

# Utilization of Bag Filters for Ash Handling in the Amamapare Power Plant

Penggunaan Bag Filter untuk Penanganan Abu di PLTU Amamapare

Arifin Gea, Lily S. Patras, Glanny M. Ch. Mangindaan

Dept. of Electrical Engineering, Sam Ratulangi University Manado, Kampus Bahu St., 95115, Indonesia

e-mails : arifgea12@protonmail.com, lily\_spatras@unsrat.ac.id, glanny\_m@unsrat.ac.id,

**Abstract** — Steam Power Plant (PLTU) is one type of power plant that uses coal as its main fuel. The combustion of coal in PLTU produces fly ash and bottom ash, which, if not filtered, can damage the environment. Therefore, a bag filter is needed as one of the components of PLTU to filter the coal combustion ash and prevent it from flying and polluting the surrounding environment or air. PLTU Amamapare, located in Timika, Papua, has been operating for 17 years and supplies electricity to the mining area of PT. Freeport Indonesia using a bag filter to filter the coal combustion ash.

In this study, an analysis was conducted on how ash is handled in PLTU Amamapare using a bag filter, as well as the amount of particulate matter generated to determine whether it meets the standards set by PERMENLHK No. 15 of 2019.

Based on the research conducted, the ash handling in PLTU Amamapare using a bag filter has been done properly, as evidenced by the level of particulate matter generated, which is below the standard, ranging from 24 to 29 mg/m<sup>3</sup>.

**Key words**— Bag filter, Bottom Ash, Fly Ash, Steam Power Plant (PLTU)

**Abstrak** — Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan salah satu pembangkit listrik yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar utama. Pembakaran batubara PLTU menghasilkan fly ash dan bottom ash yang apabila tidak dilakukan penyaringan akan merusak lingkungan dan tentunya akan sangat berbahaya bagi makhluk hidup disekitarnya terutama bagi manusia. Untuk itu diperlukan bag filter sebagai salah satu komponen PLTU yang berfungsi menyaring abu hasil pembakaran batubara agar tidak terbang dan mencemari lingkungan ataupun udara disekitar pembangkit. PLTU Amamapare yang berada di Timika, Papua, dimana PLTU telah beroperasi selama 17 tahun dan menyuplai listrik ke kawasan pertambangan PT. Freeport Indonesia menggunakan bag filter dalam menyaring abu pembakaran batubara.

Dalam penelitian ini, dilakukan analisa bagaimana penanganan abu di PLTU Amamapare dengan menggunakan bag filter serta jumlah partikulat yang dihasilkan apakah sudah memenuhi standar berdasarkan PERMENLHK No. 15 tahun 2019.

Dari hasil penelitian yang dilakukan, penanganan abu di PLTU Amamapare dengan menggunakan bag filter dilakukan dengan baik terbukti dengan tingkat partikulat yang dihasilkan masih dibawah standar yaitu berkisar 24-29 mg/m<sup>3</sup>.

**Kata kunci** — Abu Terbang, Abu Dasar, Bag filter, PLTU.

## I. PENDAHULUAN

Pencemaran udara dapat berasal dari mana saja, salah satunya dapat berasal dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang menggunakan batubara sebagai sumber energi pembakaran untuk menghasilkan listrik. Dari hasil pembakaran tersebut dihasilkan dua partikel limbah dengan ukuran 1 hingga 100  $\mu\text{m}$  yaitu *Fly Ash* (Abu Terbang) dan *Bottom Ash* (abu dasar) yang masuk dalam kategori limbah non-B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun [1]. Selain limbah abu tersebut, terdapat juga limbah berbahaya yang dapat berupa zat kimia yang berbahaya [2].

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Universitas Harvard dalam laporan Greenpeace Indonesia, jumlah kematian dini akibat polusi udara dan gas beracun yang dihasilkan oleh pembakaran batubara di PLTU mencapai 6.500 jiwa / tahun [3]. Selain itu, masyarakat Indonesia juga diperkirakan kehilangan 2,5 tahun usia harapan hidupnya akibat pencemaran udara yang diakibatkan oleh pembakaran batubara PLTU [4].

PLTU Amamapare adalah salah satu PLTU yang berada di kompleks pelabuhan Amamapare, Timika, kabupaten Mimika, Papua. PLTU ini dioperasikan oleh PT. Puncakjaya Power Timika, dimana listrik yang dihasilkan akan digunakan dan dipasok ke kawasan pertambangan PT. Freeport Indonesia Papua. PLTU ini memiliki kapasitas operasi 3 x 65 MW dan telah beroperasi selama 17 tahun [5]. Sebagai PLTU yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar utama, maka tentunya diperlukan alat untuk menyaring abu hasil pembakaran agar tidak merusak lingkungan disekitar PLTU dan membahayakan masyarakat yang tinggal disekitar kawasan PLTU. Untuk mengatasi masalah tersebut, PLTU Amamapare menggunakan bag filter sebagai alat utama dalam menyaring abu hasil pembakaran batubara PLTU tersebut.

### A. Pembangkit Listrik Tenaga Uap

Pembangkit listrik tenaga uap adalah salah satu jenis pembangkit listrik yang menggunakan uap untuk memutar turbin sehingga menghasilkan listrik. Uap ini dihasilkan dari hasil pembakaran batubara/minyak bumi yang memanaskan air di dalam boiler.

Prinsip kerja dari sebuah PLTU adalah prinsip siklus uap tertutup (air-uap-air) dimana air yang telah dikondensasi akan dipompa oleh Condensat Pump menuju pemanas tekanan

rendah. Pada kondisi ini, air telah dipanaskan dan selanjutnya akan dipompa oleh boiler feed water pump menuju economizer lalu ke tube boiler untuk dipanaskan [5]. Pada tube boiler, air yang dipanasi sudah berbentuk uap air yang dikumpulkan pada steam drum. Dari steam drum, uap dialirkan ke superheater untuk mendapatkan uap kering yang bertekanan dan bersuhu tinggi. Uap inilah yang akan digunakan untuk memutar sudu-sudu turbin dan memutar generator untuk menghasilkan energi listrik. Uap dari turbin akan digunakan kembali dengan cara dikondensasikan di kondensor dan dipompa kembali oleh condensat pump ke pemanas tekanan rendah sehingga siklus ini dilakukan secara berulang-ulang.

Adapun komponen utama dari sebuah pembangkit listrik tenaga uap, yaitu [7]:

- 1) Boiler adalah komponen yang berfungsi untuk merubah air menjadi uap. Proses ini dilakukan dengan memanaskan air yang berada didalam pipa-pipa dengan panas hasil pembakaran bahan bakar batu bara.
- 2) Turbin uap berfungsi untuk merubah energi panas yang terkandung dalam uap menjadi gerakan memutar (putaran). Uap dengan tekanan dan temperatur tinggi diarahkan untuk mendorong sudu-sudu turbin yang dipasang pada poros sehingga poros turbin berputar.
- 3) Generator merupakan komponen yang mengubah energi mekanik dari turbin menjadi energi listrik. Ketika turbin berputar, rotor di dalam generator juga berputar, menghasilkan medan magnet yang berinteraksi dengan kumparan-kumparan di sekitarnya, menghasilkan arus listrik.
- 4) Kondensor adalah peralatan untuk merubah uap menjadi air. Proses perubahan ini dilakukan dengan mengalirkan uap kedalam suatu ruangan yang berisi pipa-pipa (tubes). Uap ini dialiri diluar pipa-pipa sedangkan air sebagai media pendingin dialirkan didalam pipa-pipa. Kondensor dengan proses seperti ini disebut dengan surface (tubes) condenser.

### B. Bag Filter

Bag filter adalah salah satu komponen pada PLTU yang berfungsi untuk melakukan penyaringan (dedusting) partikel padat yang terkandung dalam gas buang hasil pembakaran batubara dalam boiler [8]. Bag filter merupakan susunan dari kantong-kantong yang terbuat dari serat atau kain secara berderet dan ditempatkan dalam bag housing. Bag filter berperan penting dalam mengurangi emisi partikel yang dapat mencemari udara.

Prinsip kerjanya didasarkan pada mekanisme penyaringan fisik [9], di mana gas buang yang mengandung partikel memasuki bag filter dan melewati kantong-kantong tersebut. Partikel-partikel yang lebih besar daripada ukuran pori kantong akan tertangkap dan terperangkap di permukaannya, sementara gas yang telah dibersihkan keluar melalui saluran pembuangan. Dengan demikian, bag filter secara efektif mengurangi konsentrasi partikel dalam gas buang, menjaga lingkungan tetap bersih dari emisi partikel yang berbahaya.

Ukuran pori pada bahan filter menjadi faktor penting dalam menentukan efisiensi penyaringan [10]. Pori yang terlalu besar akan membiarkan partikel-partikel kecil melewati, sementara

pori yang terlalu kecil dapat menyebabkan peningkatan resistansi aliran dan memperpendek umur pakai bahan filter. Efisiensi penyaringan bag filter dapat diukur dengan membandingkan jumlah partikel yang terperangkap dengan jumlah partikel yang memasuki sistem [11]. Efisiensi ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti ukuran partikel, kecepatan aliran gas, komposisi partikel, dan jenis bahan filter yang digunakan. Untuk mencapai efisiensi penyaringan yang tinggi, penting untuk memilih bahan filter yang sesuai dan mengatur parameter operasional secara optimal [12]. Berikut prinsip kerja bag filter secara garis besar:

- 1) Penyaringan awal: Udara yang mengandung partikel debu atau padat masuk ke dalam ruang filter bag melalui inlet udara.
- 2) Penyaringan mekanis: Udara yang masuk dipaksa melewati kantong kain penyaring.
- 3) Pengumpulan partikel: Partikel yang tertahan pada permukaan kantong akan membentuk lapisan debu atau padat yang disebut "cake". Cake ini secara bertahap akan bertambah tebal seiring berjalannya waktu.
- 4) Pembersihan kantong: Saat tekanan diferensial melintasi kantong meningkat, proses pembersihan kantong dilakukan untuk menghilangkan cake yang telah terbentuk.
- 5) Pengumpulan partikel yang dibuang: Partikel yang telah terpisah dari kantong penyaring akan dikumpulkan dalam wadah pengumpul yang dapat dibuang secara teratur.

Adapun bagian-bagian bag filter, yaitu [13]:

- 1) Kantong Penyaring (Filter Bag), berfungsi untuk menahan partikel-partikel abu agar tidak terhirup atau masuk ke dalam sistem.
- 2) Kerangka dan Rangkaian Kantong (Bag Cage): Kerangka dan rangkaian kantong berfungsi untuk memberikan dukungan struktural pada kantong penyaring.
- 3) Inlet Udara (Air Inlet): Bagian inlet udara adalah tempat masuknya udara kotor atau terkontaminasi yang akan disaring oleh *bag filter*.
- 4) Outlet Udara Bersih (Clean Air Outlet): Bagian ini merupakan tempat keluarnya udara yang telah melalui proses penyaringan.
- 5) Wadah Pengumpul Debu (Dust Collector): Wadah pengumpul debu adalah tempat di mana partikel-partikel debu atau padat yang terpisah dari kantong penyaring dikumpulkan.
- 6) Sistem Pembersih (Cleaning System): *Bag filter* dilengkapi sistem pembersih yang berfungsi untuk membersihkan kantong penyaring dari lapisan debu atau cake yang terbentuk selama proses penyaringan.
- 7) Kontrol Tekanan Diferensial (Differential Pressure Control): Bagian ini mengukur tekanan diferensial antara sisi masuk dan keluar *bag filter*.
- 8) Blower atau Fan: Komponen ini menghasilkan aliran udara yang diperlukan untuk memindahkan udara masuk melalui bag filter dan mengeluarkan udara bersih melalui outlet.
- 9) Sistem Kontrol: Sistem kontrol digunakan untuk mengatur dan mengendalikan operasi *bag filter*, termasuk pemantauan tekanan, pengaturan siklus pembersihan, dan pengoperasian blower atau fan.

### C. Efisiensi Bag Filter

Bag filter adalah alat filter abu dengan efisiensi yang sangat tinggi, yaitu  $\pm 99\%$  [14]. Persamaan perhitungan efisiensi bag filter yaitu:

$$Eff = 100\% - \left(\frac{PM}{C}\right) \quad (1)$$

Dimana:

Eff : Efisiensi bag filter

PM : Partikulat ( mg/m<sup>3</sup>)

C : Konsentrasi partikulat inlet ( mg/m<sup>3</sup>)

### D. Penanganan Abu

Di Indonesia, limbah hasil pembakaran pltu baik itu Fly Ash maupun Bottom Ash (FABA) masuk dalam kategori limbah nonB3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Pada PERMENLHK NO 15 TH 2019 tentang Baku Mutu Emisi Pembangkit Listrik Thermal, telah diatur batas ambang emisi yang dihasilkan oleh PLTU baik itu yang menggunakan bahan bakar batubara, maupun bahan bakar solar atau gas [15]. Nilai ini menjadi acuan utama dalam menentukan kelayakan operasi dari sebuah PLTU. Selain itu efisiensi alat filter abu hasil pembakaran seperti bag filter juga ditentukan oleh nilai ini.

TABEL I.

BAKU MUTU EMISI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP

No.	Parameter	Kadar Maksimum		
		Batubara (mg/Nm <sup>3</sup> )	Minyak Solar (mg/Nm <sup>3</sup> )	Gas (mg/Nm <sup>3</sup> )
1	Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )	550	650	50
2	Nitrogen Oksida (NO <sub>2</sub> )	550	450	320
3	Partikulat (PM)	100	75	30
4	Merkuri (Hg)	0,03	-	-

## II. DATA DAN PERHITUNGAN

### A. Data Operasi Bag filter PLTU Amamapare

TABEL II

DATA PARTIKULAT OUTLET PADA 3 COMPARTMENT BAG FILTER DI PLTU AMAMAPARE

Date	Partikulat Inlet	Partikulat Outlet Comp. U1	Partikulat Outlet Comp. U2	Partikulat Outlet Comp. U3
	Mg/m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup>
4/1/2023	3,210.26	24.51	24.51	28.05
4/2/2023	3,210.26	25.21	25.21	28.71
4/3/2023	3,210.26	26.57	26.57	29.66
4/4/2023	3,210.26	26.80	26.80	28.48
4/5/2023	3,210.26	25.51	25.51	28.22
4/6/2023	3,210.26	25.44	25.44	27.98
4/7/2023	3,210.26	25.86	25.86	28.02
4/8/2023	3,210.26	25.69	25.69	27.34
4/9/2023	3,210.26	24.79	24.79	26.92
4/10/2023	3,210.26	24.84	24.84	26.76
4/11/2023	3,210.26	24.51	24.51	26.53
4/12/2023	3,210.26	24.20	24.20	26.55
4/13/2023	3,210.26	24.13	24.13	25.77
4/14/2023	3,210.26	24.48	24.48	25.77
4/15/2023	3,210.26	24.56	24.56	25.33

### B. Perhitungan Efisiensi Bag Filter di PLTU Amamapare

Dalam perhitungan efisiensi bag filter, maka data-data yang diperlukan adalah data partikulat inlet dan partikulat outlet. Pada perhitungan ini, kita menggunakan contoh data partikulat pada tanggal 4/1/2023 pada compartment U1. Maka perhitungan effisiensinya yaitu:

$$Eff = 100\% - \left(\frac{24.51}{3,210.26}\right)$$

$$Eff = 100\% - (0,00763)$$

$$Eff = 99,99237\%$$

TABEL III.

HASIL PERHITUNGAN EFFISIENSI BAG FILTER DI PLTU AMAMAPARE

Date	Eff Comp. U1	Eff. Outlet Comp. U2	Eff Outlet Comp. U3
4/1/2023	99,9%	99,9%	99,9%
4/2/2023	99,9%	99,9%	99,9%
4/3/2023	99,9%	99,9%	99,9%
4/4/2023	99,9%	99,9%	99,9%
4/5/2023	99,9%	99,9%	99,9%
4/6/2023	99,9%	99,9%	99,9%
4/7/2023	99,9%	99,9%	99,9%
4/8/2023	99,9%	99,9%	99,9%
4/9/2023	99,9%	99,9%	99,9%
4/10/2023	99,9%	99,9%	99,9%
4/11/2023	99,9%	99,9%	99,9%
4/12/2023	99,9%	99,9%	99,9%
4/13/2023	99,9%	99,9%	99,9%
4/14/2023	99,9%	99,9%	99,9%
4/15/2023	99,9%	99,9%	99,9%

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Bag Filter di PLTU Amamapare

#### 1) Spesifikasi bag filter di PLTU Amamapare

##### a) Bag housing

Lebar : 2110 mm

Panjang : 3290 mm

Tinggi : 2200 mm

Tebal plat dinding : 5 mm

##### b) Bag cage

Diameter : 130 mm

Tinggi : 2490mm

Jumlah : 128

##### c) Bag Cloth

Diameter : 130 mm

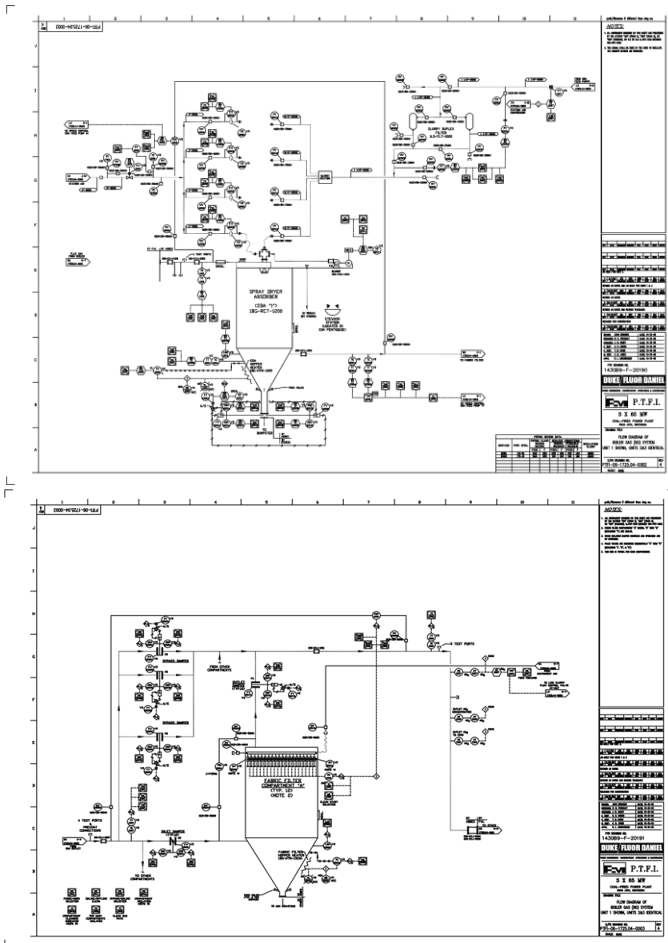
Tinggi : 2490 mm

Material : Polypropylene / Polyester

Thickness : 2 mm

Weight	: 500 g/m <sup>2</sup>
Working Temperature	: Polypropylene 90° / Polyester 150°C
Jumlah	: 128
d) Clean Air Outlet (Plenum)	
Lebar	: 2110 mm
Panjang	: 3290 mm
Tinggi	: 300 mm

## 2) Diagram penanganan abu dengan bag filter di PLTU Amamapare



Gambar 1. Diagram penanganan abu dengan bag filter di PLTU Amamapare

### B. Penanganan Abu di PLTU Amamapare

Penanganan abu di PLTU amamapare dibagi menjadi 2 area operasi, yaitu area operasi fly ash yang bertujuan untuk memisahkan fly ash dari hopper melalui air heater dan baghouse, kemudian diangkut ke tempat penyimpanan dan pembuangan atau pengolahan; dan bottom ash bertujuan untuk memindahkan ash boiler hasil pembakaran pada bagian dasar boiler dan membuangnya ke hopper (pembuangan)

menggunakan Conveyor belt untuk diangkut ke tempat penampungan sementara.

#### 1) Pengendalian Sistem

##### a) Pengendalian Sistem Fly Ash Handling

Penanganan abu dalam sistem penanganan fly ash dikendalikan oleh PLC. Pada panel utamanya, terdapat grafik yang menunjukkan status sistem seperti level vacuum, level hopper TINGGI dan level silo HIGH-HIGH, HIGH dan LOW, tekanan diferensial filter bag, vacuum blower dan bin vent.

Untuk proses pengendali sistem bongkar (Unloading System Controls), maka pusat kendalinya berasal dari panel dinding pada daerah pembongkaran. Alat yang penting untuk pembongkaran abu adalah ash valve di silo outlet, katup pasok pendingin air ash (ash conditioning water supply valve), ash conditioner (mixer/unloader) drain valve, ash conditioner conveyor, dan fluidizing air blower. Semua alat ini memiliki selektor 3 arah untuk pilihan operasi HAND-OFF-AUTO. Sistem akan berjalan pada posisi AUTO. Pada panel ini, terdapat 4 lampu indikator, yaitu:

- Lampu indikator putih yang menunjukkan kondisi SYSTEM ON, UNLOAD READY, tombol EMERGENCY STOP.
- Lampu indikator kuning menunjukkan SHUTDOWN UNDERWAY.
- Lampu indikator hijau menunjukkan Fluidizer RUNNING (fluidizer berjalan), Ash Conditioner RUNNING (ash conditioner berjalan), Ash Conditioner Drain Valve CLOSED (katup buang ash conditioner tertutup), Ash Conditioner Water Valve OPEN (katup air ash conditioner terbuka), Silo Outlet Valve OPEN (katup buang silo terbuka).
- Lampu indikator merah menunjukkan Fluidizer HI-TEMP (Suhu fluidizer tinggi), Ash Conditioner STALLED (Conditioner Ash macet).

##### b) Pengendalian Sistem Bottom Ash Handling

Sistem penanganan bottom ash dikendalikan melalui 2 panel dan bekerja dalam sebuah PLC, yaitu:

- a) Panel pengendali utama dimana dalam panel ini terdapat tombol alarm dan lampus status system seperti SCC Low Motor Torque; SCC High Motor Torque; SCC Slack Chain; SCC Stall (Zero Speed); SCC Low - Low Water Level; SCC High Water Level; SCC High Water Temperature; SCC Low Water Pressure; SCC Drive Speed (Digital Meter); Logic System Fault.

Selain itu juga terdapat gambar status system yang menunjukan system sedang BERJALAN (RUNNING), BERHENTI/MACET (STOPPED) dan mode pengendalian (control mode).

- b) Panel pengendali lokal dimana pada conveyor terdapat pusat kendali tombol lokal yang berada tepat di dekat conveyor tersebut. Pada pusat kendali ini, terdapat tombol START, STOP, JOG serta LOCAL-REMOTE. Apabila tombol LOCAL dipilih maka tombol lainnya berjalan jika ditekan,

sedangkan REMOTE harus dipilih agar mode AUTOMATIC dapat berjalan di panel pengendali. Selain itu submerge conveyor terdapat switch FORWARD-REVERSE dimana tombol ini berfungsi agar conveyor dapat berjalan pada dua arah.

Pada panel pengendali utama, terdapat beberapa indikator visual dan audio yang menginformasikan keadaan seperti:

- Alarm & Trip SCC OVERLOAD yaitu kondisi dimana conveyor mengalami kerusakan pada bagian shear pin sehingga tidak bergerak dan arus yang dibutuhkan meningkat.
- Alarm & Trip SCC HIGH TORQUE yaitu kondisi dimana conveyor drive mengalami kenaikan torsi akibat arus listrik yang tinggi (high current demand). Jika tidak segera dimatikan, maka shear pin akan mengalami kerusakan.
- SCC LOW TORQUE yaitu kondisi dimana torsi pada drive conveyor rendah (low torque demand). Hal ini terjadi karena rantai putus atau lepas dari sproket drive atau jika shear pin rusak.
- SCC LOW CHAIN TENSION yaitu kondisi dimana kontak slack sangat rendah. Ini terjadi ketika rantai mulai aus atau mill scale mulai aus dari sambungan rantainya.
- Alarm & Trip SCC CHAIN INTEGRITY yaitu kondisi dimana torsi pada conveyor drive rendah. Ini terjadi karena rantai putus atau lepas dari sproket drive.
- SCC WATER LEVEL HIGH/LOW atau SEAL TROUGH WATER LEVEL LOW yaitu kondisi yang dapat dipantau dengan sepasang level probes di tiap submerged chain conveyor dan pengawas level tunggal di tiap saluran seal.
- SCC TROUGH TEMPERATURE HIGH yaitu kondisi yang dipantau berdasarkan temperature probe disetiap submerged chain conveyor dan saluran seal.
- SCC SPEED INDICATION yaitu kondisi yang dipantau dengan tachometer dan zero-speed switch. Kecepatan bervariasi antara 2,5 sampai 10 feet per menit dan terlihat dalam tampilan digital. Apabila kecepatan berkurang maka akan terlihat pada annunciator sebagai kerusakan.
- Alarm & Trip LOGIC SYSTEM FAULT yaitu kondisi yang dipantau dengan status file PLC. Hal ini terjadi ketika PLC mengalami kerusakan besar atau kecil atau gagal melakukan scan dalam waktu yang telah ditentukan (watchdog timer).

## 2) Petunjuk Pengoperasian

### a) Bottom Ash

- Pemeriksaan pra operasi – Periksa pelumasan motor dan bearing. Periksa alarm jika ada sistem yang bermasalah dan perbaiki jika perlu.
- Nyalakan – Di panel pengendali utama pilih ENABLE untuk SCC (Submerged Chain Conveyor)

yang ingin dinyalakan, pilih AUTO untuk pembersihan kotoran dengan semprotan air, pilih AUTO untuk sistemnya, pastikan bahwa listrik pada sistem telah menyala (ON). Lalu nyalakan SCC A atau B. sistem kendali PLC akan menyala dan menghentikan conveyor dengan interval waktu yang telah ditentukan.

- Berjalan – Selama bekerja secara normal, sistem bottom ash tidak memerlukan pengawasan operator kecuali dalam kondisi alarm. Ketika berjalan, alarm akan menyala di panel kendali utama dan alarm masalah conveyor akan terlihat di ruang kendali. Berikut ini adalah daftar alarm yang muncul di panel annunciator, dan tindakan yang harus diambil:

#### - SCC OVERLOAD

Conveyor mengalami trip karena beban motor terlalu berat. Conveyor mungkin macet atau ada masalah kelistrikan. Periksa conveyor, lihat apakah kondisi tersebut disebabkan oleh mekanisme yang menyebabkan kemacetan dan cari apakah ada masalah kelistrikan. Jika motornya tidak mengalami masalah kelistrikan, lakukan reset pada motor overboard. Pada panel kendali, geser switch remote/local ke posisi local, pilih reverse (balik) untuk switch arah, lalu gerakkan conveyor sedikit untuk membebaskan mekanismenya. Jika conveyor tidak mau bergerak, jangan tekan tombol penggerakannya, shear pin bisa rusak jika motor dipaksa untuk menggerakkan conveyor yang macet.

#### - SCC HIGH TORQUE

Ini menandakan bahwa conveyor susah bergerak dibanding kondisi normal dan akan membuatnya trip. Periksa conveyor jika ada masalah, terutama alarm overload (kelebihan muatan).

#### - SCC LOW TORQUE

Conveyor drive tidak menganggap ada beban yang cukup, mungkin conveyor tidak bergerak. Periksa, mungkin shear pin-nya rusak, jika conveyor tidak mau bergerak. Panggil seseorang untuk memperbaikinya.

#### - SCC CHAIN TENSION

Jika rantai mulai aus, maka ketegangan akan turun. Jika alarm ini menyala, maka rantai perlu diperbaiki sebelum conveyor dinyalakan kembali. Conveyor bisa dijalankan secara manual, jika perlu, sampai rantai diperbaiki.

#### - SCC CHAIN INTEGRITY

Alarm ini menunjukkan kemungkinan rantai putus atau drive sprocket rusak, dan akan mengganggu jalannya conveyor. Tentukan masalahnya dan segera perbaiki.

#### - SCC WATER LEVEL HIGH/LOW

Alarm ini menunjukkan adanya masalah dengan tinggi permukaan air pada saluran ash atau ash hopper. Periksa apakah saluran buang dan overflow terhalang, periksa pasok air apakah

tekanannya sudah tepat, pastikan kendali penyemprot kotoran berada pada posisi AUTO.

- SCC TROUGH TEMPERATURE HIGH  
Suhu air dalam saluran seal atau hopper tinggi, periksa tekanan air dan posisi kendali penyemprot kotoran.
- SCC SPEED INDICATION  
Alarm ini menunjukkan bahwa conveyor dalam kecepatan rendah. Jika alarm ini muncul, periksa indikator kecepatan. Jika kecepatan tetap rendah atau malah turun, hentikan conveyor dan periksa apakah ban terhambat karena overload atau karena alarm high torque.
- LOGIC SYSTEM FAULT  
Ini menandakan bahwa ada kegagalan dalam sistem kendali. Sistem tidak bisa berjalan sampai kendali diperbaiki. Item tambahan yang juga perlu diawasi adalah status spray water valve. Valve ini harus terbuka ketika SCC tengah berjalan.

d) Sistem Shutdown - Untuk mematikan sistem, matikan terlebih dahulu SCC yang tengah berjalan melalui tombol STOP di panel kendali utama. Sistem sekarang sudah dimatikan.

#### b) Fly ash system

- Menyalakan – sebelum menyalakan, periksa pelumasan vacuum blower. Pilih vacuum blower 1 atau 2 dari panel MIMIC. Nyalakan vacuum blower, pastikan lampu RUNNING menyala dan tidak ada alarm LOW VACUUM. Pilih OPEN untuk branch line valve pada boiler dan bag house yang dipakai. Periksa posisi switch hopper, harus pada posisi OPEN. Switch sistem harus pada posisi AUTO, lalu tekan tombol AUTO START. Sistem fly ash kini berjalan. Awasi sistem untuk memastikan melewati hopper secara tepat.
- Berjalan – Secara otomatis, sistem berjalan normal, dan hanya perlu diawasi saja. Selama operasi normal, vacuum tampak di message board, jika tidak ada alarm. Vacuum meningkat ketika hopper berisi abu/ash telah dikosongkan. Vacuum akan turun jika semua hopper telah kosong. Jika vacuum turun sampai level yang telah ditentukan sebelumnya, sistem secara otomatis memilih hopper lain. Berikut ini adalah daftar alarm sistem dan tindakan yang harus dilakukan:
  - VACUUM LOW  
Vacuum blower mungkin tidak berjalan, pilih blower lain dan tekan START. Periksa apakah blower yang pertama bermasalah.
  - VACUUM HIGH  
Mungkin pipa abu/ash tersumbat, pilih AUTO STOP dan tunggu sampai sistem benar-benar berhenti. Dengan selector switch di MIMIC board, tekan CLOSE untuk semua hopper valve, CLOSE untuk semua branch line valve, kecuali

valve untuk cabang yang tengah di-vacuum. Pindah switch sistem ke MANUAL dan START vacuum blower yang terpilih. Ini akan membersihkan cabang selama beberapa menit, jangan jalankan vacuum blower jika vacuum tidak turun. Vacuum blower bisa rusak jika dipaksa berjalan selama jangka waktu yang lama dengan kondisi vacuum tinggi.

- HOPPER LEVEL HIGH  
Permukaan abu/ash di hopper seperti terlihat di alarm adalah tinggi. Tekan tombol ADVANCE AUTO SEQUENCE, lewati sistem sampai ke alarm hopper yang menyala. Jika sistem dimajukan sampai ke hopper berikutnya dan alarm hopper tetap menyala, hopper harus divacuum secara MANUAL. Tekan AUTO STOP sistem, pilih MANUAL, dan pilih hanya hopper yang menunjukkan level tinggi dan terkait dengan cabangnya.
- VACUUM BLOWER FAULT  
Ada masalah dengan vacuum blower. Pilih AUTO STOP sistem. Hentikan blower dan nyalakan blower lain. Periksa kerusakan blower untuk menentukan apa yang tidak beres.
- SILO LOW  
Tingkat abu/ash dalam silo penyimpanan rendah.
- SILO LEVEL HIGH  
Level silo penyimpan abu/ash tinggi, abu/ash mungkin perlu segera dibongkar dari silo.
- SILO LEVEL HIGH-HIGH  
Level silo penyimpan sudah hampir mencapai puncak; sistem harus dimatikan sampai silo dibongkar.
- VACUUM BLOWER FILTER D/P HIGH  
Menunjukkan tingginya kontaminasi filter saluran masuk blower yang mungkin disebabkan oleh masalah bag filter. Pilih AUTO STOP sistem dan cari penyebab masalahnya.
- VACUUM BLOWER HIGH TEMP  
Suhu vacuum tinggi, mungkin karena tingginya vacuum sementara aliran rendah, atau ada masalah internal blower. Pilih AUTO STOP sistem dan cari penyebab masalahnya.
- BIN VENT FILTER D/P  
Bin vent filter tersumbat, jika alarm ini terus menyala, mungkin ada masalah dengan mekanisme pembersihan filter. Masalah harus segera ditangani namun keseluruhan sistem tidak harus segera dihentikan.
- BAG FILTER D/P  
Bag filter atau mekanisme pembersihan filter tidak berjalan semestinya. Pilih AUTO STOP sistem dan perbaiki masalahnya.
- Mematikan Sistem  
Untuk mematikan sistem, tekan AUTO STOP di MIMIC board. Setelah mati, vacuum blower akan berhenti. Sistem sekarang telah mati sepenuhnya.

### 3) Sistem Pembongkaran Abu/ash

- a) Sebelum dilakukan, pastikan semua pegawai diamankan jalur keluar abu/ash di pug mill.
- b) Menyalakan – Pastikan semua switch pada panel sistem pembongkaran abu/ash berada pada posisi AUTO. Mulai pembongkaran Abu/ash dengan menekan tombol UNLOAD START. Lampu berikut harus terlihat menyala di panel kendali:
  - SYSTEM ON
  - FLUIDIZER RUNNING
  - ASH CONDITIONER RUNNING
  - ASH CONDITIONER DRAIN CLOSED
  - ASH CONDITIONER WATER OPEN
  - SILO ASH CUTOFF OPEN
- c) Bekerja – Monitor sistem pembongkaran abu/ash harus diawasi jika ada alarm menyala ketika tengah berjalan. Sistem abu/ash memiliki alarm berikut:
  - HI-TEMP. Tidak ada cukup udara untuk fluidizing, periksa jika ada valve tertutup pada pipa udara untuk fluidizing.
  - STALLED. Pendingin abu/ash macet. Hentikan sistem dengan tombol UNLOAD STOP.
  - Tombol berhenti darurat (emergency stop) hanya untuk kondisi darurat yang mengancam jiwa seseorang.
- d) System Shutdown – Untuk mematikan sistem, tekan tombol UNLOAD STOP. Sistem akan menjalankan prosedur penghentian yang benar.

### 4) Keselamatan Bekerja

Dalam melakukan pekerjaan khususnya dalam pengoperasian bag filter dalam penanganan abu, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, seperti:

- a) Suhu fly ash maupun bottom ash sangat tinggi terutama pada hopper outlet valve, untuk itu diperlukan kehati-hatian yang sangat tinggi agar tidak terjadi kontak dengan abu hasil pembakaran batubara tersebut.
- b) Hindari menghirup fly ash, dan pastikan ruang kerja memiliki sirkulasi yang baik.
- c) Ketika bekerja disekitar conveyor, pastikan bahwa tangan, lengan atau pakaian yang longgar tidak tersangkut di alat yang bergerak.

### 5) Analisa Penggunaan Bag Filter di PLTU Amamapare

#### a) Analisa data operasi

Berdasarkan data-data pengoperasian bag filter di PLTU Amamapare, ada beberapa hal yang menjadi perhatian penting terhadap baiknya kinerja sebuah bag filter, yaitu:

- Data partikulat adalah sisa partikulat hasil filter yang berhasil lolos dan bercampur dengan udara bersih. Data ini mengindikasikan tingkat kelayakan dan efisiensi dari sebuah bag filter. Semakin kecil jumlah partikulat yang dihasilkan semakin efisien bag filter tersebut dalam memfilter abu. Dari data operasi, dapat dilihat bahwa partikulat yang dihasilkan bag filter di PLTU Amamapare adalah:
  - Pada compartment U1, nilai maksimum adalah

26,8 mg/m<sup>3</sup> sedangkan nilai minimumnya adalah 24,13 mg/m<sup>3</sup>;

- Pada compartment U2, nilai maksimum adalah 26,80 mg/m<sup>3</sup> sedangkan nilai minimumnya adalah 24,13 mg/m<sup>3</sup>;
- Pada compartment U3, nilai maksimum adalah 29,66 mg/m<sup>3</sup> sedangkan nilai minimumnya adalah 25,33 mg/m<sup>3</sup>.

- Differentiation Pressure (DP) adalah nilai perbedaan tekanan udara antara 2 titik dalam satu sistem dalam hal ini sisi luar filter bag (kotor) dan sisi dalam (bersih). Semakin tebal penumpukan abu pada bag filter akan menyebabkan nilai DP lebih besar. Bag cloth yang baru akan memiliki nilai DP dibawah 6 In.H<sub>2</sub>O, apabila lebih dari 6 In.H<sub>2</sub>O maka bag cloth perlu diganti. Dalam hal ini, bag cloth pada PLTU Amamapare memiliki nilai yang tinggi pada Compartment U1 dan U3 dimana nilainya lebih dari 6 In.H<sub>2</sub>O. hal ini berarti bag cloth pada compartment ini perlu dilakukan penggantian dengan segera.

#### b) Analisa efisiensi bag filter

Bag filter adalah alat filter abu dengan efisiensi yang sangat tinggi, yaitu ±99 %. Pada PLTU Amamapare, rata-rata efisiensi setiap compartment adalah 99,9%. hal ini menandakan bahwa bag filter di PLTU Amamapare memiliki kinerja yang sangat baik dalam memfilter abu.

## IV. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan pemantauan dan hasil analisa data operasi penggunaan bag filter di PLTU Amamapare, maka penulis mengambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Penggunaan bag filter di PLTU Amamapare memberi dampak positif dalam mengurangi emisi partikel yang bisa mengontaminasi lingkungan sekitar PLTU.
2. Bag filter di PLTU Amamapare beroperasi secara normal dan baik dibuktikan dengan jumlah partikulat yang masih dibawah standar yang telah ditentukan dalam PERMENLHK
3. Pengoperasian Bag filter di PLTU Amamapare dibagi menjadi 2 area kerja yang masing-masing area kerja berjalan berdasarkan sistemnya sendiri.

### B. Saran

Adapun beberapa saran yang bisa menjadi acuan untuk kedepannya yaitu agar peneliti berikutnya dapat melakukan analisi perbandingan baik itu efisiensi maupun biaya penggunaan bag filter dengan alat filter lainnya (Electrostatic Precipitator).

## V. KUTIPAN

- [1] W. Husna, S. Sudarningsih, and T. Wianto, "IDENTIFIKASI MINERAL MAGNETIK ABU TERBANG (FLY ASH) DAN ABU DASAR (BOTTOM ASH) SISA PEMBAKARAN BATUBARA PLTU ASAM-

- ASAM,” DOAJ (DOAJ: Directory of Open Access Journals), Feb. 01, 2013. <https://doaj.org/article/b536f482e1cf40af8ffec7fe299fde89>
- [2] M. Whiteside and J. Herndon, “Aerosolized Coal Fly Ash: Risk Factor for Neurodegenerative Disease,” *Journal of Advances in Medicine and Medical Research*, vol. 25, no. 10, pp. 1–11, Mar. 2018, doi: 10.9734/jammr/2018/40072.
- [3] “Hasil Penelitian Harvard : Ancaman Maut PLTU Batu bara – Indonesia - Greenpeace Indonesia,” *Greenpeace Indonesia*. <https://www.greenpeace.org/indonesia/publikasi/1223/hasil-penelitian-harvard-ancaman-maut-pltu-batu-bara-indonesia/>
- [4] Ken Lee and Michael Greenstone, “Polusi Udara Indonesia dan Dampaknya Terhadap Usia Harapan Hidup,” <https://aqli.epic.uchicago.edu>, Sep. 2021. [https://aqli.epic.uchicago.edu/wp-content/uploads/2021/09/AQLI\\_IndonesiaReport-2021\\_IND-version9.7.pdf](https://aqli.epic.uchicago.edu/wp-content/uploads/2021/09/AQLI_IndonesiaReport-2021_IND-version9.7.pdf) (accessed Oct. 31, 2023).
- [5] F. F, “PELUANG PENERAPAN PRODUKSI BERSIH (STUDI KASUS PLTU AMAMAPARE TIMIKA),” Dec. 12, 2019. <http://ojs.usjtj.ac.id/dinamis/article/view/459>
- [6] “ANALISIS EFISIENSI KOMPOSISI BAHAN BAKAR PLTU BATU BARA DENGAN MENGGUNAKAN BAT ALGORITHM PADA PLTU TANJUNG AWAR-AWAR TUBAN - UMG REPOSITORY.” <http://eprints.umg.ac.id/2764/>
- [7] F. B. Prasetyo, “ANALISIS UNJUK KERJA DARI KOMPONEN â€“ KOMPONEN UTAMA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU) DI TAMBANG BATU BARA, PT KALTIM PRIMA COAL (KPC),” 2013. <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/67653>
- [8] “ANALISIS BAG FILTER TERHADAP PROSES BONGKAR MUAT SEMEN DI MV. CERDAS - repository politeknik ilmu pelayaran semarang.” <http://repository.pip-semarang.ac.id/id/eprint/4690>
- [9] Aprilianti, M. K. M., Mulyono, R. S., & Hasan, M. (2022, December). Rancangan Modifikasi Bag Filter 662-BF01 untuk Mengurangi Dusty pada Area Packer 662-PM01. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin* (No. 1, pp. 502-510).
- [10] Mulyati, S. S., & Hasan, N. Y. (2019). Perbedaan Tipe Filter Udara Dalam Penurunan Kadar Debu Total. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 11(1), 225-229.
- [11] “Analisis Efisiensi Teoretis Kondisi Fabric Filter Di Unit Coal Mill Pada PT SG Di Tuban Jawa Timur - Diponegoro University | Institutional Repository (UNDIP-IR).” <http://eprints.undip.ac.id/503/>
- [12] A. Khusna, “Optimalisasi Bag Filter untuk Bag Cleanliness 66F-BN1 & 66G-BN1 di Area Pack House,” *Khusna | Seminar Nasional Teknik Mesin*, Oct. 06, 2019. <http://prosiding-old.pnj.ac.id/index.php/sntm/article/view/2154>
- [13] University of Padua (2020, Oktober 24), *Fabric Filters*. Diakses dari [https://elearning.unipd.it/dicea/pluginfile.php/91871/mod\\_resource/content/0/02.04a\\_Fabric%20Filters\\_rev02\\_24-10-2020.pdf](https://elearning.unipd.it/dicea/pluginfile.php/91871/mod_resource/content/0/02.04a_Fabric%20Filters_rev02_24-10-2020.pdf)
- [14] Bsllhk, “Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 15 tahun 2021,” *Badan Standardisasi Instrumen LHK*, Jul. 30, 2021. <https://bsllhk.menlhk.go.id/index.php/2021/07/30/peraturan-menteri-lingkungan-hidup-dan-kehutanan-nomor-15-tahun-2021/>
- [15] “Analisis Efisiensi Teoretis Kondisi Fabric Filter Di Unit Coal Mill Pada PT SG Di Tuban Jawa Timur - Diponegoro University | Institutional Repository (UNDIP-IR).” <http://eprints.undip.ac.id/503/>



**Arifin Gea**, adalah anak pertama dari 5 bersaudara. Lahir pada tanggal 8 desember 1999 di Bulusoma, Mandailing Natal, Sumatera Utara. Pada tahun 2018 penulis memulai pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado di Jurusan Teknik Elektro, pada tahun 2020 penulis mengambil konsentrasi minat Teknik Tenaga Listrik. Selama

menempuh pendidikan, penulis pernah mengikuti beberapa kegiatan pengabdian kepada masyarakat di desa Lalumpe yang

diprakarsai oleh salah seorang dosen teknik elektro unsrat. Setelah itu, penulis juga melaksanakan kegiatan magang di tempat yang sama. Dan pada bulan desember 2023, penulis telah menyelesaikan pendidikan di Fakultas Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado, dengan Judul Penelitian adalah Penggunaan Bag Filter untuk Penanganan Abu di PLTU Amamapare.