

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Mesin Objek Penelitian

Sebelum dilakukan analisa dan pembahasan pada bab ini, maka untuk mempermudah pembahasan perlukiranya diulas tentang peralatan/mesin mesin yang menjadi objek penelitian dalam skripsi di area *Tutui Coal Washing Plant*.

Peralatan yang menjadi objek penelitian ini adalah sabuk *conveyor* yang ada di TCWP, hal ini dilakukan dengan pertimbangan sabuk *conveyor* merupakan peralatan yang memegang peranan penting bagi seluruh operasional *plant*.

Berikut ini adalah peralatan/komponen dari sabuk *conveyor*:

- a. *Drive Motor*
- b. *Gearbox*
- c. Sabuk
- d. Rantai *transmisi*
- e. *Pulley/Drum*
- f. Sensor

4.2 Analisa FTA

Analisa FTA dilakukan pada seluruh komponen yang dimiliki oleh mesin *conveyor* dengan menggunakan alat bantu *software Open FTA*, dalam menggunakan *software* open FTA diperlukan data-data kegagalan dari semua komponen yang ada di mesin *conveyor*. Pada penelitian ini data peluang atau probabilitas kegagalan dari sebuah peralatan diambil dari beberapa sumber diantaranya ; OREDA (*Offshore Reliability Data Handbook, Handbook of Reliability Prediction Procedures for Mechanical Equipment*) dari RAC US Navy. Sebagaimana terlihat dalam tabel 4.1

Tabel 4.1 Data *probabilitas* kegagalan menurut *Oreda* dan sumber lainnya

No.	Komponen	Equipment	Failure Type	Failure Rate (l-Hr)	Symbol	Sumber
1	Sensor	Sensor	<i>Erratic Output</i>	2.10E-04	ALAFT	<i>Swedish Rel.data book, tbl.34</i>
2	<i>Drive Motor</i>	<i>Bearing</i>		1.23E-05		<i>Oreda 2002 hdbk, hal 355</i>
		<i>Fatigue</i>		2.90E-07		<i>Oreda 2002 hdbk, hal 179</i>
		<i>Overloading</i>		7.35E-06		<i>Oreda 2002 hdbk, hal 179</i>
		<i>Contami nation</i>		1.82E-06		<i>Oreda 2002 hdbk, hal 179</i>
		<i>Over Temperatur</i>		1.70E-07		<i>Oreda 2002 hdbk, hal 179</i>
		Fuse rusak	<i>premature open</i>	3.00E-06	KTAKB	<i>NUREG 2815 (table C.I.</i>
		<i>Contactora</i>		1.51E-05		<i>Oreda 2002 hdbk, hal 355</i>
		<i>Relay</i>	<i>spurious operation</i>	4.00E-08	RCLDE	<i>IEEE 500 (1984) pg.183</i>
		<i>Winding/Kum paran</i>		1.68E-06		<i>Oreda 2002 hdbk, hal 355</i>
	<i>Misalignment</i>			4.47E-06		<i>Oreda 2002 hdbk, hal 179</i>
3	Belt /Sabuk	<i>Poor housekeeping</i>		1.29E-06		<i>Oreda 2002 hdbk, hal 219</i>

		Batu terperangkap dalam struktur atau <i>scraper</i>		1.30E-06		IJEES, Volume 10	2
		<i>Roller</i> gagal		3.54E-05		IJEES, Volume 10	2
		Skirt gagal		2.70E-06		IJEES, Volume 10	2
		<i>Wear plate/liner</i> gagal		2.70E-06		IJEES, Volume 10	2
		<i>Scraper</i> gagal		1.30E-06		IJEES, Volume 10	2
		<i>Fatigue</i>		2.90E-07		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 179	
		Sambungan gagal		6.70E-06		IJEES, Volume 10	2
		<i>Overloading</i>		7.35E-06		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 179	
		<i>Misalignment of belt</i>		4.47E-06		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 179	
		<i>Bearing</i> gagal		1.23E-05		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 355	
4	<i>Gearbox</i> Rusak/gagal	<i>Seals</i> rusak		4.00E-07	FYAYG	German <i>Risk Study</i> (tb.F3,7-1)	
		<i>Wearing of gear</i>		5.83E-06		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 66	
		<i>Gear clogged</i>		5.83E-06		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 66	
		Sistem pelumasan gagal		5.70E-07		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 64	

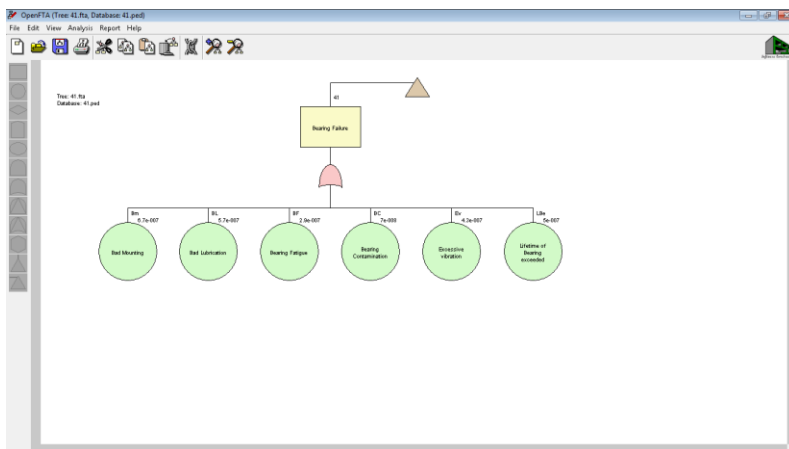
		<i>Bearing gagal</i>		1.23E-05		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 355
		<i>Fatigue</i>		2.90E-07		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 179
		<i>Overload</i>		7.35E-06		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 179
		<i>Over Temperatur</i>		1.70E-07		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 179
5	Rantai transmisi gagal	<i>Misalignment</i>		4.47E-06		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 179
		<i>Contamination</i>		1.82E-06		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 179
		<i>Fatigue</i>		2.90E-07		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 179
		<i>Overload</i>		7.35E-06		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 179
		Sistem pelumasan gagal		5.70E-07		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 64
6	<i>Pulley/Drum</i> gagal	<i>Fatigue / age</i>		2.90E-07		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 179
		Kerusakan Mekanis		3.40E-05		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 66
		Desain yang jelek		1.29E-06		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 219
12	Struktur gagal	<i>Fatigue</i>		2.90E-07		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 179
		<i>Poor maintenance</i>		1.29E-06		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 219
		<i>Overload</i>		7.35E-06		<i>Oreda</i> 2002 hdbk, hal 179

		Contami nation		1.82E-06		Oreda 2002 hdbk, hal 179
--	--	-------------------	--	----------	--	-----------------------------

Setelah memperoleh data probabilitas kegagalan dari semua komponen yang dianalisa maka proses selanjutnya adalah dilakukan pembuatan pohon diagram kegagalan dengan fasilitas Open FTA. Dimana dalam penggunaan *software* Open FTA ini ada dua tahap yang harus dilakukan yaitu;

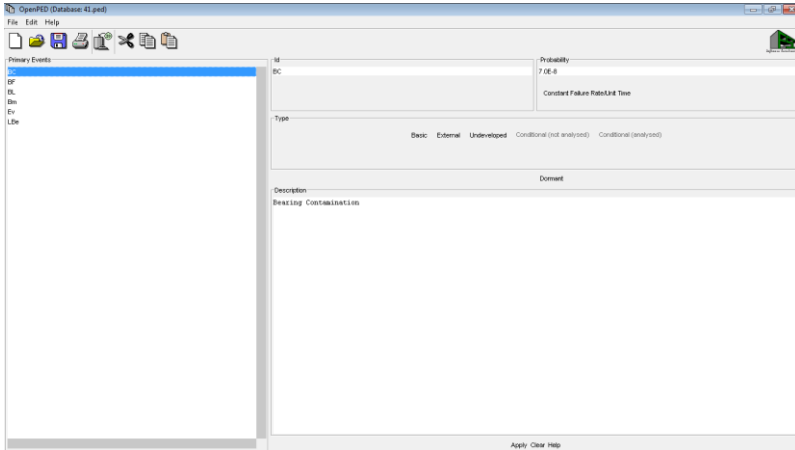
1. Pembuatan diagram,
2. Memasukkan data probabilitas kegagalan

Berikut ini adalah gambar diagram pohon salah satu komponen yang dianalisa, seperti tampak pada gambar 4.1 dibawah ini.



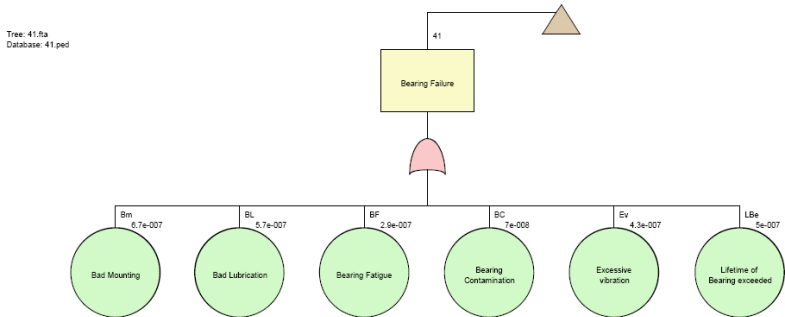
Gambar 4.1 Proses pembuatan diagram FTA untuk komponen *Bearing*.

Setelah proses pembuatan diagram selesai maka langkah selanjutnya adalah memasukkan data-data probabilitas kegagalan pada *software*, seperti tampak pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Tampilan *input* data *probabilitas* pada Open FTA.

Setelah dua langkah diatas dikerjakan maka akan didapat sebuah diagram pohon yang siap dijalankan dalam program Open FTA, berikut ini adalah tampilan dari diagram FTA yang siap dijalankan seperti tampak pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Diagram FTA dari komponen *bearing*.

Setelah diperoleh diagram pohon seperti gambar 4.3 diatas maka pada *software* Open FTA selanjutnya dijalankan, berikut ini adalah hasil simulasi pada diagram FTA yang ada dengan *estimasi* jumlah kegagalan diasumsikan sebanyak 10000 kali dari sebuah sistem atau peralatan. Gambar 4.4 Hasil simulasi Open FTA dengan pendekatan *Monte Carlo* dapat dilihat di daftar lampiran 5.

Dari hasil simulasi seperti yang terlihat dari gambar 4.4 diperoleh jumlah kegagalan dari beberapa mode kegagalan yang terjadi pada komponen atau peralatan beserta rangking setiap mode kegagalan yang terjadi. Dimana nantinya jumlah kegagalan yang ada akan digunakan untuk menghitung *Risk Priority Number (RPN)*.

4.3 Analisa FMECA

Analisa FMECA dilakukan dengan membuat sebuah tabel FMECA yang berisi data-data mode kegagalan, jumlah kegagalan komponen yang diperoleh dari analisa FTA dan berikut rekomendasi yang dikeluarkan untuk meminimalisasi peluang terjadinya kegagalan pada suatu komponen atau peralatan.

Dalam pembahasan hasil penelitian ini tabel FMECA yang ditampilkan adalah hasil simulasi keseluruhan secara utuh dari sebuah mesin *conveyor*. Tabel tidak disampaikan untuk setiap komponen karena akan memerlukan waktu pembahasan yang sangat panjang. Berikut ini adalah tabel FMECA dari mesin *conveyor Tutui Coal Washing Plant*, seperti tampak pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Analisa FMECA Mesin *Conveyor* TCWP

Sistem	Sub-sistem & Function	Failure Mode	Effect of Failure	Cause of Failure	Number of Failure	Criticality Analysis			
						S	O	D	RPN
COAL HANDLING UNIT (CHU)	Conveyor (Transfer batubara), Jikagagal semua proses produksi berhenti	Sensor gagal	Operasional rendah	Jam sensor fails (pullcord)	3604	2	10	1	20
				Rotational sensor	3545	2	10	1	20
	Drive motor gagal	Shut down	Bearing gagal	9	3	5	2	30	
			Fatigue	3	4	2	1	8	
			Over loading	118	1	10	1	10	
			Kemasukan air	1	3	1	2	6	
			Over Temperatur	118	1	1	2	2	
			Fuse rusak	45	2	10	1	20	
	Kontaktor rusak	252	3	10	1	30			

				<i>Relay gagal</i>	1	2	1	1	2
				Kumparan rusak	27	5	10	1	50
				<i>Misa lignment dengan coupling</i>	70	4	10	2	80
		Sabuk Konveyor gagal/ rusak	Shut down	<i>Poor house keeping</i>	25	1	10	1	10
				Batu ter perangkap dalam struktur atau <i>scraper</i>	157	2	10	1	20
				<i>Roller gagal</i>	606	2	10	1	20
				Skirt gagal	5	1	3	1	3
				<i>Wear plate/liner gagal</i>	5	1	3	1	3
				<i>Scraper gagal</i>	5	1	3	1	3
				<i>Fatigue</i>	3	4	2	1	8
				Sambungagan gagal	8	6	4	1	24
				<i>Over loading</i>	118	1	10	1	10
				<i>Misa lignment</i>	70	3	10	1	30

			<i>of belt</i>					
			<i>Bearing gagal</i>	9	3	5	2	30
	<i>Gearbox Rusak/ gagal</i>	<i>Shut down</i>	<i>Seals rusak</i>	8	5	4	1	20
			<i>Wearing of gear</i>	110	5	1 0	1	50
			<i>Gear clogged</i>	44	5	1 0	1	50
			<i>Sistem pelumasan gagal</i>	6	1	4	1	4
			<i>Bearing gagal</i>	9	3	5	2	30
			<i>Fatigue</i>	3	4	2	1	8
			<i>Over load</i>	118	1	1 0	1	10
			<i>Over Temperatur</i>	118	1	1 0	2	20
	<i>Rantai transmisi gagal</i>	<i>Shut down</i>	<i>Misa lignment</i>	70	3	1 0	1	30
			<i>Conta mination</i>	1	3	1	2	6
			<i>Fatigue</i>	3	4	2	1	8
			<i>Overload</i>	118	1	1 0	1	10
			<i>Sistem pelumasan gagal</i>	6	1	4	1	4
	<i>Pulley/ Drum gagal</i>	<i>Shutd own</i>	<i>Fatigue / age</i>	3	4	2	1	8
			<i>Ke</i>	592	5	1	1	50

				rusakan Mekanis			0		
				Desain yang jelek	25	1	10	3	30

Tabel 4.3 Strategi Perawatan berbasis RPN pada *Conveyor Sabuk TCWP*

Sistem	Sub-sistem & Function	Failure Mode	Cause of Failure	Strategi Program Perawatan	RPN
COAL HANDLING UNIT (CHU)	Conveyor (Transfer batubara), Jika gagal semua proses produksi berhenti	Sensor gagal	Jam sensor fails (pullcord)	<i>Preventive</i>	20
			<i>Rotational</i> sensor	<i>Preventive</i>	20
		Drive motor gagal	<i>Bearing</i> gagal	<i>Preventive</i>	30
			<i>Fatigue</i>	<i>Breakdown</i>	8
			<i>Overloading</i>	<i>Breakdown</i>	10
			Kemasukan air	<i>Breakdown</i>	6
			Over Temperatur	<i>Breakdown</i>	2
			Fuse rusak	<i>Preventive</i>	20
			Kontaktor rusak	<i>Preventive</i>	30
			<i>Relay</i> gagal	<i>Breakdown</i>	2
			Kumparan	<i>Predictive</i>	50

		rusak		
		<i>Misalignment dengan coupling</i>	<i>Predictive</i>	80
	Sabuk Conveyer gagal/ rusak	<i>Poor house keeping</i>	<i>Preventive</i>	10
		Batu terperangkap dalam struktur atau scraper	<i>Preventive</i>	20
		<i>Roller gagal</i>	<i>Preventive</i>	20
		<i>Skirt gagal</i>	<i>Breakdown</i>	3
		<i>Wear plate/liner gagal</i>	<i>Breakdown</i>	3
		<i>Scraper gagal</i>	<i>Breakdown</i>	3
		<i>Fatigue</i>	<i>Breakdown</i>	8
		<i>Sambungan gagal</i>	<i>Preventive</i>	24
		<i>Overloading</i>	<i>Preventive</i>	10
		<i>Misalignment of belt</i>	<i>Preventive</i>	30
		<i>Bearing gagal</i>	<i>Preventive</i>	30
	Gearbox Rusak /gagal	<i>Seals rusak</i>	<i>Preventive</i>	20
		<i>Wearing of gear</i>	<i>Preventive</i>	50

		<i>Gear clogged</i>	<i>Preventive</i>	50
		Sistem pelumasan gagal	<i>Breakdown</i>	4
		<i>Bearing</i> gagal	<i>Preventive</i>	30
		<i>Fatigue</i>	<i>Breakdown</i>	8
		<i>Overload</i>	<i>Preventive</i>	10
		<i>Over Temperatur</i>	<i>Preventive</i>	20
	Rantai transmisi gagal	<i>Misa lignment</i>	<i>Preventive</i>	30
		<i>Conta mination</i>	<i>Breakdown</i>	6
		<i>Fatigue</i>	<i>Breakdown</i>	8
		<i>Overload</i>	<i>Preventive</i>	10
		Sistem pelumasan gagal	<i>Breakdown</i>	4
	<i>Pulley /Drum</i> gagal	<i>Fatigue / age</i>	<i>Breakdown</i>	8
		Kerusakan Mekanis	<i>Predictive</i>	50
		Desain yang jelek	<i>Predictive</i>	30

Tabel 4.4 Rentang RPN dengan Pemilihan Strategi Perawatan

Strategi Perawatan	Rentang RPN
<i>Breakdown</i>	$1 \leq \text{RPN} \leq 10$
<i>Predictive</i> or <i>Preventive</i>	$\text{RPN} \geq 10$

Dari data-data yang ada dalam table bias ditentukan penerapan strategi perawatan untuk masing-masing komponen atau peralatan yang digunakan dalam *conveyor* sabuk yang digunakan pada *Tutui Coal Washing Plant*.