 2 Flowchart Metode Penelitian (Lanjutan)

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dihitung dengan mengalikan ketiga rasio dari bulan Januari 2023 sampai dengan Juni 2023 berdasarkan hasil perhitungan ketiga rasio tersebut yaitu availability rate, performance rate dan quality rate. Berikut hasil perhitungan Overall Equipment Effectiveness pada bulan Januari 2023, yaitu:

Nilai Availability Rate (A) = 97,70%

Nilai Performance Rate (P) = 39,13%

Nilai Quality Rate (Q) = 94,07%

Maka perhitungan nilai OEE yaitu:

*Overall Equipment Effectiveness (OEE) = Availability Rate x Performance Rate x Quality Rate*

OEE = 97,70% x 39,13% x 94,07%

OEE = 35,96%

Tabel 2 Perhitungan OEE

No	Bulan	Availability Rate (%)	Performance Rate (%)	Quality Rate (%)	OEE (%)
1.	Januari	97,70 %	39,13 %	94,07 %	35,96 %
2.	Februari	94,24 %	87,27 %	98,06 %	80,65 %
3.	Maret	98,20 %	59,68 %	96,77 %	56,71 %
4.	April	97,74 %	34,16 %	94,10 %	31,42 %
5.	Mei	97,82 %	79,71 %	97,24 %	75,81 %
6.	Juni	96,26 %	95,91 %	97,52 %	90,03 %
Rata-rata					61,77 %

#### 4.2 Perhitungan Six big losses

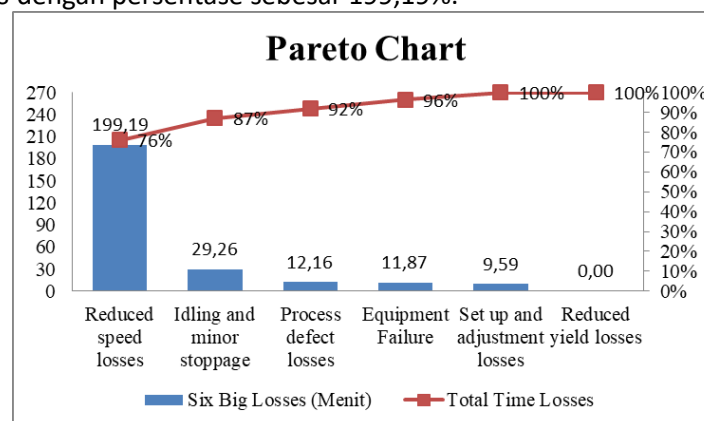
Setelah memahami hasil dari enam losses yang ada, losses dengan dampak terbesar adalah speed losses yang meliputi idling and minor stoppages dan reduced speed losses. Hasil ringkasan dari persentase six big losses pada bulan Januari 2023 hingga Juni 2023 yaitu, sebagai berikut:

Tabel 3 Perhitungan Six Big Losses

No	Bulan	Six big losses (%)					
		Equipment Failure	Set Up and Adjustment	Idling and Minor Stoppage	Reduced Speed	Process Defect	Reduced Yield
1.	Januari	1,62	1,50	4,88	59,47	2,26	0
2.	Februari	2,00	1,51	5,17	12,00	1,59	0
3.	Maret	1,80	1,66	4,30	39,59	1,90	0
4.	April	2,64	1,76	5,74	64,35	1,97	0
5.	Mei	2,17	1,63	5,02	19,85	2,15	0
6.	Juni	1,64	1,54	4,14	3,94	2,29	0
Total		11,89	9,59	29,26	199,19	12,16	0
Rata-rata		1,98	1,60	4,88	33,20	2,03	0

#### 4.3 Fault Tree Analysis (FTA)

Berdasarkan hasil perhitungan six big losses, losses atau kerugian terbesar pada speed losses terdiri dari dua perhitungan, idling and minor stoppages dengan persentase sebesar 29,26% dan reduced speed losses dengan persentase sebesar 199,19%.



Gambar 3 Diagram Pareto

Berdasarkan hasil grafik Pareto pada Gambar 3 untuk mesin roll forming, kerugian yang paling berpengaruh yaitu reduced speed losses yang bernilai 76%, idling and minor stoppage yang bernilai 11%, dan process defect losses yang bernilai 5%, dimana losses tersebut termasuk dalam kategori speed losses dan defect losses, yang akan diidentifikasi penyebabnya melalui FTA.

##### 1. Analisis kuantitatif

Analisis kuantitatif menggunakan konsep dasar probabilitas. Nilai probabilitas dari top event diperkirakan dengan jumlah probabilitas minimal cut set. Dapat diketahui probabilitas dari setiap basic event seperti berikut:

$$P(x) = \frac{f(x)}{N}$$

Keterangan:

P(x) = Probabilitas

N = Jumlah Kejadian

F(x) = Frekuensi kemunculan basic event

##### a. Probabilitas kejadian dasar pada reduced speed losses

$$P(x) = \frac{f(x)}{N}$$

$$P(Z1) = \frac{1}{10} = 0,1$$

Tabel 4 Probabilitas *Reduced Speed Losses*

Kejadian Dasar	Deskripsi	Probabilitas
Z1	Usia pemakaian dinamo sudah lama	0,1
Z2	Kondisi dinamo kurang terawat	0,1
Z3	Usia komponen <i>gearbox</i> sudah lama	0,1
Z4	<i>Gearbox</i> jarang diberi oli	0,1
Z5	Roda gigi jarang diberi oli	0,1
Z6	Motor jarang diberi oli	0,1
Z7	Operator kurang paham <i>allowance</i> jarak antar <i>roll</i>	0,1
Z8	Operator kurang paham cara <i>setting roll</i>	0,1
Z9	<i>Roll</i> jarang dibersihkan	0,1
Z10	Adanya kotoran yang menempel pada <i>roll</i>	0,1

b. Probabilitas kejadian dasar pada *idling and minor stoppage losses*

$$P(x) = \frac{f(x)}{N}$$

$$P(C1) = \frac{1}{16} = 0,0625$$

Tabel 5 Probabilitas *Idling and Minor Stoppages*

Kejadian Dasar	Deskripsi	Probabilitas
C1	Operator kurang paham cara <i>setting roll</i>	0,0625
C2	Operator kurang paham cara <i>setting pisau</i>	0,0625
C3	Tingginya getaran mesin	0,5
C4	Penguncian baut as tidak pas/selip	0,0625
C5	Penguncian baut penyangga as tidak pas/selip	0,0625
C6	<i>Gearbox</i> pecah	0,0625
C7	Penguncian baut pisau tidak pas/selip	0,0625
C8	Penguncian baut penyangga pisau tidak pas/selip	0,0625
C9	Penguncian baut <i>gear</i> as tidak pas/selip	0,0625

c. Probabilitas kejadian dasar pada *process defect losses*

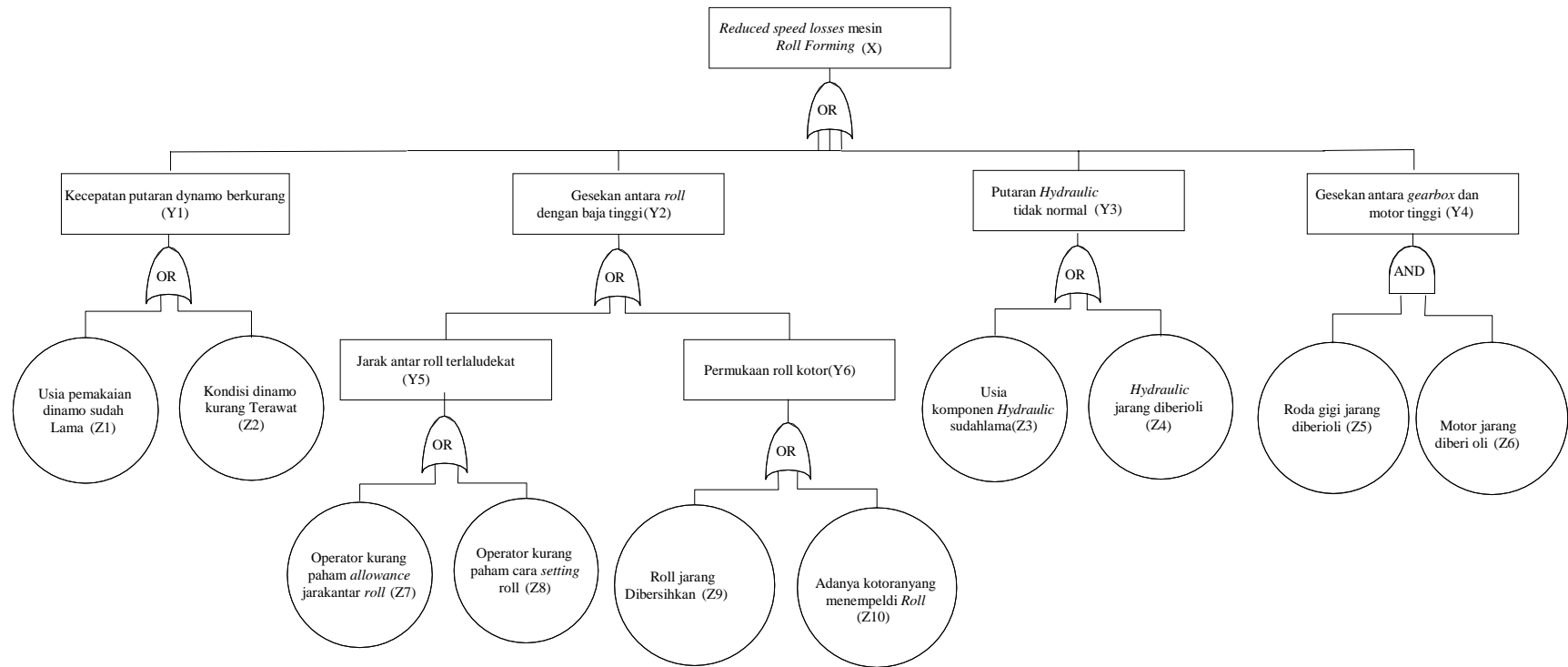
$$P(x) = \frac{f(x)}{N}$$

$$P(O1) = \frac{2}{25} = 0,08$$

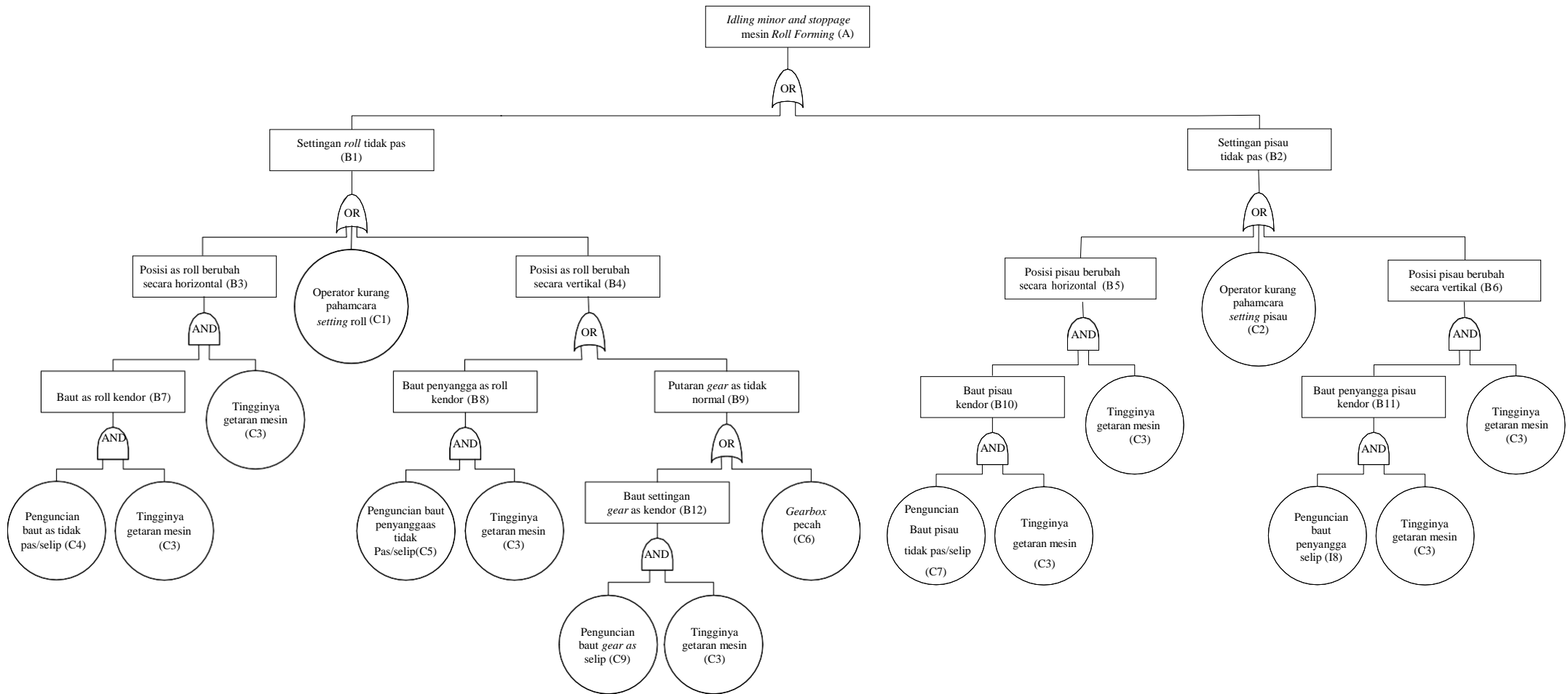
Tabel 6 Probabilitas *Process Defect Losses*

Kejadian Dasar	Deskripsi	Probabilitas
O1	Material baja tidak bagus	0,08
O2	Operator kurang mengerti cara <i>setting roll</i>	0,08
O3	Operator kurang mengerti cara <i>setting pisau</i>	0,04
O4	Usia pisau sudah lama	0,04
O5	Pelumasan <i>gearbox</i> tidak rutin	0,08
O6	Tingginya getaran mesin	0,4
O7	Pisau jarang diberi pelumas saat proses memotong	0,04
O8	Tekstur baja yang tidak bagus	0,04
O9	Penguncian baut as tidak benar	0,04
O10	Penguncian baut penyangga as salah	0,04
O11	Penguncian baut pisau salah	0,04
O12	Penguncian baut penyangga pisau salah	0,04
O13	Penguncian baut <i>gear</i> as tidak benar	0,04

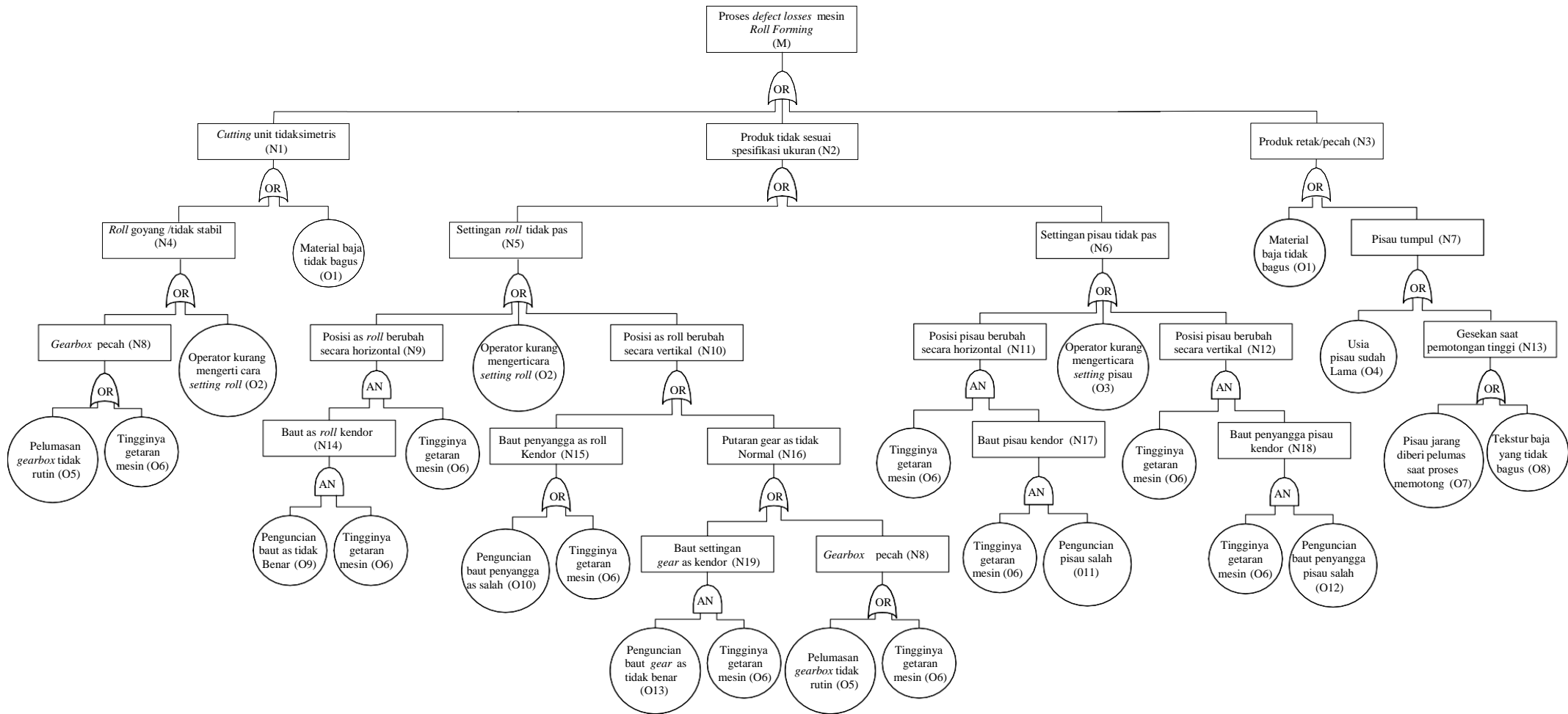




Gambar 4 Fault Tree Reduced Speed Losses Mesin Roll Forming



Gambar 5 Fault Tree Idling and Minor Stoppages Mesin Roll Forming



Gambar 6 Fault Tree Process Defect Losses Mesin Roll Forming

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisa data yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada perhitungan OEE diperoleh rata-rata *availability rate* 96,99%, rata-rata *performance rate* 65,98%, rata-rata *quality rate* 96,29%. Dari ketiga faktor didapatkan rata-rata OEE 61,77% (belum mencapai standar ideal).
2. Pada perhitungan *six big losses* diperoleh *losses* yang paling berpengaruh yaitu *reduced speed losses* dengan persentase 199,19%, *idling and minor stoppage losses* dengan persentase 29,26%, *process defect losses* dengan persentase 12,16%.
3. Hasil analisa FTA diperoleh nilai *basic event* dari *reduced speed losses* memiliki nilai probabilitas sama yaitu 0,1. Pada *basic event idling and minor stoppage losses* terdapat nilai probabilitas tertinggi yaitu getaran mesin dengan nilai 0,5. Pada *basic event process defect losses* terdapat nilai probabilitas tertinggi yaitu getaran mesin dengan nilai 0,4.
4. Usulan yang direkomendasikan untuk tiga faktor tersebut yaitu:
  - a. Pada *reduced speed losses* usulan perbaikannya adalah menetapkan jadwal perbaikan secara rutin serta melakukan pergantian komponen dinamo yang sudah tidak layak.
  - b. Pada *idling and minor stoppage losses* usulan perbaikannya adalah membatasi tingkat getaran dengan memasang karet peredam getaran pada baut komponen.
  - c. Pada *process defect losses* usulan perbaikannya adalah membatasi tingkat getaran dengan memasang karet peredam getaran pada baut komponen.

## Daftar Pustaka

- [1] Rahman, A., & Perdana, S. (2019). Analisis produktivitas mesin percetakan perfect binding dengan metode OEE dan FMEA. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 7(1).
- [2] Krisnaningsih, E. (2015). Usulan Penerapan TPM dalam Rangka Peningkatan Efektifitas Mesin dengan OEE sebagai Alat Ukur di PT XYZ. *Prosisko*, 2(2), 13–26.
- [3] Rinawati, I. (2014). *Total Productive Maintenance*. *SAE Technical Papers*, 21–26.
- [4] Darmadi, D. (2018). Pengaruh Hubungan Pemakaian Bahan Bakar Minyak (BBM) Terhadap Maintenance Pada Head Truck di PT Kuda Inti Samudera. *Matrik: Jurnal Manajemen dan Teknik Industri Produksi*, 19(1), 77-88.
- [5] Ginting, M. (2009). Analisa “Total Productive Maintenance” Terhadap Efektivitas Produksi Tingkat. *AUSTENIT*, 1(02).
- [6] Prabowo, R. F., Hariyono, H., & Rimawan, E. (2020). Total Productive Maintenance (TPM) pada perawatan mesin grinding menggunakan metode overall equipment effectiveness (OEE). *Journal Industrial Servicess*, 5(2), 207-212.
- [7] Mayangsari, D. F., Adiarto, H., & Yuniati, Y. (2015). Usulan Pengendalian Kualitas Produk Isolator Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) Dan Fault Tree Analysis (Fta). *Reka Integra*, 3(2).
- [8] Djamal, N., & Azizi, R. (2015). Identifikasi dan Rencana Perbaikan Penyebab Delay Produksi Melting Proses dengan Konsep Fault Tree Analysis (FTA) di PT. XYZ. *Jurnal Intech Teknik Industri*, 1(1), 34–45.