



## Analisa Kegagalan Emisi SO<sub>2</sub> Hasil Pembakaran Batubara Pada Flue Gas Desulfurization (FGD) di PLTU Tanjung Jati B Unit 3 & 4

Rianto Wibowo

Universitas Muria Kudus

Amirul Haq Rohmatullah

Universitas Muria Kudus

Alamat : Jl. Lingkar UMK Gondangmanis, Bae, Kudus

Korespondensi penulis: [rianto.wibowo@umk.ac.id](mailto:rianto.wibowo@umk.ac.id)

**Abstract.** *Tanjung Jati B Unit 3 & 4 Steam Power Plant (PLTU) is a steam power plant that uses coal as fuel. Burning coal produces exhaust emissions containing sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) which is dangerous for the environment. To overcome this, PLTU Tanjung Jati B Units 3 & 4 uses Flue Gas Desulphurization (FGD) to reduce SO<sub>2</sub> emissions. This research aims to analyze the factors that cause FGD failure in reducing SO<sub>2</sub> emissions, formulate efforts to overcome FGD failure and improve its performance, and develop a method for evaluating the effectiveness of FGD in reducing SO<sub>2</sub> emissions. The research method used is literature study, primary data collection through observation and interviews, and data analysis. The research results show that the factors that cause FGD to fail in reducing SO<sub>2</sub> emissions are blockage of the spray pipe and header pipe, blockage of the tray, and a decrease in the performance of the booster fan and absorber recirculation pump. The method for evaluating the effectiveness of FGD in reducing SO<sub>2</sub> emissions is by analyzing de-Sox efficiency, flue gas flowrate and temperature, pressure drop, and ARP discharge pressure. Keywords: PLTU, FGD, SO<sub>2</sub> emissions, de-Sox efficiency, flue gas flow rate, pressure drop, ARP discharge pressure. The method for evaluating the effectiveness of FGD in reducing SO<sub>2</sub> emissions is by analyzing de-Sox efficiency, flue gas flowrate and temperature, pressure drop, and ARP discharge pressure.*

**Keywords:** *PLTU, FGD, SO<sub>2</sub> emissions, de-Sox efficiency, flue gas flow rate, pressure drop, ARP discharge pressure.*

**Abstrak.** Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Tanjung Jati B Unit 3 & 4 merupakan salah satu pembangkit listrik tenaga uap yang menggunakan batubara sebagai bahan bakarnya. Pembakaran batubara menghasilkan emisi gas buang yang mengandung sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) yang berbahaya bagi lingkungan. Untuk mengatasi hal ini, PLTU Tanjung Jati B Unit 3 & 4 menggunakan Flue Gas Desulphurization (FGD) untuk mengurangi emisi SO<sub>2</sub>. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan kegagalan FGD dalam mengurangi emisi SO<sub>2</sub>, merumuskan upaya-upaya untuk mengatasi kegagalan FGD dan meningkatkan kinerjanya, serta mengembangkan metode evaluasi efektivitas FGD dalam mengurangi emisi SO<sub>2</sub>. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur, pengumpulan data primer melalui observasi dan wawancara, dan analisis data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor yang menyebabkan kegagalan FGD dalam mengurangi emisi SO<sub>2</sub> adalah penyumbatan pipa semprot dan pipa header, penyumbatan baki, dan penurunan kinerja booster fan dan absorber recirculation pump. Metode evaluasi efektivitas FGD dalam mengurangi emisi SO<sub>2</sub> adalah dengan menganalisis de-Sox efficiency, flue gas flowrate and temperature, pressure drop, dan ARP discharge pressure. Kata Kunci: PLTU, FGD, emisi SO<sub>2</sub>, de-Sox efficiency, flue gas flowrate, pressure drop, ARP discharge pressure. Metode evaluasi efektivitas FGD dalam mengurangi emisi SO<sub>2</sub> adalah dengan menganalisis de-Sox efficiency, flue gas flowrate and temperature, pressure drop, dan ARP discharge pressure.

**Kata Kunci:** PLTU, FGD, emisi SO<sub>2</sub>, de-Sox efficiency, flue gas flowrate, pressure drop, ARP discharge pressure.

## **LATAR BELAKANG**

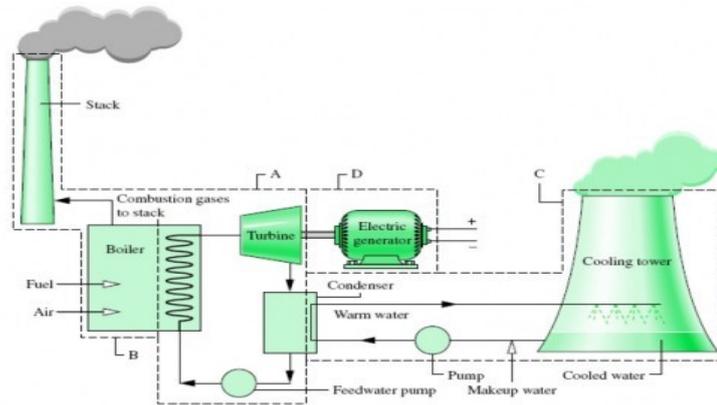
Secara prinsip, PLTU merupakan sebuah sistem konversi energi, baik dalam bentuk energi kimia dari bahan bakar fosil maupun energi panas dari proses pembakaran, menjadi energi listrik dengan daya dan tegangan tertentu. Tujuan utama dari proses produksi di PLTU yaitu menghasilkan energi listrik. Proses konversi energi tersebut dilakukan secara bertahap. Dalam penghasilan listrik di PLTU, peralatan utamanya meliputi boiler, turbin, generator, transformator, dan peralatan bantu lainnya (auxiliary). Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) adalah salah satu jenis pembangkit listrik tenaga termal yang banyak digunakan karena efisiensinya yang baik, sehingga menghasilkan energi listrik secara ekonomis. PLTU Tanjung Jati B merupakan salah satu contohnya.

PLTU Tanjung Jati B merupakan bagian dari Unit Pembangkitan Jawa Bali yang dimiliki oleh PT PLN (Persero). PLTU Tanjung Jati B terdiri dari empat unit, di mana setiap unit memiliki kapasitas masing-masing sebesar 660 MW nett. Dengan keberadaan keempat unit pembangkit Tanjung Jati B, masing-masing berkapasitas 660 MW, saat ini PLTU Tanjung Jati B berperan dalam menyediakan energi listrik sekitar 12-13% dari kebutuhan sistem Jawa - Bali - Madura.

Salah satu komponen yang sangat penting dalam kinerja PLTU adalah flue gas desulfurization (FGD) . Sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) hasil pembakaran batubara pada FGD merupakan salah satu emisi penting di instalasi pembangkit listrik (power plant) tenaga batubara.

## **KAJIAN TEORITIS**

Prinsip kerja dari PLTU adalah dengan menggunakan siklus air-uap-air yang merupakan suatu sistem tertutup air dari kondensat atau air dari hasil proses pengkondensasian di kondensor dan make up water (air yang dimurnikan) dipompa oleh condensat pump ke pemanas tekanan rendah. Disini air dipanasi kemudian dimasukkan oleh daerator untuk menghilangkan oksigen, kemudian air ini dipompa oleh boiler feed water pump masuk ke economizer. Dari economizer yang selanjutnya dialirkan ke pipa untuk dipanaskan pada tube boiler.



**Gambar 1.** Proses Konversi Energi PLTU

Pada tube, air dipanasi berbentuk uap air. Uap air ini dikumpulkan kembali pada steam drum, kemudian dipanaskan lebih lanjut pada superheater sudah berubah menjadi uap kering yang mempunyai tekanan dan temperatur tinggi, dan selanjutnya uap ini digunakan untuk menggerakkan sudu turbin tekanan tinggi, untuk sudu turbin menggerakkan poros turbin. Hasil dari Pada tube, air dipanasi berbentuk uap air. Uap air ini dikumpulkan kembali pada steam drum, kemudian dipanaskan lebih lanjut pada superheater sudah berubah menjadi uap kering yang mempunyai tekanan dan temperatur tinggi, dan selanjutnya uap ini digunakan untuk menggerakkan sudu turbin tekanan tinggi, untuk sudu turbin menggerakkan poros turbin.

Hasil dari putaran poros turbin kemudian memutar poros generator yang dihubungkan dengan coupling, dari putaran ini dihasilkan energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan dari generator disalurkan dan di distribusikan lebih lanjut ke pelanggan. Uap bebas dari turbin selanjutnya di kondensasikan dari kondensor dan bersama air dari make up water pump dipompa lagi oleh pompa kondensat masuk ke pemanas tekanan rendah, daerator, boiler feed water pump, pemanas tekanan tinggi, economizer, dan akhirnya menuju boiler untuk dipanaskan menjadi uap lagi. Proses ini akan terjadi berulang-ulang. putaran poros turbin kemudian memutar poros generator yang dihubungkan dengan coupling, dari putaran ini dihasilkan energi listrik.

Energi listrik yang dihasilkan dari generator disalurkan dan di distribusikan lebih lanjut ke pelanggan. Uap bebas dari turbin selanjutnya di kondensasikan dari kondensor dan bersama air dari make up water pump dipompa lagi oleh pompa kondensat masuk ke pemanas tekanan rendah, daerator, boiler feed water pump, pemanas tekanan tinggi,

economizer, dan akhirnya menuju boiler untuk dipanaskan menjadi uap lagi. Proses ini akan terjadi berulang-ulang.

## **METODE PENELITIAN**

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di PLTU Tanjung Jati B, PT Komipo Pembangkitan Jawa Bali (KPJB), di Desa Tubanan, Kecamatan Kembang, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Pada tahap ini, data dikumpulkan dengan cara mengambil data sekunder yang diperoleh dari karya ilmiah. Pada saat ini, kami juga melakukan survei berikut:

### **a. Wawancara**

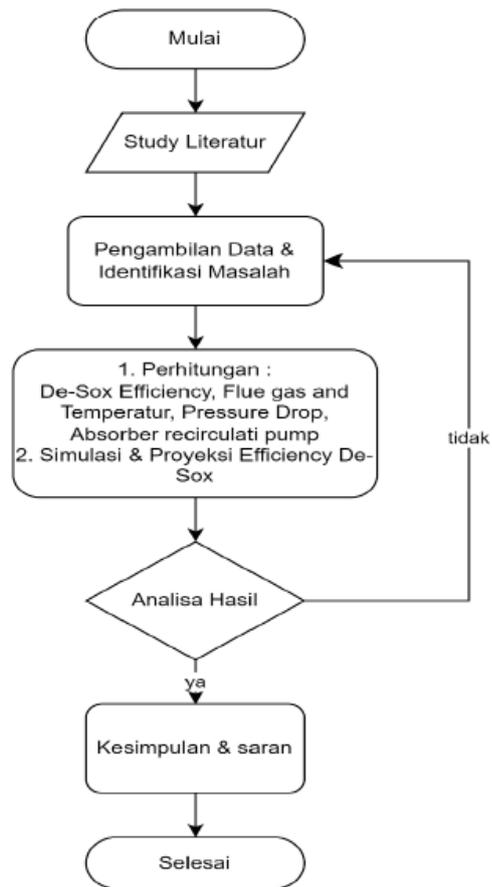
Melibatkan diskusi baik dengan instruktur maupun operator lapangan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang beberapa komponen dan sistem kerja di lapangan. Metode ini penting untuk melengkapi pengetahuan tentang berbagai aspek, termasuk proses modifikasi pabrik yang sering kali diketahui dari pengalaman operator. Oleh karena itu, wawancara digunakan untuk menggali detail-detail dari suatu sistem yang diperlukan.

### **b. Observasi**

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung di lapangan dan CCR (Central Control Room), sesuai dengan data yang relevan untuk kondisi kerja tertentu. Selain itu, pengamatan ini juga mencakup pemahaman terhadap skema kontrol di CCR untuk pembangkit di PLTU Tanjung Jati B.

### **c. Analisa**

Melakukan analisis terhadap hasil perhitungan data De-Sox Efficiency, Flue gas flowraate and temperature, Pressure drop, Absorber recirculation pump. dan Mencari cara yang lebih efisien.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. De-Sox Efficiency

Berdasarkan data operasional FGD tahun 2020, efisiensi De-Sox tiap unit adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Efficiency} &= \frac{SO2 \text{ Inlet} - SO2 \text{ Outlet}}{SO2 \text{ Inlet}} \times 100 \\ &= \frac{1147,5 - 99,3}{1147,5} \times 100 \\ &= \frac{13976}{153} \\ &= 91,346 = 91,35 \end{aligned}$$

**Tabel 1. Pengukuran De-SO<sub>x</sub> Efficiency**

Item	SO2 Inlet	SO2 Outlet	De-SO <sub>x</sub> Efficiency
Date Unit	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	%
15-Jan	1147.5	99.30	91.35
16-Jan	1147.5	236.09	79.43
17-Jan	1147.5	273.45	76.17
18-Jan	1147.5	260.59	77.29
20-Jan	1147.5	258.92	77.44
21-Jan	1147.5	275.87	75.96
22-Jan	1147.5	197.48	82.79
23-Jan	1147.5	442.87	61.41
24-Jan	1147.5	275.96	75.95
25-Jan	1147.5	290.12	74.72
27-Jan	1147.5	279.92	75.61
28-Jan	1147.5	304.39	73.47
29-Jan	1147.5	320.41	72.08
30-Jan	1147.5	265.74	76.84
03-Feb	1147.5	340.09	70.36
04-Feb	1147.5	306.36	73.30
06-Feb	1147.5	345.67	69.88
07-Feb	1147.5	330.88	71.17
08-Feb	1147.5	361.59	68.49
10-Feb	1147.5	385.58	66.40
11-Feb	1147.5	422.99	63.14
12-Feb	1147.5	462.20	59.72
13-Feb	1147.5	508.92	55.65
14-Feb	1147.5	521.68	54.54

## 2. Flow gas and Temperature

Debit gas dan temperatur inlet/outlet FGD adalah sebagai berikut :

**Tabel 2. Debit dan temperature gas**

Item	Unit	Avg	Min	Max	Design Coal C 100% BMCR
Flue Gas Flow	Nm <sup>3</sup> /hr	2,785,616	2,704,233	2,872,166	2,483,308
		12.2%	8.9%	15.7	Base
FGD Inlet Temperature	°C	149.4	148.1	150.4	131.7
		17.7	16.4	18.7	Base
FGD Outlet Temperature	°C	65.42	63.4	66.8	54.7

## 3. Pressure drop

Penurunan tekanan pada FGD adalah sebagai berikut :

**Tabel 3 Penurunan tekanan pada FGD**

Item	Date	05/04/2020	27/04/2020	28/04/2020	29/04/2020	Design Coal C 100% BMCR
	Unit					
FGD Inlet Pressure	mbarg	12.99	12.76	13.39	12.73	1858 Pa
FGD outlet Pressure	mbarg	5.41	(5.41)	(5.41)	(5.41)	350 Pa
FGD Pressure Drop	mbarg	7.58	7.35	7.98	7.32	1508 Pa (15.08)

## 4. Analisis Masalah Utama dan Akar Penyebab

Karena pembakaran batu bara peringkat rendah, kondisi operasi sistem FGD telah berubah dibandingkan dengan data desain awal. Perubahan data operasi ini menyebabkan beberapa masalah pada sistem FGD seperti berikut:

### a. Penyumbatan Pipa Semprot dan Pipa Header

Penyumbatan pipa semprot dan pipa header bagian dalam terjadi kira-kira setiap 6~9 bulan dan cakupan penyumbatan lebih dari 60% dari sistem. Pekerjaan pencucian mekanis berkala dilakukan untuk menghilangkan penyumbatan.

b. Penyumbatan Baki

Penyumbatan baki penyerap terjadi kira-kira setiap 6-9 bulan dan cakupan penyumbatan lebih dari 60% dari sistem. Dan pekerjaan pencucian mekanis berkala dilakukan untuk menghilangkan penyumbatan.

## **KESIMPULAN**

Sistem FGD (Flue Gas Desulfurization) pada pembangkit listrik mengalami penyumbatan pipa semprot, pipa header, dan baki absorber akibat perubahan kondisi operasi dari pembakaran batu bara peringkat rendah. Hal ini menyebabkan penurunan kinerja sistem dan emisi polutan yang lebih tinggi.

## **SARAN**

- a. Meningkatkan laju aliran nosel semprot dan memodifikasi pipa header: Ini akan membantu mencegah penyumbatan pipa header dan nosel semprot.
- b. Meningkatkan ukuran lubang baki ABS: Ini akan membantu mengurangi penumpukan lumpur di baki dan meningkatkan distribusi bubuk.
- c. Mengganti mist eliminator dan meningkatkan tekanan air pencucian: Ini akan membantu mencegah penyumbatan mist eliminator dan meningkatkan efisiensi pembilasan.
- d. Memasang ARP Discharge MOV dan meningkatkan laju aliran dan tekanan air pembilasan: Ini akan membantu mencegah aliran balik gas buang dan meningkatkan efek pembilasan pipa.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terimakasih sebesar-besarnya kepada PT. Pembangkitan Jawa Bali (PT. PJB), anak perusahaan PT PLN yang berdiri sejak tahun 1995 atas fasilitasnya untuk dapat melakukan penelitian

## **DAFTAR REFERENSI**

- Mayasari, F. (2020). "Analisis Perhitungan Eksternalitas pada PLTU Muara Karang dengan Penggunaan Flue Gas Desulphurization". Jurnal Ristek, 2013, 2.1: 38-42.
- Purnamasari, Dina. (2017) "Upaya Penurunan Emisi So<sub>2</sub> Dari Hasil Pembakaran Batubara Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (Pltu) Dengan Menggunakan Flue Gas Desulfurization (Fgd) Tipe Basah." Prosiding SNATIF : 249-252.
- Sasmita, A.dkk. (2021) "Dispersi SO<sub>2</sub> DAN NO<sub>2</sub> Dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Tembilahan, Riau." Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan 13.2 : 98-107.