

**ANALISIS EFEKTIVITAS MESIN RENG DENGAN MENGGUNAKAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)* DAN *FAULT TREE ANALYSIS (FTA)*
DI CV. ALI GRIYA, SEMARANG**

Iyain Sihombing, Novie Susanto*, Hery Suliantoro

*Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
(Email: iyainlaban@gmail.com)*

Abstrak

Mesin reng CV. Ali Griya, yang 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 menghasilkan 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 analysis of reng machine effectiveness by using Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Fault Tree Analysis (FTA) method in CV. Ali Griya, Semarang. The reng machine of CV. Ali Griya, 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.

From the 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)

1. 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). 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*. Dengan mengetahui nilai efektivitas mesin, maka dapat dilihat seberapa besar kerugian yang mempengaruhi efektivitas mesin yang dikenal dengan *six big losses* peralatan.

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, CV. Ali Griya menerapkan sistem produksi *Make to Stock* (MTS) dimana atap baja ringan yang diproduksi akan ditempatkan sebagai 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.

2. 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).

2.1 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*, *performance efficiency*, dan *rate of quality* (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:

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

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:

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

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:

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

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

$$OEE = Availability \times Performance\ efficiency \times Rate\ of\ quality\ product \quad (\text{Pers. 4})$$

2.2 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* digunakan rumus:

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

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

$$\begin{aligned} & \frac{\text{Setup and adjustment losses}}{\text{Total setup and adjustment losses}} \\ &= \frac{\text{Loading time}}{\text{Loading time}} \quad (\text{Pers. 6}) \\ & \times 100\% \end{aligned}$$

Idle and minor stoppage losses 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:

$$\begin{aligned} & \frac{\text{Idle and minor stoppage losses}}{\text{Nonproductive time}} \\ &= \frac{\text{Loading time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (\text{Pers. 7}) \end{aligned}$$

Reduced speed losses 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:

$$\begin{aligned} & \frac{\text{Reduced speed losses}}{\text{Actual processing time} - \text{Ideal processing time}} \\ &= \frac{\text{Loading time}}{\text{Loading time}} \quad (\text{Pers. 8}) \\ & \times 100\% \end{aligned}$$

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:

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

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:

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

2.3 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). Sebuah *Fault Tree Analysis* (FTA) dapat 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

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 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 diantara 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.

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

<i>Weeks</i>	<i>Availability Ratio (%)</i>	<i>Performance Efficiency (%)</i>	<i>Rate of Quality (%)</i>	<i>OEE (%)</i>
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
Rata-rata	80,40	78,29	91,42	57,55

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 diluar 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.

Nilai OEE mesin berada diantara 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*.

3.2 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).

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

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

3.3 *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 *setup* 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 *settingan* roll tidak pas, dan *settingan* meja *cutter* tidak pas.

Penyebab *settingan* 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

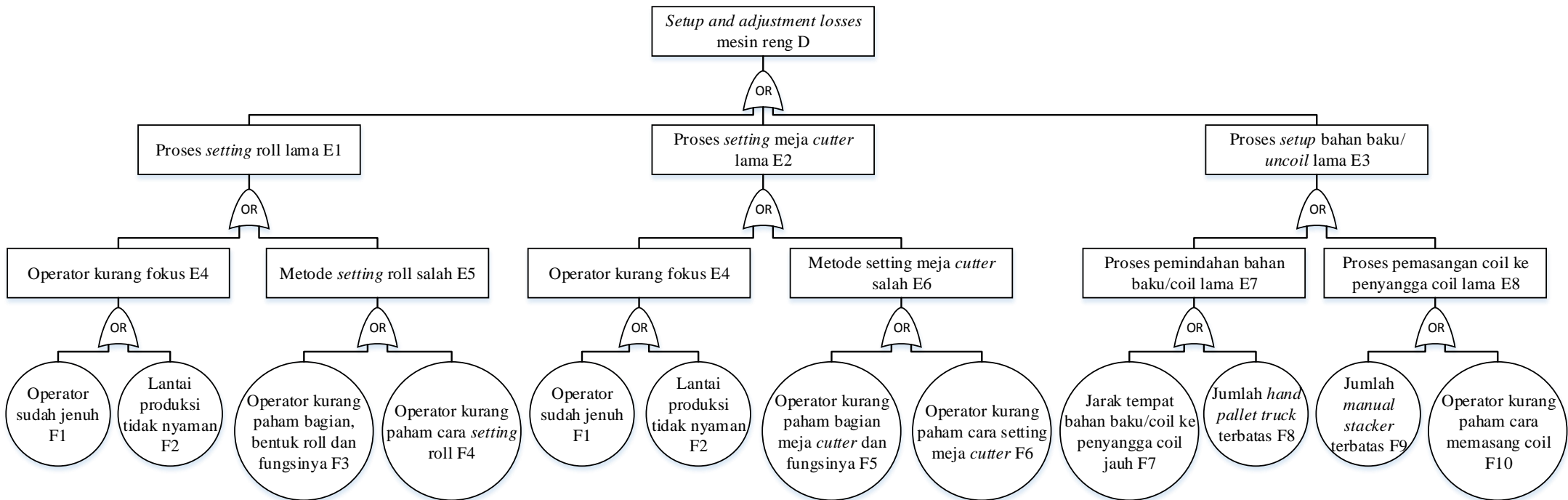
karena mur as roll kendur, dan disertai dengan adanya getaran mesin yang tinggi. Kendornya mur as roll disebabkan karena penguncian mur as tidak benar, dan disertai dengan adanya faktor getaran mesin yang tinggi. Sedangkan, penyebab posisi as roll berubah secara vertikal adalah karena mur penyangga as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

Settingan 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* kendur, dan disertai dengan adanya getaran mesin yang tinggi. Mur meja *cutter* yang kendur 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* kendur, dan disertai dengan adanya getaran mesin yang tinggi. Faktor penyebab mur penyangga meja *cutter* kendur 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.

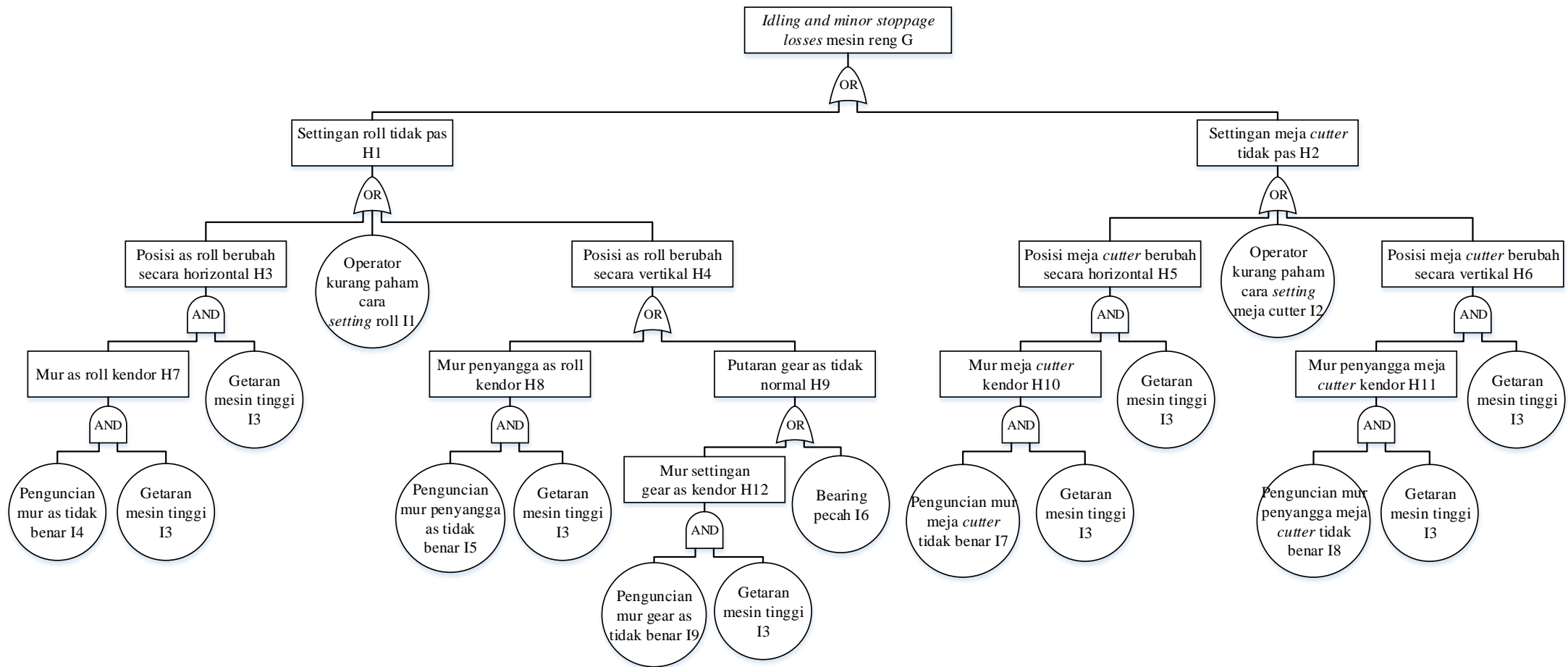
c. *Process Defect Losses Mesin Reng*

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 *settingan* jarak antara pasangan roll 5, 6, dan 7 tidak pas, atau karena coil/material tidak bagus. *Settingan* jarak antara pasangan roll 5, 6, dan 7 tidak pas disebabkan oleh karena mur penyangga as roll kendur, atau karena operator kurang paham cara *setting* roll.



Gambar 1 *Fault Tree Setup and Adjustment Losses Mesin Reng*



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

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 settingan roll tidak pas, atau karena settingan meja *cutter* tidak pas.

Penyebab settingan 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 settingan gear as kendor adalah karena penguncian mur gear as tidak benar, dan disertai dengan adanya getaran mesin yang tinggi.

Settingan 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.

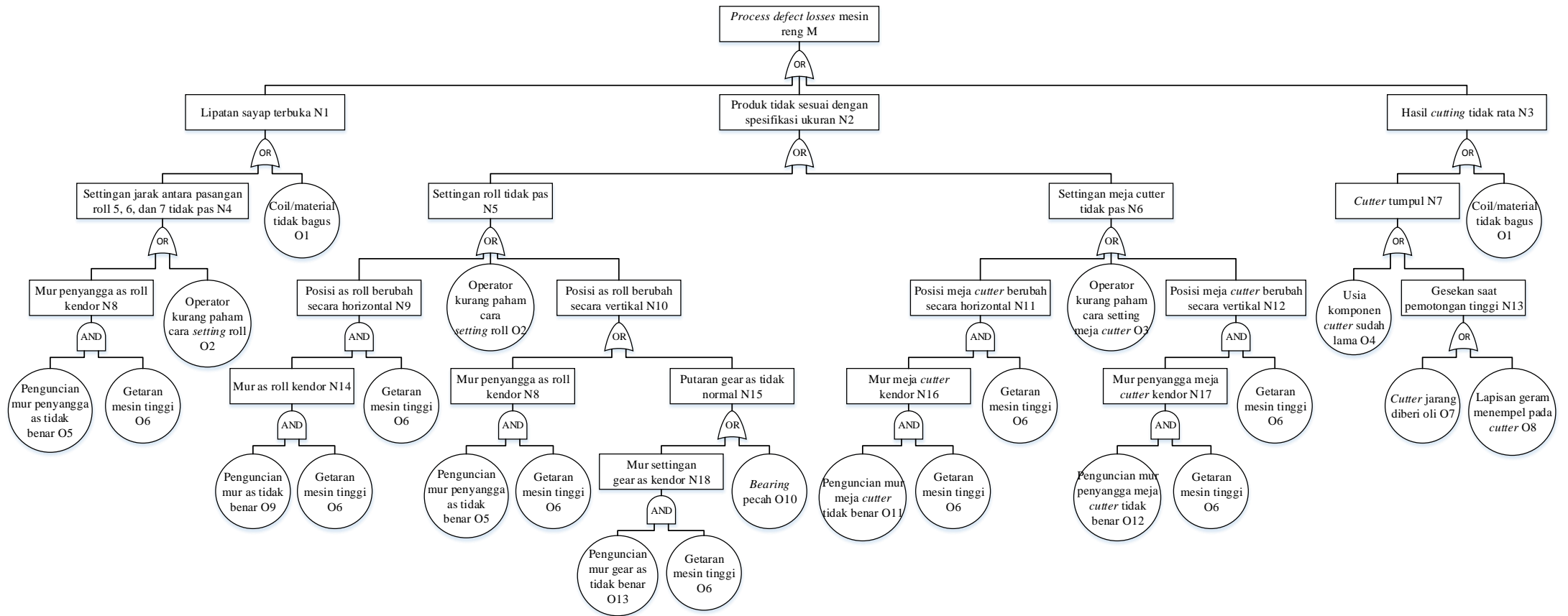
Gesekan antara roll dengan coil tinggi disebabkan oleh karena jarak antar roll terlalu dekat, atau karena permukaan roll kotor. Faktor yang menyebabkan jarak antar roll terlalu dekat adalah karena operator kurang paham *allowance* jarak antar roll, atau karena operator kurang paham cara *setting* roll. 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.

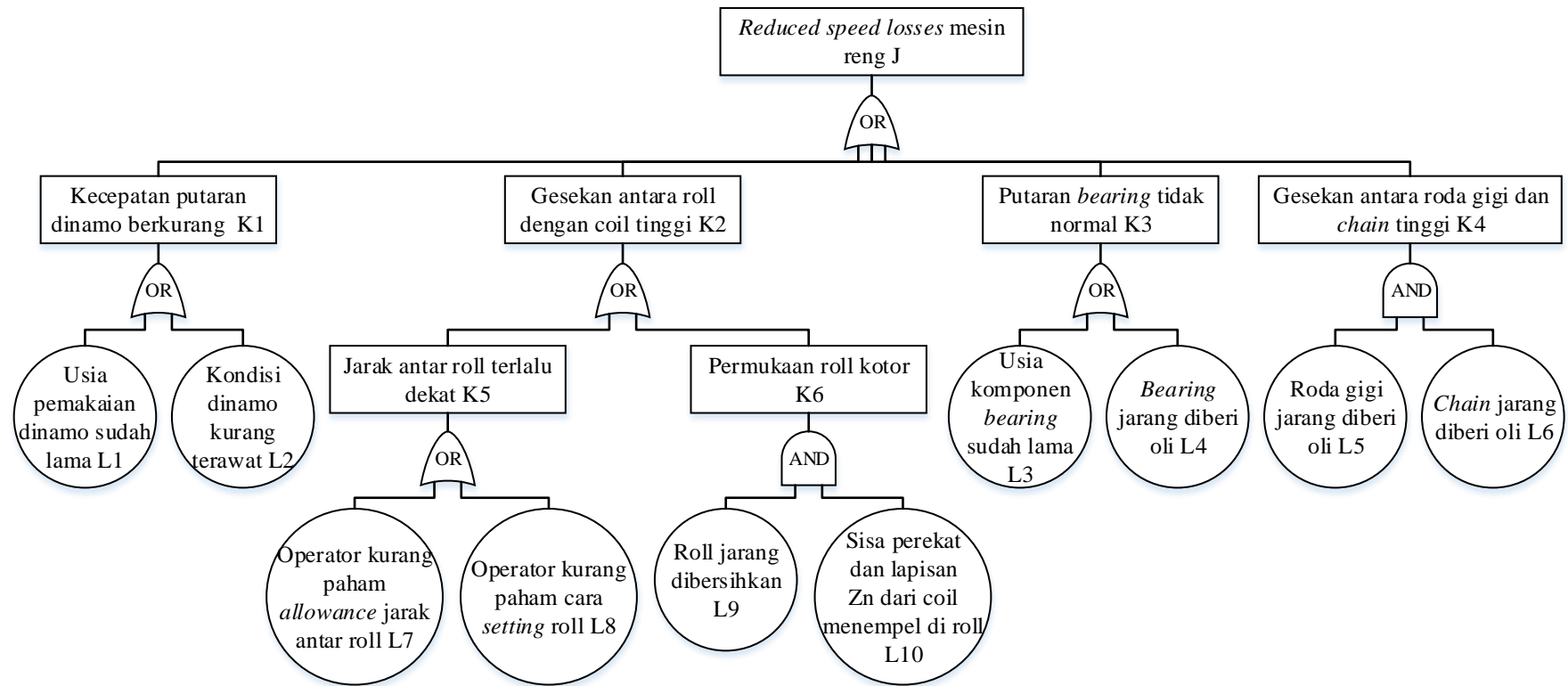
e. Breakdown Losses Mesin Reng

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.



Gambar 3 Fault Tree Process Defect Losses Mesin Reng



Gambar 4 *Fault Tree Reduced Speed Losses Mesin Reng*

Sedangkan penyebab permukaan roll kotor adalah karena roll jarang dibersihkan, dan karena sisa perekat dan lapisan Zn dari coil menempel di roll.

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.

f. *Reduced Yield Losses* Mesin Reng

Ada 3 jenis bentuk kerugian yang menyebabkan *reduced yield losses* mesin reng, yaitu adanya potongan produk hasil proses setup awal mesin, adanya potongan produk sisa di akhir produksi, dan adanya potongan produk hasil proses adjustment mesin.

Adanya potongan produk hasil proses setup awal mesin, dan adanya potongan produk hasil proses adjustment mesin disebabkan oleh karena settingan roll belum sesuai, atau karena settingan meja *cutter* belum sesuai. Faktor yang menyebabkan settingan roll belum sesuai adalah karena operator kurang paham bentuk, bagian, dan fungsi roll, atau karena operator kurang paham cara *setting* roll. Faktor yang menyebabkan settingan 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.

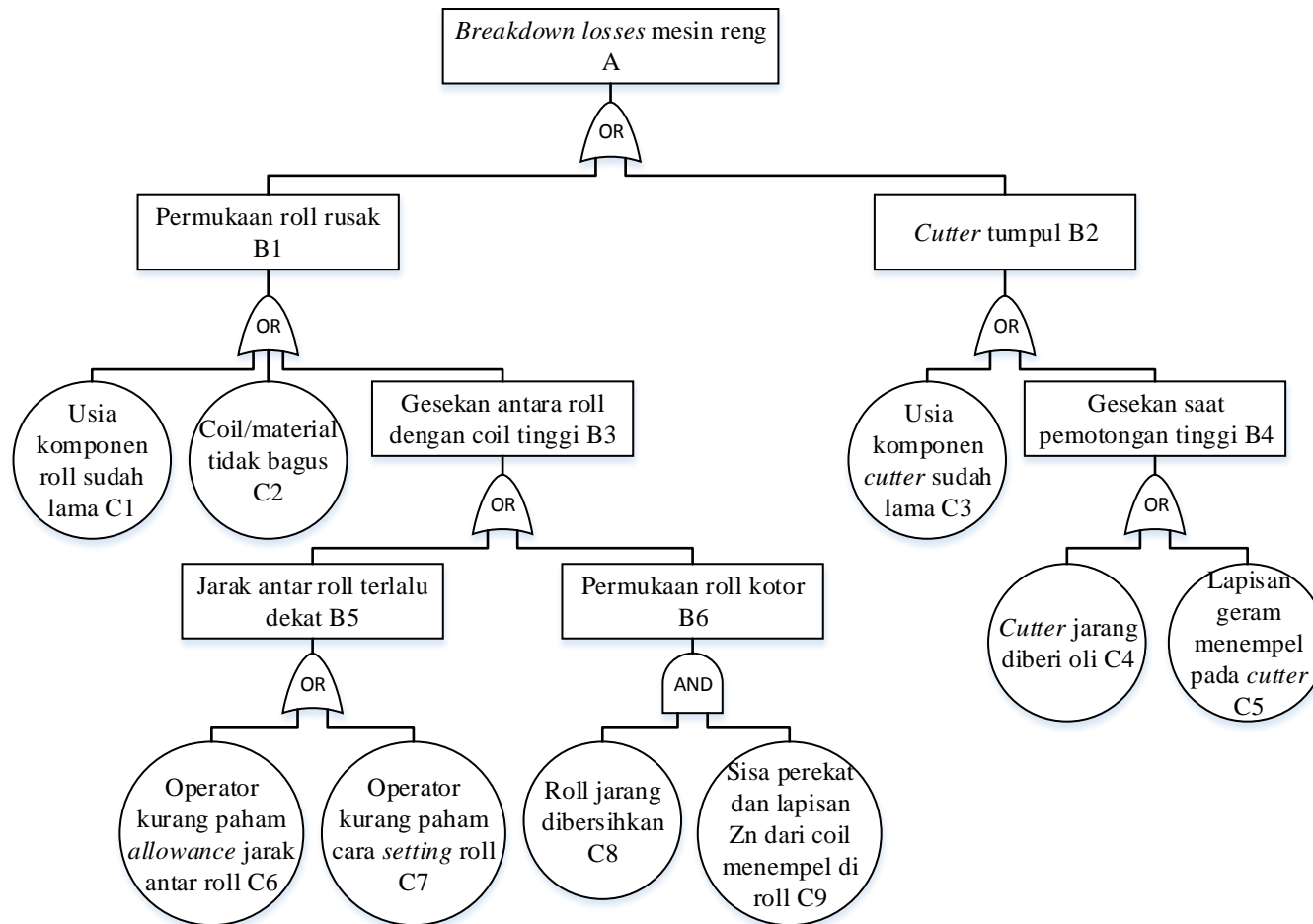
3.4 Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi perbaikan yang dirancang untuk meningkatkan tingkat efektivitas mesin reng CV. Ali Griya, diantaranya:

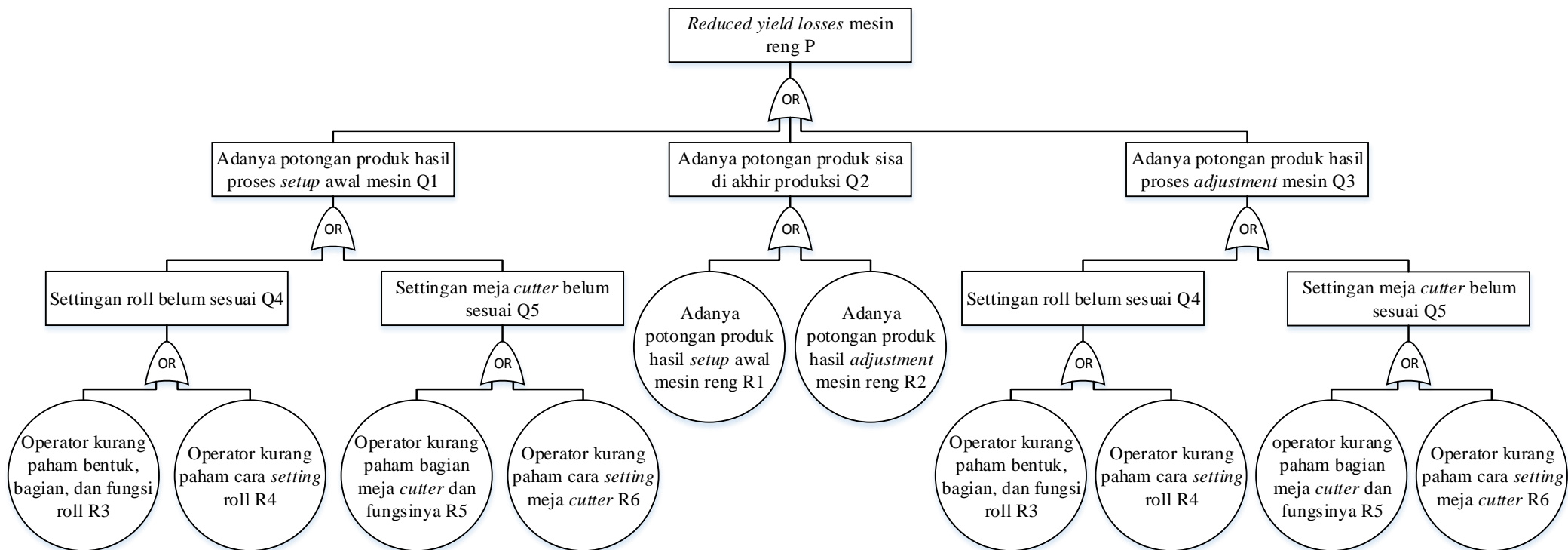
1. Eliminasi *six big losses* mesin reng melalui rekomendasi perbaikan yang diberikan terhadap penyebab dasar dari masing-masing *six big losses*, yang terdiri *setup and adjustment losses* (meliputi: melakukan rotasi pekerjaan, menyediakan fasilitas dan kondisi tempat kerja yang nyaman, pemasangan exhaust 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 pas, 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, pemberian berkala oli *bearing*, oli roda gigi, oli rantai, pelatihan *allowance* jarak pasangan roll, pelatihan *setting* roll, pembersihan berkala roll, membersihkan 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, settingan 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.



Gambar 5 Fault Tree Breakdown Losses Mesin Reng



Gambar 6 Fault Tree Reduced Yield Losses Mesin Reng

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%.

Faktor-faktor penyebab *six big losses* mesin reng, antara lain faktor penyebab *setup and adjustment losses*, yaitu operator sudah jenuh, rantai 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 CV. Ali Griya, diantaranya eliminasi *six big losses* mesin reng melalui rekomendasi 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.

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, Januari). 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 Defekator 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.