

ANALISA UNJUK KERJA *INDUCED DRAFT FAN* PLTU ASAM- ASAM UNIT 3 DAN 4

Akhmad Syarief¹⁾, Wisnu Setyo Nugroho²⁾, Andy Nugraha³⁾

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

email: akhmad.syarief@ulm.ac.id¹⁾, wisnuohm@gmail.com^{2)*}, andy.nugraha@ulm.ac.id³⁾

ABSTRACT

Throughout the year 2015, PLTU Asam Asam Unit 3 and 4's Induced draft fans frequently having issues. These issues were affects customer's electricity consumption because of load generated from PLTU Asam Asam unit 3 and 4 is was decreased heavily, seldom made the unit shut down for maintenance. This issues was being discussed and investigated to find the source and solution to fix it. After the investigation, it is found that fly ash who was being carried by flue gas through IDF was stuck to fan's blade and create unbalance in its rotation. Next modification was applied to fly ash transmitter to make sure its operating continuous because it has been stopped for a while. The effect of this modification is quite significant if we compare data from before and after modification, it can be see that derating and shutdown because of IDF problem is fewer than what it was before modification.

Keywords: IDF, Vibration, Modification

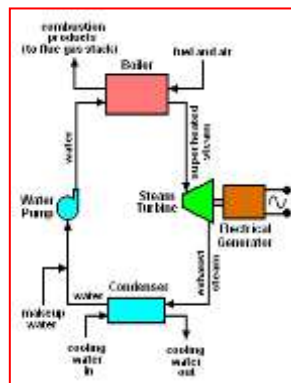
PENDAHULUAN

PLTU Asam Asam memiliki alat alat penting pada sistem kerjanya, salah satunya yaitu pada *Induced Draft Fan*. *Induced Draft Fan* merupakan salah satu bagian dari sistem *Air And Flue Gas*. *Air and flue gas system* berfungsi untuk menyuplai kebutuhan udara pembakaran dalam *boiler*. Dalam hal ini *Induced Draft Fan* berfungsi sebagai penghisap udara yang telah bercampur dengan abu sisa pembakaran pada boiler. *Induced Draft Fan* merupakan salah satu komponen penting di Pembangkit Listrik Tenaga Uap, apabila mengalami permasalahan maka berdampak menurunnya efisiensi pembakaran pada sebuah pembangkit listrik. Masalah yang sering terjadi pada *Induced Draft Fan* adalah terjadinya vibrasi pada sisi *fan* maupun motornya. Vibrasi ini kemungkinan besar disebabkan oleh menumpuknya abu sisa pembakaran yang tidak tertangkap oleh *Electrotatic Precipitator (ESP)* dan mengakibatkan *unbalance* pada *fan*. Pada unit #3 dan #4 ESP yang digunakan menggunakan tipe *row* dengan *rappet* yang terletak secara *vertical* dan *horizontal*. Pada ESP unit 3 dan 4 terjadi penurunan kinerja karena trafo *rectifier row 1 dan 2 trip*. Dari kondisi ini kemudian dilakukan modifikasi pada *transmitter* ESP yang kemudian akan mempengaruhi unjuk kerja *Induced Draft Fan*.

Dari latar belakang masalah tersebut perlu diadakannya analisis yang berhubungan dengan unjuk kerja *Induced Draft Fan* yaitu dengan judul “Analisis Unjuk Kerja *Induced Draft Fan* pada PLTU Asam-Asam Unit 3 dan 4”.

Prinsip Kerja PLTU

PLTU menggunakan uap air sebagai fluida penggerak yang bersirkulasi secara tertutup. Siklus tertutup dapat diartikan memanfaatkan fluida yang sama secara kontinue. Dalam siklus ini air diubah menjadi uap *superheat* pada boiler sehingga dapat digunakan untuk memutar poros turbin. Dari turbin uap sisa keluar menuju kondensor untuk penurunan suhu menggunakan air pendingin agar berubah fase menjadi air. Air kondensat dapat digunakan lagi sebagai air pengisi *boiler* tetapi sebelum itu dilakukan pemanasan awal secara bertahap dengan menggunakan heater-heater. Sumber panas heater dari ekstraksi turbin seperti yang tergambar pada Gambar 1.



Gambar 1. Siklus Air dan Uap pada PLTU

Air And Flue Gas System

Air and Flue Gas system adalah salah satu sistem utama pada PLTU yang berfungsi untuk mengatur laju alir udara dalam *boiler*. Sistem ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu *Primary Air system*, *Secondary Air System* dan *Gas System*. *Display* pada *control room* PLTU Asam Asam unit 3 dan 4 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Air and flue gas system PLTU Asam Asam Unit 3 dan 4

1. *Primary air system*

Primary air system fungsinya adalah untuk menyuplai udara primer pembakaran. Selain sebagai udara pembakaran, *primary air* dari *Primary Air Fan* berfungsi untuk mengeringkan sekaligus membawa batubara halus yang sebelumnya telah diproses di *pulverizer*. *Primary air* ini sebelumnya telah melalui *primary air heater* dengan tipe *shell and tube* untuk meningkatkan temperaturnya.

2. *Secondary air system*

Secondary Air system fungsinya adalah untuk menyediakan udara sekunder yang diperlukan untuk mencapai pembakaran sempurna pada boiler. Udara atmosfer dihisap *Force Draft Fan* dan didorong ke *secondary air heater*. Udara panas dari *secondary air heater* lalu masuk ke *wind box* dan kemudian didistribusikan ke tiap *burner* yang ada untuk menciptakan pembakaran.

3. *Gas system*

Gas panas dari pembakaran (*flue gas*) difungsikan sebagai sumber energi panas. Gas panas dari *furnace* dialirkan ke *superheater*, *economizer*, dan kemudian dibagi menjadi dua jalur menuju *primary air heater* dan *secondary air heater*. Jalur kedua *air heater* tersebut kemudian akan menjadi satu kembali dan gas masuk ke *Electrostatic*

Precipitator (ESP) yang merupakan alat penangkap debu. Dari ESP gas ditarik oleh *Induced Draft Fan* untuk diarahkan ke atmosfer melalui cerobong (*stack*).

Vibrasi

Getaran yang muncul pada suatu mesin dapat memproyeksikan kondisi gerakan-gerakan yang tidak dikehendaki di komponen mesin. Untuk itu pengukuran vibrasi dan analisa getaran dipergunakan mendiagnosa keadaan suatu mesin, seperti adanya roda gigi aus akan memunculkan getaran dengan amplitudo tinggi pada frekuensi yang sesuai dengan frekuensi *toothmesh* (RPM kali jumlah gigi). Adanya ketidakseimbangan putaran akan memunculkan getaran level tinggi pada frekuensi yang setara dengan rpm porosnya.

Standart Vibrasi

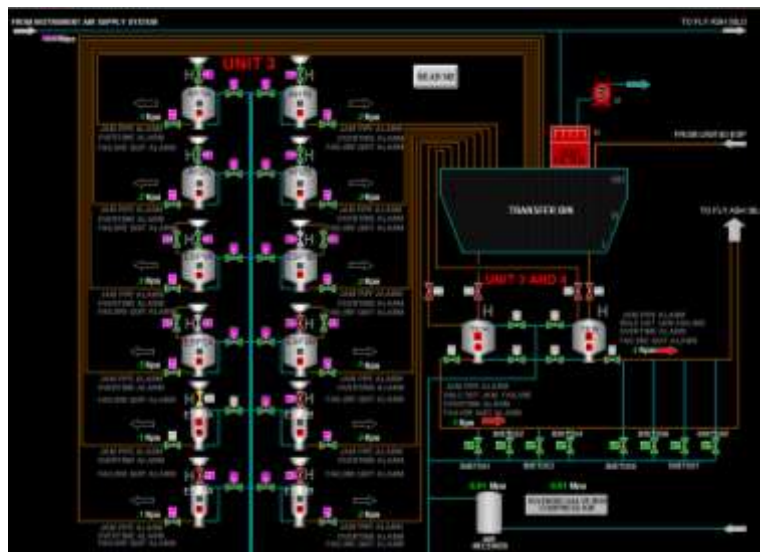
PLTU Asam Asam menggunakan standart ISO 10816 pada pengukuran vibrasinya. ISO 10816 adalah standart untuk menentukan tingkat parahnya vibrasi peralatan yang beroperasi pada rentang frekuensi 10Hz sampai 200Hz (600 sampai 12,000 RPM). Contoh peralatan yang dimaksud adalah motor listrik, pompa, generator, turbin uap, turbin gas, kompressor, dan juga *fan*. Peralatan tersebut dapat di *couple* secara tetap atau *flexible* ataupun dengan menggunakan *gear*. Arah vibrasi bisa mengarah ke vertikal maupun horizontal. Standart yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut untuk menentukan tingkat parahnya vibrasi peralatan.

Tabel 1. *Zona vibrasi pada Induced Draft Fan* (Sumber: ISO 10816)

Zone	A	B	C	D
Small Machines	0 - 0,71	0,71 - 1,8	1,8 - 4,5	> 4,5
Zone	A	B	C	D
Pump > 15 KW	0 - 2,3	2,3 - 4,5	4,5 - 7,1	> 7,1
Machine 15 KW - 300 KW	0 - 1,4	1,4 - 2,8	2,8 - 4,5	> 4,5
Machine 300 KW - 50 MW	0 - 2,3	2,3 - 4,5	4,5 - 7,1	> 7,1
For Steam Turbin	0 - 3,8	3,8 - 7,5	7,5 - 11,8	> 11,8

Ash Handling System

Ash handling system terdiri dari *Fly Ash System* dan *Bottom Ash System*. *Fly Ash System* menangani *fly ash* dari penyaringan pada *Electrostatic Precipitator* (ESP), *Primary Air Heater* (PAH) dan *Secondary Air Heater* (SAH) yang ditampung di *hopper* kemudian dilewatkan ash *transporter* untuk selanjutnya di dorong menggunakan udara bertekanan tinggi ke *fly ash silo*. *Bottom Ash System* menangani abu dari proses pembakaran *boiler* yang jatuh kemudian ditampung dan selanjutnya diangkut keluar menggunakan *Submerged Scrapper Conveyor* (SSC).



Gambar 3. Fly Ash System PLTU Asam Asam Unit 3 dan 4

Fly ash system seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 memiliki peralatan penangkap abu menyatu dengan aliran gas buang yaitu ESP. Batubara yang telah digunakan untuk pembakaran menghasilkan abu. Gas buang yang terkandung partikel abu di dalamnya akan dilewatkan ruangan yang terdapat plat-plat penangkap partikel abu yang dialiri listrik searah (DC). Abu yang tertangkap ESP dialirkan melalui tabung *Transporter/Transmitter* kemudian dibuang ke penampungan akhir.

Transporter

Transporter/Transmitter adalah komponen penting dari *Electrostatic Precipitator* yang berfungsi untuk mendistribusikan *fly ash* dari *hopper* ESP menuju *Transfer Bin* dengan menggunakan sistem pneumatic dengan pipa dan *discharge valve*. Cara kerjanya

yaitu *fly ash* dari hopper ESP diturunkan atau dimasukkan kedalam *transporter* hingga level yang ditentukan kemudian setelah menyentuh *limit switch* atau waktu yang ditentukan maka distribusi abu dari *hopper* dihentikan. Kemudian *transporter* diberi udara bertekanan dari kompresor melewati pipa primer dengan tekanan 0.5 – 0.7 Mpa. Jika tekanan sudah tercapai maka dilakukanlah proses *flushing* dengan dibukanya *discharge valve* secara otomatis dan *fly ash* didistribusikan ke *transfer bin*. Dan tak kalah pentingnya, yaitu sistem perpipaan dari *fly ash* sistem ini sebagai media untuk mendistribusikan *fly ash* dengan udara bertekanan.

Equivalent Availability Factor

Merupakan faktor kesiapan unit PLTU. Nilai EAF didapat dari membandingkan yang didapat dari kesiapan PLTU untuk beroperasi (dalam kondisi stand by / operasi) dibagi terhadap waktu. Persamaan EAF adalah sebagai berikut:

$$EAF = (PH-PO-PD)/PH \times 100\% \quad (1)$$

dimana:

EAF = Equivalent Availability Factor (%)

PH = Plant Hours (jam)

PO = Plant Outage (jam)

PD = Plant Derating (jam)

METODOLOGI PENELITIAN

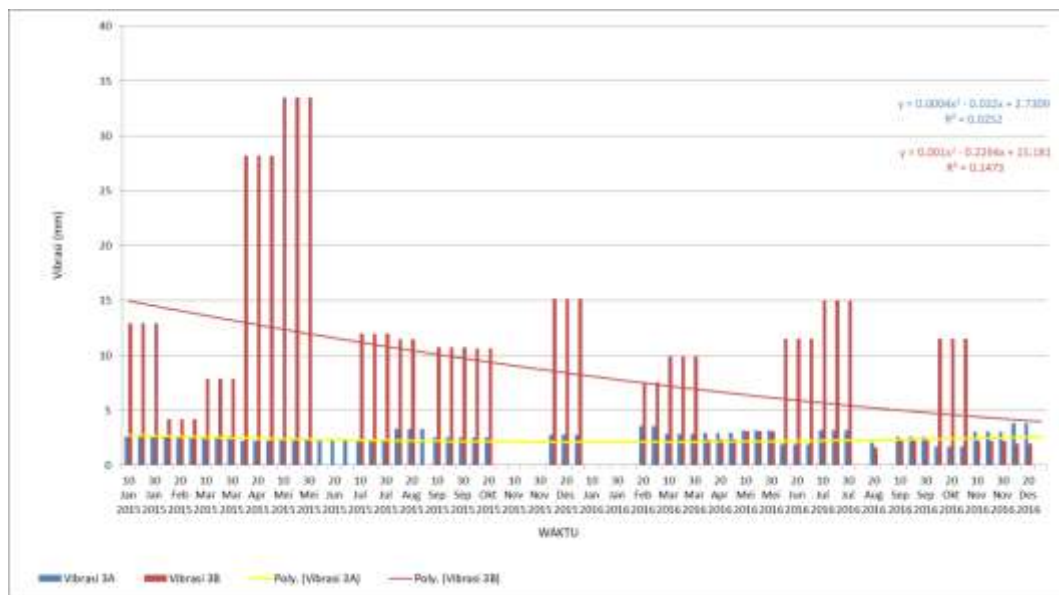
Pengambilan data dilakukan dengan cara mengambil data laporan harian atau *logsheet* yang diambil oleh operator lokal maupun operator *Control room* dari masing masing unit, juga laporan vibrasi team *Predictive Maintenance* dari bagian *Engineering*.

Setelah pengambilan data selesai dilakukan, maka hasil pengambilan data tersebut akan disusun dalam bentuk Tabel dan grafik agar mudah untuk dilakukan analisa. Penyajian dalam bentuk Tabel bertujuan untuk menunjukkan hasil analisa dari seluruh data yang diambil. Penyajian dalam bentuk grafik bertujuan untuk menampilkan secara keseluruhan hasil pengambilan data. Grafik yang ditampilkan menunjukkan hubungan antara satu parameter dengan parameter lainnya, sehingga dapat dilakukan analisa bagaimana pengaruh antar parameter. Melalui analisa grafik tersebut akan dapat ditarik

kesimpulan mengenai penyebab terjadinya fluktuasi unjuk kerja pada *Induced Draft Fan* PLTU Asam Asam Unit 3 dan 4.

HASIL DAN PEMBAHASAN

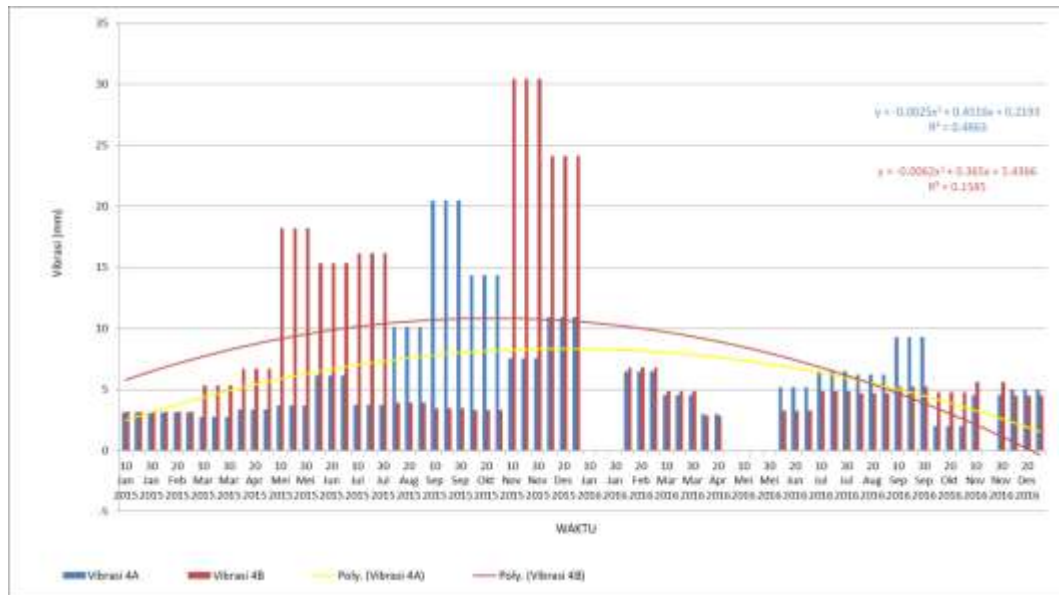
Perbandingan vibrasi IDF 3A dan 3B sebelum dan sesudah modifikasi dapat di lihat dalam Gambar 4.



Gambar 4. Grafik perbandingan Vibrasi IDF 3A dan 3B

Dapat kita lihat pada Gambar 4 menunjukkan grafik unit 3, terlihat garis melebihi standart vibrasi Zona D (7.1 mm/s) sebanyak 7 kali pada IDF 3B pada tahun 2015. Setelah modifikasi yang hanya melewati standart vibrasi Zona D sebanyak 5 kali. Perbedaan juga terlihat dari nilai vibrasi tertinggi yang memiliki nilai sebesar 33.5 mm/s pada IDF 3B di 20 Mei 2015, sedangkan setelah modifikasi tertinggi hanya sebesar 14.97 mm/s pada IDF 3B di 20 Juli 2016.

Selanjutnya Gambar 5 adalah perbandingan vibrasi IDF 4A dan 4B sebelum dan sesudah modifikasi.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Vibrasi IDF 4A dan 4B

Pada Gambar 5 yang menunjukkan grafik unit 4, terlihat garis melebihi standart vibrasi Zona D (7.1 mm/s) masing masing sebanyak 5 kali pada IDF 4A dan 4B pada tahun 2015. Setelah dilakukan modifikasi dapat dilihat pada tahun 2016 terlihat jarang melewati standart vibrasi Zona D, hanya sekali pada IDF 4A pada 20 September 2016. Perbedaan juga terlihat dari nilai vibrasi tertinggi pada gambar 4.2 yang memiliki nilai tertinggi sebesar 20.48 m/s pada IDF4A di 10 September 2015 dan 30.42 mm/s pada IDF 4B di 20 November 2015. Berbeda dengan setelah modifikasi yang memiliki nilai tertinggi hanya sebesar 9.3 mm/s pada IDF 4A di 20 Juli 2016, dan sebesar 6.81 pada IDF 4B di 28 Februari 2016.

Setelah dilakukan analisa pada penyebab munculnya vibrasi, hasil yang didapatkan adalah penumpukan *fly ash* pada *blade fan* merupakan penyebab utama terjadi *unbalance* pada IDF. Hal ini disebabkan ESP yang tidak beroperasi secara maksimal mengakibatkan abu sisa pembakaran tidak tertangkap sempurna lalu terbawadan menempel pada *blade* IDF. Setelah analisa tersebut maka perlu dilakukan modifikasi pada area *transmitter fly ash* agar ESP dapat beroperasi secara maksimal.

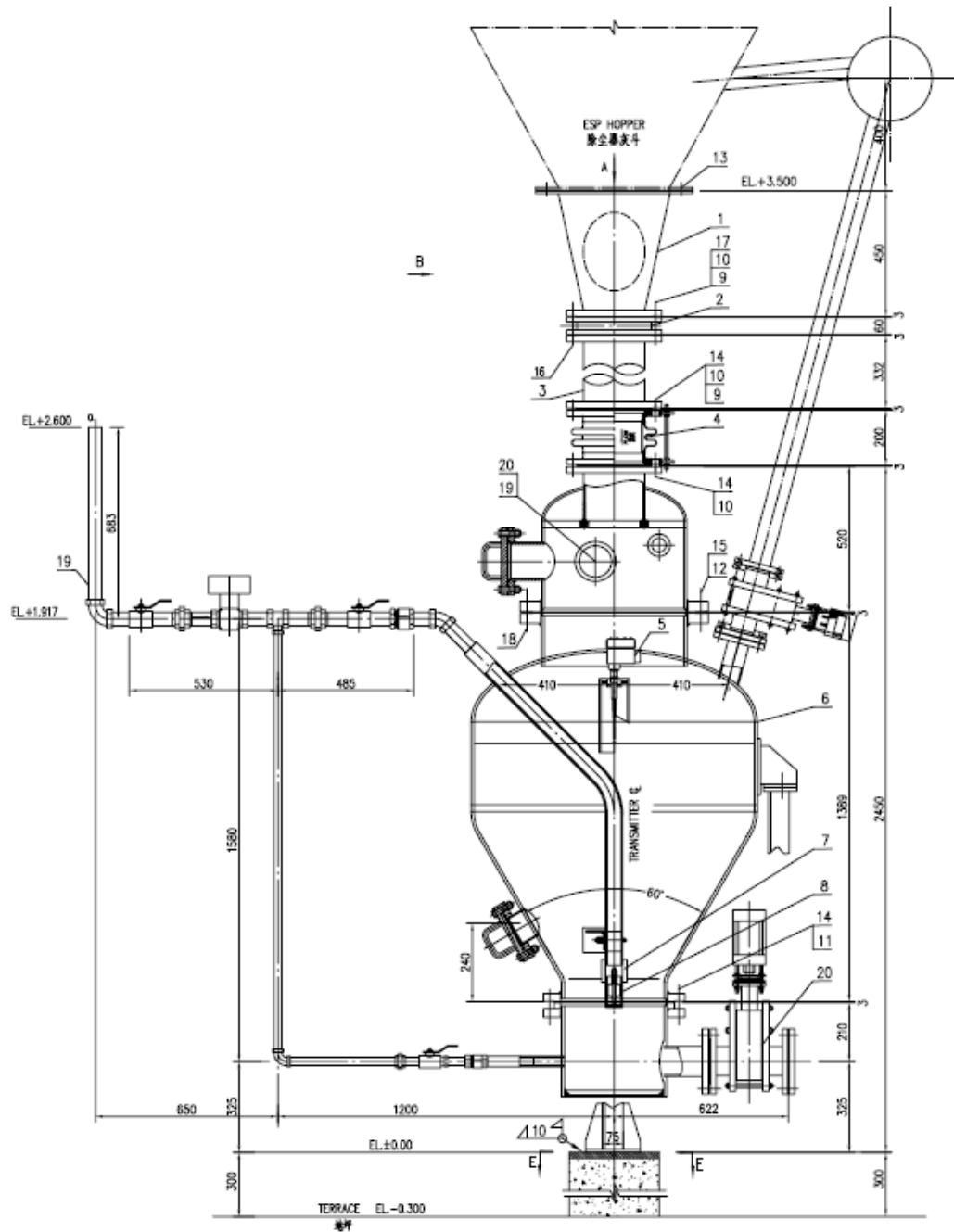
Penjelasan Modifikasi

Pada unit #3 dan #4 terdapat perbedaan ukuran dari transporter Row 1 dan Row 2 dengan transporter Row 3 dan Row 4. Proses *flushing fly ash* pada Row 3 dan Row 4 masih dapat dilakukan karena tekanan udara masih mampu untuk mendistribusikan *fly ash* menuju *transfer bin*. Sedangkan pada Row 1 dan Row 2 volume *transporter* yang terlalu besar mengakibatkan jumlah *fly ash* yang semakin banyak pula, karena hal tersebut tekanan udara sebesar 0.4 Mpa yang dihasilkan kompresor tidak mampu mendorong seluruh *fly ash* yang sudah tertampung. Tidak cukupnya tekanan udara ini mengakibatkan *fly ash* yang tidak bisa di dorong akan semakin menumpuk dan akan menyebabkan *blocking* pada *transporter* Row 1 dan 2.

Proses pengeblokan yang terjadi akan mengganggu kinerja ESP, Untuk mengantisipasi hal tersebut maka dirancanglah modifikasi *ash transporter* unit #3 dan unit #4 dengan mengganti *transporter* pada Row 1 dan Row 2 menjadi sama dengan *transporter* pada Row 3 dan Row 4. Diharapkan dengan modifikasi yang dilakukan dapat mengoptimalkan kerja dari *ash transporter* serta meminimalisir *fly ash* terbang ke atmosfer dan menghindari kerusakan pada IDF akibat masih banyaknya abu yang terkandung pada *flue gas*. Selain itu, juga untuk menghindari polusi udara yang diakibatkan jika ada abu yang terbang ke atmosfer. Rencana modifikasi instalasi transporter adalah sebagai berikut :

1. Penggantian tabung *transporter* Row 1 dan 2 unit #3
2. Penggantian tabung *transporter* Row 1 dan 2 unit #4

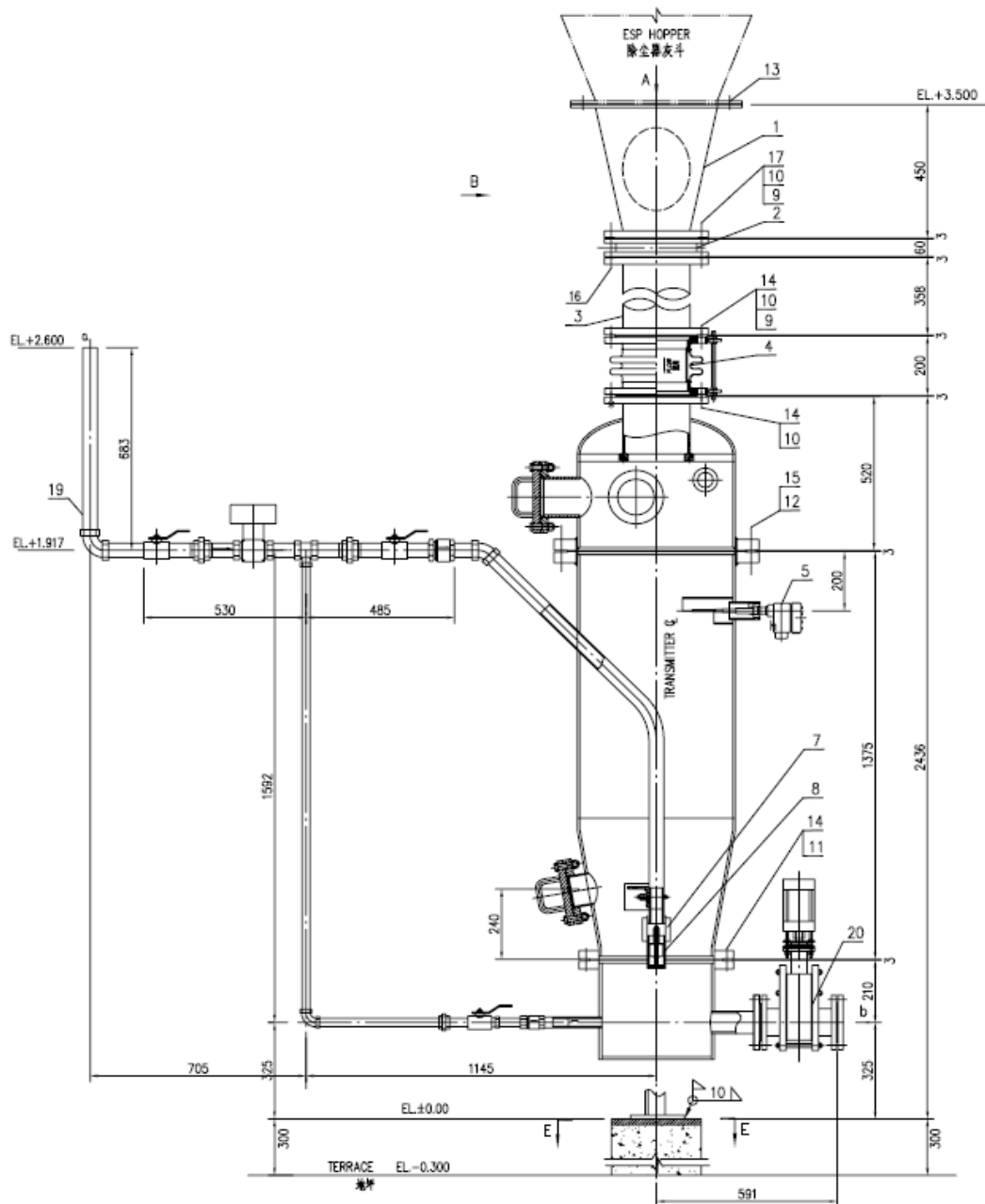
Desain awal *transporter* Row 1 dan Row 2 yang terpasang pada unit #3 dan #4 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Transmitter Fly ash Row 1 dan Row 2*

Pada Gambar 6 menunjukkan diameter tabung cukup besar sehingga mampu menampung *fly ash* dengan jumlah yang banyak. Volume tabung yang besar yaitu 0.5 m^3 dan kapasitasnya yang banyak mengakibatkan udara tidak mampu untuk mentransfer abu, untuk itu tabung dengan volume yang lebih kecil di pilih untuk menggantikan

tabung yang volumenya besar. Gambar 7 menunjukkan transporter pengganti yang sama desainnya dengan transporter Row 3 dan Row 4.



Gambar 7. Transmitter Fly Ash Row 3 dan Row 4

Gambar 7 menunjukkan diameter tabung *ash transporter* lebih kecil dibandingkan tabung pada gambar sebelumnya. Volume *ash transporter* pada Row 3 dan 4 hanyalah 0.2 m³, jauh lebih kecil daripada *ash transporter* Row 1 dan Row 2. Volume yang kecil

tersebut membuat jumlah *fly ash* yang di tampung semakin sedikit dan *fly ash* yang di distribusikan semakin sedikit pula, sehingga mempermudah proses *flushing* karena tekanan udara kompresor masih mampu untuk menekan *fly ash*.

Cost Benefit Analysis

Dari suatu perbaikan perlu dihitung seberapa besar keuntungan yang mungkin di dapatkan. Setelah dilakukan perhitungan, terbukti modifikasi dapat melakukan saving sebesar Rp. 18.067.959.400,00.

Perhitungan ini didapatkan dari menghitung kerugian berdasarkan lama unit derating akibat IDF dikalikan dengan Tarif dasar listrik (TDL) saat itu yang hasilnya sebesar Rp. 27.218.219.400,00. Hasil tersebut kemudian dikurangi dengan biaya modifikasi dan perbaikan sebesar Rp. 9.150.260.000,00.

Perhitungan Equivalent Availability Factor

Selanjutnya adalah membandingkan EAF sebelum dan sesudah modifikasi. Perlu di garis bawahi unit diasumsikan beroperasi dalam kondisi optimal, yaitu tanpa mengalami gangguan lain selain gangguan pada IDF. Beban diasumsikan stabil di 65 MW pada jangka waktu 11 bulan (1 bulan untuk *overhaul*).

1. Sebelum modifikasi unit 3

Diketahui:

$$PH = 8016 \text{ jam}$$

$$PO = 0 \text{ jam}$$

$$PD = 702.58$$

Maka,

$$\begin{aligned} EAF &= (PH-PO-PD)/PH \times 100\% \\ &= (8016-0-702.58)/8016 \times 100\% \\ &= 91.23\% \end{aligned}$$

2. Sebelum modifikasi unit 4

Diketahui:

$$PH = 8016 \text{ jam}$$

$$PO = 0 \text{ jam}$$

$$PD = 709.86$$

Maka,

$$\begin{aligned} EAF &= (PH-PO-PD)/PH \times 100\% \\ &= (8016-0-709.84)/8016 \times 100\% \\ &= 91.14\% \end{aligned}$$

3. Setelah modifikasi unit 3

Diketahui:

$$PH = 8016 \text{ jam}$$

$$PO = 0 \text{ jam}$$

$$PD = 408.133$$

Maka,

$$\begin{aligned} EAF &= (PH-PO-PD)/PH \times 100\% \\ &= (8016-0-408.133)/8016 \times 100\% \\ &= 94.9\% \end{aligned}$$

4. Setelah modifikasi unit 4

Diketahui:

$$PH = 8016 \text{ jam}$$

$$PO = 0 \text{ jam}$$

$$PD = 381$$

Maka,

$$\begin{aligned} EAF &= (PH-PO-PD)/PH \times 100\% \\ &= (8016-0-381)/8016 \times 100\% \\ &= 95.24\% \end{aligned}$$

Sesuai dengan hasil perhitungan EAF diatas, dapat kita bandingkan hasil sebelum dan sesudah modifikasi, yaitu adanya peningkatan EAF sebesar 3.67% pada unit 3 dan 4.1% pada unit 4. Hal ini menunjukkan bahwa modifikasi yang telah dilakukan cukup efektif.

KESIMPULAN

Dari uraian di atas, maka didapat peningkatan unjuk kerja pada IDF yang dapat dilihat dari peningkatan EAF dari 91.23% pada unit 3 dan 91.14% pada unit 4, menjadi sebesar 94.9% pada unit 3 dan 95.24% pada unit 4. Total peningkatannya adalah sebesar 3.67% pada unit 3 dan 4.1% pada unit 4. Proses modifikasi yang dilakukan adalah mengganti *transmitter fly ash row 1* dan *row 2* menjadi sama seperti *transmitter row 3* dan *row 4* yang bisa beroperasi dan memiliki volume sebesar 0.2 m³, tidak seperti *transmitter fly ash row 1* dan *row 2* yang memiliki volume sebesar 0.5 m³ tetapi tidak bisa beroperasi. Setelah melalui proses modifikasi, dapat dianalisa *cost and benefit analysis*nya. *Cost saving* yang dapat diperoleh jika melakukan perbaikan pada IDF sebesar Rp. 18.067.959.400.

DAFTAR PUSTAKA

- China Chengda Engineering. 2011. Boiler Operation Manual. Asam Asam : PLTU Kalimantan Selatan (2x65MW).
- China Chengda Engineering. 2011. Boiler Maintenance Manual. Asam Asam : PLTU Kalimantan Selatan (2x65MW).
- China Chengda Engineering. 2011. Ash Handling Maintenance Manual. Asam Asam : PLTU Kalimantan Selatan (2x65MW).
- PT. PLN (Persero) Pusat Pendidikan dan Pelatihan. 2010. Dasar Dasar Pemeliharaan Pembangkit. Suralaya: Unit Pendidikan dan Pelatihan Suralaya.
- PT. PLN (Persero) Pusat Pendidikan dan Pelatihan. 2011. Pengenalan Vibrasi Dasar. Suralaya: Unit Pendidikan dan Pelatihan Suralaya.
- PT. PLN (Persero) Pusat Pendidikan dan Pelatihan. 2015. Pengenalan Pembangkit. Suralaya: Unit Pendidikan dan Pelatihan Suralaya.