

**MODIFIKASI PLATE LINER PADA AIR CHAMBER PULVERIZER DENGAN BAHAN PLATE WEAR RESISTANCE ARBEX 400**

Rita Maria Veranika<sup>1\*)</sup>, Muh. Amin Fauzie<sup>2</sup>, M. Iskandar Badil<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tridinanti Palembang.

<sup>\*)</sup>Email: [rita\\_maria\\_veranika@univ-tridinanti.ac.id](mailto:rita_maria_veranika@univ-tridinanti.ac.id)

**INFORMASI ARTIKEL**

Submitted:  
04/12/2018

Revised:  
16/01/2019

Accepted:  
30/01/2019

Print-Published:  
31/01/2019

**ABSTRAK**

*Modifikasi Plate Liner Pada Air Chamber Pulverizer Dengan Bahan Plate Wear Resistance Arbex 400 dapat memperpanjang lifetime, memudahkan penggantian plate liner pada pulverizer (alat untuk menggiling dan menghaluskan batubara) akibat abrasi oleh batu phyrte (material ikutan batubara) yang di hembus udara primer mengikis plate liner menyebabkan kebocoran pada body air chamber pulverizer, mempercepat waktu pemeliharaan. Modifikasi dengan cara merubah desain plate lembaran menjadi per segmen, menambah kekerasan dari 359 HBN (Hard Brinel Number) menjadi 400,63 HBN dan menambah ketebalan plate dari 12 mm menjadi 30 mm. Dari evaluasi setelah operasi selama 6 bulan didapatkan bahwa plate liner mampu bertahan ± selama 24 bulan, yang sebelumnya kondisi 8 bulan sudah terabrasi habis terutama bagian bawah sampai ke body utamanya.*

**Katakunci:** Air Chamber, Pulverizer coal mill, Plate Liner.

**ABSTRACT**

*Modified Plate Liners on Air Chamber Pulverizers With Wear Plate Resistance Materials Arbex 400 can extend lifetime, facilitate plate liner replacement in pulverizers (a tool for grinding and smoothing coal) due to abrasion by phyrte stones (coal follow material) which is blown by primary air scrape the liner plate cause a leak in the body air chamber pulverizer, speed up maintenance time. Modification by changing the sheet plate design into segments, adding hardness from 359 HBN (Hard Brinel Number) to 400.63 HBN and increasing plate thickness from 12 mm to 30 mm. From the evaluation after surgery for 6 months it was found that the plate liner was able to survive ± for 24 months, which previously had 8 months of abraded condition, especially the bottom to the main body.*

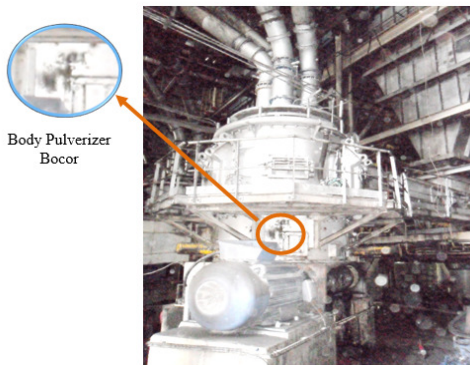
**Keywords:** Air Chamber, Pulverizer coal mill, Plate Liner.

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat Indonesia khususnya akan tenaga listrik terus meningkat, hal ini membuat PT PLN (Persero) sebagai perusahaan penyedia tenaga listrik mencari alternatif sumber tenaga pembangkit listrik yang murah. Untuk itu dibangunlah PLTU Bukit Asam berkapasitas 4 x 65

MW dan mulai beroperasi pada tahun 1987 (Unit 1-2) dan 1994 (Unit 3-4). Pengoperasian *Coal feeder*, *Pulverizer* dan *Coal burner* merupakan bagian yang tak terpisahkan dalam suatu proses di Pembangkitan PLTU batubara yang berfungsi sebagai pemasok bahan bakar ke *boiler*, *coal feeder* sebagai pengatur jumlah aliran batubara dari *coal bunker* yang selanjutnya batubara tersebut dihaluskan didalam *Pulverizer* sebelum masuk ke ruang bakar, agar mendapatkan pembakaran sempurna dengan minimum *excess air*, didalam alat ini juga terjadi proses pengeringan dan pemisahan batubara dengan benda-benda asing yang terbawa dari proses penambangan, sehingga akan batubara yang akan masuk ke ruang bakar sudah merupakan batubara halus yang siap dibakar dengan spesifikasi butiran dan temperature yang telah ditentukan sesuai desain [8][9].

Setelah beroperasi sekitar 30 tahun, sering terjadi kebocoran pada *body air chamber* pulverizer rata-rata 8 kali gangguan per tahun mengakibatkan unit *derating* sehingga untuk mempertahankan beban unit saat itu harus disupport HSD. Di PLTU Sektor Bukit Asam setiap unit masing-masing terdiri dari 3 unit *pulverizer* dengan penamaan *pulverizer A,B,C*. Pola pengoperasian *pulverizer 2* operasi dan 1 *standby*, apabila dibutuhkan beban maksimum ketiga *pulverizer* tersebut dioperasikan.



Gambar 1. Pulverizer

### 1.1. Definisi Pulverizer

*Pulverizer* adalah suatu alat untuk menggiling dan menghaluskan batubara pada tingkat kehalusan 200 mesh sehingga batubara dapat terbakar sempurna di dalam ruang bakar. Batubara halus yang ada di dalam *pulverizer* di dorong dengan menggunakan udara primer hingga *temperature pulverizer* mencapai  $\pm 60^{\circ}\text{C}$ , masuk ke ruang bakar dan batubara terbakar dalam ruang bakar. Kontruksi *Pulverizer* diperlihatkan seperti pada gambar dibawah ini.

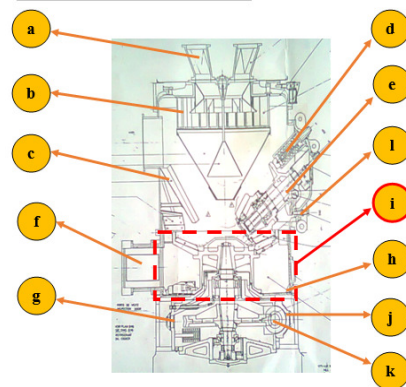
Dengan kondisi *pulverizer* yang bertekanan, maka diperlukan *sealing air fan* yang menghasilkan udara dengan tekanan yang lebih tinggi daripada *primary air fan*. Udara yang dihasilkan oleh *sealing air fan* ini berfungsi sebagai *air seal* pada *bearing* di dalam *pulverizer* agar serbuk batubara tidak masuk maka *seal air* harus benar-benar bersih.

Menurut (Kitto, JB dkk, 2005) salah satu masalah yang perlu diperhatikan pada *pulverizer pressure type* adalah kebocoran pada *body air chamber* akan mengakibatkan serbuk batubara menyembur keluar, mencemari lingkungan dan memicu terjadinya kebakaran.

### 1.2. Komponen Utama Pulverizer

Ada beberapa komponen utama dari pulverizer, antara lain:

- |                               |                            |
|-------------------------------|----------------------------|
| a. <i>Swing Valve</i>         | g. <i>Lube Oil System</i>  |
| b. <i>Classifier</i>          | h. <i>Phyrite System</i>   |
| c. <i>Raw Coal Plate</i>      | i. <i>Body air Chamber</i> |
| d. <i>Spring Roll Wheel</i>   | j. <i>Motor Drive</i>      |
| e. <i>Roll Wheel Assembly</i> | k. <i>Gear Drive</i>       |
| f. <i>Throat Ring</i>         | l. <i>Seal Air</i>         |



Gambar 2. Bagian-bagian Pulverizer

- Swing valve* berfungsi sebagai penutup cepat (*shut off valve*) untuk menghentikan aliran batubara ke dalam ruang bakar pada saat terjadi gangguan di *pulverizer* (*trip*) atau *stop Pulverizer*.
- Classifier* dengan *adjustable inlet vane* bertujuan mengatur *fineness coal* keluar dari *pulverizer*,

*classifier* bertugas sebagai *cyclone* separator untuk mengembalikan partikel batubara yang masih mempunyai berat, dengan beratnya sendiri akan jatuh kembali ke area *grinding zone*, batubara yang telah halus ( 200 *mesh* ) bercampur dengan udara primer dan ditekan keluar *classifier* menuju *line burner*.

- c. *Row coal pipe* sebagai pengarah batubara ke dalam *grinding zone* yang di *supply* dari *coal feeder*.
- d. *Spring roll wheel* berfungsi untuk menekan dan menjaga *clearance* roll wheel terhadap *grinding zone*.
- e. *Roll Wheel Assembly* berfungsi sebagai penggiling batubara yang terbuat dari material tahan gesekan, setiap *pulverizer* memiliki 3 buah *roll wheel assembly*.
- f. *Throat ring* berfungsi sebagai saluran pengarah udara primer menuju ruang penggilingan di dalam *pulverizer* untuk mengalirkan serbuk batubara menuju *burner*.
- g. *Lube oil system* adalah suatu media yang dapat menimbulkan sifat licin pada dua permukaan yang saling bersinggungan atau bergerak relative satu dengan lainnya, selain itu dapat berfungsi untuk meredam getaran, mengurangi gesekan, mengurangi keausan, mencegah korosi, mendinginkan bagian yang bergerak.
- h. *Phyrite system*, sistem ini dilengkapi dengan *upper gate*, *lower gate* dan *hopper*, kondisi normal operasi dengan sistem *pneumatic operated* dimana *upper gate* posisi buka sehingga *phyrite* dari *upper gate* masuk ke *hopper*.
- i. *Body air chamber* adalah dinding *frame* utama dari ruang penggilingan batubara yang dilapisi *liner* sebagai *part* yang sengaja dikalahkan untuk melindungi *body air chamber*, karena kondisi operasi yang bersifat abrasif di dalam *body air chamber*.
- j. *Motor drive* berfungsi sebagai penggerak untuk memutar *gear drive*.
- k. *Gear drive* berfungsi untuk meneruskan putaran motor yang sebelumnya ditransformasikan oleh 3 ( tiga ) tingkat gear reduksi dari kecepatan putaran tinggi ( putaran motor : 995 rpm ) diturunkan menjadi putaran rendah ( putaran *yoke* dan *grinding table* : 55,5 rpm ).
- l. *Seal air* berfungsi sebagai proteksi ( *sealing* ) terhadap part *pulverizer* dari serbuk batubara, seal air diperuntukan untuk 3 ( tiga ) lokasi yaitu roll wheel, *yoke* dan *coal feeder*.

### 1.3. Spesifikasi *Pulverizer*

*Pulverizer* pada PLTU Bukit Asam adalah buatan dari STEIN INDUSTRIES Perancis dengan

*type* 703 RP pada Unit 1-2 dan *type* 90/40 pada Unit 3-4. Perbedaan keduanya hanya terdapat pada jumlah *bullring* segmen dari 40 buah menjadi 30 buah (*Manual book bowl mill 703*).

**Tabel 1. Spesifikasi *Pulverizer***

Nama Peralatan	<i>Pulverizer</i>
Type	Bowl Mill 703 RP STEIN INDUSTRIE
Bowl Rotation Speed	55.5 rpm
Nom Output on std Coal	26 Ton
Daya Motor	260 KW
Putaran	995 rpm
Group Vibrasi	2 ISO10816-3
Bearing Motor	6322 C3 Outboard & 6322 C3 Inboard
Bearing Gearbox	NU 330 MAC3 Outboard
(Horizontal)	936349 / H 936316 Inboard
Bearing Gearbox	NU 2252 MAC 3
(Vertical)	29448 EMB & 23228 BS MBC 3

### 1.4. *Plate Liner Air Chamber Pulverizer*

*Plate liner* adalah *plate* yang berfungsi untuk melindungi *body* utama, yang memiliki karakteristik dan *lifetime* sebagaimana fungsinya. Pada umumnya untuk *plate liner air chamber* menggunakan *material* yang memiliki persyaratan karakteristik khusus, seperti nilai kekerasan (HBN) dan tahan terhadap abrasif (*wear resistance*).



**Gambar 3. *Plate Liner* Eksisting (Lembaran)**

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Alat dan Bahan Pengujian

Pada penelitian ini, penulis bekerjasama dengan PLN Pusat Penelitian dan Pengembangan terkait pengujian komposisi material. Uji komposisi material menggunakan alat uji PMI master pro, Oxford.



Gambar 4. Alat uji komposisi material

### 2.1.2. Uji Kekerasan Material

Pada penelitian ini, penulis bekerjasama dengan PLN Pusat Penelitian dan Pengembangan terkait pengujian kekerasan material. Uji kekerasan material menggunakan alat uji MIC 20, merk GE.



Gambar 5. Alat uji kekerasan material

### 2.2 Identifikasi Masalah

Dari data dilapangan *plate liner eksisting* creusabro 4800 dengan ketebalan 12 mm di desain bertahan dalam operasi  $\pm 1$  tahun. Berikut ditampilkan data gambar *plate liner air chamber eksisting* setelah beroperasi  $\pm 8$  bulan seperti pada gambar di bawah ini



Gambar 6. Kondisi Abrasi *Plate Liner Eksisting*

Dari hasil *workshop RCPS (Root Cause Problem Solving)* dalam pembahasannya didapat kesimpulan perlu dilakukan *improvement* untuk

mempercepat proses pemeliharaan dan memperpanjang *lifetime plate liner*.

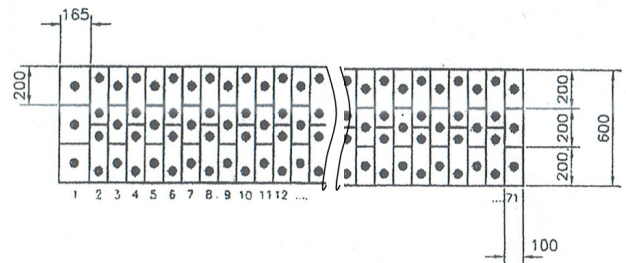
### 2.4. Modifikasi *Plate Liner*

Pada tahap ini, dilakukan proses modifikasi dengan melakukan beberapa perubahan diantaranya yaitu ketebalan plat dan dimensi *plate liner* agar memiliki *lifetime* lebih panjang dan mudah pada saat pemeliharaan. Di samping itu pada tahap ini dilakukan analisa material yang digunakan pada *plate liner air chamber*.

Tabel 2. Perbandingan *Plate Liner*

No	PEMBANDING	Plate Liner Eksisting	Plate Liner Segmen
1	Material	Creusabro 4800	ARBEX 400
2	Kekerasan (HBN)	359	419
3	Tebal	12 mm	30 mm
4	Glass wool	Tidak ada	Ada
5	Pengunci	Bolt biasa	Conical bolt
6	Jumlah	2 lembar	178 segmen

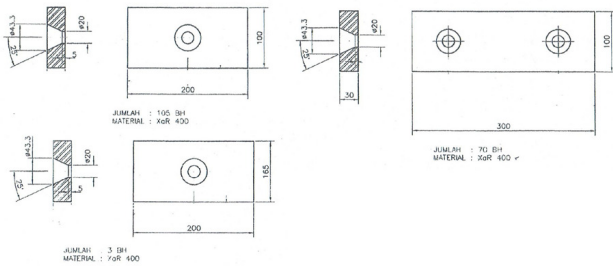
Sebagai langkah awal dalam melakukan suatu perubahan baru memerlukan konsep pada penerapannya. Untuk mempermudah dan mempercepat proses pemeliharaan maka dibuatlah konsep modifikasi *plate liner air chamber* menjadi per segmen.



Gambar 7. Konsep Pembuatan *Plate Segment*

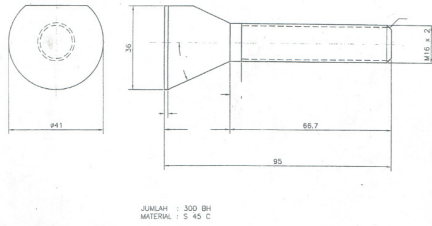
Dengan diameter dalam *body airchamber* sebesar  $\varnothing 2400$  mm dan ketebalan plate liner 30 mm, maka dimensi dari plate liner per segmen di dapat sebagai berikut agar plate liner dapat membentuk radius dari *body air chamber*. Luas *air chamber* dapat dicari dengan persamaan 1 (Callister William D, 1994.):

$$\text{Luas Air Chamber} = p \times l \text{ atau } 2\pi r \times t \quad (1)$$



Gambar 8. Dimensi Plate liner segmen

Pengikat menggunakan bolt berbentuk head conical bertujuan agar laju abrasi kepala bolt mengikuti laju abrasi dari plate liner segmen sehingga tidak mudah lepas.



Gambar 9. Conical Bolt

2.4. Hasil Pengujian Material Plate Liner

A. Uji kekerasan

Kekerasan (Hardness) adalah salah satu sifat mekanik (Mechanical of properties) dari suatu material (Westbrook .J. H. 1973) dan nilai kekerasan material dapat di cari dengan persamaan (2):

$$HB = \frac{F}{\frac{\pi}{2} D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Keterangan:

- HB = nilai kekerasan Brinnel (HB)
- D = diameter bola (mm)
- d = diameter lekukan (mm)
- F = beban yang digunakan (kg)

Tabel 3. Hasil Uji Kekerasan Conical Bolt

No.	Hardness
	(HV)
1	201
2	187
3	196
4	199
5	186
6	186
7	207
8	177
Rata-rata : 192,38	

Tabel 4. Hasil Uji Kekerasan Plate Liner

No.	Hardness
	(HV)
1	419
2	403
3	413
4	417
5	403
6	393
7	376
8	381
Rata-rata : 400,63	

B. Perbandingan Komposisi Material

Carbon (C) adalah elemen paduan yang paling penting dalam baja. Secara umum, peningkatan kandungan carbon menghasilkan kekuatan dan kekerasan akhir yang lebih tinggi. Unsur Cr berfungsi sebagai pembentuk karbida keras dan halus untuk ketahanan aus. Unsur Ni, Mo dan Manganese (Mn) berperan untuk meningkatkan ketahanan impact (beban kejut). Sehingga material ini memiliki sifat ketahanan aus yang baik dan ketahanan impak yang tinggi. Selain itu, untuk membuat baja jenis ini diperlukan proses manufaktur khusus dan tidak seperti pembuatan baja biasa (baja karbon) yaitu dilanjutkan dengan proses perlakuan panas Hardening with Quenching untuk menghasilkan austenit dan kemudian didinginkan dengan cepat dalam cairan minyak. Setelah pengerasan, austenit berubah menjadi martensit. Martensit terbentuk pada suhu di bawah sekitar 400 °F (204 °C). Sehingga memiliki kekuatan dan ketahanan abrasi yang tinggi (Callister William D, 1994).

Tabel 5. Perbandingan Komposisi Material

CHEMICAL COMPOSITION	CREUSABRO 4800	ARBEX 400
C	0,18	0,21
Si	0,352	0,7
Mn	1,52	2
P	0,0077	0,025
S	0,0006	0,01
Cr	1,565	1,2
Ni	0,367	1
Mo	0,171	0,6

### C. Uji Impact

Uji *impact* adalah jenis pengujian yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kekuatan material tersebut. Besarnya harga *impact* dapat diketahui dengan persamaan (3):

$$HI = \frac{E}{A}$$

dimana :

HI= Harga Impact (Joule /mm<sup>2</sup>)

E = Energi yang diperlukan untuk mematahkan benda uji (Joule)

A= luas penampang permukaan di bawah takikan (mm<sup>2</sup>)

**Tabel 6. Hasil Uji Impact Conical Bolt**

No	Benda Uji	Luas Penampang (A) (mm <sup>2</sup> )	Kekuatan Uji Impact (E) (Joule)	Harga Impact (HI) (Joule/mm <sup>2</sup> )
1	Bolt 1	80	23	0,288
2	Bolt 2	80	21	0,263
3	Bolt 3	80	20,5	0,256
Rata-rata		80	21,5	0,269

**Tabel 7. Hasil Uji Impact Plate Liner Segmen**

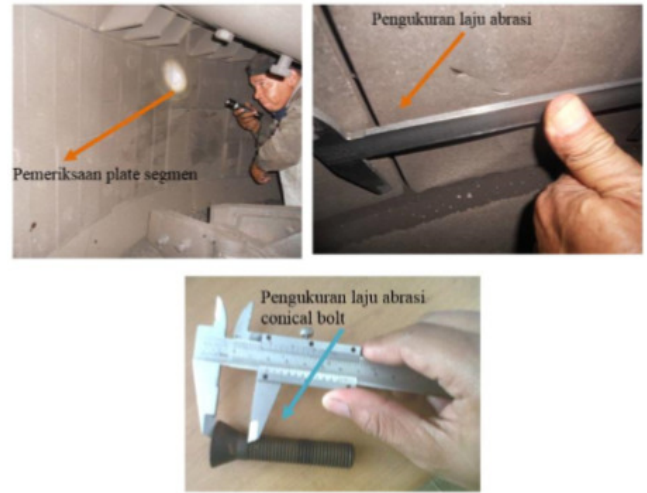
No	Benda Uji	Luas Penampang (A) (mm <sup>2</sup> )	Kekuatan Uji Impact (E) (Joule)	Harga Impact (HI) (Joule/mm <sup>2</sup> )
1	Plat 1	80	47	0,588
2	Plat 2	80	55	0,688
3	Plat 3	80	43	0,538
Rata-rata		80	38,33	0,605

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Hasil Evaluasi

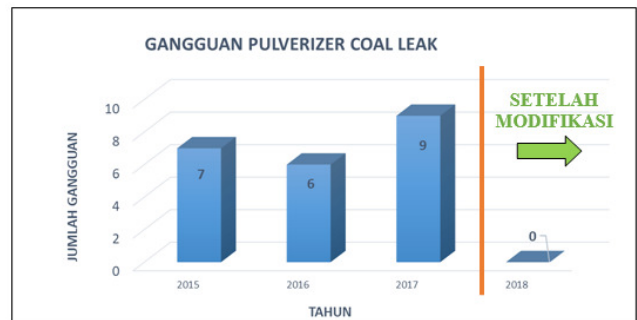
Setelah *plate liner* tersebut terpasang, kami menganalisa laju abrasi dari *plate liner* segmen tersebut selama 6 bulan beroperasi. Sehingga dapat di ambil pendekatan laju abrasi dan penentuan jadwal pemeliharaan dan penggantian *plate liner* tersebut.

Dari data dilapangan laju abrasi *plate liner* segmen selama 3 bulan beroperasi didapatkan paling dalam adalah ± 6 mm, pengambilan data pada tanggal 16 Agustus 2018.

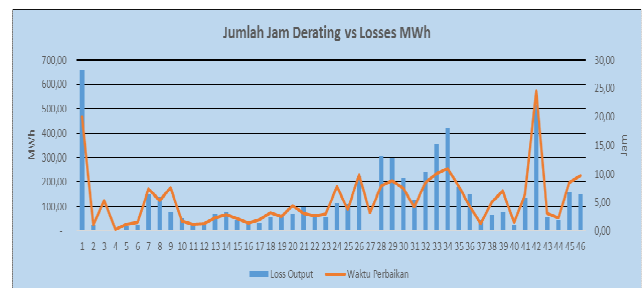


**Gambar 10. Pengecekan Setelah 6 Bulan**

Berdasarkan data di atas dapat disimpulkan bahwa rata-rata laju abrasi *plate liner* dan *conical bolt* setelah di ukur dengan jangka sorong adalah 1 mm setiap bulan. *Plate liner* dengan ketebalan 30 mm dan dudukan *conical bolt* mencapai 25 mm dari *plate liner* maka akan mampu bertahan ± 24 bulan dari kebocoran *body air chamber*.



**Gambar 11. History Gangguan Body Air Chamber**



**Gambar 10. Losses MWh Akibat Gangguan**

### 3.2. Manfaat Modifikasi

A. Faktor ketersediaan pembangkit (EAF) meningkat karena berkurangnya jumlah *derating* beban yang disebabkan oleh perbaikan *body air chamber pulverizer* yang bocor (*Maintenance*

book pulverizer and coal feeder), serta dapat  
Dapat dicari dengan persamaan (4) :

$$EAF = \frac{AH - (EFDH + EMDH + EPDH + ESEDH)}{PH} \times 100\%$$

Dimana :

AH : Available Hours (Jumlah jam unit pembangkit siap dioperasikan)

EFDH: Ekvivalen *force derating hours* perkalian antara jumlah jam unit pembangkit derating secara paksa dengan besar penurunan *derating* dibagi DMN.

B. Menekan kerugian dari *Losses Output* (MWh) akibat *derating* (penurunan beban) Pada saat perbaikan *body air chamber* yang bocor.

- Rata-rata lama perbaikan pengelasan *body air chamber* 5,24 Jam
- Rata-rata *losses output* gangguan *body air chamber* bocor sebesar 123,26 MWh (Potensi MWh Terbangkit).
- Harga transfer pembelian tenaga listrik (*Power Purchase Agreement / PPA*) sebesar 1023 Rp/kWh.

kerugian Finansial yang dapat di tekan dari rata-rata satu kali gangguan *coal pulverizer leak* adalah Rp 126.094.980,- didapat dari rata-rata *losses output* dikali dengan harga *power purchase agreement*.

C. Manfaat Non Finansial terhadap lingkungan adalah karena tidak terjadi kebocoran lagi di *body pulverizer area* menjadi lebih bersih.

**Tabel 8. Manfaat Non Finansial**

MANFAAT	KONDISI	
	SEBELUM	SESUDAH
TEKNIS		
Waktu Penggantian Plate Liner	5 Hari	1 Hari
Proses Pemeliharaan	Sulit ( <i>Plate Lembaran</i> )	Mudah ( <i>Plate per segmen</i> )
Personil Pemeliharaan	5 Orang	2 Orang
NON TEKNIS		
Continuous Improvement	Tidak Ada	Ada (Perubahan Desain dan Material)

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas, dengan modifikasi *plate liner air chamber* dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Plate liner* baru Arbex 400 memiliki nilai kekerasan lebih tinggi yaitu 400,63 HBN dibandingkan dengan *plate liner* lama Creusabro 4800 hanya 359 HBN.

- Meningkatkan *lifetimeliner air chamber* dan operasional *Pulverizer* dengan ditambahnya ketebalan *plate liner* dan nilai HBN lebih tinggi.
- Menekan kerugian finansial serta memudahkan dan mempercepat pemeliharaan pada saat penggantian *plate liner chamber* karena *plate liner* baru dimensinya lebih kecil berupa segmen-segmen. Seperti tertera pada tabel 8.

### 4.2. Saran

- Pemeriksaan dan pengamatan secara berkesinambungan terhadap *plate liner* segmen.
- Agar hasil karya ilmiah ini dapat diimplementasikan dan dikembangkan di unit pembangkit yang memiliki peralatan *pulverizer* sejenis guna penelitian lebih lanjut.

### DAFTAR PUSTAKA

- B.J.M Beuner, B.S Anwir / Matondang. 1980. Pengetahuan Bahan. 3rd edition. Jakarta : Bhrata Karya Aksara.
- Callister William D, Jr. 1994. *Material Science And Engineering A Introduction Third edition*, Canada.
- Kitto, JB and Stultz S.C. ed. 2005. *Steam Its Generation and use. Forty-First Edition*. U.S.A. : Babcock & Wilcox Company
- Suarsana I. KT. 2017. Ilmu Material Teknik [diktat]. Denpasar (ID): Universitas Udayana.
- Herman Yuwono, Akhmad. 2009. Pengujian Merusak. Jakarta (ID) : Universitas Indonesia.
- Westbrook .J. H. 1973. *The Science Of Hardness Testing and Its Research Applications*, Conrad (ed), Ohio : American Society for Metals, Metals Park.
- Masmukti. 2011. Material dan Proses. <https://masmukti.files.wordpress.com/2011/10/b-ab-02-material-dan-proses.pdf> (diakses Agustus 2018)
- PT PLN (Persero) Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Sumatera. 2018. Protap Deklarasi Kondisi Pembangkit dan Indeks Kinerja Pembangkit Sumatera. Pekanbaru.

*Maintenance book pulverizer and coal feeder.*

*Manual book bowl mill 703 RP Stein Industri*