

**PERENCANAAN INTERVAL PERAWATAN KOMPONEN MESIN  
DENGAN METODE FTA UNTUK MENINGKATKAN *AVAILABILITY*  
(Studi Kasus: PT. Sumber Abadi Bersama, Malang)**

**JURNAL  
TEKNIK INDUSTRI  
KONSENTRASI MANAJEMEN SISTEM INDUSTRI**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



Disusun oleh:

**PRADITA DYAH SAPUTRI  
NIM. 125060700111011**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2016**

**PERENCANAAN INTERVAL PERAWATAN KOMPONEN MESIN DENGAN  
METODE FTA UNTUK MENINGKATKAN AVAILABILITY  
(Studi Kasus: PT. Sumber Abadi Bersama, Malang)**

**INTERVAL MAINTENANCE SCHEDULING OF PRODUCTION MACHINE  
COMPONENT USING FTA TO IMPROVE AVAILABILITY  
(Case Study: PT. Sumber Abadi Bersama, Malang)**

**Pradita Dyah Saputri<sup>1)</sup>, Arif Rahman<sup>2)</sup>, Dwi Hadi Sulistyari<sup>3)</sup>**

Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya

Jl. Mayjen Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: dyahpradita@gmail.com<sup>1)</sup>, posku@ub.ac.id<sup>2)</sup>, dwihadi@ub.ac.id<sup>3)</sup>

**Abstrak**

*PT. Sumber Abadi Bersama (SAB) merupakan perusahaan yang memproduksi plywood. Dalam memproduksi plywood, digunakan 17 jenis mesin yang masing-masing memiliki spesifikasi mesin yang berbeda-beda. Salah satu mesin pada perusahaan ini adalah mesin Rotary Spindle 9ft yang memiliki downtime paling tinggi dibandingkan mesin yang lain. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan jadwal perawatan mesin sebagai upaya mengurangi kerusakan mesin. Metode yang digunakan adalah Fault Tree Analysis (FTA). Hasil dari FTA akan digunakan untuk menyusun jadwal perawatan, terdapat 21 basic event yang menyebabkan terjadinya downtime pada mesin. Sedangkan komponen yang paling kritis adalah single roller dengan nilai keandalan 97,1%. Untuk interval waktu perawatan komponen terdapat variasi waktu yaitu 11 minggu untuk 1 komponen, 15 minggu untuk 3 komponen, 22 minggu untuk 3 komponen, 44 minggu 6 komponen, 48 minggu untuk 8 komponen. Terjadi peningkatan nilai availability yaitu sebesar 1,41%, oleh karena itu diusulkan kepada perusahaan untuk melakukan perawatan preventif dengan menggunakan metode FTA.*

**Kata Kunci:** Downtime, Mesin Rotary Spindle 9ft, Fault Tree Analysis, Availability, Jadwal Perawatan Preventif

**1. Pendahuluan**

PT. Sumber Abadi Bersama (SAB) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur yang memproduksi plywood. Perusahaan ini memproduksi beberapa jenis plywood yang dibedakan berdasarkan ketebalan plywood yang diproduksi menggunakan beberapa jenis mesin. Dalam memproduksi produk plywood, digunakan 17 jenis mesin yang masing-masing memiliki spesifikasi mesin yang berbeda-beda baik dari segi kapasitas, maupun perbedaan karakteristik mesin dalam memproduksi plywood. Pengelompokan jenis mesin berdasar pada jenis pengerjaan produk. Kegiatan produksi yang berlangsung pada PT. SAB didominasi dengan penggunaan mesin-mesin tersebut. Manajemen perawatan yang baik serta pemanfaatan peralatan atau mesin produksi menjadi sangat penting dalam mendukung keberhasilan proses produksi. Manajemen perawatan memiliki definisi yaitu pengelolaan pekerjaan perawatan dengan melalui suatu proses perencanaan, pengorganisasian serta pengendalian operasi perawatan untuk memberikan performansi mengenai fasilitas industri [1].

PT. SAB berdiri pada akhir tahun 2013 dan selama tahun 2014 masih memperbaiki manajemen perusahaan sehingga data-data perawatan belum tercatat. PT. SAB memiliki tingkat fleksibilitas yang cukup tinggi baik tuntutan permintaan konsumen terhadap jumlah produk maupun tingkat pergantian komponen yang harus dilakukan ketika pergantian order. Dalam melakukan proses produksinya, PT. SAB berproduksi selama 24 jam nonstop disetiap harinya. Hal ini tentunya membuat sistem pemeliharaan menjadi sangat penting untuk diperhatikan supaya efektifitas dan efisiensi dalam proses produksi dapat tercapai.

Masalah utama dalam aktivitas preventive maintenance adalah bagaimana menentukan periode atau interval waktu perawatan yang optimal antar preventive maintenance. Periode ini digunakan untuk menentukan waktu penggantian komponen karena tidak terjadi penggantian komponen sehingga akan mengakibatkan kerusakan pada mesin. **Tabel 1.** adalah data frekuensi kerusakan mesin dan lama waktu yang hilang.

**Tabel 1.** Data Frekuensi Kerusakan Mesin dan Waktu Kerusakan Selama Tahun 2015

No.	Jenis Mesin	Nama Mesin	Frekuensi Kerusakan	Downtime (Jam)	Nilai Availability
1	Rotary Round-up	Rotary Round-up	26	111,54	98,42%
2	Rotary Spindle 5ft	Rotary Spindle 5ft no. 1	27	74,32	98,95%
		Rotary Spindle 5ft no. 2	21	74,75	98,94%
3	Rotary Spindle Less 5ft	Rotary Spindle Less 5ft no. 1	13	68,41	99,03%
		Rotary Spindle Less 5ft no. 2	10	62,76	99,11%
4	Rotary Spindle 9ft	Rotary Spindle 9ft	31	151,81	97,86%
5	Rotary Spindle Less 9ft	Rotary Spindle Less 9ft	10	128,41	98,19%
6	Knife Grinder	Knife Grinder	9	65,58	99,07%
7	Press Dryer Core	Press Dryer Core no. 1	26	75,03	98,94%
		Press Dryer Core no. 2	13	78,82	98,89%
		Press Dryer Core no. 3	18	77,21	98,91%
k8	Press Dryer Hollo	Press Dryer Hollo no. 1	11	65,82	99,07%
		Press Dryer Hollo no. 2	6	62,33	99,12%
9	Serab Joint	Serab Joint	16	69,01	99,03%
10	Press Joint	Press Joint no. 1	13	63,54	99,10%
		Press Joint no. 2	14	64,39	99,09%
		Press Joint no. 3	10	62,65	99,12%
		Press Joint no. 4	3	35,58	99,50%
11	Glue Mixer	Glue Mixer	3	60,33	99,15%
12	Glue Spreader	Glue Spreader no. 1	4	60,33	99,15%
		Glue Spreader no. 2	10	65,07	99,08%
13	Cold Press	Cold Press no. 1	1	60,25	99,15%
		Cold Press no. 2	3	62,08	99,12%
		Cold Press no. 3	1	36,50	99,48%
14	Hot Press	Hot Press	53	86,20	98,78%
15	Double Sizer	Double Sizer	20	75,14	98,94%
16	Sander Kalibrasi	Sander Kalibrasi	5	62,48	99,12%
17	Sander Finishing	Sander Finishing	18	68,81	99,03%

Dari **Tabel 1.** Yang didapatkan dari divis *maintenance* pada PT. SAB terlihat bahwa *downtime* mesin *Rotary Spindle 9ft* paling tinggi dibandingkan dengan *downtime* mesin yang lain, sehingga mengakibatkan nilai *availability* mesin *Rotary Spindle 9ft* paling rendah dibandingkan dengan mesin yang lain. Angka persentase *availability* menunjukkan kemampuan komponen untuk berfungsi setelah dilakukan tindakan perawatan terhadapnya [2]. Dengan demikian semakin besar nilai *availability* menunjukkan semakin tinggi kemampuan komponen tersebut beroperasi sesuai fungsi. Adanya *downtime* dapat mengganggu keberlanjutan suatu proses produksi, yang memiliki peran dalam menjamin kelancaran proses produksi untuk mencapai

target perusahaan yang telah ditetapkan. Mesin ini memiliki peran penting dalam proses produksi, sehingga jika mesin tersebut mengalami kerusakan maka akan berpengaruh terhadap proses produksi. PT. SAB saat ini cenderung menerapkan strategi *corrective maintenance* dimana perbaikan dan perawatan mesin dilakukan setelah mesin mengalami kerusakan. Strategi tersebut kurang mampu mencegah kerusakan atau mengurangi kerusakan, sehingga perlu melakukan strategi perawatan lain yang dapat mengurangi kerusakan mesin. Strategi perawatan pada mesin juga bisa dilakukan dengan cara melakukan perawatan yang terjadwal atau *preventive maintenance*. Penerapan perawatan *preventive maintenance* pada PT. SAB saat ini hanya melakukan pelumasan dan *controlling*. Upaya ini belum maksimal untuk mencegah kerusakan mesin yang terjadi pada PT. SAB.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan jadwal perawatan pada mesin sebagai upaya untuk mengurangi kerusakan mesin pada PT. SAB. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Fault Tree Analysis* (FTA). FTA merupakan teknik untuk mengidentifikasi suatu kegagalan (*failure*) dari suatu sistem [3]. FTA berorientasi pada fungsi atau yang lebih dikenal dengan “*top down approach*” karena analisa ini berawal dari *system level* (top) dan meneruskannya ke bawah [4]. FTA adalah metode yang tepat untuk mengetahui *basic event* yang dapat menyebabkan terjadinya *downtime*. Hasil dari FTA akan menunjukkan probabilitas suatu komponen untuk mengetahui *reliability* komponen tersebut sehingga dapat menentukan interval perawatan yang diperlukan untuk setiap komponen.

## 2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini termasuk jenis penelitian eksplanatif, penelitian eksplanatif dilakukan untuk menemukan penjelasan tentang mengapa suatu kejadian atau gejala terjadi [5]. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menghubungkan pola-pola yang berbeda namun memiliki keterkaitan dan menghasilkan pola hubungan sebab akibat. Langkah-langkah penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 2.1 Tahap Pendahuluan

Pada tahap pendahuluan dilakukan studi lapangan, studi pustaka, identifikasi dan

merumuskan masalah, penetapan tujuan dan manfaat penelitian. Pertama melakukan studi lapangan dilakukan dengan cara interview, observasi, dan dokumentasi pada sistem manajemen perawatan PT. SAB . Kemudian melakukan studi pustaka yaitu mempelajari teori dan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan permasalahan yang diteliti. Sumber literatur yang digunakan berasal dari buku, dan studi terhadap penelitian terdahulu dengan topik yang serupa yaitu manajemen perawatan. Tahap selanjutnya, dilakukan dengan tahap identifikasi masalah yang berhubungan dengan manajemen perawatan. Kemudian melakukan perumusan masalah yang nantinya akan dikaji dengan berdasarkan tujuan penelitian. Terakhir, menentukan tujuan penelitian yang dimaksudkan agar peneliti dapat terfokus pada yang nantinya akan diteliti.

## 2.2 Tahap Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang diperoleh secara langsung dari obyek penelitian dan diamati pada tempat pelaksanaan penelitian. Data tersebut didapatkan melalui wawancara. Data primer yang dilakukan adalah melakukan wawancara, data yang diperoleh antara lain data alur proses produksi, data profil perusahaan, dan data kegiatan *preventive maintenance*.

Sedangkan data sekunder merupakan data yang sudah tersedia hanya tinggal mengumpulkan saja. Data yang diperoleh antara lain data spesifikasi mesin, data *downtime* mesin, data waktu perbaikan mesin, data total kerusakan mesin selama 12 bulan, serta data frekuensi kerusakan.

**Tabel 2.** Data Frekuensi kerusakan Mesin *Rotary spindle 9ft*

No.	Nama Komponen	Frekuensi Kerusakan	Total Downtime (jam)
1.	Chuck	4	20,59
2.	Roda Sprocket	2	9,79
3.	Support Arm	3	14,69
4.	Bearing	1	4,25
5.	Roller	1	5,9
6.	Piston	1	6,54
7.	Belt Clipper	1	2,14
8.	Pisau Clipper	3	12,56
9.	Worm	2	9,82
10.	Pulley	2	9,79
11.	Actuator Pneumatic	2	10,47
12.	Screw Adjuster	1	4,45
13.	Veneer Peeling (cakar)	2	10,35
14.	Nose bar	1	5,55
15.	Rocker Arm	1	4,79
16.	Knob	2	6,43
17.	Pin	1	5,48
18.	Valve	1	8,21

## 2.3 Tahap Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya akan diolah dan dianalisis, adapun langkah pengolahan data sebagai berikut:

1. Pembuatan *reliability block diagram*, digunakan untuk memetakan hubungan antara beberapa elemen sistem untuk mengilustrasikan interaksi fungsional diantara elemen-elemen tersebut yang menjelaskan pengaruhnya terhadap keandalan atau kegagalan sistem.
2. Pembuatan *fault tree diagram*. Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi *top event* yang tidak diinginkan, identifikasi penyebab pada setiap level serta menghubungkan penyebab pada tiap level ke *top event* dengan *logic gate*.
3. Penentuan *minimal cut set*. Pendekatan *minimal cut set* mengidentifikasi kombinasi *minimal basic event* yang dapat menyebabkan *top event*. *Minimal cut set* menyortir kombinasi kerusakan yang paling signifikan dan memperlihatkan dimana perubahan desain dapat mengeliminasi atau mengurangi kombinasi yang tidak diinginkan. *Minimal cut set* juga mendukung validasi pada *fault tree* khususnya pada pemeriksaan *minimal cut set* untuk menentukan jika memang hal tersebut dapat menyebabkan *top event*. *Minimal cut set* mendukung tindakan perbaikan yang bertujuan memperbaiki setidaknya satu kerusakan dalam *minimal cut set* yang dominan.
4. Identifikasi komponen. Dari *minimal cut set* akan diketahui jumlah *basic event* yang dapat merusak kerusakan. Dalam kasus ini, *basic event* merupakan peristiwa kerusakan serta kegagalan fungsi komponen.
5. Perhitungan probabilitas kerusakan, pada tahap ini dilakukan perhitungan pada probabilitas *basic event*, *intermediate event* level pertama, *intermediate event* level kedua, dan *top event*.
6. Perhitungan nilai keandalan, melakukan perhitungan keandalan komponen-komponen yang ada dalam semua *event*, berfungsi untuk mengetahui komponen kritis.
7. Perhitungan waktu perawatan, setelah identifikasi komponen dan perhitungan probabilitas maka tahap selanjutnya melakukan perhitungan interval



Dari *fault tree diagram* dapat diketahui bahwa:

1. *Top event* (1) = Gangguan pada mesin *rotary spindle* 9ft
2. *Intermediate event* level pertama (5) = blok pengupasan double roller, blok pengupasan single roller, blok pemotongan, blok penggerak, dan blok autoclipper.
3. *Intermediate event* level kedua (9) = Veneer peeling besar-kecil tidak berfungsi, roller kecil macet, *single roll* bermasalah, gangguan pada wheel, gangguan pada arm, tekanan kompresi rendah, suara mesin berisik, gangguan pada *clipper*, dan gangguan pada *conveyor*.
4. *Basic event* (21) = *nosebar* rusak, *bearing* macet, *chuck* rusak, *nosebar* rusak, *pneumatic actuator* rusak, veneer peeling aus, *support arm* patah, *nosebar* rusak, poros geser, knob lepas, *screw adjuster* patah, worm rusak, katub aus, poros geser, ring piston aus, rocker arm aus, gigi sprocket aus, pisau pemotong tidak lurus, belt putus, pulley error/macet, dan belt convey putus.

### 3.2 Penentuan Minimal cut set

Beberapa *basic event* pada *fault tree diagram* akan direduksi untuk mengetahui kombinasi dari *basic event* yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan atau kegagalan fungsi komponen pada mesin *rotary spindle* 9ft.

Dari beberapa *basic event* dan *intermediate event* yang telah dijabarkan sebelumnya, kemudian akan dilakukan analisa secara kualitatif dengan menggunakan persamaan aljabar Boolean. Pada persamaan aljabar Boolean menggunakan simbol matematika yaitu tanda positif (+) jika simbol *logic gate* yang digunakan “or” dan menggunakan simbol matematika dot (.) jika simbol *logic gate* yang digunakan “and”.

Berdasarkan analisa secara kualitatif dengan menggunakan persamaan aljabar Boolean dapat diketahui *minimal cut set* dari *basic event* yang dapat menyebabkan terjadinya gangguan pada mesin *rotary spindle* 9ft dapat dilihat pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Minimal Cut Set Gangguan pada Mesin Rotary Spindle 9ft

No.	Minimal Cut Set
1.	B01 or B02 or B03
2.	B01 or B04 or B05 or B06
3.	B01 or B07 or B08 or B09 or B10
4.	B11 or B12 or B13 or B14 or B15
5.	B16 or B17 or B18 or B19

### 3.3 Identifikasi Komponen

Dengan jumlah *basic event* sebanyak 21 dan masing-masing *basic event* dapat menyebabkan kerusakan di atasnya tanpa perlu *basic event* lainnya. Pada kasus ini *basic event* merupakan peristiwa atau kejadian kerusakan dan kegagalan fungsi komponen yang dapat menyebabkan *top event* terjadi. Perbedaan peristiwa pada *basic event* yang terjadi dilakukan identifikasi komponen dengan tujuan untuk mengetahui komponen yang rusak (diganti) atau komponen yang hanya perlu perbaikan saja. Pada **Tabel 4**, menjelaskan mengenai identifikasi perawatan komponen yang diperlukan berdasarkan kondisi yang terjadi.

**Tabel 4.** Identifikasi Perawatan Komponen pada Mesin Rotary Spindle 9ft

No.	Basic event	Komponen	Tindakan Perawatan
1.	B01	Nosebar	Penggantian
2.	B02	Bearing	Penggantian
3.	B03	Chuck	Penggantian
4.	B04	Pneumatic actuator	Penggantian
5.	B05	Veneer peeling	Penggantian
6.	B06	Support arm	Penggantian
7.	B07	Poros	Perbaikan
8.	B08	Knob	Perbaikan
9.	B09	Screw adjuster	Penggantian
10.	B10	Worm	Penggantian
11.	B11	Katub	Penggantian
12.	B12	Poros	Perbaikan
13.	B13	Piston	Penggantian
14.	B14	Rocker arm	Penggantian
15.	B15	Sprocket	Penggantian
16.	B16	Pisau potong	Perbaikan
17.	B17	Belt	Penggantian
18.	B18	Pulley	Perbaikan
19.	B19	Belt convey	Penggantian

### 3.4 Perhitungan Probabilitas Kerusakan

Probabilitas yang dihitung meliputi probabilitas *top event*, *intermediate event* level pertama, *intermediate event* level kedua, serta *basic event*. Probabilitas *basic event* didapatkan dengan menggunakan rumus:

$$P(B) = \frac{\text{frekuensi basic event yang terjadi}}{\text{total waktu pengamatan}}$$

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data kerusakan atau kegagalan fungsi komponen pada mesin *rotary spindle* 9ft selama tahun 2015. Pada tahun 2015 total hari kerja pada PT. SAB yaitu sebanyak 297 hari kerja. Frekuensi *basic event* diperoleh dengan cara mencocokkan antara data kerusakan yang terdapat pada **Tabel 2**, dengan *event* yang terdapat pada *fault tree diagram* pada **Gambar**

2. Contoh perhitungan probabilitas *basic event* yaitu sebagai berikut:

$$P(B03) = \frac{f(B03)}{297} = \frac{4}{297} = 0,013$$

Dari perhitungan probabilitas *basic event* P(B03) dapat dilihat bahwa probabilitas kerusakan atau kegagalan fungsi komponen nosebar sebanyak 4 kali dalam 297 hari kerja adalah sebesar 0,013 atau 1,3%. Dengan melakukan perhitungan yang sama untuk semua *basic event*, berikut adalah rekap hasil perhitungan probabilitas *basic event*:

**Tabel 5.** Rekap Probabilitas *Basic event*

No.	<i>Basic event</i>	Probabilitas Kerusakan
1.	B01I11	0,003
2.	B01I12	0,003
3.	B01	0,003
4.	B02I11	0,003
5.	B03	0,013
6.	B04I12	0,01
7.	B05I13	0,0067
8.	B06I13	0,01
9.	B07I14	0,003
10.	B08I14	0,003
11.	B08I15	0,003
12.	B09I15	0,003
13.	B10I15	0,0067
14.	B11I16	0,003
15.	B12I16	0,003
16.	B13I16	0,003
17.	B14I17	0,003
18.	B15I17	0,0067
19.	B16I18	0,01
20.	B17I18	0,003
21.	B18I19	0,0067
22.	B19I19	0,003

Setelah melakukan perhitungan probabilitas untuk *basic event* maka dilakukan perhitungan probabilitas untuk *intermediate event level* kedua, *intermediate event level* pertama dan *top event* dengan menggunakan algoritma Boolean. Berikut adalah rekap hasil perhitungannya:

**Tabel 6.** Rekap Hasil Perhitungan Probabilitas

No.	<i>Top event</i>	Probabilitas
1.	T	0,1062
No.	<i>Intermediate event level</i> pertama	Probabilitas
1.	I01	0,018913
2.	I02	0,0294
3.	I03	0,0216
4.	I04	0,0186
5.	I05	0,0225
No.	<i>Intermediate event level</i> kedua	Probabilitas
1.	I11	0,005991
2.	I12	0,01297
3.	I13	0,01663

**Tabel 6.** Rekap Hasil Perhitungan Probabilitas (Lanjutan)

No.	<i>Intermediate event level</i> kedua	Probabilitas
4.	I14	0,005991
5.	I15	0,0127
6.	I16	0,008973
7.	I17	0,00968
8.	I18	0,01297
9.	I19	0,00968

### 3.5 Perhitungan Nilai Keandalan

Setelah melakukan perhitungan probabilitas kerusakan maka tahap selanjutnya yaitu melakukan perhitungan nilai keandalan komponen. Hasil dari perhitungan probabilitas kerusakan digunakan untuk melakukan perhitungan nilai keandalan. Berikut adalah contoh perhitungan nilai keandalan untuk komponen *basic event* B03:

$$R(B03) = 1 - P(B03) = 1 - 0,013 = 0,987$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa nilai keandalan komponen chuck (B03) adalah sebesar 98,7%. Dengan melakukan perhitungan yang sama maka berikut adalah rekap hasil perhitungan nilai keandalan pada mesin *rotary spindle* 9ft:

**Tabel 7.** Rekap Perhitungan *Reliability*

No.	<i>Basic event</i>	Probabilitas Kerusakan
1.	B01I11	99,7%
2.	B01I12	99,7%
3.	B01	99,7%
4.	B02I11	99,7%
5.	B03	98,7%
6.	B04I12	99%
7.	B05I13	99,3%
8.	B06I13	99%
9.	B07I14	99,7%
10.	B08I14	99,7%
11.	B08I15	99,7%
12.	B09I15	99,7%
13.	B10I15	99,33%
14.	B11I16	99,7%
15.	B12I16	99,7%
16.	B13I16	99,7%
17.	B14I17	99,7%
18.	B15I17	99,33%
19.	B16I18	99%
20.	B17I18	99,7%
21.	B18I19	99,33%
22.	B19I19	99,7%
No.	<i>Intermediate event level</i> kedua	Probabilitas
1.	I11	99,4%
2.	I12	98,7%
3.	I13	98,4%
4.	I14	99,4%
5.	I15	98,7%
6.	I16	99,1%
7.	I17	99,1%
8.	I18	98,7%
9.	I19	99,1%

**Tabel 7.** Rekap Perhitungan *Reliability* (Lanjutan)

No.	Intermediate event level pertama	Probabilitas
1.	I01	98,1%
2.	I02	97,1%
3.	I03	97,8%
4.	I04	98,1%
5.	I05	97,7%
No.	Top event	Probabilitas
1.	T	89,38%

Dari perhitungan nilai keandalan untuk *top event* didapatkan hasil sebesar 89,38%, nilai keandalan pada mesin *rotary spindle* 9ft terbilang rendah. Komponen yang paling kritis pada mesin *rotary spindle* 9ft adalah *single roller* (I02) dengan nilai keandalan sebesar 97,1%. Komponen kritis pada *single roller* dan komponen kritis pada mesin *rotary spindle* 9ft secara keseluruhan adalah *single roll* (I13) dengan nilai keandalan sebesar 98,4%.

### 3.6 Perhitungan Waktu Perawatan Komponen

Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan interval perawatan komponen mesin, hasil dari perhitungan probabilitas kerusakan digunakan untuk menghitung interval perawatan komponen mesin. Berdasarkan pada tahap identifikasi komponen, perawatan komponen terbagi menjadi 2 perawatan yaitu penggantian komponen dan perbaikan komponen. Sehingga perhitungan interval perawatan komponen juga dibagi menjadi dua yaitu perhitungan interval penggantian komponen dan interval perbaikan komponen, hal ini bertujuan untuk memudahkan dalam menyusun jadwal perawatan komponen. Berikut adalah perhitungan interval waktu penggantian komponen:

$$T(B01I11) = \frac{1}{P(B01I11)} = \frac{1}{0,003} = 48 \text{ minggu}$$

$$T(B01I12) = \frac{1}{P(B01I12)} = \frac{1}{0,003} = 48 \text{ minggu}$$

$$T(B01) = \frac{1}{P(B01)} = \frac{1}{0,003} = 48 \text{ minggu}$$

$$T(B03) = \frac{1}{P(B03)} = \frac{1}{0,013} = 11 \text{ minggu}$$

$$T(B04I12) = \frac{1}{P(B04I12)} = \frac{1}{0,01} = 15 \text{ minggu}$$

$$T(B06I13) = \frac{1}{P(B06I13)} = \frac{1}{0,01} = 15 \text{ minggu}$$

$$T(B09I15) = \frac{1}{P(B09I15)} = \frac{1}{0,003} = 48 \text{ minggu}$$

$$T(B10I15) = \frac{1}{P(B10I15)} = \frac{1}{0,0067} = 22 \text{ minggu}$$

$$T(B17I18) = \frac{1}{P(B17I18)} = \frac{1}{0,003} = 48 \text{ minggu}$$

$$T(B19I19) = \frac{1}{P(B19I19)} = \frac{1}{0,003} = 48 \text{ minggu}$$

Berikut merupakan perhitungan interval waktu perbaikan komponen seluruhnya yaitu sebagai berikut:

$$T(B02I11) = \frac{1}{P(B02I11)} = \frac{1}{0,003} = 48 \text{ minggu}$$

$$T(B05I13) = \frac{1}{P(B05I13)} = \frac{1}{0,0067} = 22 \text{ minggu}$$

$$T(B07I14) = \frac{1}{P(B07I14)} = \frac{1}{0,003} = 48 \text{ minggu}$$

$$T(B08I14) = \frac{1}{P(B08I14)} = \frac{1}{0,003} = 48 \text{ minggu}$$

$$T(B08I15) = \frac{1}{P(B08I15)} = \frac{1}{0,003} = 48 \text{ minggu}$$

$$T(B11I16) = \frac{1}{P(B11I16)} = \frac{1}{0,003} = 48 \text{ minggu}$$

$$T(B12I16) = \frac{1}{P(B12I16)} = \frac{1}{0,003} = 48 \text{ minggu}$$

$$T(B13I16) = \frac{1}{P(B13I16)} = \frac{1}{0,003} = 48 \text{ minggu}$$

$$T(B14I17) = \frac{1}{P(B14I17)} = \frac{1}{0,003} = 48 \text{ minggu}$$

$$T(B15I17) = \frac{1}{P(B15I17)} = \frac{1}{0,0067} = 22 \text{ minggu}$$

$$T(B16I18) = \frac{1}{P(B16I18)} = \frac{1}{0,01} = 15 \text{ minggu}$$

$$T(B18I19) = \frac{1}{P(B18I19)} = \frac{1}{0,0067} = 22 \text{ minggu}$$

Setelah melakukan perhitungan interval perawatan komponen maka disusun jadwal perawatan komponen selama 1 tahun (asumsi dalam 1 tahun terdapat 52 minggu) yang dapat dilihat pada **Tabel 8.** **Tabel 8** merupakan rekomendasi jadwal perawatan komponen mesin *rotary spindle* 9ft berdasarkan pada hasil dari perhitungan interval penggantian dan perbaikan komponen mesin.

**Tabel 8.** Jadwal Perawatan Komponen

Minggu-1	11	15	22	30	33	44	45	48
B01I11								
B01I12								
B01								
B02I11								
B03								
B04I12								
B05I13								
B06I13								
B07I14								
B08I14								
B08I15								
B09I15								
B10I15								
B11I16								
B12I16								
B13I16								
B14I17								
B15I17								
B16I18								
B17I18								
B18I19								
B19I19								

Jadwal perawatan yang diusulkan adalah jadwal perawatan pencegahan atau preventif. Hasil waktu interval yang telah dihitung merupakan waktu perkiraan terjadinya kerusakan komponen, jadi perawatan preventif dilakukan sebelum waktu perkiraan terjadinya kerusakan. Warna merah menandakan tindakan penggantian komponen sedangkan warna kuning menandakan tindakan perbaikan

komponen. Berikut merupakan langkah-langkah dalam menyusun jadwal perawatan preventif:

1. Menentukan waktu perawatan komponen yang berdekatan, yaitu:
  - a. Waktu perawatan komponen B03 yang ketiga (minggu ke-33) berdekatan dengan waktu perawatan komponen B04I12, B06I13 dan B16I18 yang kedua (minggu ke-30).
  - b. Waktu perawatan komponen B04I12, B06I13 dan B16I18 yang ketiga (minggu ke-45) berdekatan dengan waktu perawatan komponen B05I13, B10I15, B15I17 dan B18I19 yang kedua (minggu ke-44) serta berdekatan dengan waktu perawatan komponen B03 yang keempat (minggu ke-44).
2. Setelah mengetahui waktu kedekatan perawatan komponen kemudian dilakukan penggabungan waktu perawatan komponen dengan cara *trial and error*. Hal yang perlu dipertimbangkan dalam melakukan penggabungan waktu perawatan komponen adalah sebagai berikut:

- a. Waktu perawatan komponen dilakukan sebelum perkiraan waktu kerusakan komponen.
- b. Kesamaan letak komponen yang terdapat pada *part*.
- c. Pergeseran waktu perawatan komponen.
- d. Perubahan interval waktu perawatan namun tidak melebihi interval waktu yang telah dihitung.

Hasil dari *trial and error* yang akan menunjukkan penggabungan waktu perawatan komponen yang paling optimal dengan melakukan beberapa perubahan pada interval perawatan, yang akan dijelaskan sebagai berikut:

- a. Waktu perawatan yang ketiga untuk komponen B04I12, B06I13 dan B16I18 digeser 1 minggu lebih awal dari minggu ke-45 menjadi minggu ke-44, sehingga interval perawatan komponen berkurang 1 minggu yang awalnya 15 minggu menjadi 14 minggu.
- b. Waktu perawatan yang pertama untuk komponen B01I12, B08I15, B09I15, B14I17, B17I18 dan

B19I19 digeser 4 minggu lebih awal dari minggu ke-48 menjadi minggu ke-44, sehingga interval perawatan komponen berkurang 4 minggu yang awalnya 48 minggu menjadi 44 minggu.

3. Setelah melakukan perubahan waktu perawatan komponen, maka akan didapatkan penggabungan waktu perawatan yaitu waktu perawatan komponen B04I12, B06I13 dan B16I18 yang ketiga dilakukan bersamaan dengan waktu perawatan komponen B03 yang keempat, B05I13, B10I15, B15I17 dan B18I19 yang kedua serta B01I12, B08I15, B09I15, B14I17, B17I18 dan B19I19 yang pertama yaitu pada minggu ke-44.
4. Setelah melakukan penggabungan waktu perawatan komponen maka menyusun jadwal perawatan preventif yang dapat dilihat pada **Tabel 9**.

**Tabel 9.** Jadwal Perawatan Preventif Komponen

Minggu	11	15	22	30	33	44	48
B01I11							
B01I12							
B01							
B02I11							
B03							
B04I12							
B05I13							
B06I13							
B07I14							
B08I14							
B08I15							
B09I15							
B10I15							
B11I16							
B12I16							
B13I16							
B14I17							
B15I17							
B16I18							
B17I18							
B18I19							
B19I19							

### 3.7 Perhitungan Nilai *Availability*

Berikut merupakan perhitungan nilai *availability* saat ini dan perhitungan nilai *availability* setelah diberikan rekomendasi jadwal perawatan preventif:

1. Perhitungan nilai *availability* saat ini:

$$Availability = \frac{\text{Waktu total} - \text{Downtime}}{\text{Waktu Total}} \times 100\% \\ = \frac{7080 - 152}{7080} \times 100\% = 97,85\%$$

Waktu total sebesar 7080 didapatkan dari total waktu kerja selama satu tahun pada PT. SAB sedangkan waktu *downtime* sebesar 152 didapatkan dari waktu total *downtime* mesin *Rotary Spindle* 9ft selama satu tahun pada PT. SAB.

2. Perhitungan nilai *availability* setelah diberikan rekomendasi:

$$Availability = \frac{\text{Waktu total} - \text{Downtime}}{\text{Waktu Total}} \times 100\%$$

$$= \frac{7080-52}{7080} \times 100\% = 99,26\%$$

Waktu total sebesar 7080 didapatkan dari total waktu kerja selama satu tahun pada PT. SAB sedangkan waktu *downtime* sebesar 52 didapatkan dari waktu total perkiraan *downtime* mesin *Rotary Spindle* 9ft selama satu tahun pada PT. SAB, dengan asumsi dalam satu hari perbaikan dibutuhkan 8 jam untuk melakukan perbaikan.

Terjadi penurunan total *downtime* yang awalnya 152 menjadi 52, hal tersebut dikarenakan hari yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan atau penggantian komponen berkurang yang awalnya 14 hari menjadi 7 hari sehingga *downtime* juga berkurang.

Dari perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa nilai *availability* dari mesin *rotary spindle* 9ft meningkat. Nilai *availability* sebelum dilakukan *preventive maintenance* yaitu sebesar 97,85% sedangkan nilai *availability* setelah dilakukan *preventive maintenance* yaitu sebesar 99,26% dengan selisih 1,41%.

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Kerusakan komponen paling awal yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan mesin atau *failure* yang disebut dengan *basic event*. Terdapat 21 *basic event* yang dapat menyebabkan terjadinya *failure* pada mesin *rotary spindle* 9ft yaitu *nosebar* rusak (B01I11), *nosebar* rusak (B01) *nosebar* rusak (B01I12), *bearing* macet (B02), *chuck* rusak (B03), *pneumatic actuator* rusak (B04), veneer peeling aus (B05), *support arm* patah (B06), poros geser (B07), knob lepas (B08), *screw adjuster* patah (B09), worm rusak (B10), katub aus (B11), poros geser (B13), ring piston aus (B14), rocker arm aus (B15), gigi sprocket aus (B16), pisau pemotong tidak lurus (B17), belt putus, pulley error/macet (B18), dan belt convey putus (B19).
2. Komponen yang paling kritis pada mesin *rotary spindle* 9ft adalah *single roller* (I02) dengan nilai keandalan sebesar 97,1%. Komponen kritis pada *single roller* dan komponen kritis pada mesin *rotary spindle* 9ft secara keseluruhan

adalah *single roll* (I13) dengan nilai keandalan sebesar 98,4%.

3. Berdasarkan dari analisis untuk rekomendasi jadwal perawatan pada mesin *rotary spindle* 9ft didapatkan interval perawatan komponen yaitu sebagai berikut:
  - a. Interval perawatan komponen B01I11, B01, B02I11, B07I14, B08I14, B11I16, B12I16 dan B13I16 yaitu sebesar 48 minggu.
  - b. Interval perawatan komponen B01I12 B08I15, B09I15, B14I17, B17I18 dan B19I19 yaitu sebesar 44 minggu.
  - c. Interval perawatan komponen B03 yaitu sebesar 11 minggu.
  - d. Interval perawatan komponen B04I12, B06I13, dan B16I18 yaitu sebesar 15 minggu.
  - e. Interval perawatan komponen B05I13, B10I15, dan B15I17 yaitu sebesar 22 minggu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sudrajat, Ating. 2011. *Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri*. Bandung: Refika Aditama.
- [2] Ebeling, C. E. 1997. *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. New York: McGraw-Hill.
- [3] Stamatelatos, Michael. 2002. *Fault Tree Handbook with Aerospace Application*. NASA: Washington DC.
- [4] Priyanta, Dwi. 2000. *Keandalan dan Perawatan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [5] Prasetyo & Jannah. 2005. *Metode Penelitian Kualitatif*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.