

ANALISA KEBOCORAN PADA BODY MILL / PULVERIZER MENGGUNAKAN METODA ROOT CAUSE FAILURE ANALYSIS (RCFA)

(Studi Kasus di PT. PJB PLTU UBJOM Tanjung Awar-awar)

¹Irwan Sukendar,²Akhmad Syakhroni,³Bagus Tri Prasetyo

Jurusan Teknik Fakultas Teknologi Industri Universitas Sultan Agung Semarang

irwan@unissula.ac.id

bagustripras@gmail.com

Abstract

PT PJB UBJOM PLTU Tanjung Awar-awar unit 1 total power capacity of 350 MW. After the combustion tuning program was carried out in February 2017, PLTU Tanjung Awar-awar could increase the efficiency of the highest equipment in the Java-Bali generating system and get the highest merit order by PLN. The problem that occurs leakage of the pulverizer body. This leakage was caused by the over velocity of the pulverizer due to the use of a variety of coal. In the use of low range coal, the operator must increase the primary flow of water to reach the appropriate outlet temperature. This increase caused an increase in coal flow at the Mill / Pulverizer, maximum coal flow at the pulverizer was 38.5 t / h while the actual operation was 43.7 t / h. Over velocity that occurs in the pulverizer indirectly increases the rate of abrasives in the coal pulverizer.

Application of the Root Cause Failure Analysis method, it is possible to redesign the inner lining body pulverizer. This redesign aims to reduce the high abrasive rate in the pulverizer by increasing the hardness of the pulverizer walls. Initial condition of S5 222 HB or 19 RC plate becomes 625 HB or 60 Rc. By redesigning the inner lining of the pulverizer body, it will help optimize the reliability of pulverizer operation.

Keywords: Mill / Pulverizer, body leakage, RCFA (Root Cause Failure Analysis)

Abstrak

PT PJB UBJOM PLTU Tanjung Awar-awar unit 1 dengan kapasitas total daya 350 MW. Setelah dilakukan program combustion tuning di bulan februari 2017, PLTU tanjung awar-awar dapat meningkatkan efisiensi peralatan tertinggi pada sistem pembangkit jawa-bali dan mendapatkan merit order tertinggi oleh PLN. Permasalahan yang sering terjadi di adalah terjadi kebocoran body pulverizer. Kebocoran ini di sebabkan over velocity pulverizer akibat penggunaan variasi batubara. Dalam penggunaan batubara low range coal, operator harus menaikkan flow primary air untuk mencapai outlet temperatur yang sesuai. Kenaikan tersebut menyebabkan naiknya coal flow pada Mill/Pulverizer, coal flow maksimal pada pulverizer 38.5 t/h sedangkan actual operasi 43.7 t/h. Over velocity yang terjadi pada pulverizer secara tidak langsung meningkatkan laju abrasive di dalam coal pulverizer.

Dengan penerapan metode Root Cause Failure Analysis di dapat melakukan redesign inner lining body pulverizer. Redesign ini bertujuan menekan laju abrasive yang tinggi di dalam pulverizer dengan menaikkan hardness pada dinding pulverizer. Kondisi awal plate S5 222 HB atau 19 RC menjadi 625 HB atau 60 Rc. Dengan melakukan Redesign inner lining body pulverizer, maka akan membantu mengoptimalkan kehandalan pengoperasian pulverizer.

Kata kunci: Mill/Pulverizer, kebocoran body, RCFA (Root Cause Failure Analysis)

1. Pendahuluan

PLTU UBJOM Tanjung Awar-awar unit 1 memiliki kapasitas beban terpasang 350 MW dengan netto 325 MW. Dalam sistem PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap), *Mill/pulverizer* memegang peranan penting dalam pembakaran yang efisien di dalam *furnace* (ruang bakar). Apabila proses di dalam *Mill/Pulverizer* berjalan dengan baik maka batu bara yang diumpankan ke *boiler* memenuhi persyaratan untuk terjadinya *delayed combustion*. Untuk dapat terbakar sempurna di dalam *furnace*, batu bara harus memiliki waktu tinggal (*reside time*), t, dimana akan terbentuk gas yang siap terbakar dalam *furnace*.

PLTU Tanjung Awar-awar mengalami permasalahan kebocoran pada *body Mill* berulang sebanyak 12 kali Service Request dari pihak operasi untuk permintaan perbaikan kebocoran *Body Mill* kepada bidang pemeliharaan. Permasalahan kebocoran *Body Mill* menyebabkan produksi terganggu dan mendapat penurunan beban yang sudah ditentukan oleh PLN dalam kontrak kinerja perusahaan persemesternya, dengan penurunan beban yang disebabkan kebocoran *body pulverizer* akan mempengaruhi penilaian kerja unit persemester dan kerugian secara finansial.

PLTU Tanjung Awar-awar mengalami permasalahan kebocoran pada *body Mill/Pulverizer* berulang sebanyak 12 kali Service Request dari pihak operasi untuk permintaan perbaikan kebocoran *Body Mill/Pulverizer* kepada bidang pemeliharaan. Permasalahan kebocoran *Body Mill/Pulverizer* menyebabkan produksi terganggu dan mendapat penurunan beban yang sudah ditentukan oleh PLN dalam kontrak kinerja perusahaan persemesternya, dengan penurunan beban yang disebabkan kebocoran *body pulverizer* akan mempengaruhi penilaian kerja unit persemester dan kerugian secara finansial. Adapun juga kerugian non finansial yang disebabkan oleh kebocoran *body pulverizer* pada PLTU UBJOM Tanjung Awar-awar adalah potensi kebakaran pada area *pulverizer* system, karena adanya semburan serbuk batu bara dan adanya ducting hot air yang berada di sekitar area *pulverizer* system. Dan keadaan tidak aman bagi operator maupun maintenance yang bekerja pada area tersebut.

2. Metode Penelitian

Metode analisis menggunakan metode kualitatif, penelitian kualitatif menggunakan wawancara dan observasi partisipatoris sebagai instrumen pengumpulan datanya. Hal ini menjadikan data kualitatif biasanya berupa teks atau narasi tekstual, tak terkecuali riset kualitatif yang mengaplikasikan analisis wacana sebagai metodenya. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu sebagai berikut:

1. Pengumpulan data
Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengamatan dan pengambilan data dari lapangan dan wawancara dengan narasumber atau pekerja
 2. Metode analisis
Analisis dilakukan dengan menggunakan metode Root Cause Failure Analysis (RCFA)
 3. Pengujian hipotesa
Hipotesis diuji secara kuantitatif untuk membuktikan kebenarannya.
 4. Pembahasan
Pembahasan dilakukan untuk menambah kedalaman hasil analisa
- Penaarikan kesimpulan.

3. Hasil dan Analisis

3.1. Pengumpulan Data

Data operasi di ambil untuk mengetahui apakah proses operasi pada equipment yaitu *Mill/Pulverizer* sudah mengikuti standart pengoperasian menurut manual book yang ada pada perusahaan. (Persero, 2015)
Karena tuntutan BPP, maka *Mill/Pulverizer* harus mampu beroperasi dengan variasi batubara. Variasi batubara ini ada yang sesuai dengan spesifikasi *Mill/Pulverizer* dan ada yang tidak

terutama type batubara *low range coal*. Untuk proses penggunaan batubara *low range coal* harus dengan menaikkan *flow primary* untuk mencapai temperatur output yang sesuai.

Tabel 1. Spesifikasi batu bara

Suppliers	ADARO	PLN BB	BA	DGL
Kalor (kcal/kg)	4772	4233	4929	4058
C (%)	51.35	45.97	51.31	44.78
H (%)	4.61	3.74	4.45	3.7
O (%)	13.06	12.28	10.51	12.15
S (%)	0.14	0.11	0.40	0.18
N (%)	0.7	0.75	0.79	0.71
ASH (%)	1.92	2.61	4.00	3.86
TM (%)	28.22	34.55	28.56	34.61
HGI	46	54	58	58

Tabel 1 adalah nama-nama suplier dan spesifikasi batu bara yang di PLTU Tanjung Awar-awar. Dari 4 suplier batu bara yang sering digunakan adalah suplier DGL dengan batu bara *Coal Range Coal* 4058 kCal/kg, dan PLN BB dengan *Low Range Coal* 4233 kCal/kg.

Tabel 2. Spesifikasi Mill/Pulverizer

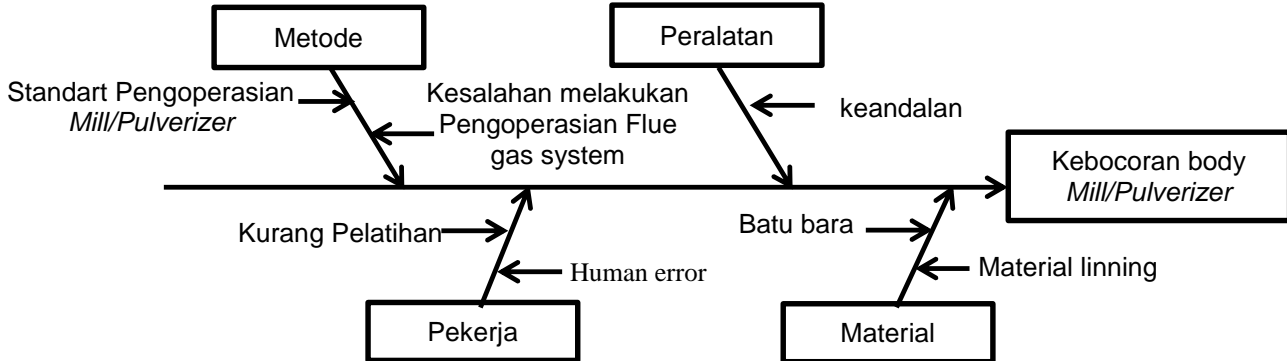
Kapasitas Pembangkit	:	2 x 350 MW
Operasi	:	2014
Boiler Manufacture	:	<i>Harbin</i>
Tipe Boiler	:	<i>Pulverizer Boiler</i>
Bahan Bakar Boiler	:	Batu Bara
Producer	:	<i>Beijing Power Equipment grup</i>
Parameter of Pulverizer		
Model	:	ZGM113N
Type of Sparator	:	<i>Static separator</i>
Loading method of grinding roller	:	<i>Hydraulic variable loading</i>
Nameplate troughput		38.5 t/h
Rotating speed	:	24.2 r/min
Oultet temperature	:	65 °C
Fineness if coal powder	:	R ₉₀ =30%
Max ventilation resistance of coal pulverizer	:	6.41 Kpa
Quantity	:	6/Boiler

Tabel 3. Data Kerusakan Body Mill

ID	Description	Status	WO	Requester	Location	Unit
24526	Mill 1C : Kebocoran primary air melalui body mill dekat hydraulic no.1	CLOSED	WO12663	19080010HFC30AJ001	R-TA10HFC03	UNIT 1 - MILL C
51991	#1 mill D terdapat kebocoran pada body mill	CLOSED	WO28417	19080010HHE22AA001	R-TA10HHE06	UNIT 1 - PNEUMATIC DISCHARGE DAMPER #2 ON COAL MILL (B) TO BUNER (B2)
63022	kebocoran batu bara pada body mill 1A dekat grinder nomer 2	CLOSED	WO38613	19080010HFC10		UNIT 1 - BUNKER FEEDER AND PULVERIZER SYSTEM - PULVERIZER EQUIPMENT (A)
63025	flm kebocoran batu bara di body mill 1A	RESOLVED		19080010HFC10AJ001	R-TA10HFC01	UNIT 1 - MILL A
63102	flm penambalan kebocoran batu bara di body mill 1A	RESOLVED		19080010HFA10		UNIT 1 - BUNKER FEEDER AND PULVERIZER SYSTEM - BUNKER (A) SYSTEM
63129	kebocoran batu bara pada body mill 1A dekat grinder nomer 2	CANCEL	WO38613	19080010HHE13AA001	R-TA10HHE03	UNIT 1 - COAL MILL (A) TO BUNER (A3) - NO. 3 PNEUMATIC DISCHARGE DAMPER
65841	Boiler #1 : Terdapat kebocoran pada body mill 1A	RESOLVED	WO38767	19080010HFG11AA101		UNIT 1 - PROPORTIONAL PRESSURE CONTROL VALVE ON HYDRAULIC MILL 1A
71619	Boiler #1 : Kebocoran di body Mill D area actuator no.2	QUEUED		19080010HFC40AJ001	R-TA10HFC04	UNIT 1 - MILL D
71644	Boiler #1 : Kebocoran batubara di body mill 1B	CLOSED		19080010HFC20AJ001	R-TA10HFC02	UNIT 1 - MILL B
71929	Boiler #1 : Kebocoran di body mill 1B (bekas welding)	QUEUED		19080010HFC20AJ001	R-TA10HFC02	UNIT 1 - MILL B
72210	Unit 2 FLM Kebocoran pada body inlet mill 2B	RESOLVED		19080020HFE40QB001		UNIT 2 - MILL AIR SYSTEM, CARRIER AIR SYSTEM - PRIMARY AIR FAN (B) - AIR FLOW CONTROL ON OUTLET
72211	Unit 2 Ada kebocoran di body inlet mill 2B	WOCREATED	WO44270	19080020HFC20AJ001	R-TA20HFC02	UNIT 2 - PULVERIZER EQUIPMENT (B) - COAL MILL
73513	Boiler#1 kebocoran batu bara body mill 1B	RESOLVED	WO45541	19080010HFG21AA101		UNIT 1 - PROPORTIONAL PRESSURE CONTROL VALVE ON HYDRAULIC MILL 1B
73544	Boiler#1 kebocoran body mill 1B	CLOSED		19080010HFG21AA101		UNIT 1 - PROPORTIONAL PRESSURE CONTROL VALVE ON HYDRAULIC MILL 1B
73897	Unit#1 Kebocoran body mill 1B 2 titik	RESOLVED	WO45832	19080010HHE24		UNIT 1 PULVERIZER COAL BIN, FORWARDING AND DISTRIBUTION - COAL MILL (B) TO BUNER (B4)
76470	Boiler #1 : Kebocoran body mill 1B	CLOSED	WO47921	19080010HHE24BR001	R-TA10HHE08	UNIT 1 - COAL MILL (B) TO BUNER (B4) -COAL PIPE TO BURNER
76475	FLM BOILER #1 Penambalan kebocoran body mill 1B	RESOLVED		19080010HHE22BP001	R-TA10HHE06	UNIT 1 - COAL MILL (B) TO BUNER (B2) - ORIFICE ON COAL PIPE TO BURNER
76590	flm penambalan kebocoran batu bara di body mill 1B	CLOSED		19080010HFA20		UNIT 1 - BUNKER FEEDER AND PULVERIZER SYSTEM - BUNKER (B) SYSTEM

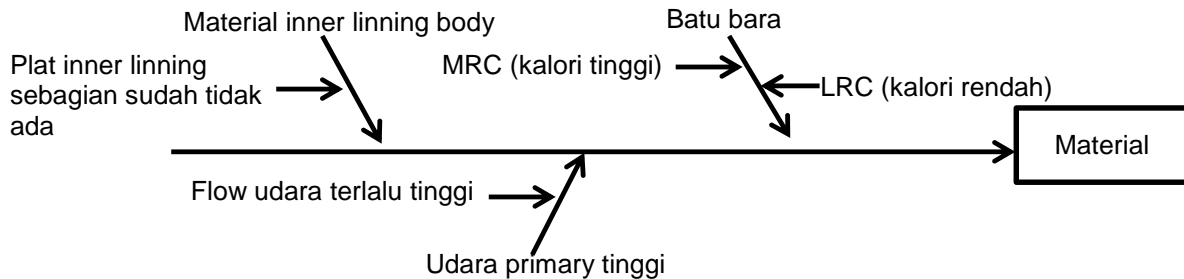
3.2. Analisa dan Interpretasi

3.2.1 Analisa Menggunakan Metode Root Cause Failure Analysis (RCFA)



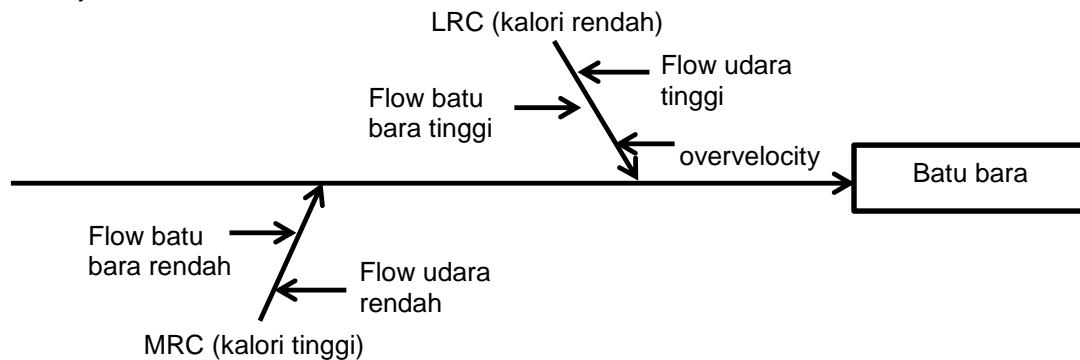
Gambar 1. Diagram Tulang ikan kebocoran body Mill/Pulverizer

Berdasarkan diagram tulang ikan di atas, menunjukkan faktor penyebab terjadinya kebocoran pada body Mill/Pulverizer yang disebabkan oleh faktor material. Untuk membuktikan bahwa kebocoran pipa boiler karena *over velocity* pada material lining body Mill/Pulverizer, maka dibutuhkan analisis lebih lanjut. Berikut analisis menggunakan tulang ikan:



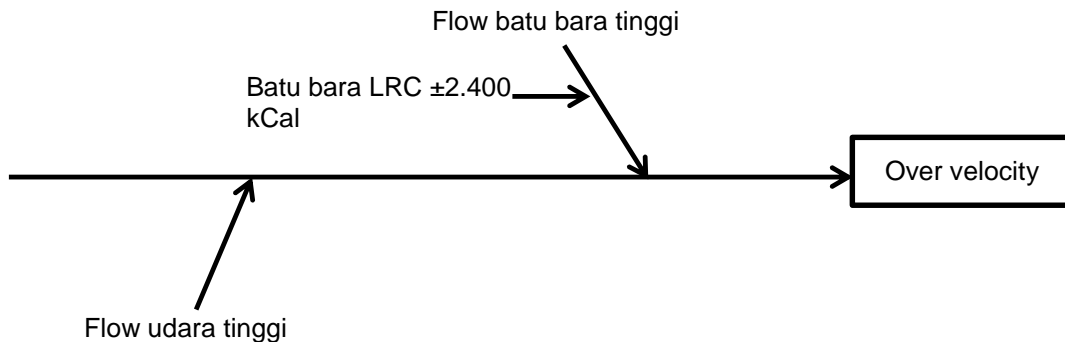
Gambar 2. Diagram Tulang ikan material

Berdasarkan diagram tulang ikan diatas, penyebab terjadinya faktor material pada body Mill/Pulverizer, body mill di lindungi dengan plate Inner Lining untuk mencegah kebocoran keluar menembus body, karena flow batu bara yang masuk kedalam mill maka akan dilakukan alaisa lebih lanjut.



Gambar 3. Diagram Tulang ikan batu bara

Pada gambar 3 diagram tulang ikan batu bara, faktor pakar penyebab kegagalan Mill/Pulverizer yaitu pada material batu bara, pada PT.PJB UBJOM Tanjung Awar-awar memakai batu bara jenis LRC (kalori rendah) dengan ± 4.200 kCal yang menyebabkan batu bara cepat terbakar, treatment di dalam Mill/Pulverizer disesuaikan dengan jenis batu baranya. Untuk jenis LRC karena mudah terbakar flow udara pengangkut atau udara transport semakin tinggi, yang menyebabkan percepatan laju di dalam Mill/Pulverizer. Maka dari pada mudah terjadi kerusakan, pada Mill/Pulverizer PT.PJB UBJOM Tanjung Awar-awar memiliki desain memakai batu bara jenis MRC (kalori tinggi) dengan ±4.600 kCal. Dari sini sudah diketahui pemermasalahn yang menyebabkan kerusakan atau kebocoran pada body Mill/Pulverizer.



Gambar 4. Diagram Tulang ikan over velocity

Over velocity atau percepatan laju alir pada Mill/Pulverizer di sebabkan oleh pengaruh batu bara dan flow udara yang tinggi.

3.2.2 Perhitungan Velocity Vane Wheel Standart

Perhitungan velocity digunakan untu data perbandingan velocity antara batu bara dengan flow standart. Dengan data perbandingan pemakaian batu bara dan flow batu bara dapat di hitung velocity dengan flow minimum manufacture adalah sebesar 38 m/s

a. Data Manual Book minimum flow standart

Tabel 4. Data manual book minimum flow

Manual Book		
ID Coal Pipe	510 mm	0,51 m
Area	0,204179 m ²	
Total Area 4 Coal Pipe	0,816714	
1 Foot	0,3048 m	
Velocity minimal	6500 fpm	33,02 m/s
Flow	26,9679 m ³ /s	

MOT	290 °C	554 °F
1 lb	0,453592 kg	
Asumsi Pressure Static = 1" w.c dan Pressure Ambient 29.92 Hg		
Densitas	0,039298 lbs/ft ³	0,629486 kg/m ³
Flow	16,97591 kg/s	61,11328 ton/h

b. Luas velocity vane wheel

• Mass Flow Rate

Q	= 80 ton/h	22kg/s
Density udara (rho)	= 29°C	563°k
(rho)	= 0,6294859 kg/m ³	
Volume rate	= 0,026298 kg/m ³	

• Luas Velocity Vane Wheel

Dia vane wheel luar	= 3300 mm	3,3 m
R	= 1650 mm	1,65 m
Dia Vane wheel dalam	= 3100 mm	3,1 m
	= 1550 mm	1,55 m

$$\text{Luas A} = \text{Luas 1} - \text{Luas 2}$$

$$\text{Luas 1} = R^2 = 1,65 \times 1,65 = 2,7225 \quad \text{Phi } 3,14$$

$$= 2,7225 \times 3,14 = 8,54865 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas 2} = R^2 = 1,55 \times 1,55 = 2,4025 \quad \text{PHI } 3,14$$

$$= 2,4025 \times 3,14 = 7,54385 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas A1} = 8,54865 - 7,54385 = 1,0048 \text{ m}^2$$

$$Q = V \times A$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{22}{1,0048} = 22,1161 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot \text{s}$$

$$\text{Velocity (v x rho)} = 22,1161 \times 0,6294859 = 35,133535 \text{ m/s}$$

3.2.3 Perhitungan Velocity Vane Wheel Batu Bara LRC

a. Data Perhitungan minimum flow batu bara LRC

Tabel 5. Data manual book minimum flow

Manual Book		
ID Coal Pipe	510 mm	0,51 m
Area	0,204179 m ²	
Total Area 4 Coal Pipe	0,816714	
1 Foot	0,3048 m	
Velocity minimal	3300 fpm	16,76m/s
Flow	13,69139 m ³ /s	
MOT	290 °C	554 °F
1 lb	0,453592 kg	
Asumsi Pressure Static = 1" w.c dan Pressure Ambient 29.92 Hg		
Densitas	0,039298 lbs/ft ³	0,629486 kg/m ³
Flow	8,618539 kg/s	31,02674 ton/h

b. Luas velocity Vane Wheel

• Mass Flow Rate

Q	= 88 ton/h	24 kg/s
Density udara (rho)	= 29°C	563°k
(rho)	= 0,6294859 kg/m ³	
Volume rate	= 0,026298 kg/m ³	

• Luas velocity vane wheel

Dia vane wheel luar	= 3300 mm	3,3 m
R	= 1650 mm	1,65 m
Dia Vane wheel dalam	= 3100 mm	3,1 m
	= 1550 mm	1,55 m

$$\text{Luas A} = \text{Luas 1} - \text{Luas 2}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas 1} &= R_2 = 1,65 \times 1,65 = 2,7225 && \text{Phi } 3,14 \\
 &= 2.7225 \times 3.14 = 8,54865 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas 2} &= R_2 = 1,55 \times 1,55 = 2,4025 && \text{PHI } 3,14 \\
 &= 2,4025 \times 3.14 = 7,54385 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas A1} &= 8,54865 - 7,54385 = 1,0048 \text{ m}^2 \\
 Q = V \times A & && \\
 V &= \frac{24}{1,0048} = 24,3277 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot \text{s} \\
 \text{Velocity (v x rho)} &= 24,3277 \times 0,6294859 = 38,646888 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

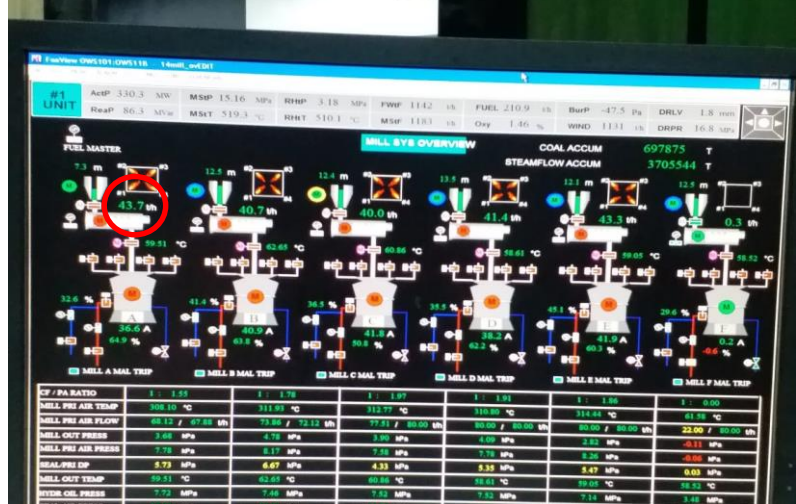
Dengan perhitungan diatas dapat disimpulkan maksimal flow menggunakan batu bara rendah kalori (LRC) dengan rata-rata 2.400 kCal/kg yaitu sebesar 38,646888 m/s. data diatas sebagai landasan flow maksimal pengoperasian *Mill/Pulverizer* karena tidak memungkinkan menggunakan batu bara MRC karena harga dan stock batu bara MRC di indonesia sedikit, selain itu dari kontrak kinerja dengan PLN adalah beroperasi dengan beban penuh dengan biaya pokok produksi yang rendah. Perbandingan velocity antara batu bara MRC dan LRC sebesar 3 m/s. Sedangkan menurut manual book dari manufacture disebutkan bahwa peralatan *Mill/Pulverizer* menggunakan batu bara dengan ± 4.600 kCal yaitu batu bara MRC.

Permasalahan yang terjadi pada PLTU UBJOM Tanjung Awar-awar pada tahun 2018 adalah sering mengalami *breakdown coal pulverizer*. Breakdown ini disebabkan karena kebocoran *body Mill/Pulverizer* yang di akibatkan terjadinya *overvelocity* pada *vanewheel*. *Over velocity* ini di sebabkan karena pengoperasian *pulverizer* melebihi *standart coal flow* pada *manual book* 38.5 t/h dalam proses penggilingan batubara *low range coal*. Di dalam *Mill/Pulverizer* sudah terdapat anti *abrasive lining*, tetapi masih di rasa kurang sesuai dengan system pengoperasian di PLTU Tanjung Awar-awar. Material *inner lining eksisting* menggunakan *plate steel S5 standart ASTM A 516* dengan ketebalan 5 mm. Perbaikan sementara yang dilakukan adalah dengan melakukan penambalan menggunakan plat *carbon steel* ketebalan 10 mm. Tetapi hal tersebut di nilai belum efektif karena plat baja karbon hanya mampu bertahan selama 1 Bulan.

Berdasar RCFA (*Root Cause Failure Analysis*), maka kemungkinan penyebab terjadinya kebocoran *body pulverizer* adalah sebagaimana diagram akar pohon Analisis Kemungkinan Penyebab :

- Parameter operasi *pulverizer manufacture* tidak sesuai dengan aktual operasi Pada *manual book* operasi *pulverizer system* di jelaskan bahwa *coal flow* untuk setiap *pulverizer* maksimal 38.5 t/h batubara *full MRC*, tetapi untuk actual operasi sebesar 43,7 t/h batubara *full LRC*. Tentu saja hal ini berdampak pada laju *abrasive inner lining* yang lebih cepat di dibandingkan parameter di *manual book*.
- Berdasarkan hasil analisa di lapangan maupun dengan perhitungan, di peroleh kemungkinan besar penyebab kerusakan kebocoran pada *Body Mill/Pulverizer* adalah yang pertama sistem operasi yang tidak sesuai standart manufacture salah satunya yaitu pada pengaturan flow batu bara sebesar 43.7 t/h lebih besar 5.2 t/h dari prosedur operasi yang sudah ditentukan oleh manufactur yaitu sebesar 38,5 t/h. Di sini terjadi percepatan laju batu bara yang menyebabkan *body Mill/Pulverizer* menjadi cepat terkikis dan menyebabkan timbulnya defect pada peralatan dan menghilangkan atau menggagalkan fungsi dari peralatan itu yaitu tidak beroperasinya *Mill/Pulverizer*.
- Dengan perbandingan standart manual laju velocity dengan laju *velocity* batu bara Low Range Coal sudah melebihi batas, yang menyebabkan kerusakan *body Mill/Pulverizer* yang terus terjadi dengan durasi kerusakan antara 14 hari dengan titik kerusakan yang berbeda, dengan laju velocity Batu Bara LRC sebesar 38,62 m/s material *body Mill/Pulverizer* tidak sanggup menahan laju keausan yang besar dan melebihi standart yang sudah di tentukan oleh manufactur.

Tabel 6. perbandingan manufacture dan actual operasi

Manual book	Keterangan																																	
<p>1.2.2 Technical data of ZGM113N mill</p> <table border="1"> <tr><td>Nameplate Throughput</td><td>38.5</td><td>t/h</td></tr> <tr><td>Rate power of mill</td><td>512</td><td>kW</td></tr> <tr><td>Rate power of motor</td><td>560</td><td>kW</td></tr> <tr><td>Voltage of motor</td><td>6000</td><td>V</td></tr> <tr><td>Rated speed of the motor</td><td>990</td><td>r/min</td></tr> <tr><td>Direction of rotation of the motor</td><td>Counter-clockwise (front view)</td><td></td></tr> <tr><td>Rated speed of the mill</td><td>24.2</td><td>r/min</td></tr> <tr><td>Direction of rotation of the mill</td><td>Clockwise (vertical view)</td><td></td></tr> <tr><td>Windage</td><td>≤6410</td><td>Pa</td></tr> <tr><td>Primary air flow upstream of mill</td><td>22.19</td><td>kg/s</td></tr> <tr><td>Power consumption of coal</td><td>6~10</td><td>kW · h/t (mill 1)</td></tr> </table>	Nameplate Throughput	38.5	t/h	Rate power of mill	512	kW	Rate power of motor	560	kW	Voltage of motor	6000	V	Rated speed of the motor	990	r/min	Direction of rotation of the motor	Counter-clockwise (front view)		Rated speed of the mill	24.2	r/min	Direction of rotation of the mill	Clockwise (vertical view)		Windage	≤6410	Pa	Primary air flow upstream of mill	22.19	kg/s	Power consumption of coal	6~10	kW · h/t (mill 1)	<p>Coal flow normal manual book adalah 38,5 t/h</p>
Nameplate Throughput	38.5	t/h																																
Rate power of mill	512	kW																																
Rate power of motor	560	kW																																
Voltage of motor	6000	V																																
Rated speed of the motor	990	r/min																																
Direction of rotation of the motor	Counter-clockwise (front view)																																	
Rated speed of the mill	24.2	r/min																																
Direction of rotation of the mill	Clockwise (vertical view)																																	
Windage	≤6410	Pa																																
Primary air flow upstream of mill	22.19	kg/s																																
Power consumption of coal	6~10	kW · h/t (mill 1)																																
Actual Operasi																																		
	<p>Actual operasi menunjukkan coal flow paling besar 43.7 di Mill/Pulverizer A</p>																																	

3.3.1 Pengecekan Secara Visual

Berdasarkan hasil inspeksi visual terlihat lubang pada body tepat pada bagian vane wheel. Kerusakan body pada satu titik bagian terdapat beberapa lubang. Kerusakan seperti ini menjadi salah satu ciri terjadinya kegagalan pada perataan berupa kerusakan body Mill/Pulverizer. Selain itu ditemukan penipisan material body dan crack pada sambungan lining body.

3.3.2 Pengecekan Hardness Material

Saat dilakukan inspeksi, diketahui kondisi inner lining body Mill/Pulverizer sudah mulai aus. Keausan ini dapat disebabkan karena Hardness dari plate inner lining existing tidak memiliki ketahanan terhadap abrasive batubara. Indikasi material inner setelah dilakukan pengujian material menggunakan plate steel S5 Standart ASTM A 516, dengan actual thickness ± 5 mm. Hardness inner plate existing 222 HB atau 19 Rc,

3.3.3 Pembuktian Hipotesa

Hasil pembuktian hipotesa pertama menunjukkan hasil dari perhitungan laju velocity lining body Mill/Pulverizer di dapat angka sebesar 38.62 m/s lebih besar 3.62 m/s dari standar manual book yang diberikan pihak manufacture yaitu sebesar 35.00 m/s. Dan sistem operasi yang tidak sesuai standart manufacture salah satunya yaitu pada pengaturan flow batu bara sebesar 43.7 t/h lebih besar 5.2 t/h dari prosedur operasi yang sudah ditentukan oleh manufacture yaitu sebesar 38.5 t/h. Di sini terjadi percepatan laju batu bara yang menyebabkan body Mill/Pulverizer menjadi cepat terkikis dan menyebabkan timbulnya defect pada peralatan dan menghilangkan atau menggagalkan fungsi dari peralatan itu yaitu tidak beroperasinya Mill/Pulverizer.

Yang kedua yaitu kebocoran body juga disebabkan karena Hardness dari plate inner lining existing tidak memiliki ketahanan terhadap abrasive batubara. Indikasi material inner

setelah dilakukan pengujian material menggunakan *plate steel S5 Standart ASTM A 516*, dengan actual *thickness* ± 5 mm. *Hardness linner plate exsisting 222 HB* atau *19 Rc*, yang tidak bisa menahan laju velocity yang sanagat besar.

Dari analisa kerusakan *Body Mill/Pulverizer* diatas untuk mengurangi kerusakan kebocoran *Body Mill* perlu dilakukan tindakan *Corrective Maintenance* untuk mencegah kerusakan yang berualang pada Mill. Usulan perbaikan sangat diperlukan untuk mengurangi kerusakan yang terjadi, yaitu dengan penggantian dan *upgrade Linning Body Mill/Pulverizer* yang tahan terhadap laju velocity yang terdapat pada mill. Material *linning* lama bisa menjadi referensi pemilihan material pengganti *Linning Body*

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

1. Kerusakan body Mill/Pulverizer disebabkan karena jenis material dan hardness yang digunakan sebagai *linning body* tidak sesuai fungsi untuk pelindung menggunakan maerial body. *steel S5 Standart ASTM A 516*, dengan actual *thickness* ± 5 mm. *Hardness linner plate exsisting 222 HB* atau *19 Rc*, yang tidak bisa menahan laju velocity yang sangat besar
2. Pengaruh system operasi yang tidak sesuai manual book dari manufacturing juga menyebabkan kerusakan kebocoran body Mill/Pulverizer PLTU Tanjung Awar-awar, pada pengaturan flow batu bara sebesar 43.7 t/h lebih besar 5.2 t/h dari prosedur operasi yang sudah ditentukan oleh manufaktur yaitu sebesar 38.5 t/h.
3. Kerusakan body Mill/Pulverizer disebabkan spesifikasi batu bara yang digunakan dibawah standar manufacture

4.2 Saran

Berdasarkan hasil temuan daam peneitian ini, maka dapat diajukan beberapa saran atau masukan sebagai berikut:

Adapun saran yang diberikan pada tugas akhir ini adalah untuk manajemen pemeliharaan (*outage*) pada sistem sebaiknya dilakukan penggantian *linning body* pada Mill/Pulverizer dengan bahan yang lebih baik dari *linning body* standart manufacture agar Mill/Pulverizer tidak mengalami kegagalan yang sama dan bekerja dengan baik sesuai fungsinya dan tidak membahayan perja dan lingkungan sekitar maupun peralatan sekitar. Dan hasil dari RCFA lebih diperhatikan sebagai evaluasi kerusakan dan implementasi rekomendasi dilaksanakan dengan baik.

Dan pemilihan batu bara seharusnya dikomunikasikan kepada pihak perusahaan untuk menentukan batu bara apa yang akan digunakan oleh PT.PJB UBJOM Tanjung Awar-awar.

Daftar pustaka

- Apriani, M., Rezeki, A., & Nugroho, A. (2016). Analisa Resiko Kegagalan Dan Basic Cause Kebocoran Pipa Tanki Penyimpanan Amonia. *Jurnal Purifikasi, Vol.16 No.2*, 107.
- Crow, C. T., Elger, D. F., Williams, C. B., & Roberson, A. J. (2009). *Engginering Fluid Mechanics*. United States of America: Services,Inc.
- Hanif, R. Y., Rukmi, H. S., & Susanty, S. (2015). Perbaikan Kualitas Produk Keraton Luxury Di PT. X Dengan Menggunakan Metode Failre Mode and Efecct Analysis (FMEA) DAN Fault Tree Analysis (FTA). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 137.
- Mobley, R. K. (1999). *Root Cause Failure Analysis*. Butterworth-Heinemann.
- Ngadiyono, Y. (2010). *Pemeliharaan Mekanik Industri*. Yogyakarta.
- Nurfarhan , P., Deby, M., & Ridwan, E. (2019). Analisa Kegagalan Combustion Chamber Aeroderivative Gas Turbine Dengan Metode FMEA Dab RCFA. *Proseding Semnas Mesin PNJ*, 1108.
- Nurfarhan , P., Deby, M., & Ridwan, E. (2019). Analisa Kegagalan Combustion Chamber Aeroderivative Gas Turbine Dengan Metode FMEA Dab RCFA. *Proseding Semnas Mesin PNJ*, (p. 1108).

- Nurhadi, I., Ardi, H., Ramelan, A., & Setiawan, H. (2008). Kajian Tentang Kemungkinan Penggunaan Keyless Joint Untuk Menghubungkan Poros Dengan Impeler Pompa Sentrifugal. *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin VII*, 1-2.
- Pasymi. (2008). *Batu Bara (Jilid 1)*. Bung Hatta University Press.
- Persero, P. P. (2015). *Indonesia PLTU 3 Jawa Timur Tanjung Awar-awar 2x350MW Power Plant Manual Book*. China: China National Electric Engineering Co.Ltd.
- Pradana, R. K., & Dwiyantri, E. (2013). Analisa Risiko Hydrogen Recovery Unit HSU Dan Prioritas Risiko Kegagalan Komponen Pipa Gas Hidrogen Di PT.Petrokimia. *The Indonesia Journal of Occupational Safety and Health*, vol. 2, No. 1, 10.
- Wahjudi, D., Tjitro, S., & Soeyono, R. (2009). Studi Kasus Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Melalui Implementasi Total Production Maintenance (TPM). *Seminar Nasional Teknik Mesin IV*.

Analisa Kebocoran Pada Body Mill / Pulverizer Menggunakan Metoda Root Cause Failure Analysis (Rcfa)

ANALISA KEBOCORAN PADA
BODY MILL / PULVERIZER
MENGUNAKAN METODA
ROOT CAUSE FAILURE
ANALYSIS (RCFA) (Studi Kasus
di PT. PJB PLTU UBJOM
Tanjung Awar-awar)

by Bagus Tri

Submission date: 18-Mar-2021 08:58PM (UTC-0700)

Submission ID: 1536761468

File name: Paper_aiej_Irwan_-_Bagus.docx (855.41K)

Word count: 3108

Character count: 18086

ANALISA KEBOCORAN PADA BODY MILL / PULVERIZER MENGGUNAKAN METODA ROOT CAUSE FAILURE ANALYSIS (RCFA)

(Studi Kasus di PT. PJB PLTU UBJOM Tanjung Awar-awar)

¹Irwan Sukendar,²Akhmad Syakhroni,³Bagus Tri Prasetyo

Jurusan Teknik Fakultas Teknologi Industri Universitas Sultan Agung Semarang

irwan@unissula.ac.id

bagustripras@gmail.com

Abstract

PT PJB UBJOM PLTU Tanjung Awar-awar unit 1 total power capacity of 350 MW. After the combustion tuning program was carried out in February 2017, PLTU Tanjung Awar-awar could increase the efficiency of the highest equipment in the Java-Bali generating system and get the highest merit order by PLN. The problem that occurs leakage of the pulverizer body. This leakage was caused by the over velocity of the pulverizer due to the use of a variety of coal. In the use of low range coal, the operator must increase the primary flow of water to reach the appropriate outlet temperature. This increase caused an increase in coal flow at the Mill / Pulverizer, maximum coal flow at the pulverizer was 38.5 t / h while the actual operation was 43.7 t / h. Over velocity that occurs in the pulverizer indirectly increases the rate of abrasives in the coal pulverizer.

Application of the Root Cause Failure Analysis method, it is possible to redesign the inner lining body pulverizer. This redesign aims to reduce the high abrasive rate in the pulverizer by increasing the hardness of the pulverizer walls. Initial condition of S5 222 HB or 19 RC plate becomes 625 HB or 60 Rc. By redesigning the inner lining of the pulverizer body, it will help optimize the reliability of pulverizer operation.

Keywords: Mill / Pulverizer, body leakage, RCFA (Root Cause Failure Analysis)

Abstrak

PT PJB UBJOM PLTU Tanjung Awar-awar unit 1 dengan kapasitas total daya 350 MW. Setelah dilakukan program combustion tuning di bulan februari 2017, PLTU tanjung awar-awar dapat meningkatkan efisiensi peralatan tertinggi pada sistem pembangkit jawa-bali dan mendapatkan merit order tertinggi oleh PLN. Permasalahan yang sering terjadi di adalah terjadi kebocoran body pulverizer. Kebocoran ini di sebabkan over velocity pulverizer akibat penggunaan variasi batubara. Dalam penggunaan batubara low range coal, operator harus menaikkan flow primary air untuk mencapai outlet temperatur yang sesuai. Kenaikan tersebut menyebabkan naiknya coal flow pada Mill/Pulverizer, coal flow maksimal pada pulverizer 38.5 t/h sedangkan actual operasi 43.7 t/h. Over velocity yang terjadi pada pulverizer secara tidak langsung meningkatkan laju abrasive di dalam coal pulverizer.

Dengan penerapan metode Root Cause Failure Analysis di dapat melakukan redesign inner lining body pulverizer. Redesign ini bertujuan menekan laju abrasive yang tinggi di dalam pulverizer dengan menaikkan hardness pada dinding pulverizer. Kondisi awal plate S5 222 HB atau 19 RC menjadi 625 HB atau 60 Rc. Dengan melakukan Redesign inner lining body pulverizer, maka akan membantu mengoptimalkan kehandalan pengoperasian pulverizer.

Kata kunci: Mill/Pulverizer, kebocoran body, RCFA (Root Cause Failure Analysis)

1. Pendahuluan

PLTU UBJOM Tanjung Awar-awar unit 1 memiliki kapasitas beban terpasang 350 MW dengan netto 325 MW. Dalam sistem PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap), Mill/pulverizer memegang peranan penting dalam pembakaran yang efisien di dalam furnace (ruang bakar). Apabila proses di dalam Mill/Pulverizer berjalan dengan baik maka batu bara yang diumpangkan ke boiler memenuhi persyaratan untuk terjadinya *delayed combustion*. Untuk dapat terbakar sempurna di dalam furnace, batu bara harus memiliki waktu tinggal (*residence time*), t, dimana akan terbentuk gas yang siap terbakar dalam furnace.

PLTU Tanjung Awar-awar mengalami permasalahan kebocoran pada body Mill berulang sebanyak 12 kali Service Request dari pihak operasi untuk permintaan perbaikan kebocoran Body Mill kepada bidang pemeliharaan. Permasalahan kebocoran Body Mill menyebabkan produksi terganggu dan mendapat penurunan beban yang sudah ditentukan oleh PLN dalam kontrak kinerja perusahaan persemesternya, dengan penurunan beban yang disebabkan kebocoran body pulverizer akan mempengaruhi penilaian kerja unit persemester dan kerugian secara finansial.

PLTU Tanjung Awar-awar mengalami permasalahan kebocoran pada body Mill/Pulverizer berulang sebanyak 12 kali Service Request dari pihak operasi untuk permintaan perbaikan kebocoran Body Mill/Pulverizer kepada bidang pemeliharaan. Permasalahan kebocoran Body Mill/Pulverizer menyebabkan produksi terganggu dan mendapat penurunan beban yang sudah ditentukan oleh PLN dalam kontrak kinerja perusahaan persemesternya, dengan penurunan beban yang disebabkan kebocoran body pulverizer akan mempengaruhi penilaian kerja unit persemester dan kerugian secara finansial. Adapun juga kerugian non finansial yang disebabkan oleh kebocoran body pulverizer pada PLTU UBJOM Tanjung Awar-awar adalah potensi kebakaran pada area pulverizer system, karena adanya semburan serbuk batu bara dan adanya ducting hot air yang berada di sekitar area pulverizer system. Dan keadaan tidak aman bagi operator maupun maintenance yang bekerja pada area tersebut.

2. Metode Penelitian

Metode analisis menggunakan metode kualitatif, penelitian kualitatif menggunakan wawancara dan observasi partisipatoris sebagai instrumen pengumpulan datanya. Hal ini menjadikan data kualitatif biasanya berupa teks atau narasi tekstual, tak terkecuali riset kualitatif yang mengaplikasikan analisis wacana sebagai metoda penelitiannya. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu sebagai berikut:

1. Pengumpulan data
Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengamatan dan pengambilan data dari lapangan dan wawancara dengan narasumber atau pekerja
2. Metode analisis
Analisis dilakukan dengan menggunakan metoda Root Cause Failure Analysis (RCFA)
3. Pengujian hipotesa
Hipotesis diuji secara kuantitatif untuk membuktikan kebenarannya.
4. Pembahasan
Pembahasan dilakukan untuk menambah kedalaman hasil analisa

Penaarikan kesimpulan.

3. Hasil dan Analisis

3.1. Pengumpulan Data

Data operasi di ambil untuk mengetahui apakah proses operasi pada equipment yaitu Mill/Pulverizer sudah mengikuti standart pengoperasian menurut manual book yang ada pada perusahaan. (Persero, 2015)

Karena tuntutan BPP, maka *Mill/Pulverizer* harus mampu beroperasi dengan variasi batubara. Variasi batubara ini ada yang sesuai dengan spesifikasi *Mill/Pulverizer* dan ada yang tidak terutama type batubara *low range coal*. Untuk proses penggunaan batubara *low range coal* harus dengan menaikkan *flow primary* untuk mencapai temperatur output yang sesuai.

Tabel 1. Spesifikasi batu bara

Suppliers	ADARO	PLN BB	BA	DGL
Kalor (kcal/kg)	4772	4233	4929	4058
C (%)	51.35	45.97	51.31	44.78
H (%)	4.61	3.74	4.45	3.7
O (%)	13.06	12.28	10.51	12.15
S (%)	0.14	0.11	0.40	0.18
N (%)	0.7	0.75	0.79	0.71
ASH (%)	1.92	2.61	4.00	3.86
TM (%)	28.22	34.55	28.56	34.61
HGI	46	54	58	58

Tabel 1 adalah nama-nama suplier dan spesifikasi batu bara yang di PLTU Tanjung Awar-awar. Dari 4 suplier batu bara yang sering digunakan adalah suplier DGL dengan batu bara *Coal Range Coal* 4058 kCal/kg, dan PLN BB dengan *Low Range Coal* 4233 kCal/kg.

Tabel 2. Spesifikasi Mill/Pulverizer

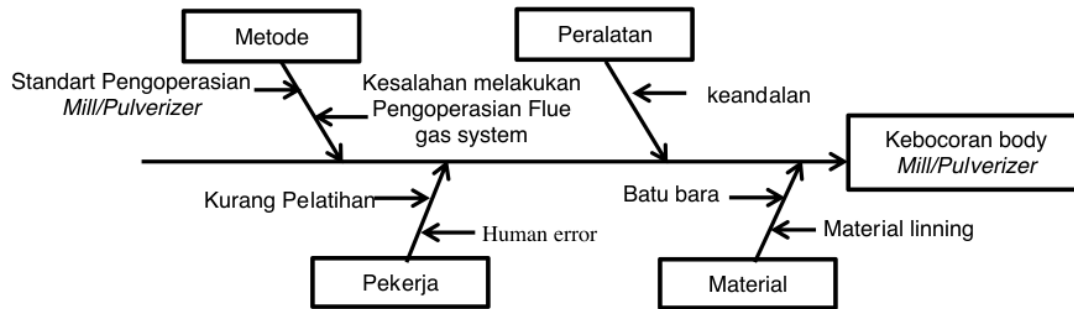
Kapasitas Pembangkit	:	2 x 350 MW
Operasi	:	2014
Boiler Manufacture	:	Harbin
Tipe Boiler	:	Pulverizer Boiler
Bahan Bakar Boiler	:	Batu Bara
Producer	:	Beijing Power Equipment grup
Parameter of Pulverizer		
Model	:	ZGM113N
Type of Sparator	:	Static separator
Loading method of grinding roller	:	Hydraulic variable loading
Nameplate troughput	:	38.5 t/h
Rotating speed	:	24.2 r/min
Oultet temperature	:	65 °C
Fineness if coal powder	:	R ₉₀ =30%
Max ventilation resistance of coal pulverizer	:	6.41 Kpa
Quantity	:	6/Boiler

Tabel 3. Data Kerusakan Body Mill

No	Detail	Status	WO	Requester	Requester	Requester
24526	Mill #C : Kebocoran primary air melalui body mill dekat hydraulic no.1	CLOSED	WO12863	19080010HFC30AJ001	R-TA10HFC03	UNIT 1 - MILL C
21931	#1 mill D terdapat kebocoran pada body mill	CLOSED	WO28417	19080010HHE22AA001	R-TA10HHE06	UNIT 1 - PNEUMATIC DISCHARGE DAMPER #2 ON COAL MILL (B) TO BUNER (B2)
23022	kebocoran batu bara pada body mill 1A dekat grinder nomer 2	CLOSED	WO30613	19080010HFC10		UNIT 1 - BUNKER FEEDER AND PULVERIZER SYSTEM - PULVERIZER EQUIPMENT (A)
23026	flm kebocoran batu bara di body mill 1A	RESOLVED		19080010HFC10AJ001	R-TA10HFC01	UNIT 1 - MILL A
23102	flm penambahan kebocoran batu bara di body mill 1A	RESOLVED		19080010HFA10		UNIT 1 - BUNKER FEEDER AND PULVERIZER SYSTEM - BUNKER (A) SYSTEM
23129	kebocoran batu bara pada body mill 1A dekat grinder nomer 2	CANCEL	WO36613	19080010HHE13AA001	R-TA10HHE03	UNIT 1 - COAL MILL (A) TO BUNER (A3) - NO. 3 PNEUMATIC DISCHARGE DAMPER
25641	Boiler #1 : Terdapat kebocoran pada body mill 1A	RESOLVED	WO38787	19080010HFG11AA101		UNIT 1 - PROPORTIONAL PRESSURE CONTROL VALVE ON HYDRAULIC MILL 1A
71519	Boiler #1 : Kebocoran di body Mill D area actuator no 2	QUEUED		19080010HFC45AJ001	R-TA10HFC04	UNIT 1 - MILL D
71844	Boiler#1 : Kebocoran batubara di body mill 1B	CLOSED		19080010HFC20AJ001	R-TA10HFC02	UNIT 1 - MILL B
71929	Boiler #1 : Kebocoran di body mill 1B (sekitar welding)	QUEUED		19080010HFC20AJ001	R-TA10HFC02	UNIT 1 - MILL B
72210	Unit 2 FLM Kebocoran pada body inlet mill 2B	RESOLVED		19080020HFE40QB001		UNIT 2 - MILL AIR SYSTEM, CARRIER AIR SYSTEM - PRIMARY AIR FAN (B) - AIR FLOW CONTROL ON OUTLET
72211	Unit 2 Ada kebocoran di body inlet mill 2B	WCREATED	WO44270	19080020HFC20AJ001	R-TA20HFC02	UNIT 2 - PULVERIZER EQUIPMENT (B) - COAL MILL
73513	Boiler#1 kebocoran batu bara body mill 1B	RESOLVED	WO45541	19080010HFG21AA101		UNIT 1 - PROPORTIONAL PRESSURE CONTROL VALVE ON HYDRAULIC MILL 1B
73544	Boiler#1 kebocoran body mill 1B	CLOSED		19080010HFG21AA101		UNIT 1 - PROPORTIONAL PRESSURE CONTROL VALVE ON HYDRAULIC MILL 1B
73837	Unit#1 Kebocoran body mill 2 sisi	RESOLVED	WO45832	19080010HHE24		UNIT 1 PULVERIZER COAL BIN, FORWARDING AND DISTRIBUTION - COAL MILL (B) TO BUNER (B4)
75470	Boiler #1 : Kebocoran body mill 1B	CLOSED	WO47921	19080010HHE24BR001	R-TA10HHE08	UNIT 1 - COAL MILL (B) TO BUNER (B4) - COAL PIPE TO BURNER
75472	FLM BOILER #1 Penambahan kebocoran body mill 1B	RESOLVED		19080010HHE22BP001	R-TA10HHE06	UNIT 1 - COAL MILL (B) TO BUNER (B2) - ORIFICE ON COAL PIPE TO BURNER
75530	flm penambahan kebocoran batu bara di body mill 1B	CLOSED		19080010HFA20		UNIT 1 - BUNKER FEEDER AND PULVERIZER SYSTEM - BUNKER (B) SYSTEM

3.2. Analisa dan Interpretasi

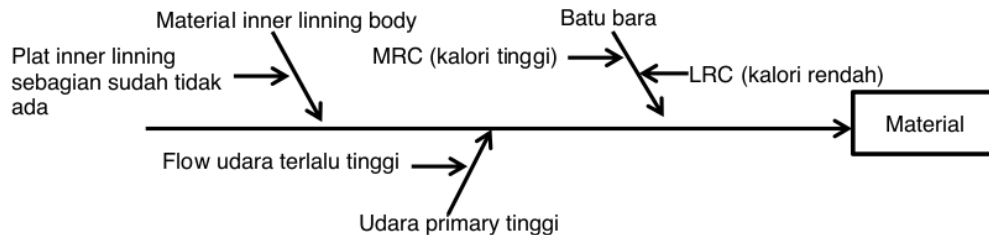
3.2.1 Analisa Menggunakan Metode Root Cause Failure Analysis (RCFA)



Gambar 1. Diagram Tulang ikan kebocoran body Mill/Pulverizer

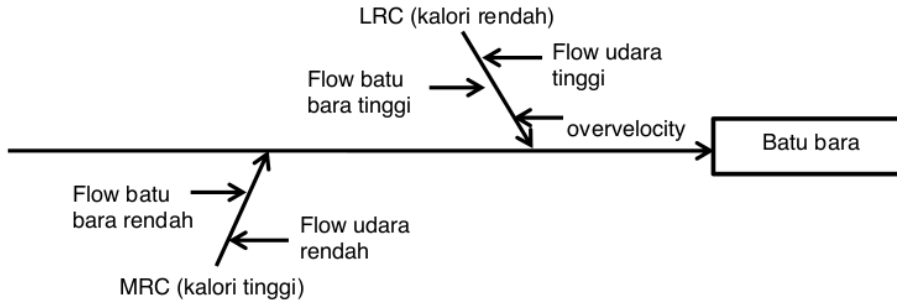
16

Berdasarkan diagram tulang ikan di atas, menunjukkan faktor penyebab terjadinya kebocoran pada body Mill/Pulverizer yang disebabkan oleh faktor material. Untuk membuktikan bahwa kebocoran pipa boiler karena over velocity pada material lining body Mill/Pulverizer, maka dibutuhkan analisis lebih lanjut. Berikut analisis menggunakan tulang ikan:



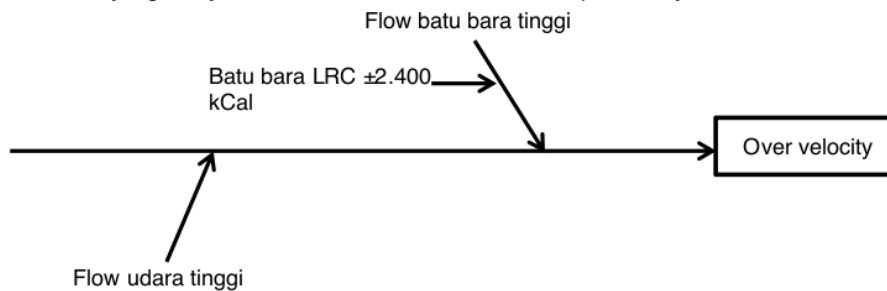
Gambar 2. Diagram Tulang ikan material

Berdasarkan diagram tulang ikan diatas, penyebab terjadinya faktor material pada body *Mill/Pulverizer*, body mill di lindungi dengan plate Inner Lining untuk mencegah kebocoran keluar menembus body, karena flow batu bara yang masuk kedalam mill maka akan dilakukan alaisa lebih lanjut.



Gambar 3. Diagram Tulang ikan batu bara

Pada gambar 3 diagram tulang ikan batu bara, faktor pakar penyebab kegagalan *Mill/Pulverizer* yaitu pada material batu bara, pada PT.PJB UBJOM Tanjung Awar-awar memakai batu bara jenis LRC (kalori rendah) dengan ± 4.200 kCal yang menyebabkan batu bara cepat terbakar, treatment di dalam *Mill/Pulverizer* disesuaikan dengan jenis batu baranya. Untuk jenis LRC karena mudah terbakar flow udara pengangkut atau udara transport semakin tinggi, yang menyebabkan percepatan laju di dalam *Mill/Pulverizer*. Maka dari pada mudah terjadi kerusakan, pada *Mill/Pulverizer* PT.PJB UBJOM Tanjung Awar-awar memiliki desain memakai batu bara jenis MRC (kalori tinggi) dengan ± 4.600 kCal. Dari sini sudah diketahui permasalahan yang menyebabkan kerusakan atau kebocoran pada body *Mill/Pulverizer*.



Gambar 4. Diagram Tulang ikan over velocity

Over velocity atau percepatan laju alir pada *Mill/Pulverizer* di sebabkan oleh pengaruh batu bara dan flow udara yang tinggi.

3.2.2 Perhitungan Velocity Vane Wheel Standart

Perhitungan velocity digunakan untu data pembanding velocity antara batu bara dengan flow standart. Dengan data perbandingan pemakaian batu bara dan flow batu bara dapat di hitung velocity dengan flow minimum manufacture adalah sebesar 38 m/s

a. Data Manual Book minimum flow standart

Tabel 4. Data manual book minimum flow

Manual Book		
ID Coal Pipe	510 mm	0,51 m
Area	0,204179 m ²	
Total Area 4 Coal Pipe	0,816714	
1 Foot	0,3048 m	
Velocity minimal	6500 fpm	33,02 m/s
Flow	26,9679 m ³ /s	

MOT	290 °C	554 °F
1 lb	0,453592 kg	
Asumsi Pressure Static = 1" w.c dan Pressure Ambient 29.92 Hg		
Densitas	0,039298 lbs/ft ³	0,629486 kg/m ³
Flow	16,97591 kg/s	61,11328 ton/h

b. Luas velocity vane wheel

- Mass Flow Rate
 - Q = 80 ton/h 22kg/s
 - Density udara (rho) = 29 °C 563 °k
 - (rho) = 0,6294859 kg/m³
 - Volume rate = 0,026298 kg/m³
- Luas Velocity Vane Wheel
 - Dia vane wheel luar = 3300 mm 3,3 m
 - R = 1650 mm 1,65 m
 - Dia Vane wheel dalam = 3100 mm 3,1 m
 - = 1550 mm 1,55 m
 - Luas A = Luas 1 – Luas 2
 - Luas 1 = R² = 1,65 x 1,65 = 2,7225 Phi 3,14
 - = 2,7225 x 3,14 = 8,54865 m²
 - Luas 2 = R² = 1,55 X 1,55 = 2,4025 PHI 3,14
 - = 2,4025 X 3,14 = 7,54385 m²
 - Luas A1 = 8,54865 – 7,54385 = 1,0048 m²
 - Q = V x A
 - V = $\frac{22}{1,0048} = 22,1161 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$
 - Velocity (v x rho) = 22,1161 x 0,6294859 = 35,133535 m/s

3.2.3 Perhitungan Velocity Vane Wheel Batu Bara LRC

a. Data Perhitungan minimum flow batu bara LRC

Tabel 5. Data manual book minimum flow

Manual Book		
ID Coal Pipe	510 mm	0,51 m
Area	0,204179 m ²	
Total Area 4 Coal Pipe	0,816714	
1 Foot	0,3048 m	
Velocity minimal	3300 fpm	16,76m/s
Flow	13,69139 m ³ /s	
MOT	290 °C	554 °F
1 lb	0,453592 kg	
Asumsi Pressure Static = 1" w.c dan Pressure Ambient 29.92 Hg		
Densitas	0,039298 lbs/ft ³	0,629486 kg/m ³
Flow	8,618539 kg/s	31,02674 ton/h

b. Luas velocity Vane Wheel

- Mass Flow Rate
 - Q = 88 ton/h 24 kg/s
 - Density udara (rho) = 29 °C 563 °k
 - (rho) = 0,6294859 kg/m³
 - Volume rate = 0,026298 kg/m³
- Luas velocity vane wheel
 - Dia vane wheel luar = 3300 mm 3,3 m
 - R = 1650 mm 1,65 m
 - Dia Vane wheel dalam = 3100 mm 3,1 m
 - = 1550 mm 1,55 m
 - Luas A = Luas 1 – Luas 2

$$\begin{aligned}
 \text{Luas 1} &= R^2 = 1,65 \times 1,65 = 2,7225 \quad \text{Phi } 3,14 \\
 &= 2,7225 \times 3,14 = 8,54865 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas 2} &= R^2 = 1,55 \times 1,55 = 2,4025 \quad \text{Phi } 3,14 \\
 &= 2,4025 \times 3,14 = 7,54385 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas A1} &= 8,54865 - 7,54385 = 1,0048 \text{ m}^2 \\
 Q &= V \times A \\
 V &= \frac{24}{1,0048} = 24,3277 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot \text{s} \\
 \text{Velocity (v x rho)} &= 24,3277 \times 0,6294859 = 38,646888 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

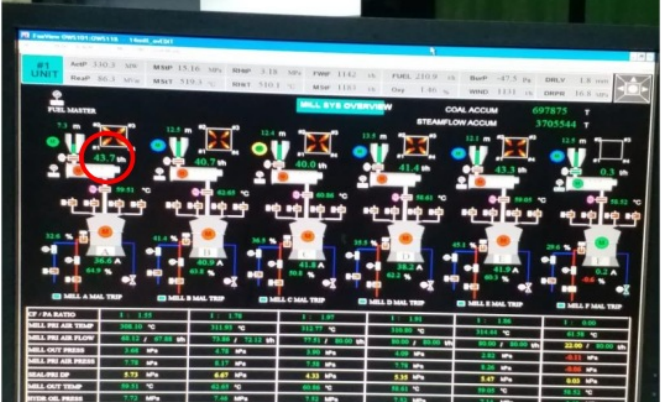
Dengan perhitungan diatas dapat disimpulkan maksimal flow menggunakan batu bara rendah kalori (LRC) dengan rata-rata 2.400 kCal/kg yaitu sebesar 38,646888 m/s. data diatas sebagai landasan flow maksimal pengoperasian *Mill/Pulverizer* karena tidak memungkinkan menggunakan batu bara MRC karena harga dan stock batu bara MRC di indonesia sedikit, selain itu dari kontrak kinerja dengan PLN adalah beroperasi dengan beban penuh dengan biaya pokok produksi yang rendah. Perbandingan velocity antara batu bara MRC dan LRC sebesar 3 m/s. Sedangkan menurut manual book dari manufacture disebutkan bahwa peralatan *Mill/Pulverizer* menggunakan batu bara dengan ± 4.600 kCal yaitu batu bara MRC.

Permasalahan yang terjadi pada PLTU UBJOM Tanjung Awar-awar pada tahun 2018 adalah sering mengalami *breakdown coal pulverizer*. Breakdown ini disebabkan karena kebocoran *body Mill/Pulverizer* yang di akibatkan terjadinya *overvelocity* pada *vanewheel*. *Over velocity* ini di sebabkan karena pengoperasian *pulverizer* melebihi *standart coal flow* pada *manual book* 38.5 t/h dalam proses penggilingan batubara *low range coal*. Di dalam *Mill/Pulverizer* sudah terdapat anti *abrasive lining*, tetapi masih di rasa kurang sesuai dengan system pengoperasian di PLTU Tanjung Awar-awar. Material *inner lining eksisting* menggunakan *plate steel S5 standart ASTM A 516* dengan ketebalan 5 mm. Perbaikan sementara yang dilakukan adalah dengan melakukan penambalan menggunakan plat *carbon steel* ketebalan 10 mm. Tetapi hal tersebut di nilai belum efektif karena plat baja karbon hanya mampu tahan selama 1 Bulan.

Berdasar RCFA (*Root Cause Failure Analysis*), maka kemungkinan penyebab terjadinya kebocoran *body pulverizer* adalah sebagaimana diagram akar pohon Analisa Kemungkinan Penyebab :

- Parameter operasi *pulverizer manufacture* tidak sesuai dengan aktual operasi Pada *manual book* operasi *pulverizer system* di jelaskan bahwa *coal flow* untuk setiap *pulverizer* maksimal 38.5 t/h batubara *full MRC*, tetapi untuk actual operasi sebesar 43,7 t/h batubara *full LRC*. Tentu saja hal ini berdampak pada laju *abrasive inner lining* yang lebih cepat di bandingkan parameter di *manual book*.
- Berdasarkan hasil analisa di lapangan maupun dengan perhitungan, di peroleh kemungkinan besar penyebab kerusakan kebocoran pada *Body Mill/Pulverizer* adalah yang pertama sistem operasi yang tidak sesuai standart manufacture salah satunya yaitu pada pengaturan flow batu bara sebesar 43.7 t/h lebih besar 5.2 t/h dari prosedur operasi yang sudah ditentukan oleh manufacter yaitu sebesar 38,5 t/h. Di sini terjadi percepatan laju batu bara yang menyebabkan *body Mill/Pulverizer* menjadi cepat terkikis dan menyebabkan timbulnya defect pada peralatan dan menghilangkan atau menggagalkan fungsi dari peralatan itu yaitu tidak beroperasinya *Mill/Pulverizer*.
- Dengan perbandingan standart manual laju velocity dengan laju *velocity* batu bara *Low Range Coal* sudah melebihi batas, yang menyebabkan kerusakan *body Mill/Pulverizer* yang terus terjadi dengan durasi kerusakan antara 14 hari dengan titik kerusakan yang berbeda, dengan laju velocity Batu Bara LRC sebesar 38,62 m/s material *body Mill/Pulverizer* tidak sanggup menahan laju keausan yang besar dan melebihi standart yang sudah di tentukan oleh manufacter.

Tabel 6. perbandingan manufacture dan actual operasi

Manual book	Keterangan																						
<p>1.2.2 Technical data of ZGM113N mill</p> <table border="1"> <tr><td>Nameplate Throughput</td><td>38.5 t/h</td></tr> <tr><td>Rate power of mill</td><td>512 kW</td></tr> <tr><td>Rate power of motor</td><td>560 kW</td></tr> <tr><td>Voltage of motor</td><td>6000 V</td></tr> <tr><td>Rated speed of the motor</td><td>990 r/min</td></tr> <tr><td>Direction of rotation of the motor</td><td>Counter-clockwise (front view)</td></tr> <tr><td>Rated speed of the mill</td><td>24.2 r/min</td></tr> <tr><td>Direction of rotation of the mill</td><td>Clockwise (vertical view)</td></tr> <tr><td>Windage</td><td>≤6410 Pa</td></tr> <tr><td>Primary air flow upstream of mill</td><td>22.19 kg/s</td></tr> <tr><td>Power consumption of coal</td><td>6~10 kW · h/t (mill 1)</td></tr> </table>	Nameplate Throughput	38.5 t/h	Rate power of mill	512 kW	Rate power of motor	560 kW	Voltage of motor	6000 V	Rated speed of the motor	990 r/min	Direction of rotation of the motor	Counter-clockwise (front view)	Rated speed of the mill	24.2 r/min	Direction of rotation of the mill	Clockwise (vertical view)	Windage	≤6410 Pa	Primary air flow upstream of mill	22.19 kg/s	Power consumption of coal	6~10 kW · h/t (mill 1)	<p>Coal flow normal manual book adalah 38,5 t/h</p>
Nameplate Throughput	38.5 t/h																						
Rate power of mill	512 kW																						
Rate power of motor	560 kW																						
Voltage of motor	6000 V																						
Rated speed of the motor	990 r/min																						
Direction of rotation of the motor	Counter-clockwise (front view)																						
Rated speed of the mill	24.2 r/min																						
Direction of rotation of the mill	Clockwise (vertical view)																						
Windage	≤6410 Pa																						
Primary air flow upstream of mill	22.19 kg/s																						
Power consumption of coal	6~10 kW · h/t (mill 1)																						
Actual Operasi																							
	<p>Actual operasi menunjukkan coal flow paling besar 43.7 di Mill/Pulverizer A</p>																						

3.3.1 Pengecekan Secara Visual

Berdasarkan hasil inspeksi visual terlihat lubang pada body tepat pada bagian vane wheel. Kerusakan body pada satu titik bagian terdapat beberapa lubang. Kerusakan seperti ini menjadi salah satu ciri terjadinya kegagalan pada perataan berupa kerusakan body Mill/Pulverizer. Selain itu ditemukan penipisan material body dan crack pada sambungan lining body.

3.3.2 Pengecekan Hardness Material

Saat dilakukan inspeksi, diketahui kondisi inner lining body Mill/Pulverizer sudah mulai aus. Keausan ini dapat disebabkan karena Hardness dari plate inner lining existing tidak memiliki ketahanan terhadap abrasive batubara. Indikasi material linner setelah dilakukan pengujian material menggunakan plate steel S5 Standart ASTM A 516, dengan actual thickness ± 5 mm. Hardness linner plate existing 222 HB atau 19 Rc,

3.3.3 Pembuktian Hipotesa

Hasil pembuktian hipotesa pertama menunjukkan hasil dari perhitungan laju velocity lining body Mill/Pulverizer di dapat angka sebesar 38.62 m/s lebih besar 3.62 m/s dari standar manual book yang diberikan pihak manufacture yaitu sebesar 35.00 m/s. Dan sistem operasi yang tidak sesuai standart manufacture salah satunya yaitu pada pengaturan flow batu bara sebesar 43.7 t/h lebih besar 5.2 t/h dari prosedure operasi yang sudah ditentukan oleh manufactur yaitu sebesar 38.5 t/h. Di sini terjadi percepatan laju batu bara yang menyebabkan body Mill/Pulverizer menjadi cepat terkikis dan menyebabkan timbulnya defect pada peralatan dan menghilangkan atau menggagalkan fungsi dari peralatan itu yaitu tidak beroperasinya Mill/Pulverizer.

Yang kedua yaitu kebocoran body juga disebabkan karena *Hardness* dari plate *inner lining existing* tidak memiliki ketahanan terhadap *abrasive* batubara. Indikasi material *linner* setelah dilakukan pengujian material menggunakan *plate steel S5 Standart ASTM A 516*, dengan actual *thickness* ± 5 mm. *Hardness linner plate existing 222 HB* atau *19 Rc*, yang tidak bisa menahan laju *velocity* yang sangat besar.

Dari analisa kerusakan *Body Mill/Pulverizer* diatas untuk mengurangi kerusakan kebocoran *Body Mill* perlu dilakukan tindakan *Corrective Maintenance* untuk mencegah kerusakan yang berulang pada *Mill*. Usulan perbaikan sangat diperlukan untuk mengurangi kerusakan yang terjadi, yaitu dengan penggantian dan *upgrade Linning Body Mill/Pulverizer* yang tahan terhadap laju *velocity* yang terdapat pada *mill*. Material *linning* lama bisa menjadi referensi pemilihan material pengganti *Linning Body*

14

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

1. Kerusakan body *Mill/Pulverizer* disebabkan karena jenis material dan *hardness* yang digunakan sebagai *linning body* tidak sesuai fungsi untuk pelindung menggunakan maerial body. *steel S5 Standart ASTM A 516*, dengan actual *thickness* ± 5 mm. *Hardness linner plate existing 222 HB* atau *19 Rc*, yang tidak bisa menahan laju *velocity* yang sangat besar
2. Pengaruh system operasi yang tidak sesuai manual book dari manufacturing juga menyebabkan kerusakan kebocoran body *Mill/Pulverizer* PLTU Tanjung Awar-awar, pada pengaturan flow batu bara sebesar 43.7 t/h lebih besar 5.2 t/h dari prosedur operasi yang sudah ditentukan oleh manufacter yaitu sebesar 38.5 t/h.
3. Kerusakan body *Mill/Pulverizer* disebabkan spesifikasi batu bara yang digunakan dibawah standar manufacture

4.2 Saran

Berdasarkan hasil termuan daam peneitian ini, maka dapat diajukan beberapa saran atau majukan sebagai berikut:

Adapun saran yang diberikan pada tugas akhir ini adalah untuk manajemen pemeliharaan (*outage*) pada sistem sebaiknya dilakukan penggantian *linning body* pada *Mill/Pulverizer* dengan bahan yang lebih baik dari *linning body* standart manufacture agar *Mill/Pulverizer* tidak mengalami kegagalan yang sama dan bekerja dengan baik seai fungsinya dan tidak membahayakan perja dan lingkungan sekitar maupun peralatan sekitar. Dan hasil dari RCFA lebih diperhatikan sebagai evaluasi kerusakan dan implementasi rekomendasi dilaksanakan dengan baik.

Dan pemilihan batu bara seharusnya dikomunikasikan kepada pihak perusahaan untuk menentukan batu bara apa yang akan digunakan oleh PT.PJB UBJOM Tanjung Awar-awar.

Daftar pustaka

10

- Apriani, M., Rezeki, A., & Nugroho, A. (2016). Analisa Resiko Kegagalan Dan Basic Cause Kebocoran Pipa Tanki Penyimpanan Amonia. *Jurnal Purifikasi*, Vol.16 No.2, 107.
- Crow, C. T., Elger, D. F., Williams, C. B., & Roberson, A. J. (2009). *Enggining Fluid Mechanics*. United States of America: Services,Inc.
- Hanif, R. Y., Rukmi, H. S., & Susanty, S. (2015). Perbaikan Kualitas Produk Keraton Luxury Di PT. X Dengan Menggunakan Metode Failre Mode and Efecct Analysis (FMEA) DAN Fault Tree Analysis (FTA). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 137.
- Mobley, R. K. (1999). *Root Cause Failure Analysis*. Butterworth-Heinemann.
- Ngadiyono, Y. (2010). *Pemeliharaan Mekanik Industri*. Yogyakarta.
- Nurfarhan , P., Deby, M., & Ridwan, E. (2019). Analisa Kegagalan Combustion Chamber Aeroderivative Gas Turbine Dengan Metode FMEA Dab RCFA. *Proseding Semnas Mesin PNJ*, 1108.

- 8
Nurfarhan, P., Deby, M., & Ridwan, E. (2019). Analisa Kegagalan Combustion Chamber Aeroderivative Gas Turbine Dengan Metode FMEA Dab RCFA. *Proseding Semnas Mesin PNJ*, (p. 1108).
- Nurhadi, I., Ardi, H., Ramelan, A., & Setiawan, H. (2008). Kajian Tentang Kemungkinan Penggunaan Keyless Joint Untuk Menghubungkan Poros Dengan Impeler Pompa Sentrifugal. *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin VII*, 1-2.
- Pasymi. (2008). *Batu Bara (Jilid 1)*. Bung Hatta University Press.
- Persero, P. P. (2015). *Indonesia PLTU 3 Jawa Timur Tanjung Awar-awar 2x350MW Power Plant Manual Book*. China: China National Electric Engginering Co.Ltd.
- 5
Pradana, R. K., & Dwiyantri, E. (2013). Analisa Risiko Hydrogen Recovery Unit HSU Dan Prioritas Risiko Kegagalan Komponen Pipa Gas Hidrogen Di PT.Petrokimia. *The Indonesia Journal of Occupational Safety and Health*, vol. 2, No. 1, 10.
- 9
Wahjudi, D., Tjitro, S., & Soeyono, R. (2009). Studi Kasus Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Melalui Implementasi Total Production Maintenance (TPM). *Seminar Nasional Teknik Mesin IV*.

ANALISA KEBOCORAN PADA BODY MILL / PULVERIZER MENGUNAKAN METODA ROOT CAUSE FAILURE ANALYSIS (RCFA) (Studi Kasus di PT. PJB PLTU UBJOM Tanjung Awar- awar)

ORIGINALITY REPORT

12%

SIMILARITY INDEX

11%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.its.ac.id Internet Source	2%
2	publikasi.dinus.ac.id Internet Source	2%
3	repository.wima.ac.id Internet Source	1%
4	sosiologis.com Internet Source	1%
5	e-journal.unair.ac.id Internet Source	1%
6	www.scribd.com Internet Source	1%
7	Pablo Wilke Berenguer, Peter Hellwig, Dominic Schulz, Jonas Hilt, Gerhard Kleinpeter, Johannes Karl Fischer, Volker Jungnickel. "Real-Time Optical Wireless Mobile	1%

Communication with High Physical Layer Reliability", Journal of Lightwave Technology, 2019

Publication

8	seminas.mesin.pnj.ac.id Internet Source	1%
9	Submitted to Universidade Estadual de Campinas Student Paper	1%
10	Submitted to Universitas Airlangga Student Paper	<1%
11	journal.unigres.ac.id Internet Source	<1%
12	hrmars.com Internet Source	<1%
13	Publikasi.Dinus.Ac.Id Internet Source	<1%
14	docobook.com Internet Source	<1%
15	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1%
16	www.neliti.com Internet Source	<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off