

# **PENERAPAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) DAN *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) UNTUK MENGUKUR EFEKTIFITAS MESIN RENG**

**Hery Suliantoro, Novie Susanto\*), Heru Prastawa, Iyain Sihombing, Anita M.**

*Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang, Semarang, Indonesia 50275*

*(Received: April 20, 2016/ Accepted: July 17, 2017)*

## **Abstrak**

*Mesin reng digunakan untuk memproduksi atap baja ringan jenis reng V belum sepenuhnya bekerja secara efektif. Hal ini ditunjukkan dengan adanya downtime, penurunan kecepatan produksi mesin, dan produk-produk yang tidak sesuai standard yang telah ditetapkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan mengetahui tingkat efektivitas mesin reng dengan menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE), mengidentifikasi faktor penyebab six big losses dengan menggunakan Fault Tree Analysis (FTA), dan memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan tingkat efektivitas mesin. Dari hasil penelitian, OEE mesin reng mencapai rata-rata 57,55%, dan masih berada di bawah nilai OEE ideal (85%). Usulan perbaikan yang direkomendasikan meliputi eliminasi six big losses, mengembangkan program pemeliharaan, dan memberikan pelatihan untuk meningkatkan kemampuan maintenance dan operasional.*

**Kata kunci:** *Overall Equipment Effectiveness (OEE), Six Big Losses, Fault Tree Analysis (FTA)*

## **Abstract**

*The reng machine, which is used to produce lightweight steel roof with a kind V reng, has not fully worked effectively. This is indicated by the presence of downtime, speed losses, and produce products that are not according to standards that have been determined. This study aims to measure and determine the level of effectiveness of reng machine using Overall Equipment Effectiveness (OEE) method, identify factors that cause six big losses by using Fault Tree Analysis (FTA), and proposes improvements to increase the effectiveness of the machine. The result of research, OEE of reng machine reached an average of 57.55%, and still was below the ideal OEE (85%). Proposed improvements that recommended include the elimination of six big losses, develop a maintenance program, and provide training to improve the ability of maintenance and operations.*

**Keywords:** *Overall Equipment Effectiveness (OEE), Six Big Losses, Fault Tree Analysis (FTA)*

## **Pendahuluan**

Sebuah mesin bekerja secara efektif apabila mampu melakukan proses produksi selama jangka waktu yang telah disediakan tanpa mengalami gangguan, bekerja sesuai dengan kecepatan yang ditentukan, dan menghasilkan produk-produk yang baik (sesuai *standard* yang telah ditetapkan). Supervisi bisa dilakukan melalui berbagai cara salah satunya melalui menerapkan *Total Productive Maintenance* (TPM) (Almeanazel, 2010; Limantoro & Felecia, 2006). Namun, sebuah mesin yang mengalami *downtime*, *speed losses*, atau menghasilkan produk yang cacat menunjukkan bahwa mesin tidak bekerja secara efektif (Nakajima, 1988).

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengukur efektivitas mesin yang didasarkan pada pengukuran tiga rasio utama, yaitu : *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality* (Saiful, et.al., 2014). Dengan mengetahui nilai efektivitas mesin, maka dapat dilihat seberapa besar kerugian yang mempengaruhi efektivitas mesin yang dikenal dengan *six big losses* peralatan.

Penelitian ini mengambil kasus produksi atap baja ringan pada CV. Ali Griya merupakan sebuah usaha kecil menengah (UKM) yang bergerak dalam memproduksi atap baja ringan di daerah Banyumanik, Semarang. Atap baja ringan yang diproduksi terdiri dari tiga jenis yaitu reng V, canal C, dan spandek. Berdasarkan tujuan operasinya dalam hubungannya dengan pemenuhan kebutuhan konsumen, diterapkan sistem produksi *Make to Stock* (MTS) di mana atap baja ringan yang diproduksi akan ditempatkan sebagai

---

\*) Penulis Korespondensi.  
email: nophie.susanto@gmail.com

persediaan dan selanjutnya akan dikeluarkan jika pesanan konsumen sudah diterima.

Penelitian ini akan difokuskan pada mesin reng yaitu mesin yang digunakan untuk memproduksi atap baja ringan jenis reng V. Baja ringan jenis reng V adalah produk yang lebih banyak diproduksi dan dipesan dibandingkan dengan produk lainnya, dan berdasarkan data yang dikumpulkan terkait efektivitas mesin reng menunjukkan bahwa mesin ini belum sepenuhnya bekerja secara efektif. Hal ini ditunjukkan dengan adanya data *downtime*, data penurunan kecepatan mesin, dan data produk yang tidak sesuai spesifikasi.

Untuk itu dilakukan penelitian untuk mengukur tingkat efektivitas mesin reng dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), menganalisa penyebab *six big losses* mesin reng dengan menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA), dan memberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan efektivitas mesin reng.

## Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 2 (dua) tahapan pengolahan data, yaitu tahapan menghitung tingkat efektivitas mesin reng dengan menggunakan metode *overall equipment effectiveness* (OEE), dan tahapan menganalisis faktor penyebab *six big losses* mesin reng dengan menggunakan *fault tree analysis* (FTA).

### 1. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE adalah hasil yang dapat dinyatakan sebagai rasio *output* aktual dari peralatan dibagi dengan *output* maksimum peralatan di bawah kondisi performa terbaik (Almeanazel, 2010). OEE didasarkan pada pengukuran tiga rasio utama, yaitu: *availability* (A), *performance efficiency* (PE), dan *rate of quality product* (ROQP) (Saiful, et al., 2014).

*Availability* merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin dan peralatan. *Availability* merupakan rasio dari *operation time*, dengan mengeliminasi *downtime* peralatan terhadap *loading time* (Saiful, et al., 2014). Maka, formula yang digunakan untuk mengukur *availability* adalah:

$$A = \frac{\text{Loading time} - \text{Downtime}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (\text{Pers. 1})$$

*Performance efficiency* merupakan suatu ratio yang menggambarkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang. Rasio ini merupakan hasil dari *operating speed rate* dan *net operating rate* (Saiful, et al., 2014). Formula pengukuran rasio ini adalah:

$$PE = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{Processed amount}}{\text{Operating time}} \times 100\% \quad (\text{Pers. 2})$$

*Rate of quality product* merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam

menghasilkan produk yang sesuai dengan standar (Saiful, et al., 2014). Formula yang digunakan untuk pengukuran rasio ini adalah:

$$ROQP = \frac{\text{Processed amount} - \text{Defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\% \quad (\text{Pers. 3})$$

Nilai OEE diperoleh dengan mengalikan ketiga rasio utama tersebut (Saiful, et al., 2014). Secara matematis formula pengukuran nilai OEE adalah:

$$OEE = A \times PE \times ROQP \quad (\text{Pers. 4})$$

### 2. Six Big Losses

Terdapat enam kerugian peralatan yang menyebabkan rendahnya kinerja dari peralatan yaitu *equipment failure* (*breakdown losses*), *setup and adjustment losses*, *idling and minor stoppage losses*, *reduced speed losses*, *process defect losses*, *reduced yield losses* (Saiful, et al., 2014).

*Breakdown losses* yaitu kerusakan mesin/ peralatan yang tiba-tiba atau kerusakan yang tidak diinginkan tentu saja akan menyebabkan kerugian, karena mesin kerusakan mesin akan menyebabkan mesin tidak beroperasi menghasilkan output (Saiful, et al., 2014). Untuk menghitung *breakdown losses* (BL) digunakan rumus:

$$BL = \frac{\text{Total breakdown time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (\text{Pers. 5})$$

*Setup and adjustment losses* (SAL) yaitu kerugian karena pemasangan dan penyetelan (Saiful, et al., 2014). Untuk menghitung *setup and adjustment losses* digunakan rumus:

$$SAL = \frac{\text{Total setup and adjustment losses}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (\text{Pers. 6})$$

*Idle and minor stoppage losses* (IMSL) disebabkan oleh kejadian-kejadian seperti pemberhentian mesin sejenak, kemacetan mesin, dan *idle time* dari mesin (Saiful, et al., 2014). Untuk menghitung *idle and minor stoppage losses* digunakan rumus:

$$IMSL = \frac{\text{Nonproductive time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (\text{Pers. 7})$$

*Reduced speed losses* (RSL) yaitu kerugian karena mesin tidak bekerja optimal (penurunan kecepatan operasi) terjadi jika kecepatan aktual operasi mesin atau peralatan lebih kecil dari kecepatan optimal atau kecepatan mesin yang dirancang (Saiful, et al., 2014). Untuk menghitung *reduced speed losses* digunakan rumus:

$$RSL = \frac{\text{Actual processing time} - \text{Ideal processing time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (\text{Pers. 8})$$

*Process defect losses* adalah produk cacat yang dihasilkan akan mengakibatkan kerugian material, mengurangi jumlah produksi, limbah produksi meningkat dan peningkatan biaya untuk pengerjaan ulang (Limantoro & Felecia, 2013). Rumus penghitungan untuk *process defect losses* adalah:

$$\text{Process defect losses} = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{Total process defect}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (\text{Pers. 9})$$

*Reduced yield losses* adalah kerugian yang timbul selama waktu yang dibutuhkan oleh mesin untuk menghasilkan produk baru dengan kualitas produk yang diharapkan. Kerugian yang timbul bergantung pada faktor seperti kondisi operasi yang tidak stabil, tidak tepatnya penanganan dan pemasangan peralatan ataupun operator tidak mengerti dengan kegiatan produksi yang dilakukan (Limantoro & Felecia, 2013). Rumus penghitungan untuk *reduce yield losses* adalah:

$$\text{Reduced yield losses} = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{Total reduced yield}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (\text{Pers. 10})$$

### 3. Fault Tree Analysis (FTA)

*Fault Tree Analysis* (FTA) merupakan suatu teknik analisis kegagalan deduktif yang menyediakan metode untuk menentukan penyebab dari suatu peristiwa tertentu yang tidak diinginkan (U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981).

Berbeda dengan metode *Seven Tools* yang menggunakan pendekatan kuantitatif melalui 7 alat grafis maka metode *Fault Tree Analysis* (FTA) adalah suatu teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi resiko yang berperan terhadap terjadinya kegagalan. Metode ini dilakukan dengan pendekatan yang bersifat *top down*, yang diawali dengan asumsi kegagalan atau kerugian dari kejadian puncak (*Top Event*) kemudian merinci sebab-sebab suatu *Top Event* sampai pada suatu kegagalan dasar (*root cause*).

*Fault Tree Analysis* (FTA) dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah berikut ini (NASA, 2002):

1. Mengidentifikasi tujuan untuk FTA
2. Menentukan *top event* dari FT
3. Menentukan ruang lingkup dari FTA
4. Menentukan resolusi dari FTA
5. Menentukan aturan dasar untuk FTA
6. Membangun FT
7. Mengevaluasi FT
8. Menginterpretasikan dan mempresentasikan hasil

## Hasil dan Pembahasan

### 1. Hasil Perhitungan OEE

Hasil perhitungan nilai OEE mesin reng pada periode 11 April 2016 – 30 Juni 2016 (12 minggu) dapat dilihat pada tabel 1.

Nilai *availability* mesin reng berada di antara nilai 77,81% hingga 81,97% dengan rata-rata 80,40%, dan secara keseluruhan masih berada di bawah nilai *availability* ideal (90%). Dalam hal ini, mesin reng masih mengalami *breakdown* dan waktu *setup* dan *adjustment* yang lama, sehingga masih memungkinkan untuk meningkatkan nilai *availability* dengan cara menganalisis dan memperbaiki faktor *breakdown losses* dan *setup and adjustment losses* mesin reng.

Nilai *performance efficiency* mesin reng berada diantara nilai 75,93% hingga 81,07% dengan rata-rata 78,29%, dan secara keseluruhan masih berada di bawah nilai *performance efficiency* ideal (95%). Dalam hal ini, mesin reng belum bekerja sesuai dengan kecepatan yang ditetapkan perusahaan, sehingga masih memungkinkan untuk meningkatkan nilai *performance efficiency* dengan cara menganalisis dan memperbaiki faktor *idling and minor stoppage losses* dan *reduced speed losses* mesin reng.

Nilai *rate of quality products* mesin reng berada diantara nilai 90,68% hingga 91,67% dengan rata-rata 91,42%, dan secara keseluruhan masih berada di bawah nilai *rate of quality products* ideal (99%). Dalam hal ini, mesin reng masih menghasilkan produk di luar spesifikasi perusahaan, sehingga masih memungkinkan untuk meningkatkan nilai *rate of quality products* dengan cara menganalisis dan memperbaiki faktor *process defect losses* dan *reduced yield losses* mesin reng.

**Tabel 1.** Overall Equipment Effectiveness Mesin Reng Periode 11 April 2016 – 30 Juni 2016

Weeks	Availability Ratio (%)	Performance Efficiency (%)	Rate of Quality (%)	OEE (%)
1	79,83	76,94	91,53	56,22
2	79,32	81,07	92,32	59,37
3	80,60	78,32	91,37	57,67
4	81,53	77,15	90,84	57,14
5	80,70	78,16	91,56	57,75
6	77,81	75,97	91,63	54,16
7	80,51	79,61	91,58	58,69
8	81,86	77,33	91,09	57,67
9	78,39	77,64	90,68	55,18
10	81,90	80,41	90,97	59,91
11	81,48	79,80	91,67	59,60
12	81,97	75,93	91,60	57,02
<b>Rata-rata</b>	<b>80,40</b>	<b>78,29</b>	<b>91,42</b>	<b>57,55</b>

Nilai OEE mesin berada di antara nilai 54,16% hingga 59,91% dengan rata-rata 57,55%, dan secara keseluruhan masih berada di bawah nilai OEE ideal (85%). Dalam hal ini, perusahaan (CV. Ali Griya) memiliki ruang yang besar untuk melakukan *improvement* untuk meningkatkan nilai OEE dengan cara meningkatkan nilai *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality products*.

## 2. Hasil Perhitungan Six Big Losses

Hasil perhitungan *six big losses* mesin reng pada periode 11 April 2016 – 30 Juni 2016 (12 minggu) dapat dilihat pada tabel 2.

Jumlah waktu yang hilang (*total time losses*) selama proses produksi mesin reng pada periode 11 April 2016 – 30 Juni 2016 adalah sebesar 188,19 jam (42,45% terhadap *loading time*). *Setup and adjustment losses* memiliki kontribusi terbesar dengan persentase sebesar 43,69% (82,22 jam), dan diikuti oleh *idling and minor stoppage losses* sebesar 31,23% (58,76 jam), *process defect losses* sebesar 10,56% (19,88 jam), *reduced speed losses* sebesar 9,88% (18,60 jam), *breakdown losses* sebesar 2,48% (4,67 jam), dan *reduced yield losses* yang memiliki kontribusi terkecil sebesar 2,16% (4,06 jam).

## 3. Fault Tree Analysis (FTA)

### a. Setup and Adjustment Losses Mesin Reng

*Setup and adjustment losses* adalah kerugian yang diakibatkan oleh lamanya waktu *setup*. Ada 3 jenis bentuk kerugian yang menyebabkan *setup and adjustment losses* mesin reng, yaitu proses *setting roll* lama, proses *setting meja cutter* lama, dan proses *setup* bahan baku/ *coil* lama.

Proses *setting roll* lama disebabkan karena operator kurang fokus saat melakukan *setting roll* atau karena metode *setting roll* salah. Penyebab operator kurang fokus adalah karena operator sudah jenuh, atau

karena rantai produksi tidak nyaman. Penyebab metode *setting roll* salah adalah karena operator kurang paham mengenai bagian, bentuk *roll*, dan fungsinya, atau karena operator kurang paham bagaimana cara *setting roll* yang benar.

Proses *setting meja cutter* lama disebabkan karena operator kurang fokus saat *setting meja cutter*, atau karena metode *setting meja cutter* salah. Penyebab operator kurang fokus adalah karena operator sudah jenuh, atau karena rantai produksi tidak nyaman. Penyebab metode *setting meja cutter* salah adalah karena operator kurang paham bagian *meja cutter* dan fungsinya, atau karena operator kurang paham cara *setting meja cutter* yang benar.

Proses *set up* bahan baku/ *uncoil* lama disebabkan karena proses pemindahan bahan baku/ *coil* lama, atau karena proses pemasangan *coil* ke penyangga *coil* lama. Penyebab proses pemindahan bahan baku lama adalah karena jarak tempat bahan baku/ *coil* ke penyangga *coil* jauh, atau karena jumlah *hand pallet truck* terbatas. Penyebab proses pemasangan *coil* ke penyangga *coil* lama adalah karena jumlah *manual stacker* terbatas, atau karena operator kurang paham cara memasang *coil*. *Fault Tree setup and adjustment losses* mesin reng dapat dilihat pada gambar 1.

### b. Idling and Minor Stoppage Losses Mesin Reng

*Idling and minor stoppage losses* terjadi ketika produksi terganggu oleh kegagalan fungsi/ kerusakan yang bersifat sementara atau ketika mesin sedang menganggur. Ada 2 jenis bentuk kerugian yang menyebabkan *idling and minor stoppage losses* mesin reng, yaitu *setting roll* tidak pas, dan *setting meja cutter* tidak pas.

Penyebab *setting roll* tidak pas adalah karena posisi *as roll* berubah secara horizontal, posisi *as roll* berubah secara vertikal, atau karena operator kurang paham cara

*setting roll*. Penyebab posisi *as roll* berubah secara horizontal adalah karena mur *as roll* kendor, dan disertai dengan adanya getaran mesin yang tinggi. Kendornya mur *as roll* disebabkan karena penguncian mur *as* tidak benar, dan disertai dengan adanya faktor getaran mesin yang tinggi. Sedangkan, penyebab posisi *as roll* berubah secara vertikal adalah karena mur penyangga *as roll* kendor, atau karena putaran *gear* *as* tidak normal. Kendornya mur tersebut disebabkan karena penguncian mur penyangga *as* tidak benar, dan disertai dengan adanya getaran mesin yang tinggi. Penyebab putaran *gear* *as* tidak normal adalah karena mur *setting gear* *as* kendor, atau karena *bearing* pecah. Faktor yang menyebabkan mur *setting gear* *as* kendor adalah karena penguncian mur *gear* *as* tidak benar, dan disertai dengan adanya getaran mesin yang tinggi.

*Setting* meja *cutter* tidak pas disebabkan oleh karena posisi meja *cutter* berubah secara horizontal, secara vertikal, atau karena operator kurang paham cara *setting* meja *cutter* yang benar. Perubahan posisi meja *cutter* secara horizontal yaitu terjadi pergeseran meja *cutter* ke kiri atau ke kanan, yang disebabkan karena mur meja *cutter* kendor, dan disertai dengan adanya getaran mesin yang tinggi. Mur meja *cutter* yang kendor

disebabkan oleh karena penguncian mur meja *cutter* tidak benar, dan disertai dengan adanya getaran mesin yang tinggi. Sedangkan perubahan posisi meja *cutter* secara vertikal yaitu terjadinya kenaikan atau penurunan posisi meja *cutter* ke atas atau ke bawah, yang disebabkan karena mur penyangga meja *cutter* kendor, dan disertai dengan adanya getaran mesin yang tinggi. Faktor penyebab mur penyangga meja *cutter* kendor adalah karena penguncian mur penyangga meja *cutter* tidak benar, dan disertai dengan adanya getaran mesin yang tinggi. *Fault Tree idling and minor stoppage losses* mesin reng dapat dilihat pada gambar 2.

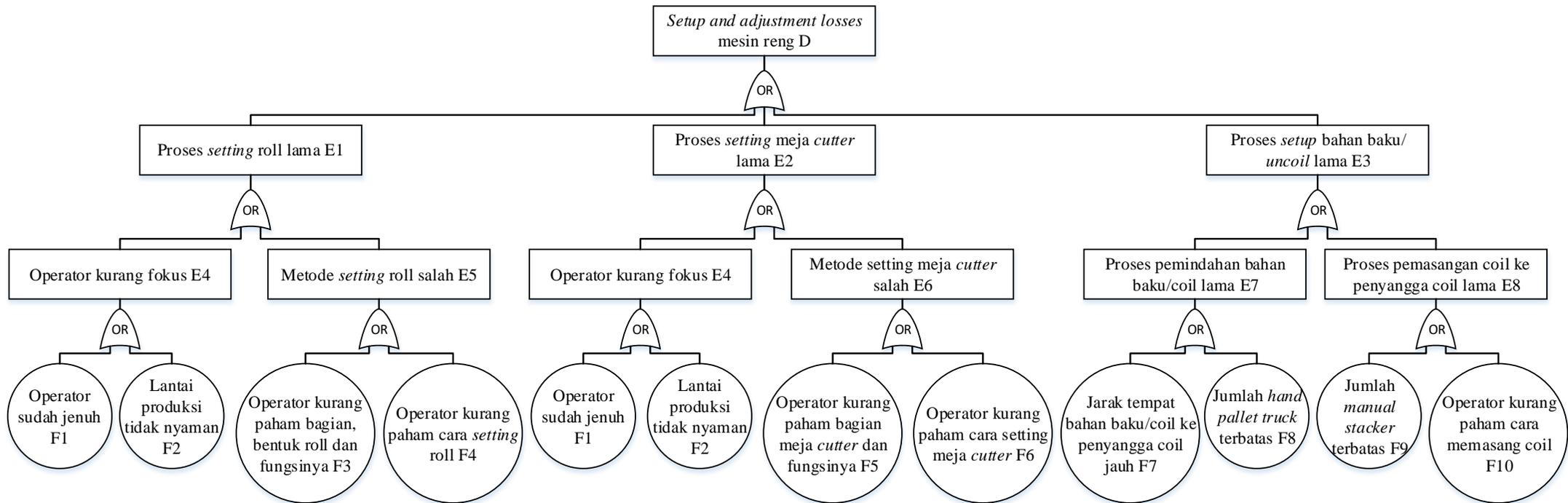
### c. *Process Defect Losses* Mesin Reng

*Process defect losses* adalah kerugian yang terjadi karena disebabkan oleh adanya produk yang cacat selama produksi rutin. Ada 3 jenis bentuk kerugian dari *process defect losses* mesin reng, yaitu lipatan sayap terbuka, produk tidak sesuai dengan spesifikasi ukuran, dan hasil *cutting* tidak rata.

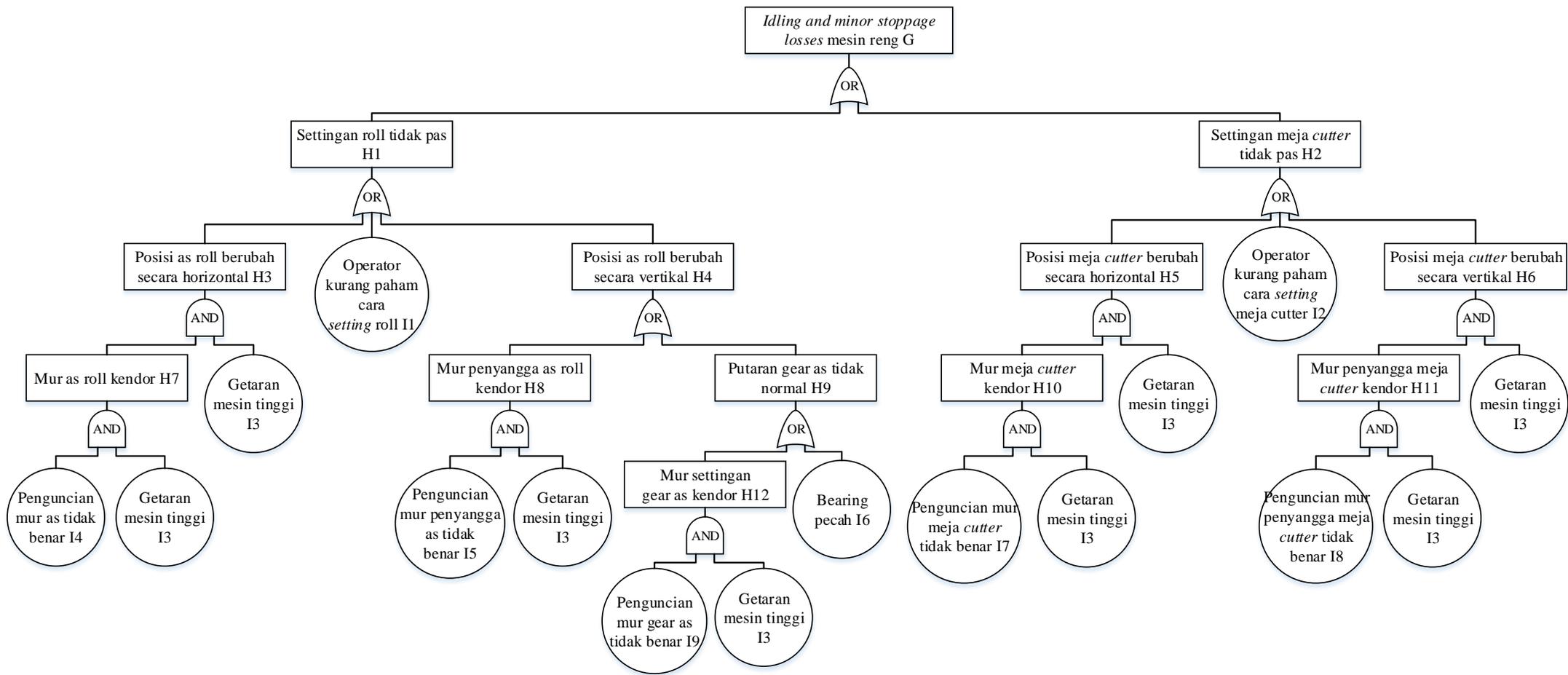
Faktor yang menyebabkan lipatan sayap terbuka adalah karena *setting* jarak antara pasangan *roll* 5, 6, dan 7 tidak pas, atau karena coil/material tidak bagus.

**Tabel 2 Persentase Six Big Losses Mesin Reng Periode 11 April 2016 – 30 Juni 2016**

No	Six Big Losses	Total Time Losses (h)	Persentase terhadap Loading Time (%)	Persentase terhadap Total Time Losses (%)	Persentase Kumulatif (%)
1	Setup and Adjustment Losses	82,22	18,55	43,69	43,69
2	Idling and Minor Stoppages Losses	58,76	13,26	31,23	74,91
3	Process Defect Losses	19,88	4,48	10,56	85,48
4	Reduced Speed Losses	18,60	4,20	9,88	95,36
5	Breakdown Losses	4,67	1,05	2,48	97,84
6	Reduced Yield Losses	4,06	0,92	2,16	100,00
<b>Total</b>		<b>188,19</b>	<b>42,45</b>	<b>100,00</b>	



Gambar 1. Fault Tree Setup and Adjustment Losses Mesin Reng



Gambar 2. Fault Tree Idling and Minor Stoppage Losses Mesin Reng

*Setting* jarak antara pasangan *roll* 5, 6, dan 7 tidak pas disebabkan oleh karena mur penyangga as *roll* kendor, atau karena operator kurang paham cara *setting roll*. Penyebab mur penyangga as *roll* kendor adalah karena penguncian mur penyangga as tidak benar, dan disertai dengan adanya getaran mesin yang tinggi.

Produk tidak sesuai dengan spesifikasi ukuran disebabkan oleh karena *setting roll* tidak pas, atau karena *setting meja cutter* tidak pas.

Penyebab *setting roll* tidak pas adalah karena posisi as *roll* berubah secara horizontal, posisi as *roll* berubah secara vertikal, atau karena operator kurang paham cara *setting roll*. Penyebab posisi as *roll* berubah secara horizontal adalah karena mur as *roll* kendor, dan disertai dengan adanya getaran mesin yang tinggi. Kendornya mur as *roll* disebabkan karena penguncian mur as tidak benar, dan disertai dengan adanya faktor getaran mesin yang tinggi.

Sedangkan, penyebab posisi as *roll* berubah secara vertikal adalah karena mur penyangga as *roll* kendor, atau karena putaran gear as tidak normal. Kendornya mur tersebut disebabkan karena penguncian mur penyangga as tidak benar, dan disertai dengan adanya getaran mesin yang tinggi. Penyebab putaran gear as tidak normal adalah karena mur settingan gear as kendor, atau karena *bearing* pecah. Faktor yang menyebabkan mur *setting gear* as kendor adalah karena penguncian mur gear as tidak benar, dan disertai dengan adanya getaran mesin yang tinggi.

*Setting* meja *cutter* tidak pas disebabkan oleh karena posisi meja *cutter* berubah secara horizontal, secara vertikal, atau karena operator kurang paham cara *setting* meja *cutter* yang benar. Perubahan posisi meja *cutter* secara horizontal yaitu terjadi pergeseran meja *cutter* ke kiri atau ke kanan, yang disebabkan karena mur meja *cutter* kendor, dan disertai dengan adanya getaran mesin yang tinggi. Mur meja *cutter* yang kendor disebabkan oleh karena penguncian mur meja *cutter* tidak benar, dan disertai dengan adanya getaran mesin yang tinggi. Sedangkan perubahan posisi meja *cutter* secara vertikal yaitu terjadinya kenaikan atau penurunan posisi meja *cutter* ke atas atau ke bawah, yang disebabkan karena mur penyangga meja *cutter* kendor, dan disertai dengan adanya getaran mesin yang tinggi. Faktor penyebab mur penyangga meja *cutter* kendor adalah karena penguncian mur penyangga meja *cutter* tidak benar, dan disertai dengan adanya getaran mesin yang tinggi.

Penyebab hasil *cutting* tidak rata adalah karena *cutter* tumpul, atau karena *coil*/ material tidak bagus. Faktor yang menyebabkan *cutter* tumpul adalah karena usia komponen *cutter* sudah lama, atau karena gesekan saat pemotongan tinggi. Penyebab gesekan saat pemotongan tinggi adalah karena *cutter* jarang diberi oli, atau karena lapisan geram menempel pada *cutter* *Fault Tree process defect losses* mesin reng dapat dilihat pada gambar 3.

#### **d. Reduced Speed Losses Mesin Reng**

*Reduced speed losses* adalah kerugian yang disebabkan oleh penurunan kecepatan peralatan. Ada 4 jenis bentuk kerugian yang menyebabkan *reduced speed losses* mesin reng, yaitu gesekan antara *roll* dengan *coil* tinggi, kecepatan putaran dinamo berkurang, putaran *bearing* tidak normal, dan gesekan antara roda gigi dan *chain* tinggi.

Gesekan antara *roll* dengan *coil* tinggi disebabkan oleh karena jarak antar *roll* terlalu dekat, atau karena permukaan *roll* kotor. Faktor yang menyebabkan jarak antar *roll* terlalu dekat adalah karena operator kurang paham *allowance* jarak antar *roll*, atau karena operator kurang paham cara *setting roll*. Penyebab *roll* kotor adalah karena *roll* jarang dibersihkan, dan disertai dengan adanya sisa perekat dan lapisan Zn dari *coil* menempel di *roll*.

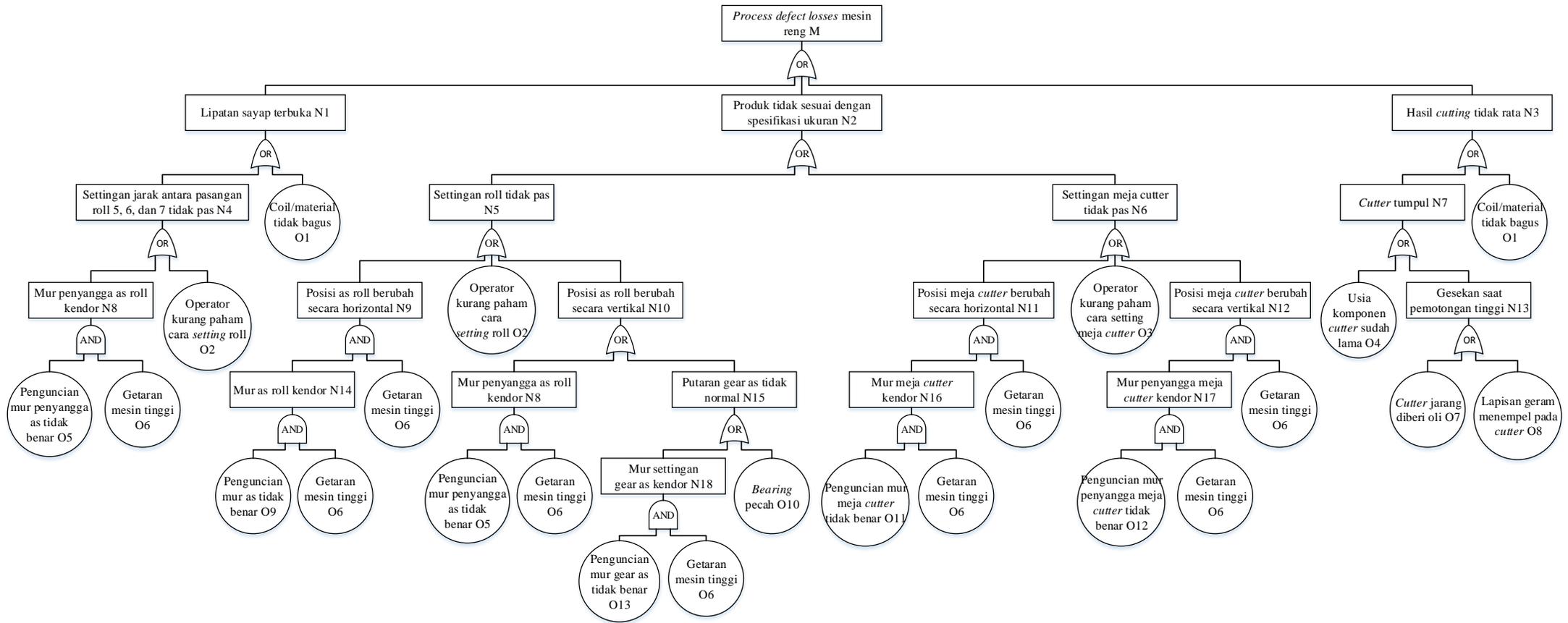
Faktor penyebab kecepatan putaran dinamo berkurang adalah karena usia pemakaian dinamo sudah lama, atau karena kondisi dinamo kurang terawat. Putaran *bearing* tidak normal disebabkan karena usia komponen *bearing* sudah lama, atau karena *bearing* jarang diberi oli. Sedangkan gesekan antara roda gigi dan *chain* tinggi disebabkan oleh karena roda gigi jarang diberi oli, dan karena *chain* juga jarang diberi oli. *Fault Tree reduced speed losses* mesin reng dapat dilihat pada gambar 4.

#### **e. Breakdown Losses Mesin Reng**

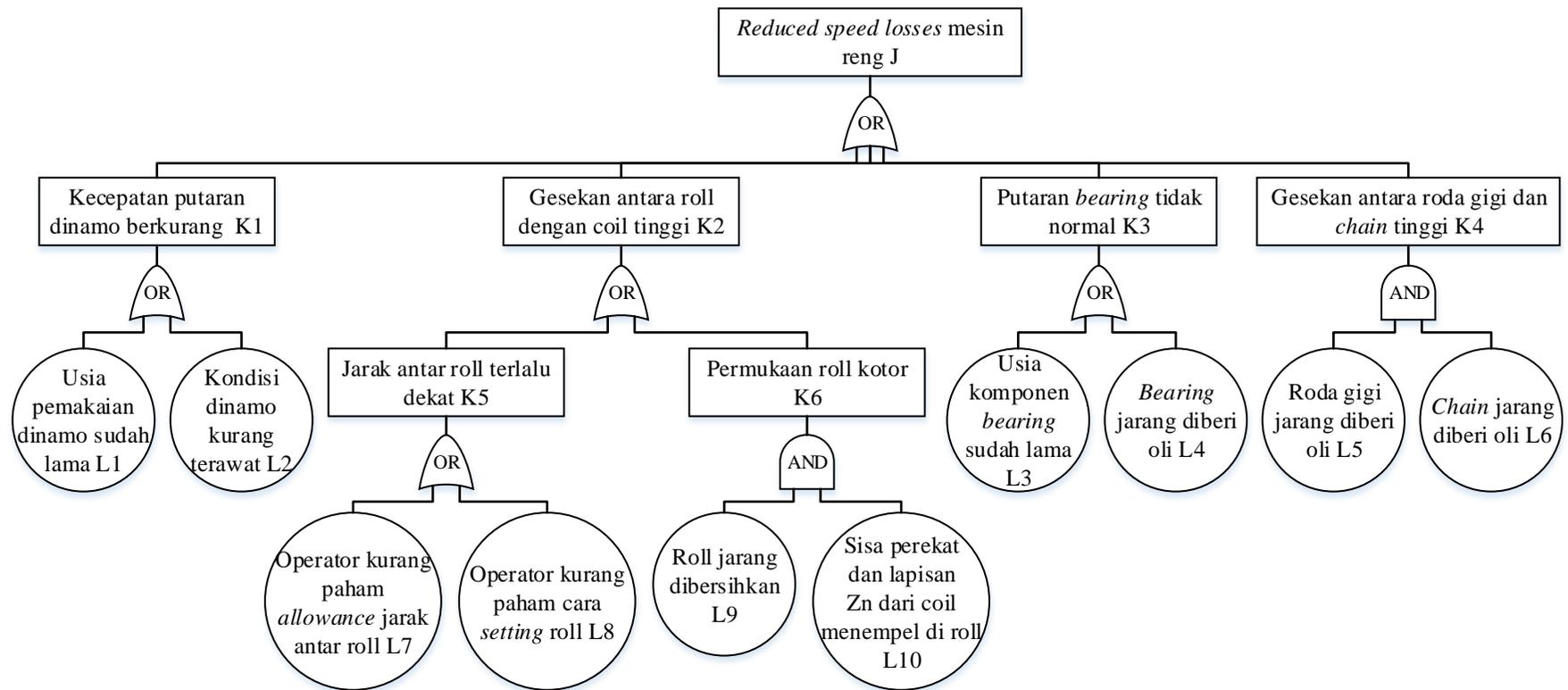
*Breakdown Losses* merupakan kerugian yang disebabkan oleh kegagalan *part* (komponen) di mana tidak dapat bekerja lagi dan perlu diperbaiki atau diganti. Ada 2 jenis bentuk kerugian yang menyebabkan *breakdown losses* mesin reng, yaitu permukaan *roll* rusak, dan *cutter* tumpul.

Permukaan *roll* rusak disebabkan oleh karena usia komponen *roll* sudah lama, *coil*/ material tidak bagus, atau karena gesekan antara *roll* dengan *coil* tinggi. Penyebab gesekan yang tinggi antara *roll* dengan *coil* adalah karena jarak antar *roll* terlalu dekat, atau karena permukaan *roll* kotor.

Faktor yang dapat menyebabkan jarak antar *roll* terlalu dekat adalah karena operator kurang paham *allowance* jarak antar *roll*, atau karena operator kurang paham cara *setting roll*. Sedangkan penyebab permukaan *roll* kotor adalah karena *roll* jarang dibersihkan, dan karena sisa perekat dan lapisan Zn dari *coil* menempel di *roll*.



Gambar 3. Fault Tree Process Defect Losses Mesin Reng



Gambar 4. Fault Tree Reduced Speed Losses Mesin Reng

*Cutter* tumpul disebabkan oleh karena usia komponen *cutter* sudah lama, atau karena gesekan saat pemotongan tinggi. Penyebab gesekan saat pemotongan tinggi adalah karena *cutter* jarang diberi oli, atau karena lapisan geram menempel pada *cutter*. *Fault Tree breakdown losses* mesin reng dapat dilihat pada gambar 5. Adanya potongan produk hasil proses *setup* awal mesin, dan adanya potongan produk hasil proses *adjustment* mesin disebabkan oleh karena *setting roll* belum sesuai, atau karena *setting* meja *cutter* belum sesuai. Faktor yang menyebabkan *setting roll* belum sesuai adalah karena operator kurang paham bentuk, bagian, dan fungsi *roll*, atau karena operator kurang paham cara *setting roll*. Faktor yang menyebabkan *setting* meja *cutter* belum sesuai adalah karena operator kurang paham bagian meja *cutter* dan fungsinya, atau karena operator kurang paham cara *setting* meja *cutter*.

Faktor yang menyebabkan adanya potongan produk sisa di akhir produksi adalah karena adanya potongan produk hasil *setup* awal mesin reng, atau karena adanya potongan produk hasil *adjustment* mesin reng. *Fault Tree reduced yield losses* mesin reng dapat dilihat pada gambar 6.

### 3.4 Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi perbaikan yang dirancang untuk meningkatkan tingkat efektivitas mesin reng, diantaranya:

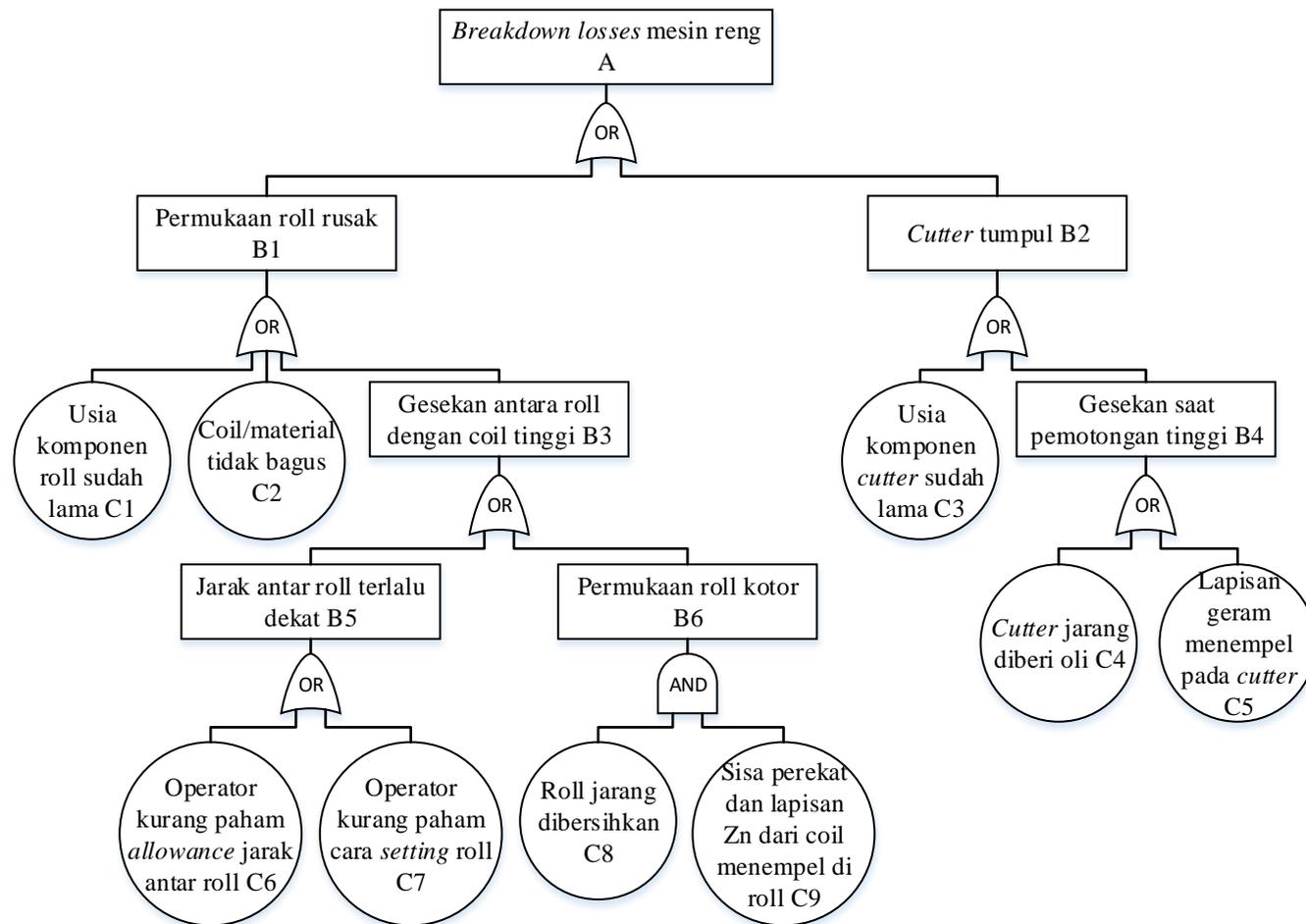
1. Eliminasi *six big losses* mesin reng melalui rekomendasi perbaikan yang diberikan terhadap penyebab dasar dari masing-masing *six big losses*, yang terdiri *setup and adjustment losses* (meliputi: melakukan rotasi pekerjaan, menyediakan fasilitas dan kondisi tempat kerja yang nyaman, pemasangan *exhaust fan*, membersihkan lantai produksi, pelatihan tentang jenis *roll*, pelatihan *setting roll*, penyediaan buku panduan mesin, pelatihan tentang *cutter*, mengatur jarak *coil*, mengatur pemakaian *hand pallet truck*, menambah jumlah *manual stacker*, pelatihan tentang pemasangan *coil*), *idling and minor stoppage losses* (meliputi: pelatihan tentang *setting roll*, menyediakan buku panduan mesin, pelatihan tentang *setting* meja *cutter*, pemeriksaan berkala semua mur, mengganti *bearing* yang pecah), *process defect losses* (meliputi: memilih *supplier* yang tepat, pelatihan tentang *setting roll*, pelatihan *setting* meja *cutter*, menyediakan buku panduan mesin, memeriksa usia pakai *cutter*, memasang dan mengunci mur dengan benar, memeriksa kondisi oli *cutter*, pembersihan berkala *cutter*, mengganti *bearing* yang pecah), *reduced speed losses* (meliputi: memeriksa atau mengganti dinamo, pembersihan berkala dinamo, memeriksa atau mengganti *bearing* yang rusak, pemeberian berkala oli *bearing*, oli roda gigi, oli rantai, pelatihan *allowance* jarak pasangan *roll*, pelatihan *setting roll*, pembersihan berkala *roll*, mebersihkan plester perekat *roll*), *breakdown losses* (meliputi:

memeriksa atau mengganti *roll*, memilih *supplier coil* yang sesuai, memeriksa atau mengganti *cutter*, pemberian berkala oli *cutter*, pembersihan berkala *cutter*, pelatihan *allowance* jarak *roll*, pelatihan *setting roll*, menyediakan buku panduan mesin, pembersihan berkala *roll*, membersihkan plester perekat *coil*), *reduced yield losses* (meliputi: kemampuan yang baik dalam setup awal, kemampuan yang baik dalam melakukan *adjustment* mesin, pelatihan jenis *roll*, menyediakan buku panduan mesin, pelatihan cara *setting roll*, pelatihan tentang bagian meja *cutter* dan cara *setting* yang benar).

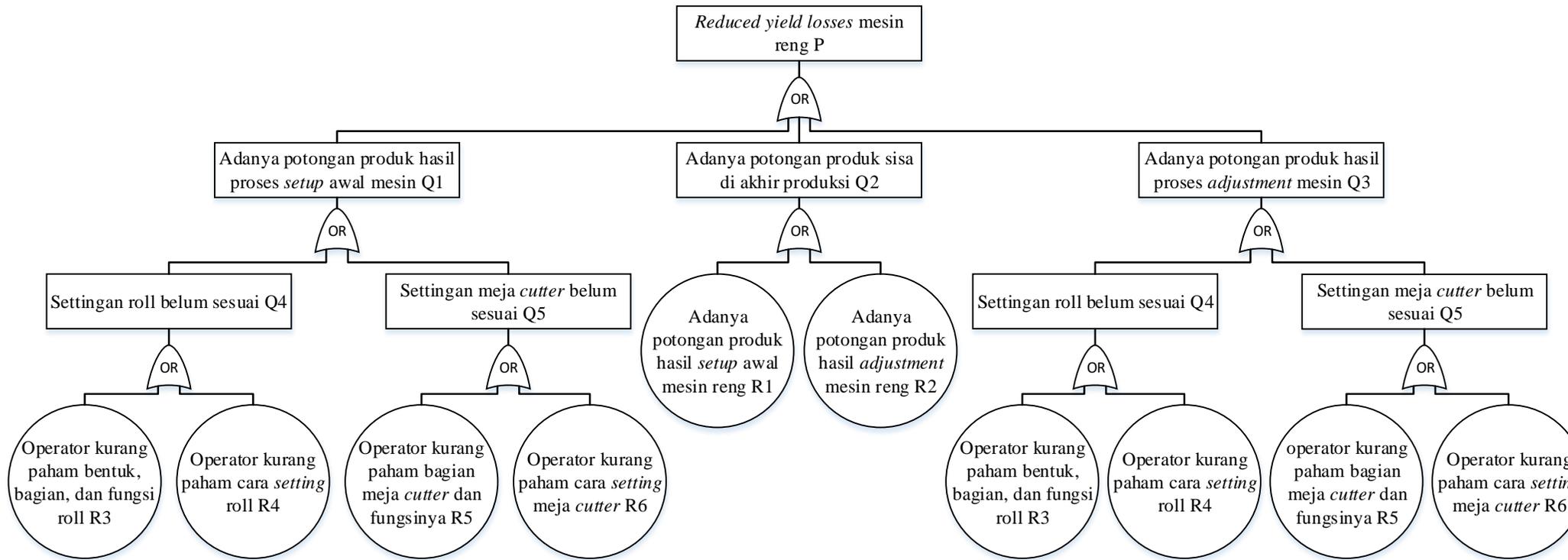
2. Mengembangkan program pemeliharaan untuk menjaga dan mempertahankan agar mesin tetap berada pada kondisi terbaiknya. Terdapat beberapa kegiatan pemeliharaan harian yang terdiri dari pemeriksaan (meliputi: mur, *roll*, *setting roll*, *cutter*, *gear*, rantai, penutup oli *gearbox*), pembersihan (meliputi: *roll*, *cutter*, meja *cutter*, *gear*, *chain*, *gearbox*), pelumasan (meliputi: *cutter*, *gear*, *chain*), dan kegiatan pemeliharaan mingguan (meliputi: pemeliharaan mur dan baut pengunci pada *chasis*, *gearbox*, dinamo, dan hidrolik *cutter*), dan untuk memudahkan pelaksanaannya, program pemeliharaan didukung dengan penggunaan *checklist* pemeliharaan harian dan mingguan.
3. Meningkatkan kemampuan pengoperasian dan pemeliharaan mesin dengan cara melakukan pelatihan kepada semua operator mesin dengan garis-garis besar program pelatihan yang terdiri dari pengembangan materi (meliputi: materi pengenalan mesin reng, dan bagiannya, cara *setting* mesin, cara pengoperasian, dan pemeliharaan mesin reng), strategi penerapan (meliputi: metode, peserta, tempat dan jadwal pelatihan, narasumber, peralatan dan prasarana), pelaksanaan program pelatihan (meliputi: persiapan bahan dan peralatan, pelaksanaan teknis, simulasi, praktik, dan diskusi), evaluasi dan pengukuran hasil penerapan (meliputi: pengukuran parameter dan kriteria, membuat level kemampuan).

### 4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa tingkat efektivitas (OEE) mesin reng pada periode 11 April 2016 – 30 Juni 2016 berada diantara nilai 54,16% hingga 59,91% dengan rata-rata 57,55% (masih berada di bawah nilai OEE ideal 85%) dengan persentase *six big losses* sebesar 42,45%.



Gambar 5. Fault Tree Breakdown Losses Mesin Reng



Gambar 6. Fault Tree Reduced Yield Losses Mesin Reng

Faktor-faktor penyebab *six big losses* mesin reng, antara lain faktor penyebab *setup and adjustment losses*, yaitu operator sudah jenuh, lantai produksi tidak nyaman, operator kurang paham bagian, bentuk *roll* dan fungsinya, operator kurang paham cara *setting roll*, operator kurang paham bagian meja *cutter* dan fungsinya, operator kurang paham cara *setting* meja *cutter*, jarak tempat bahan baku/ *coil* ke penyangga *coil* jauh, jumlah *hand pallet truck* terbatas, jumlah *manual stacker* terbatas, operator kurang paham cara memasang *coil*. Faktor penyebab *idling and minor stoppage losses*, yaitu operator kurang paham cara *setting roll*, operator kurang paham cara *setting* meja *cutter*, getaran mesin tinggi, penguncian mur as tidak benar, penguncian mur penyangga as tidak benar, *bearing* pecah, penguncian mur meja *cutter* tidak benar, penguncian mur penyangga meja *cutter* tidak benar, penguncian mur gear as tidak benar. Faktor penyebab *process defect losses*, yaitu *coil*/ material tidak bagus, operator kurang paham cara *setting roll*, operator kurang paham cara *setting* meja *cutter*, usia komponen *cutter* sudah lama, penguncian mur penyangga as tidak benar, getaran mesin tinggi, *cutter* jarang diberi oli, lapisan geram menempel pada *cutter*, penguncian mur as tidak benar, *bearing* pecah, penguncian mur meja *cutter* tidak benar, penguncian mur penyangga meja *cutter* tidak benar, penguncian mur gear as tidak benar. Faktor penyebab *reduced speed losses*, yaitu usia pemakaian dinamo sudah lama, kondisi dinamo kurang terawat, usia komponen *bearing* sudah lama, *bearing* jarang diberi oli, roda gigi jarang diberi oli, *chain* jarang diberi oli, operator kurang paham *allowance* jarak antar *roll*, operator kurang paham cara *setting roll*, *roll* jarang dibersihkan, sisa perekat dan lapisan Zn dari *coil* menempel di *roll*. Faktor penyebab *breakdown losses*, yaitu usia komponen *roll* sudah lama, *coil*/ material tidak bagus, usia komponen *cutter* sudah lama, *cutter* jarang diberi oli, lapisan geram menempel pada *cutter*, operator kurang paham *allowance* jarak antar *roll*, operator kurang paham cara *setting roll*, *roll* jarang dibersihkan, sisa perekat dan lapisan Zn dari *coil* menempel di *roll*. Faktor penyebab *reduced yield losses*, yaitu adanya potongan produk hasil *setup* awal mesin reng, adanya potongan produk hasil *adjustment* mesin reng, operator kurang paham bentuk, bagian, dan fungsi *roll*, operator kurang paham cara *setting roll*, operator kurang paham bagian meja *cutter* dan fungsinya, operator kurang paham cara *setting* meja *cutter*.

Rekomendasi perbaikan yang diberikan untuk meningkatkan tingkat efektivitas mesin reng yaitu eliminasi *six big losses* mesin reng melalui perbaikan yang diberikan terhadap penyebab dasar dari masing-masing *six big losses*, mengembangkan program pemeliharaan untuk menjaga dan mempertahankan agar mesin tetap berada pada kondisi terbaiknya., dan meningkatkan kemampuan pengoperasian dan pemeliharaan mesin dengan cara melakukan pelatihan kepada semua operator mesin.

Kelemahan penelitian ini adalah kemungkinan kegagalan dasar (*root cause*) tidak semua teridentifikasi. Hal ini disebabkan karena identifikasi kegagalan tersebut dilakukan dengan asumsi bahwa kegagalan atau kerugian dasar (*root cause*) diawali dari adanya kejadian puncak (*Top Event*) terlebih dahulu. Padahal tidak ada jaminan bahwa semua kejadian awal sudah teridentifikasi. Untuk mengatasi kelemahan penelitian ini maka pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan studi sensitivitas, penggunaan keputusan ahli (*expert judgement*) dan *peer review*.

#### Daftar Pustaka

- Almeanazel, O. T. (2010). Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*.
- Limantoro, D., & Felecia. (2013). Total Productive Maintenance di PT. X. *Jurnal Titra Vol. 1 No. 1*, 13-20.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM (Total Productive Maintenance)*. Cambridge: Productivity Press, Inc.
- NASA. (2002). *Fault Tree Handbook with Aerospace Applications*. Washington, D.C.: NASA Office of Safety and Mission Assurance.
- Saiful, Rapi, A., & Novawanda, O. (2014). Pengukuran Kinerja Mesin Defektor I dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Studi Kasus pada PT. Perkebunan XY). 2.
- U.S. Nuclear Regulatory Commission. (1981). *NUREG - 0492: Fault Tree Handbook*. Washington, D.C: U.S. Nuclear Regulatory Commission.