

PENGARUH PERAWATAN PERIODIK 3000 JAM PADA PULVERIZER COAL MILL TERHADAP KEHALUSAN BATU BARA PADA PLTU

Muhammad Iqbal Borneo¹, Bambang Setiadi², Eko Sulisty³, Istianto Budhi Rahardja⁴
1,2,3,4)Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Vokasi,
Institut Teknologi Perusahaan Listrik Negara

Email : Iborneo111@gmail.com¹, bambang@itpln.ac.id²,
eko.sulistiyo@itpln.ac.id³, istianto@itpln.ac.id⁴

ABSTRACT

In a Steam Power Plant commonly referred to as PLTU, the combustion process is usually carried out in the Boiler. Some of the main equipment components in coal-fired PLTU are Pulverizer and Coal Feeder. Pulverizer serves to grind or smooth coal until it becomes coal powder. Standard size of coal powder in the range of 200 mesh, Grinding coal to expand the surface of coal to be large so that the combustion process between air and coal becomes perfect. Pulverizer has three Grinding Roller and 1 Grinding Ring. Coal will be smoothed between the surface of the Grinding Roller and three fixed rollers. In the Pulverizer there will also be a process of drying and separating foreign objects carried over from the Bunker so that the combustion process that will occur in the Furnace will be perfect. In the Pulverizer requires checking tire wear and also checking the distance between the Grinding Roller and also the Grinding Ring, the checking process can also be called Maintenance 3000 hours. The fineness value after Maintenance gets an average value of 77.09%, the performance is getting a value of 92% and measuring the distance between the spring and the journal head insert to the standard which is 1.5 mm.

Keywords: PLTU, Pulverizer, fineness, Maintenance

ABSTRAK

Di suatu Pembangkit Listrik Tenaga Uap biasa disebut dengan PLTU biasanya dilakukan proses pembakaran didalam Boiler. Beberapa komponen peralatan utama pada PLTU yang berbahan bakar batu bara adalah *Pulverizer* dan *Coal Feeder*. *Pulverizer* berfungsi untuk menggiling atau menghaluskan batu bara sampai menjadi bubuk batubara. Standart ukuran bubuk batu bara kisaran 200 *mesh*, Penggilingan batu bara untuk memperluas permukaan batu bara menjadi besar supaya dalam proses pembakaran antara udara dan batu bara menjadi sempurna. *Pulverizer* mempunyai tiga buah *Grinding Roller* dan 1 buah *Grinding Ring*. Batubara akan dihaluskan antara permukaan *Grinding Roller* Dan tiga buah *Roller* yang terpasang tetap. Dalam *Pulverizer* juga akan terjadi proses pengeringan dan pemisahan benda asing yang terbawa dari *Bunker* sehingga proses pembaran yang akan terjadi di *Furnace* akan sempurna. Pada *Pulverizer* membutuhkan pengecekan keausan *tire* dan juga pengecekan jarak anantara *Grinding Roller* dan juga *Grinding Ring* proses pengecekan itu bisa disebut juga *Maintenance* 3000 jam. Nilai *fineness* setelah *Maintenance* mendapatkan nilai rata – rata 77,09%, performa yaitu mendapatkan nilai 92% dan mengukur jarak antara *spring* dengan *journal head insert* ke *standard* yaitu 1,5 mm.

Kata kunci : PLTU, *Pulverizer*, fineness, *Maintenance*

1. PENDAHULUAN

Di dalam suatu pembangkit tenaga uap atau disebut dengan PLTU umumnya dilakukan proses pembakaran didalam boiler. PLTU dengan bahan bakar batubara memerlukan perlakuan khusus agar kalor yang terkandung dalam batubara dapat diserap sebanyak mungkin dan batubara dapat terbakar sempurna. Salah satu peralatan utama pada PLTU bahan bakar batu bara adalah *Pulverizer* dan *Coal Feeder*. Fungsi *Pulverizer (mill)* pada sistem bahan bakar batubara adalah menggiling atau menghaluskan bongkahan- bongkahan batubara sehingga menjadi bubuk batubara. Bubuk batubara (*Pulverized Fuel*) mempunyai ukuran sekitar 200 *Mesh*. Tujuan menggiling batubara adalah membuat luas permukaan bubuk batubara menjadi besar, sehingga dalam proses pembakaran antara batubara dan udara menjadi lebih sempurna. Batubara halus yang ada di dalam *Pulverizer*, didorong dengan menggunakan udara panas (suhu *mill outlet* $\pm 60^\circ$), masuk ke *Furnace* dan batubara terbakar dalam *Furnace*. Udara panas yang digunakan untuk mendorong serbuk batu bara ini biasa disebut sebagai *Primary air*.

Di tengah persaingan pasar energi yang ketat, efisiensi operasional menjadi kunci bagi PLTU untuk tetap kompetitif. Kinerja optimal dari *Pulverizer Coal Mill* sangat penting dalam mencapai Efisiensi operasional yang diinginkan. Efisiensi operasional menjadi kunci untuk menjaga keunggulan kompetitif dalam pasar energi yang ketat. Karena itu, kinerja yang optimal dari *Pulverizer Coal Mill* memiliki peran penting dalam mencapai efisiensi operasional yang diinginkan (Suryapradana & Halim, 2021). *Pulverizer Coal Mill* yang berfungsi dengan baik membantu dalam proses penggilingan batubara secara efisien, yang pada gilirannya meningkatkan efisiensi pembakaran dan penggunaan batubara (Fernando et al., 2021). Dengan demikian, meningkatkan kinerja *Pulverizer Coal Mill*

merupakan langkah penting bagi PLTU untuk mencapai dan mempertahankan efisiensi operasional yang diperlukan agar tetap bersaing di pasar energi yang kompetitif.

Penelitian yang membandingkan kinerja *Pulverizer Coal Mill* sebelum dan setelah *Maintenance* penting karena memberikan pemahaman yang jelas tentang efektivitas tindakan *Maintenance* yang dilakukan. Meskipun *Maintenance* dianggap penting untuk menjaga kinerja optimal peralatan, masih perlu dipahami bagaimana perubahan kinerja tersebut secara konkret. Penelitian perbandingan ini memberikan wawasan yang dibutuhkan untuk mengevaluasi dampak *Maintenance* terhadap kinerja *Pulverizer Coal Mill* secara empiris. Dengan mengetahui perubahan yang terjadi setelah *Maintenance*, PLTU dapat melakukan penyesuaian yang diperlukan untuk meningkatkan efektivitas *Maintenance* dan memaksimalkan kinerja peralatan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Prinsip Kerja *Pulverizer mill*

Secara sederhana, proses *pulverizer coal mill* adalah sebagai berikut: batu bara digiling pada meja yang berputar dan ditekan oleh roller penggiling; sistem hidrolik mesin mengontrol pergerakan roller penggiling (naik-turun) saat menekan batu bara. Meja giling digerakkan oleh motor listrik. Untuk mengurangi rpm motor listrik, gearbox menghubungkannya dengan meja putar. Kehalusan batubara yang diukur oleh *pulverizer mill* dikenal sebagai *fineness*. Untuk batubara tingkat rendah, seperti *lignite* dan *subbituminus*, *fineness* biasanya 65% hingga 70% untuk *mesh* 200, sedangkan untuk batubara tingkat tinggi, seperti *bituminus*, *fineness*nya 70% hingga 75 % untuk *mesh* 200.

Pulverizer secara struktur merupakan system yang terdiri dari *coal feeder*, *pulverizer* dan *pyrite hopper*.

1. Coal Feeder

Coal feeder biasanya berupa *gravimetric feeder*, yaitu *belt conveyor* dengan sensor massa yang menunjukkan massa total *coal* dalam rangkaian *belt feeder*. *Coal feeder* mengatur aliran atau banyaknya *coal* yang masuk ke dalam *pulverizer* sesuai dengan permintaan beban. Sensor gravimetrik dikalibrasi setiap 3000 jam atau 5000 jam perawatan untuk menjaga akurasi dan kinerjanya. Di bawah *belt feeder* terdapat *conveyor* pembersih yang membersihkan sisa batubara di bagian bawah *feeder coal*. Untuk keamanan, karena batubara sensitif terhadap suhu dan kelembaban, batu bara yang jatuh atau terjebak di bagian bawah pengumpan batubara harus dibersihkan secepat mungkin agar tidak terbakar. Secara teknis, jika batubara jatuh dari *belt feeder* dan menumpuk di bagian bawah *belt feeder coal*, itu akan menekan *roller belt feeder* dan mengganggu pembacaan *gravimetric sensor*. Hal ini berdampak negatif pada kinerja boiler, terutama dalam hal pembakaran.

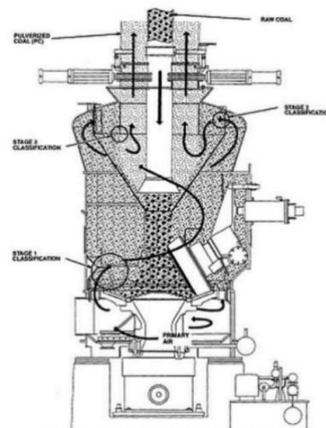
2. Pulverizer

Sebuah *pulverizer* melakukan dua fungsi utama: menghaluskan partikel batubara dan mengeringkannya sebelum dimasukkan ke dalam oven. Secara teknis, proses penghalusan batubara dengan menggunakan *roll grinding* dan *bullring table* terdiri dari pemisahan (penghalusan), tekanan (penumbukan), dan *attrition* (gesekan antar partikel batubara). Struktur *pulverizer* terdiri dari dua bagian: area *grinding (bowl area)* dan area *scraper*. Satu-satunya cara batubara masuk ke dalam *pulverizer* adalah melalui *coal feeder*, yang disalurkan melalui pipa *feeder*. Tempat di mana batubara dihaluskan adalah *bowl area*. *Bullring* berfungsi sebagai lantai dan *grinding roll* berfungsi sebagai penumbuk batubara. Setiap unit *pulverizer* memiliki tiga *roll* penggilingan yang dilengkapi dengan *spring load* sebagai lengan tekanan yang dapat diatur tekanan tekanan. Setelah

classifier blade melewati batubara, batubara yang halus diangkat ke bagian atas *pulverizer* dan didistribusikan ke pipa batubara menuju ke oven.

Pulverizer mempunyai tiga buah *Grinding Roller* yang terpasang pada posisi tetap. Batubara akan dihaluskan diantara *Grinding Ring* yang berputar dengan tiga buah *Roller* yang terpasang tetap. Di dalam *Pulverizer* juga terjadi proses pengeringan dan pemisahan batubara dengan benda-benda asing yang terbawa dari proses penambangan atau saat transportasi, sehingga batubara yang akan masuk ke ruang bakar sudah merupakan batubara yang siap dibakar dengan spesifikasi butiran dan temperatur yang telah di tentukan sesuai desain. Serbuk batubara akan dikeringkan dan ditransportasikan ke *burner (furnace)* dengan menggunakan udara panas yang disebut dengan "Primary Air". *Primary Air* ini mempunyai 3 fungsi, yaitu:

- Mentransportasikan serbuk batubara dari *Pulverizer* ke *Burner*
- Mengeringkan serbuk batubara agar pembakaran dapat berlangsung secara optimum.
- Untuk mensirkulasikan batubara di dalam *Pulverizer* agar terpisah dari material asing yang tidak dapat dihaluskan.



Gambar 2.1 Pulverizer Mill

Komponen Pulverizer

1. Grinding Roll

Roller-roller yang menekan batubara di atas *grinding table*.

Tekanan ini menyebabkan batu bara hancur menjadi partikel yang lebih kecil. *Roller* berputar seiring dengan meja penggiling untuk menghaluskan batu bara.

2. *Grinding Table*

Sebuah meja berputar yang berfungsi sebagai permukaan tempat batubara digiling. Batubara yang masuk ke *pulverizer* ditempatkan di atas *grinding table*.

3. *Spring*

Spring adalah untuk memberikan tekanan pada *grinding rollers* (*roller* penggiling) terhadap *grinding table* (meja penggiling).

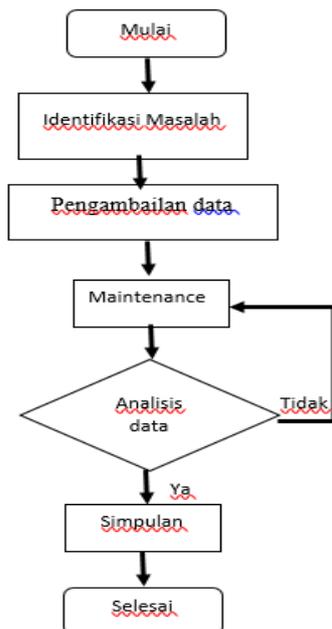
Adapun untuk menganalisis keandalan operasi dan output, diperoleh berdasarkan data *fineness pulverizer* seperti sebagai berikut.

$$\text{Hasil Fineness Tertahan} = \frac{\text{Berat Tertahan}}{\text{Berat sample}} \times 100\%$$

$$\text{Hasil Fineness Lolos} = \frac{\text{Berat Sample} - \text{Berat Tertahan}}{\text{Berat sample}} \times 100\%$$

3. METODE PENELITIAN

Diagram alir penelitian pengaruh perawatan periodik 3000 jam pada *pulverizer coal mill* dapat di lihat dari diagram alir di bawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Data Uji Fineness Pulverizer

Pada penelitian ini dilakukan pengujian *fineness pulverizer*, dengan menggunakan *sampling* pengujian pada *pulverizer A*, yaitu dengan data yang dikumpulkan yaitu sebagai berikut.

Tabel3.1 Data Uji Fineness Pulverizer Sebelum Perbaikan

Tanggal	Berat Sample	Berat Tertahan		
		50 Mesh (gr)	100 Mesh (gr)	200 Mesh (gr)
06-Januari-2024	50	0.89	4.52	6.89
13-Januari-2024	50	1.23	3.45	7.23
24-Januari-2024	50	1.78	3.24	6.78
27-Januari-2024	50	2.31	8.23	9.45
03-Februari-2024	50	2.43	7.23	8.34
10-Februari-2024	50	3.12	5.92	7.23
17-Februari-2024	50	1.23	4.37	6.34
24-Februari-2024	50	3.09	3.67	5.75

Tabel 3.2 Data Uji Fineness Pulverizer Setelah Perbaikan

Tanggal	Berat Sample	Berat Tertahan		
		50 Mesh (gr)	100 Mesh (gr)	200 Mesh (gr)
10-April-2024	50	0.59	3.70	4.45
15-April-2024	50	0.23	3.24	6.04
26-April-2024	50	1.13	2.94	5.48
30-April-2024	50	1.56	7.86	8.82
04-Mei-2024	50	1.78	6.57	6.83
13-Mei-2024	50	2.34	5.12	6.82
19-Mei-2024	50	0.47	2.23	3.79
25-Mei-2024	50	2.18	3.28	4.19

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian *Pulverizer* yang dilakukan *Maintenance*

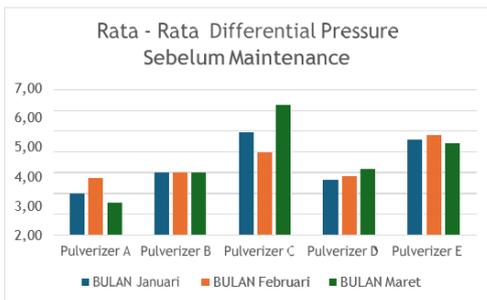
Dalam pelaksanaan preventive pada *Pulverizer* dilakukan pengecekan pada komponen-komponen *Pulverizer* untuk dilakukan perawatan berupa pembersihan, penggantian suku cadang, atau rewilding pada bagian yang sudah haus atau crack. Adapun sebagai berikut:

Tabel 4.1 Bagian Pulverizer yang dilakukan *Maintenance*

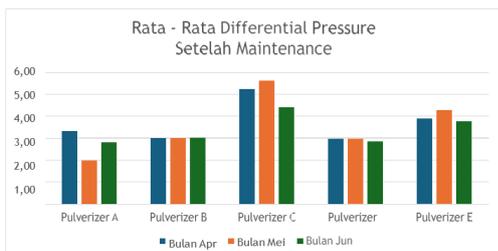
No	Temuan	Tindakan	Rekomendasi
1.	Kehausan GRS 6mm	Pencatatan Temuan	Dilakukan cek Kembali pada saat minor / penggantian pada saat major
2.	Kondisi oli tire no 1 dengan cokelat	Penggantian oli tire no 1 dengan menggunakan Oli ISO VG 680	Dilakukan cek Kembali pada saat minor / penggantian pada saat major
3.	Scraper goyang	Dilakukan perbaikan / reposition	Dilakukan cek Kembali pada saat minor inspeksi selanjutnya
4.	Support vane wheel retak las lasan	Rewelding support vane wheel	Cek Kembali pada saat minor / major
5.	Support inner cone haus	Dilakukan rewelding	Dilakukan cek Kembali pada saat minor
6.	Welding pengarah udara crack	Dilakukan rewelding	Dilakukan pengecekan Kembali pada saat minor

Data Pulverizer Differential Pressure

Pada penelitian ini digunakan data differential pressure atau besarnya gaya yang bekerja pada setiap satuan luas. Tekanan dapat disebabkan oleh gaya yang bekerja pada Pulverizer yang arahnya vertikal. Berikut adalah data Pulverizer Differential Pressure sebelum dan sesudah dilakukan Preventive 3000 jam sebagai berikut.



Gambar 4.1. Grafik Differential Pressure Sebelum *Maintenance*



Gambar 4.2. Grafik Differential Pressure Sesudah *Maintenance*

Hasil Uji Fineness

Dalam melakukan uji fineness, dilakukan Pengambilan sampel pada Pulverizer A dalam rentang waktu dua bulan. Sebuah Pulverizer (penghancur batu bara) dipasang untuk tujuan menghancurkan potongan-potongan batu bara berdiameter beberapa sentimeter hingga menjadi partikel-partikel halus.

Tabel 4.2. Data Uji Finess Sebelum Perbaikan sampel A

Tanggal	Berat Sample	Berat Tertahan		
		50 Mesh (gr)	100 Mesh (gr)	200 Mesh (gr)
06-Januari- 2024	50	0.89	4.52	6.89

Untuk Mengetahui hasil pengujian fineness yang tertahan 50 mesh yaitu, dengan persamaan rumus diperoleh sebagai berikut.

$$\text{Hasil Fineness Tertahan} = \frac{\text{Berat Tertahan}}{\text{Berat sample}} \times 100\%$$

$$\text{Hasil Fineness Tertahan} = \frac{0,89}{50} \times 100\% = 1,78\%$$

Untuk Mengetahui hasil pengujian fineness yang lolos 200 mesh yaitu, dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

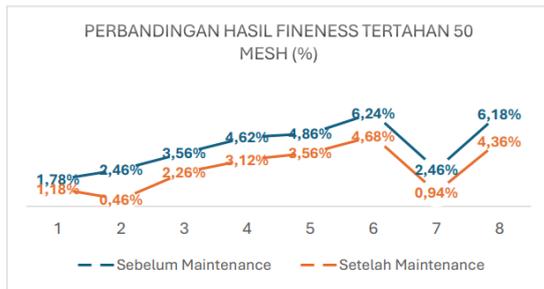
$$\text{Hasil Fineness Lolos} = \frac{\text{Berat Sample} - \text{Berat Tertahan}}{\text{Berat sample}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Hasil Fineness Lolos} &= \frac{50 - (0,89 + 4,52 + 6,89)}{50} \times 100\% \\ &= 75,4\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, sehingga diperoleh hasil uji fineness Pulverizer sebelum perbaikan yaitu sebagai berikut.

Tabel 4.3 Hasil Uji Fineness Pulverizer Sebelum Perbaikan

Tanggal	Berat Sample	Berat Tertahan			Hasil Fineness	
		50 Mesh (gr)	100 Mesh (gr)	200 Mesh (gr)	Tertahan 50 Mesh (%) Batasan <0,1%	Lolos 200 Mesh (%) Batasan >70%
06-Januari-2024	50	0.89	4.52	6.89	1.78%	75.40%
13-Januari-2024	50	1.23	3.45	7.23	2.46%	76.18%
24-Januari-2024	50	1.78	3.24	6.78	3.56%	76.40%
27-Januari-2024	50	2.31	8.23	9.45	4.62%	60.02%
03-Februari-2024	50	2.43	7.23	8.34	4.86%	64.00%
10-Februari-2024	50	3.12	5.92	7.23	6.24%	67.46%
17-Februari-2024	50	1.23	4.37	6.34	2.46%	76.12%
24-Februari-2024	50	3.09	3.67	5.75	6.18%	74.98%



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan 50 mesh

Tabel 4.4 Hasil Uji Fineness *Pulverizer* Sesudah Perbaikan

Tanggal	Berat Sample	Berat Tertahan			Hasil Fineness	
		50 Mesh (gr)	100 Mesh (gr)	200 Mesh (gr)	Tertahan 50 Mesh (%) Batasan <0,1%	Lolos 200 Mesh (%) Batasan >70%
10-April-2024	50	0.59	3.7	4.45	1.18%	82.52%
15-April-2024	50	0.23	3.24	6.04	0.46%	80.98%
26-April-2024	50	1.13	2.94	5.48	2.26%	80.90%
30-April-2024	50	1.56	7.86	8.82	3.12%	63.52%
04-Mei-2024	50	1.78	6.57	6.83	3.56%	69.64%
13-Mei-2024	50	2.34	5.12	6.82	4.68%	71.44%
19-Mei-2024	50	0.47	2.23	3.79	0.94%	87.02%
25-Mei-2024	50	2.18	3.28	4.19	4.36%	80.70%



Gambar 4.4. Grafik Perbandingan 200 mesh

Perhitungan Nilai Efisiensi *Maintenance*

Untuk mengukur apakah inspection major yang dilakukan dalam kegiatan *Maintenance* yang dilakukan maka dapat dilakukan dengan menghitung nilai efisiensi dari proses dengan rumus sebagai berikut.

$$\eta_{ss} = \frac{\text{Fineness Lolos Sebelum}}{\text{Fineness Lolos Sesudah}} \times 100\%$$

Tabel 4. 5 Rata-rata Hasil Fineness sebelum dan sesudah *Maintenance*

Data	Sebelum <i>Maintenance</i>	Setelah <i>Maintenance</i>
1	75,40%	82,52%
2	76,18%	80,98%
3	76,40%	80,90%
4	60,02%	63,52%
5	64,00%	69,64%
6	67,46%	71,44%
7	76,12%	87,02%
8	74,98%	80,70%
Rata-Rata	71,32%	77,09%

Fineness Lolos Sebelum *Maintenance* :71.32%

Fineness Lolos Sesudah *Maintenance* :77.09%

$$\eta_{ss} = \frac{71,32\%}{77,09\%} \times 100\% = 92\%$$

Perbandingan Nilai Differential Pressure

Berdasarkan hasil perbandingan grafik differential pressure dapat dianalisis bahwa setelah *Maintenance* yang dilakukan, telah tercapai peningkatan performa tekanan yang baik dimana saat melakukan tekanan tidak ada kontaminasi pada pipa yang menyebabkan pipa tersumbat, namun demikian pada hasil perbandingan masih terdapat satu *Pulverizer* yang over differential pressure.

Apabila kondisi tersebut terus berlangsung maka operasional proses pada pipa lama-lama akan terkendala, dimana proses tidak dapat melakukan tekanan pada material dengan baik, hal ini mempengaruhi cycle time dalam mencapai target produktivitas serta dapat mengakibatkan kepatalan dimana mesin tidak dapat melakukan tekanan total.

Adapun rekomendasi yang dapat dilakukan untuk menangani permasalahan tersebut yaitu sebagai berikut:

1. Mengurangi flow batu bara ke dalam *Pulverizer* hingga differential pressure mencapai range batas keberterimaan.
2. Melakukan pemeriksaan kekerasan batu bara, dimana setiap material

memiliki spesifikasi berbeda, melakukan pengecekan kondisi material membantu memastikan *Pulverizer* bekerja sesuai standar atau terdapat kondisi abnormal yang menyebabkan *Pulverizer* bekerja diluar standar.

3. Melakukan adjust classifier blades, hal ini membantu menyesuaikan kondisi mesin dengan input yang dilakukan pada proses.
4. Melakukan pemeriksaan air flow control system, untuk memastikan bahwa udara tekan pada sistem tidak bermasalah.

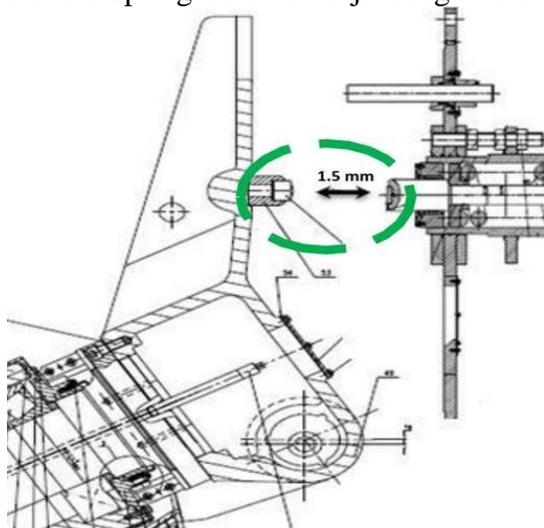
Jarak Spring Stud insert

Berdasarkan hasil dari pengukuran jarak antara Spring stud insert dengan journal head insert, yaitu:

Tabel 4.6 Jarak Spring Stud insert

Item Pemeriksaan	Data Awal	Standard	Data Akhir
Clearance Spring stud insert dan Journal head Insert 1	1,95 mm	1,5 mm	1,5 mm
Clearance Spring stud insert dan Journal head Insert 2	1,5 mm	1,5 mm	1,5 mm
Clearance Spring stud insert dan Journal head Insert 3	0,95 mm	1,5 mm	1,5 mm

Mengenai hasil di atas tentang jarak spring stud insert dengan journal head insert dilakukan pengaturan ulang sesuai standard. Jika jarak spring melebihi dari standar menimbulkan suara kebisingan (noise) adapun jika jarak kurang dari standar spring tidak bekerja dengan baik.



Gambar 6. Celah antara Spring dan head journal

Dari gambar tersebut bisa di ketahui bahwa celah antara spring stud insert dengan journal head insert standar nya itu adalah 1.5 mm. Jika celah kurang dari standar spring tidak bekerja dengan baik. Sebaliknya jika celah melebihi standar akan menimbulkan suara (noise) dan peran spring pada *Pulverizer* bisa di bilang sangat penting untuk hasil kinerja pada grinding roll.

KESIMPULAN

1. Dari hasil uji fineness pada *Pulverizer* Coal Mill, diperoleh tingkat kelolosan *Pulverizer* setelah dilakukan *Maintenance* 3000 jam mengalami peningkatan dengan demikian maka dapat dikatakan hasil output yang dihasilkan semakin besar sehingga kinerja mesin setelah *Maintenance* dapat dikatakan mengalami peningkatan. Hal ini sesuai juga dengan hasil perhitungan efektivitas *Maintenance* yang dilakukan yaitu sebesar 95%. Efektivitas tersebut sudah mencapai target perusahaan yaitu sebesar 80%.
2. Parameter operasional *Pulverizer* Coal Mill dapat dilihat dari tingkat differential pressure mills, dimana semakin kecil tingkat tertahan maka semakin besar output yang dihasilkan *Pulverizer*, dengan kata lain maka *Pulverizer* dapat dikatakan sangat baik. Berdasarkan hasil pengolahan data, *Maintenance* 3000 jam pada *Pulverizer* terdapat tingkat differential pressure yang berkurang dari differential pressure deviasi, atau kinerja tekan mill untuk menghasilkan output batu bara semakin baik.
3. Mengatur jarak dari Clearance spring stud insert dan journal head insert ke standard yaitu 1,5 mm. akibat jika jarak spring kurang dari 1,5 mm akan mengakibatkan spring tidak bekerja dengan baik dan sebaliknya jika jarak spring lebih dari 1,5 mm akan menimbulkan suara/noise

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmadi, N., & Y., H. N. (2017). Analisis pemeliharaan mesin blowmould dengan metodeRCM di PT. CCAI. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*. 16(2):167.
- [2] Ansori, N., & Mustajib, M. I. (2013). *Sistem perawatan Terpadu*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [3] Cengel, Y., & Boles, M. (2002). *Heat Transfer A pratical Approach*. McGraw - Hil.
- [4] Fernando, D., Keban, P., & Lahat, A. (2021). Proses Pemanfaatan Flue Gas Setelah Pembakaran Pada Boiler Pc Di Pltu Keban Agung 2 X 135 Mw. *Jurnal Teknik Elektro Rafflesia*, 1(1), 30–35. <http://ejournal.polraf.ac.id/index.php/JTERAF/article/view/67>
- [5] Maharani, S. F., Handayani, R. H. E., & Syarifuddin. (2018). Analisis Pengaturan Kerja *Coal Mill* a Unit 2 Terhadap Potensi Self Combustion Batubara Pada Pltu Keban Agung 2 X 135 Mw Pt Chd Lahat, Sumatera Selatan. *Jp*, 2(4), 53–61.
- [6] Mercangoez, M., & Poland, J. (2011). *Coal Mill* modeling for monitoring and control (extended abstract). In *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)* (Vol. 44, Issue 1 PART 1). IFAC. <https://doi.org/10.3182/20110828-6-IT-1002.01144>
- [7] Ahmadi, N., & Y., H. N. (2017). Analisis pemeliharaan mesin blowmould dengan metodeRCM di PT. CCAI. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*. 16(2):167.
- [8] Ansori, N., & Mustajib, M. I. (2013). *Sistem perawatan Terpadu*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [9] Cengel, Y., & Boles, M. (2002). *Heat Transfer A pratical Approach*. McGraw - Hil. Kusnadi, A. (2016). *Keanekaragaman Makrozoobentos Epifauna Pada Perairan Pulau*
- [10] Mashar, A., & Sabilhaq, S. S. (t.thn.). *MOTOR PENGGERAK PULVERIZER DAN SISTEM PROTEKSINYA UNTUK SISTEM PLTU 660 MW*. Digilib Polban.
- [11] Ngadiyono, Y. (2010). *Pemeliharaan Mekanik Industri*. Yogyakarta: Kementrian Pendidikan Nasional Universitas Negeri Yogyakarta.
- [12] PT Indonesia Power UJP Banten 3 Lontar. (2023). *LAPORAN PERIODIK 3000 JAM PULVERIZER MEDIUM SPEED MILL*. Tangerang: PT Indonesia Power UJP Banten 3 Lontar.