

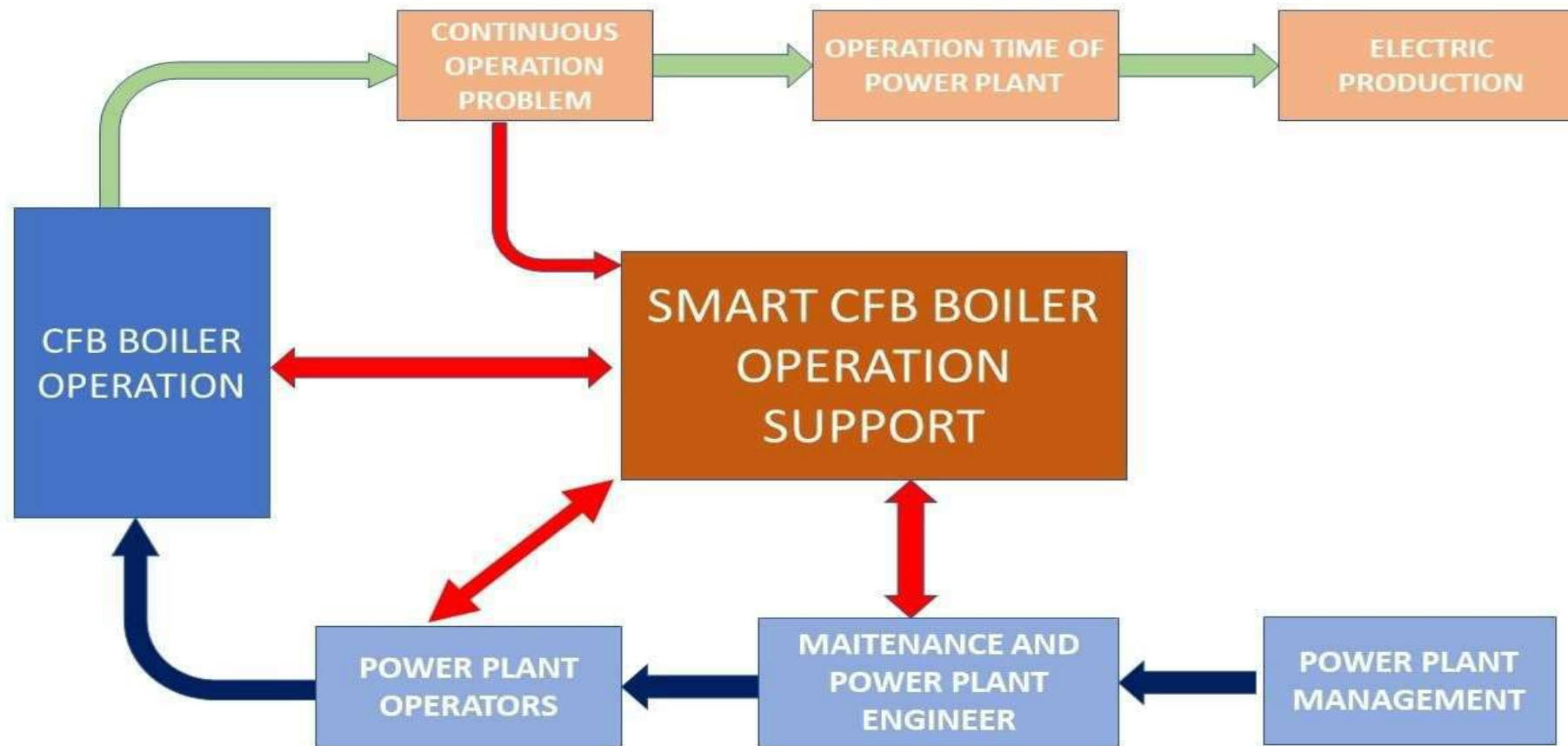
# Pengolahan Data Operasi PLTU Pulang Pisau 2 x 60 MW

Oleh:

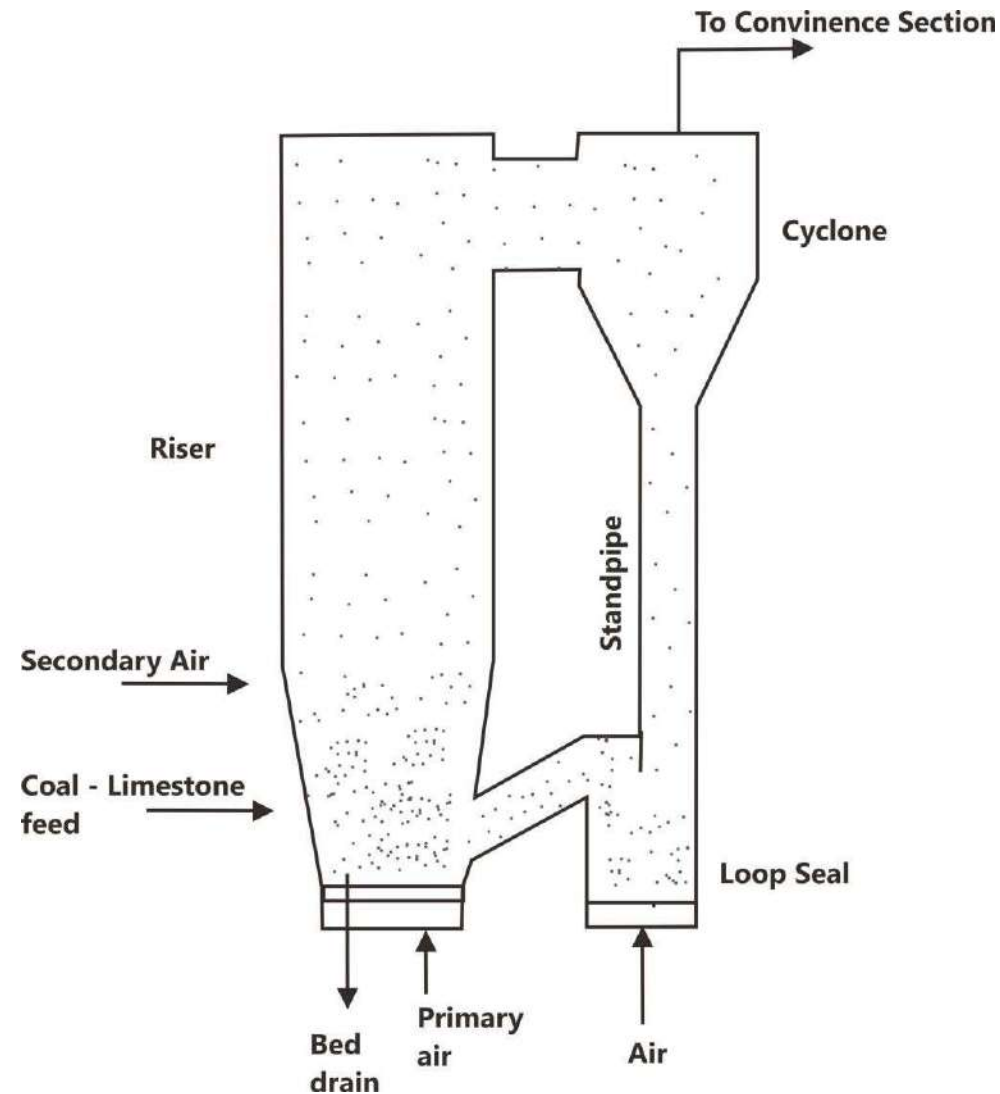
Prof. Ir. Yazid Bindar, PhD and Tim  
LAPI ITB



# . CFB POWER PLANT MANAGEMENT



# RUANG LINGKUP PAPARAN PENGOLAHAN DATA OPERASI

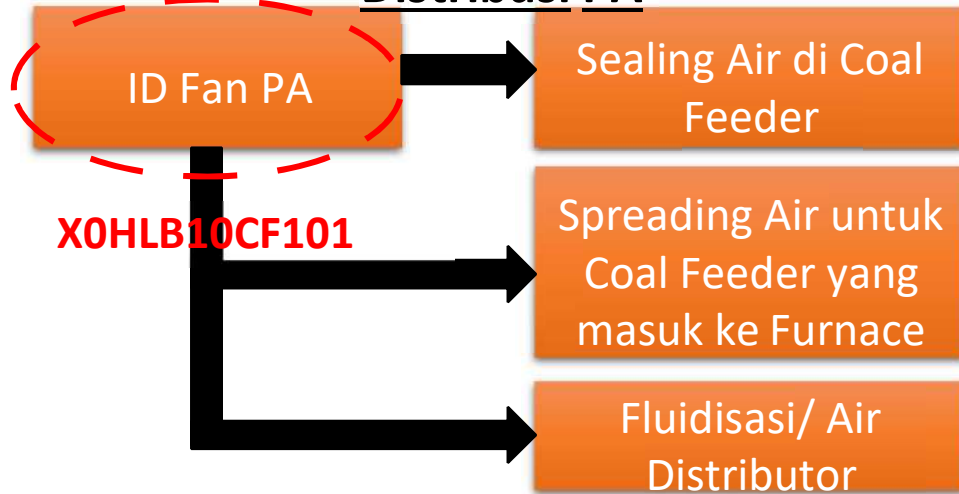


1. Pengolahan Data Udara Primer dan Sekunder Pembakaran
2. Pengolahan Data Operasi di CFB
3. Efisiensi Boiler, Termal dan NPHR

# **PENGOLAHAN DATA OPERASI**

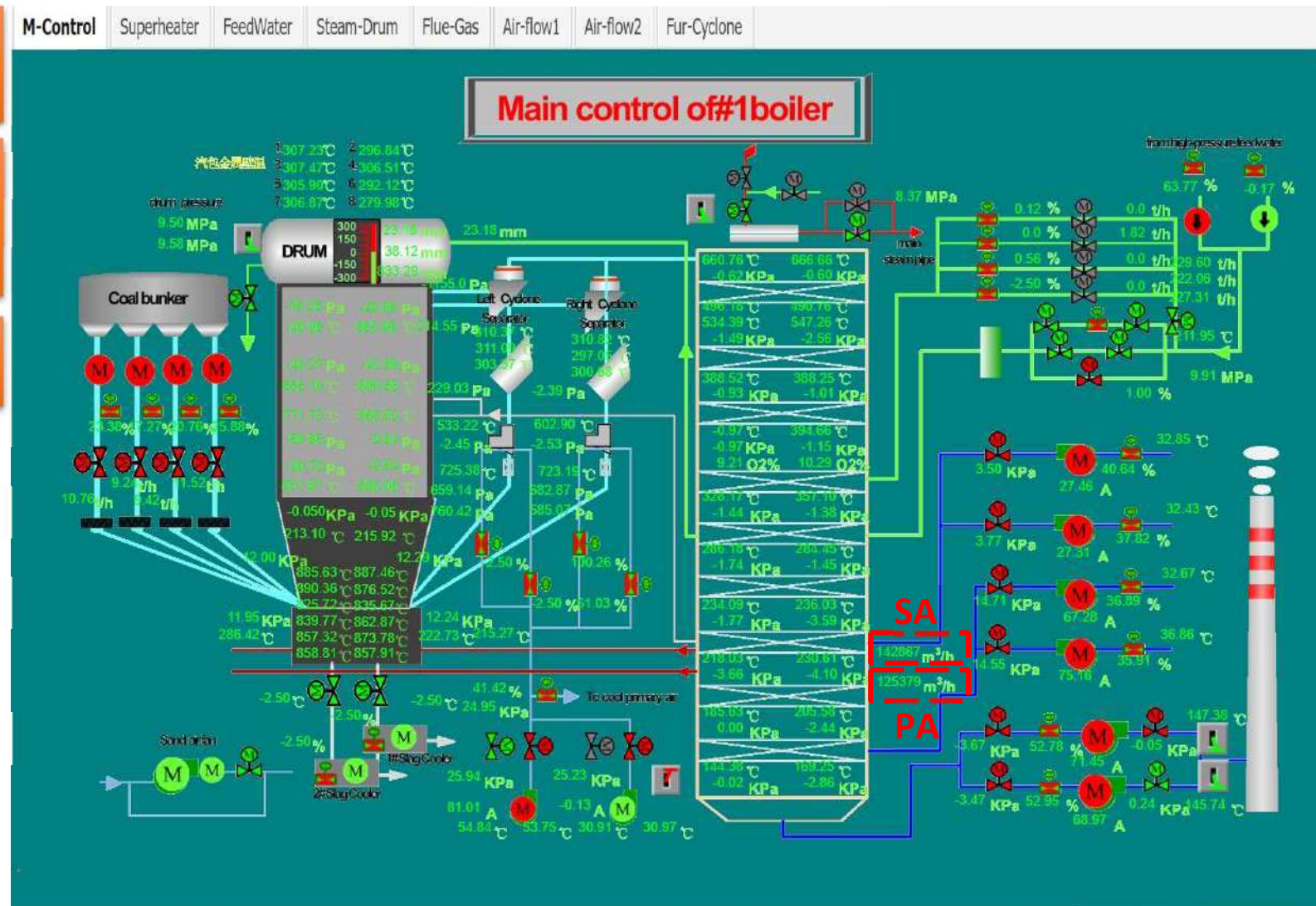
# Primary Air (PA)

## Distribusi PA



- Primary air (PA) yang terdata merupakan PA yang dipasok dari ID Fan PA (XOHLB10CF101).
- Seharusnya data yang didapatkan adalah PA yang masuk ke Air distributor di Furnace.
- Dimana PA yang digunakan untuk proses fluidisasi adalah PA dari ID Fan dikurangi dengan Sealing Air di Coal Feeder dan Spreading Air yang digunakan untuk mendorong batu bara masuk ke dalam furnace.

## Lokasi Pengukuran PA



# Primary Air Fan Technical Specifications

设备名称	一次风机
Equipment description	Primary air fan
风机型号	XY6B-8G2250D
Fan model	XY6B-8G2250D
风机数量	每炉各 2 台共 4 台
Number of fans	4 sets of 2 units per furnace
流量	96660/84050 M3/h
Flow	96660/84050 M3/h
电机功率	900 KW
power of motor	900 KW
全压	21250/17000 Pa
Full pressure	21250/17000 Pa
电机转速	1480 r/min
motor speed	1480 r/min
厂家	中华人民共和国浙江义乌星耀风机有限公司
Manufacturer	Zhejiang Yiwu Yaoxingr Air Fan Co., Ltd.
布置方式	并列对称布置

**Rata-rata flow rate:**

**Februari 2023:**

- Flow= 113811 Nm<sup>3</sup>/h
- Press= 13700 Pa

**Maret 2023:**

- Flow= 108589 Nm<sup>3</sup>/h
- Press= 12930 Pa

**April 2023:**

- Flow= 110532 Nm<sup>3</sup>/h
- Press= 13930 Pa

- Dari data disain setiap PA Fan memiliki kapasitas maksimum untuk mengalirkan PA sebesar 96660 Nm<sup>3</sup>/h pada tekanan 21250 Pa.
- Setiap unit masing-masing memiliki 2 unit PA Fan
- Kebutuhan udara untuk proses fluidisasi berdasarkan data operasi masih dapat dipasok dari 2 unit PA tersebut.

Sumber: Boiler Operation Manual Book

# Secondary Air Fan Technical Specifications

设备名称	二次风机
Equipment Description	Secondary air fan
风机型号	XY6B-8G1900D
Fan model	XY6B-8G1900D
风机数量	每炉各 2 台共 4 台
Number of fans	4 sets of 2 units per furnace
布置方式	并列对称布置
Layout mode	Parallel symmetric arrangement
流量	82460 M3/h
Flow	82460 M3/h
电机功率	450 kW
power of motor	450 kW
全压	13400 Pa
Full pressure	13400 Pa
电机转速	1480 r/min
motor speed	1480 r/min

Rata-rata flow rate:

Februari 2023:

- Flow= 88148 Nm<sup>3</sup>/h
- Press= 1580 Pa

Maret 2023:

- Flow= 87080 Nm<sup>3</sup>/h
- Press= 1550 Pa

April 2023:

- Flow= 107967 Nm<sup>3</sup>/h
- Press= 1865 Pa

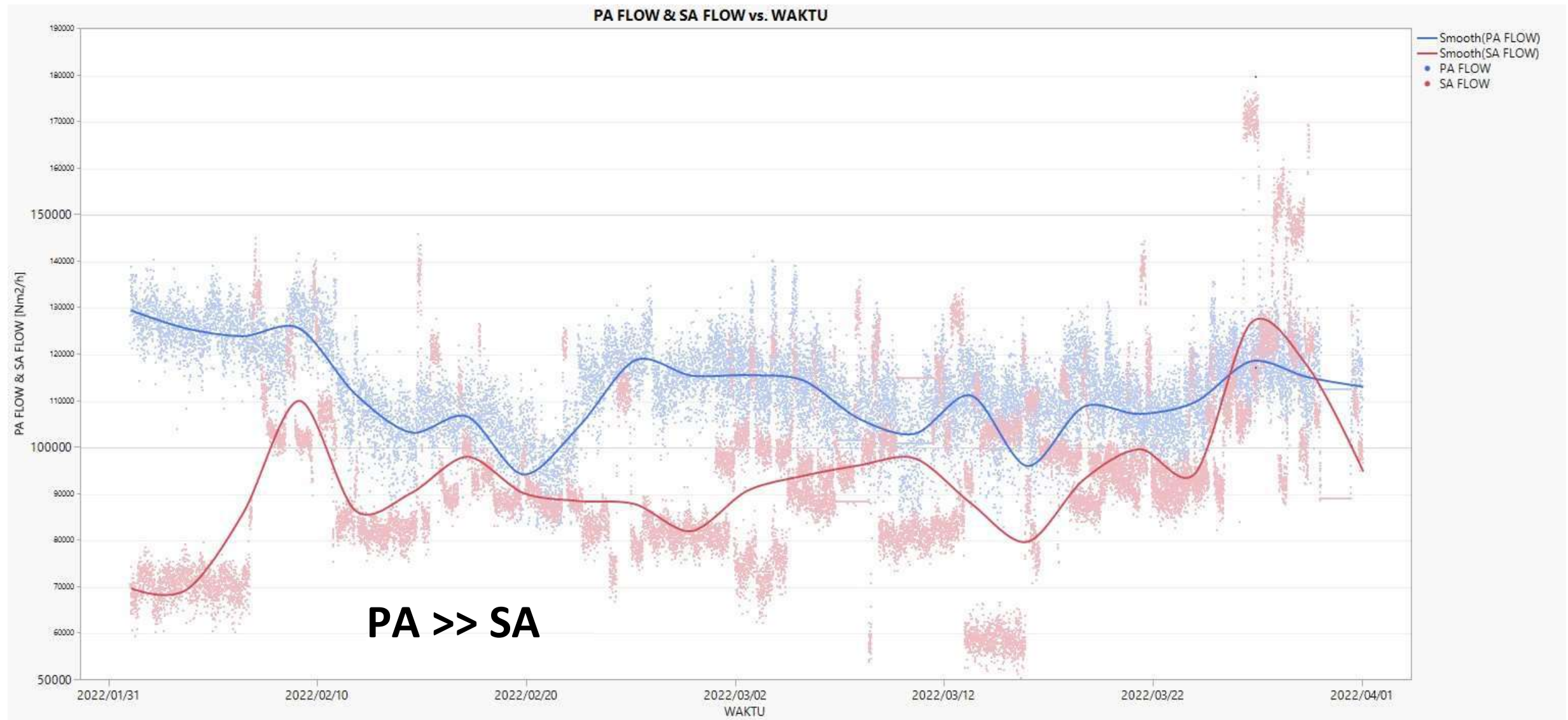
- Dari data disain setiap SA Fan memiliki kapasitas maksimum untuk mengalirkan PA sebesar 82460 Nm<sup>3</sup>/h pada tekanan 13400 Pa.
- Setiap unit masing-masing memiliki 2 unit SA Fan
- Kebutuhan udara untuk proses combustion berdasarkan data operasi masih dapat



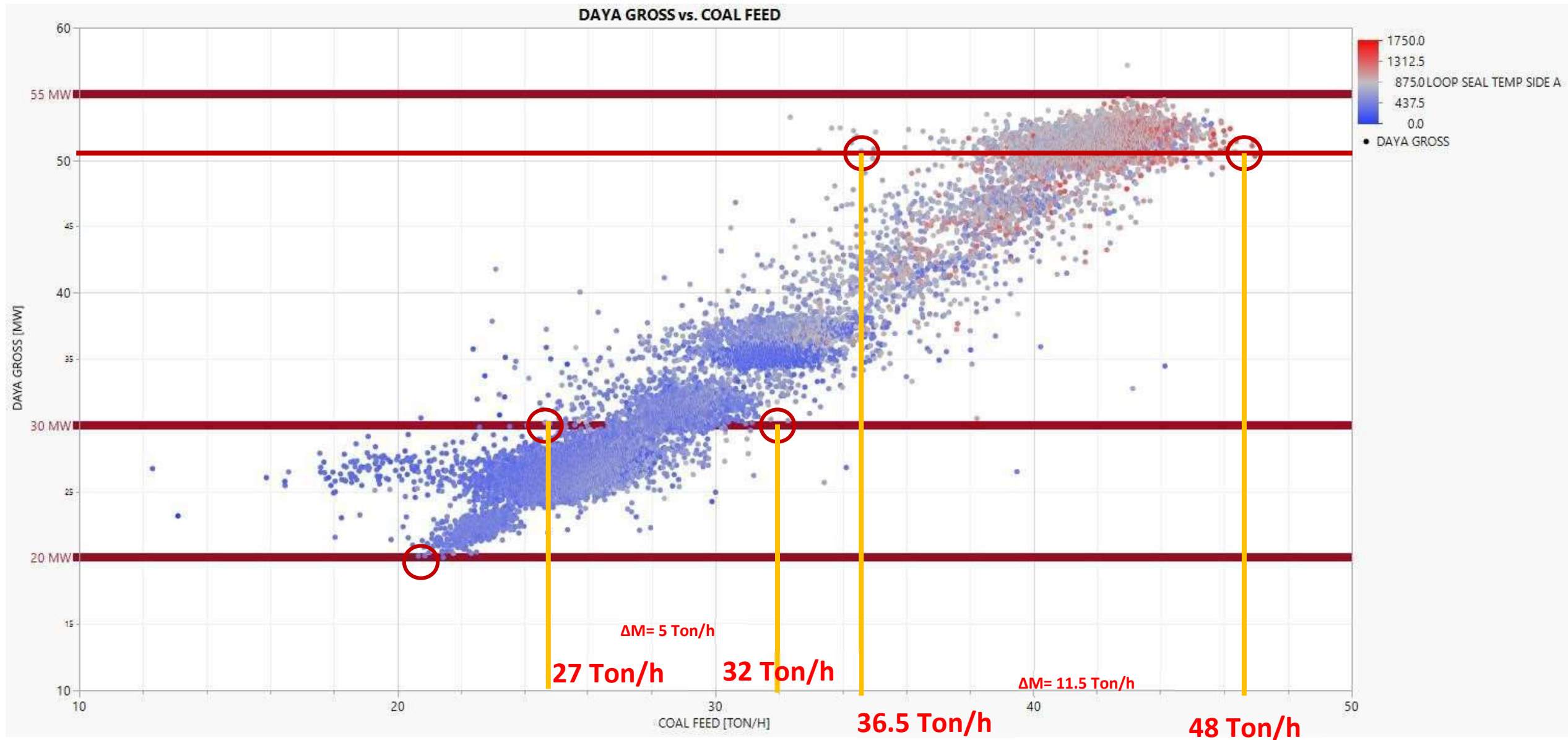
Sumber: Boiler Operation Manual Book

dipasok dari 2 unit SA tersebut.

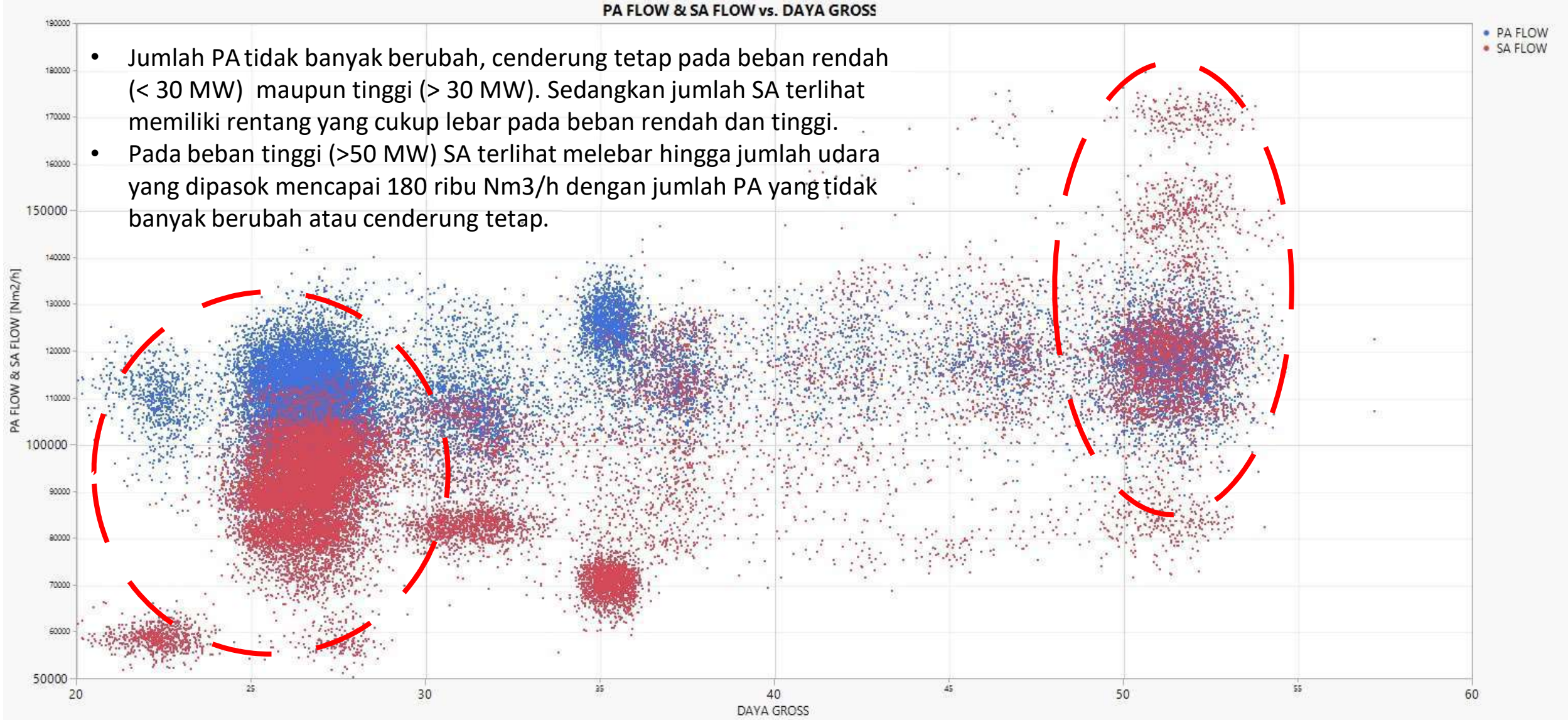
# Data Primary Air dan Secondary Air di PLTU Pulang Pisau di Bulan Feb-April 2023 pada Unit#1



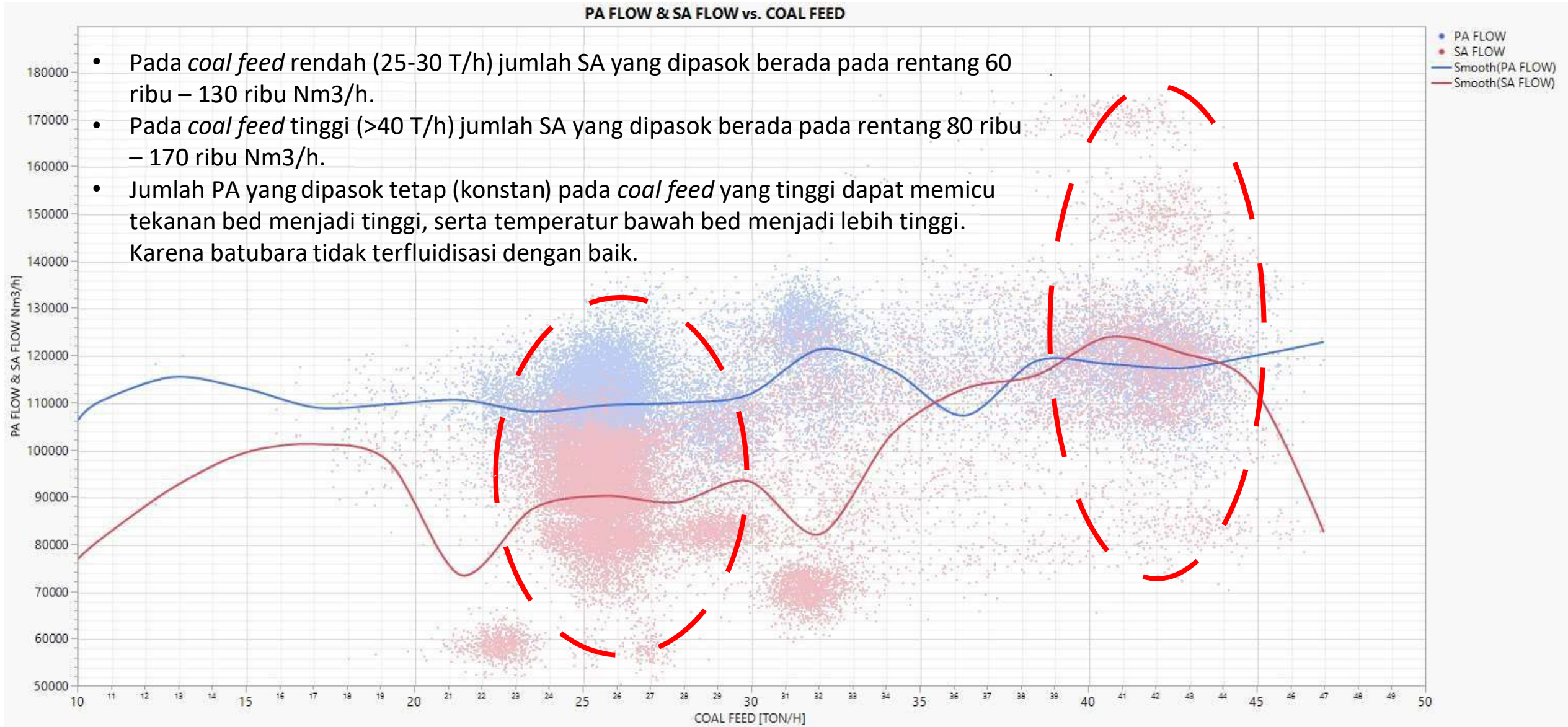
# Hubungan antara Jumlah Batubara yang Digunakan terhadap Beban (*Gross Power*) dan Temperatur Loop Seal



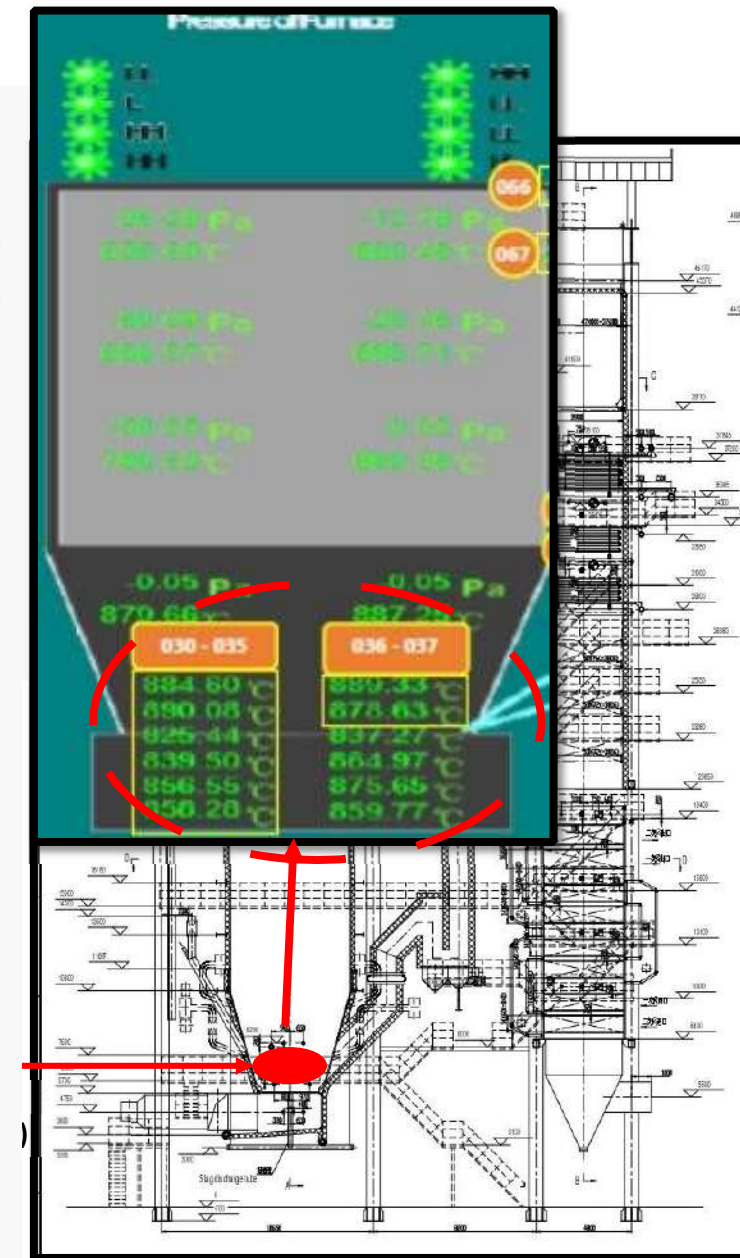
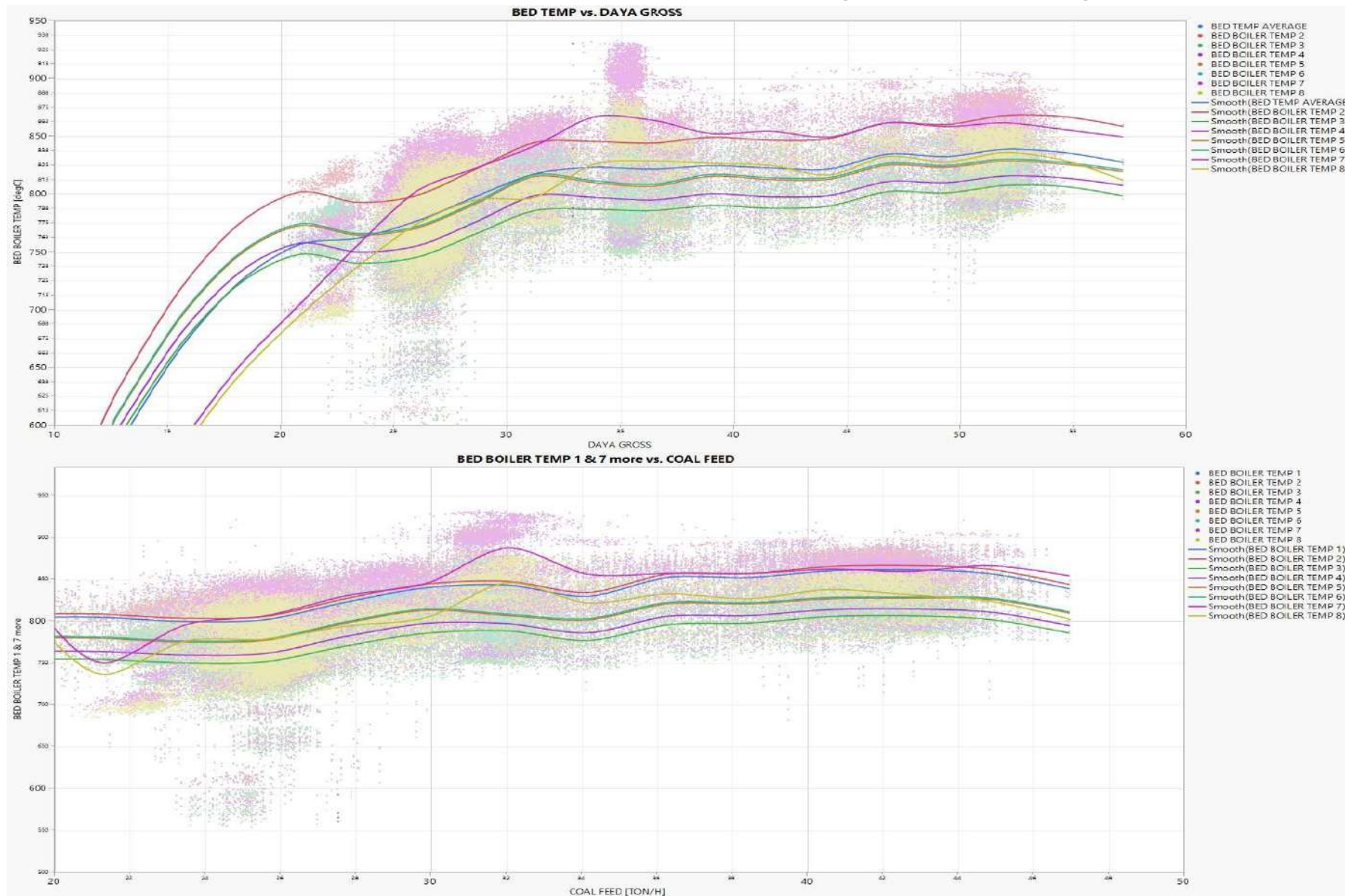
# Hubungan antara Daya yang dihasilkan (*Gross Power*) terhadap Jumlah Pasokan PA dan SA



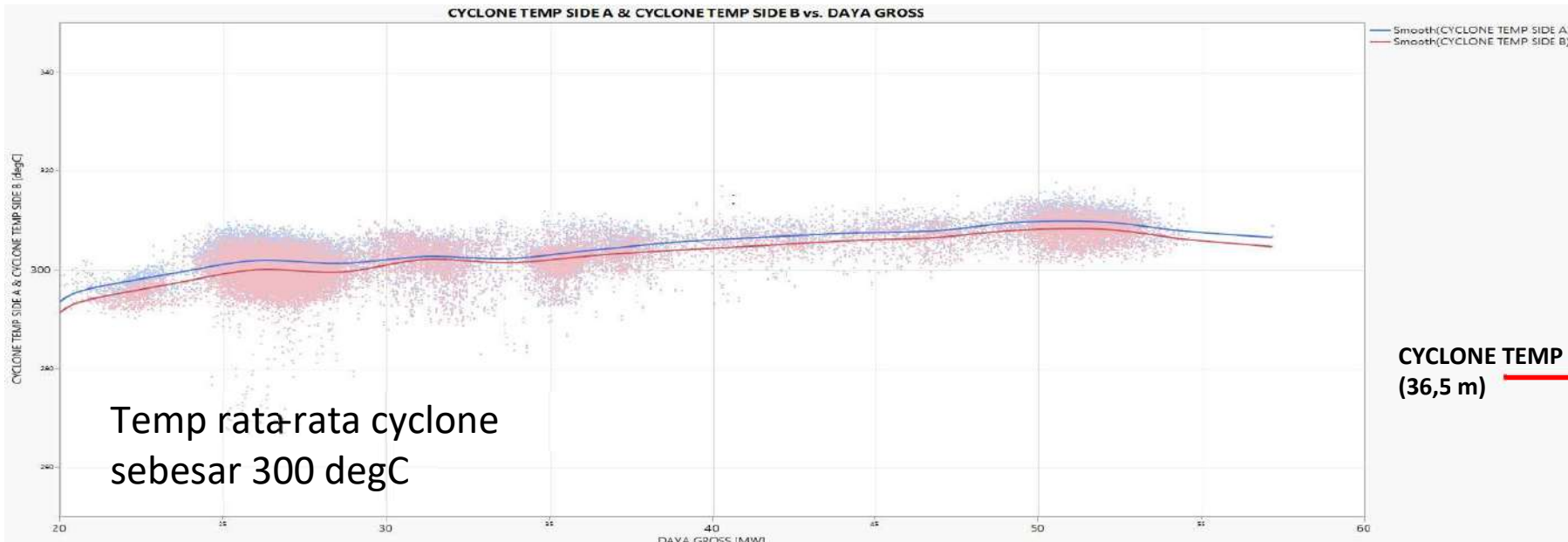
# Hubungan antara Jumlah Batubara yang digunakan (*Coal Feed*) terhadap Jumlah Pasokan PA dan SA



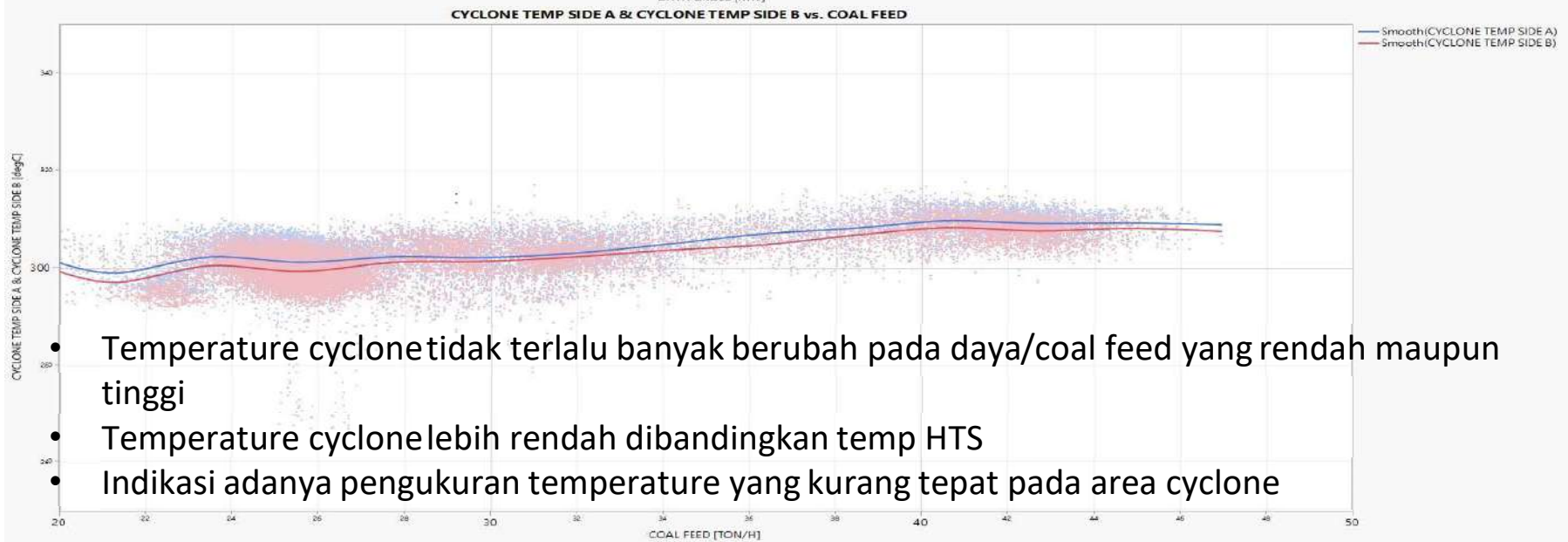
# Hubungan antara Daya (*Gross Power*) yang dihasilkan dan *Coal Feed* terhadap *Bed Temperature*



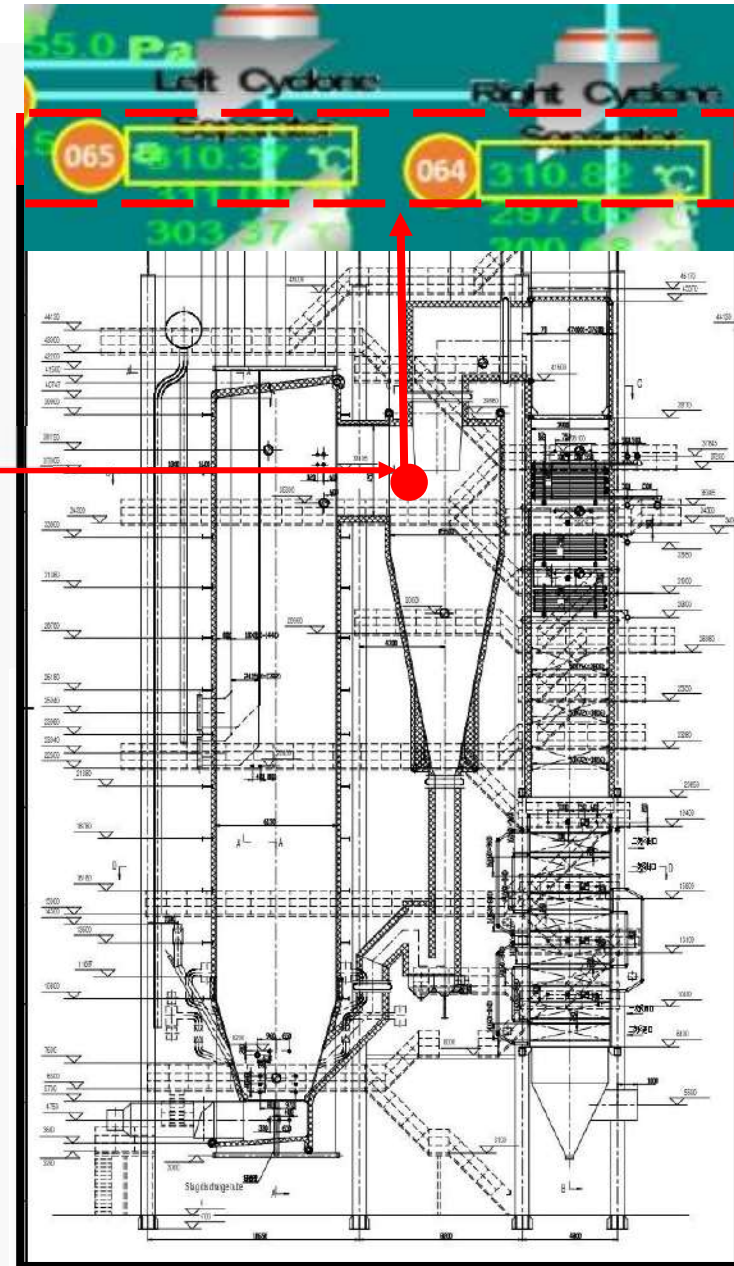
# Hubungan antara Daya (*Gross Power*) yang dihasilkan dan *Coal Feed* terhadap *Cyclone Temperature*



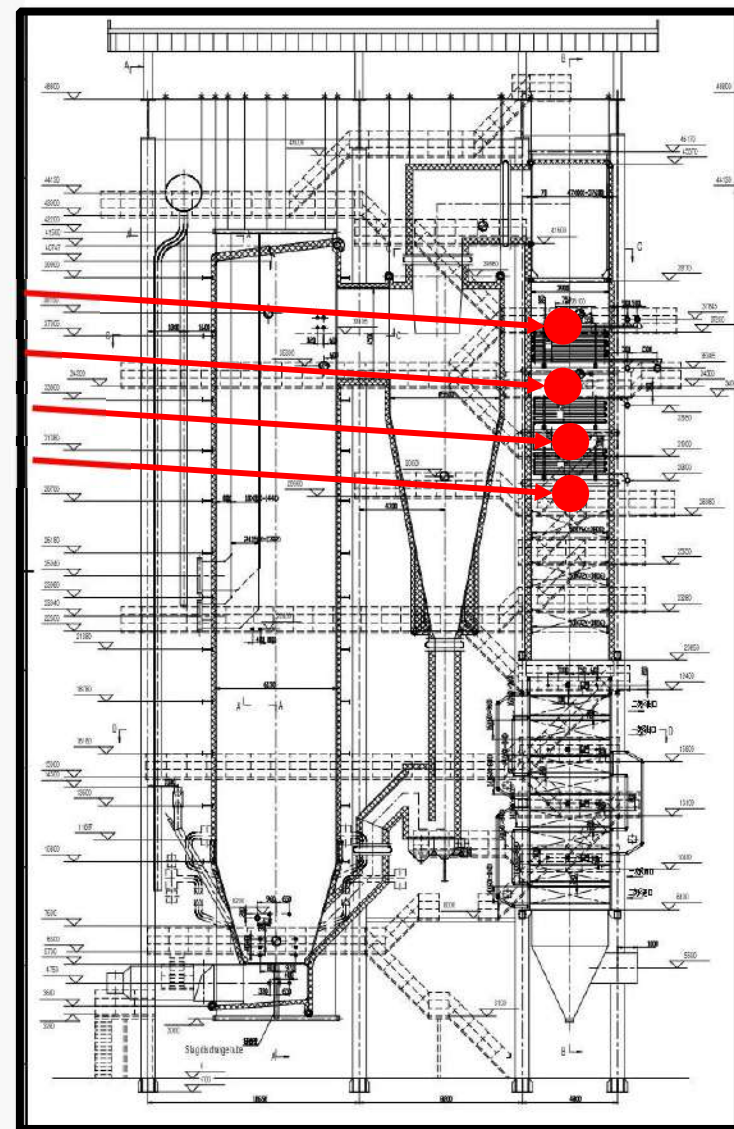
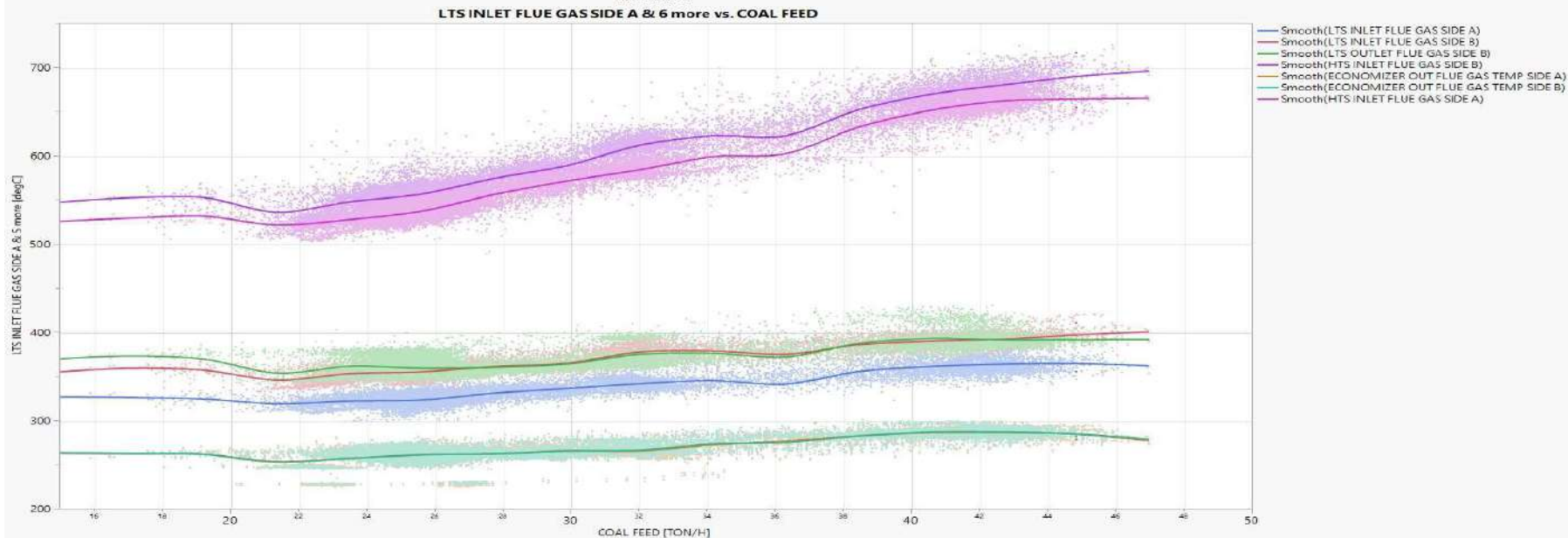
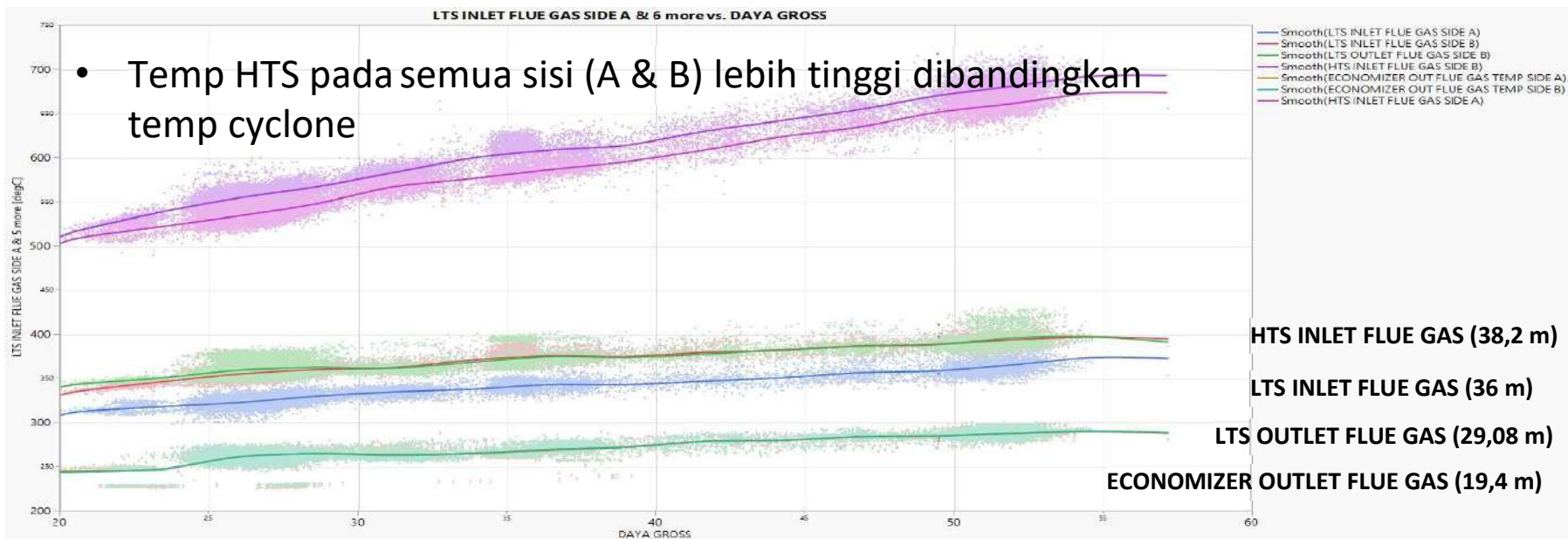
Temp rata-rata cyclone sebesar 300 degC



- Temperature cyclone tidak terlalu banyak berubah pada daya/coal feed yang rendah maupun tinggi
- Temperature cyclone lebih rendah dibandingkan temp HTS
- Indikasi adanya pengukuran temperature yang kurang tepat pada area cyclone



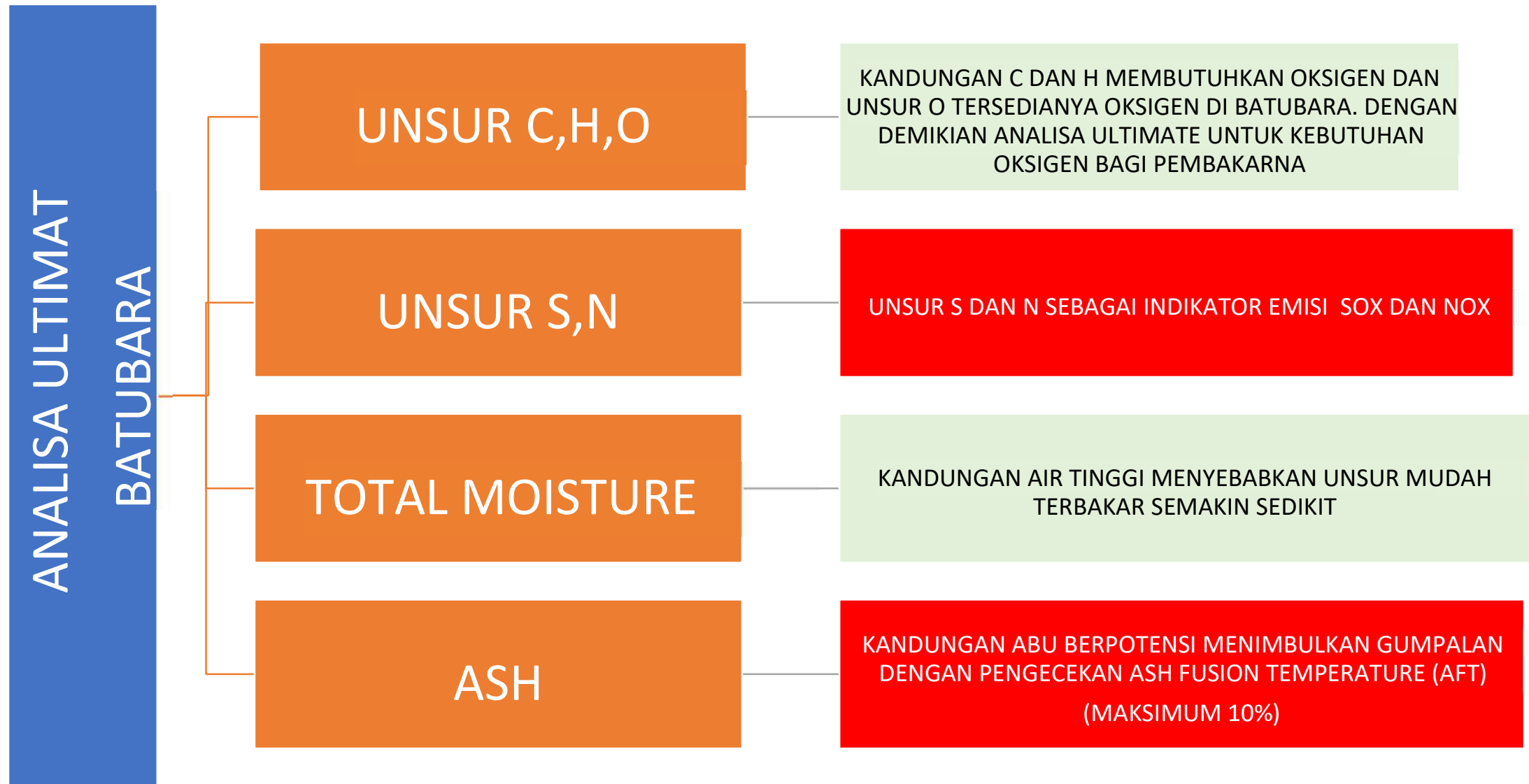
# Hubungan antara Daya (*Gross Power*) yang dihasilkan dan *Coal Feed* terhadap *Temp Inlet Flue Gas* di Economizer



Kebutuhan Udara Stoikiometris pada Coal Combustion di CFB berdasarkan data Analisa Ultimate dan Analisa Kandungan O<sub>2</sub> di Gas Buang Berdasarkan data SA dan PA



# **KARAKTERISTIK BATUBARA**



## Perhitungan Kebutuhan Udara Stoikiometris pada Coal

# Combustion di CFB berdasarkan data Analisa Ultimate

Composition	% of fuel	Mole Mass	Analysis		O <sub>2</sub> Demand kmole/h	Flue gases (Kmole/h)				
			kg/h	kmole/h		CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub>
C	43.40%	12	13619.56	1134.96	1134.96	1134.96				
H	3.04%	2	953.18	476.59	238.30				476.59	
O	13.02%	32	4084.62	127.64	-127.64					
N	1.05%	28	328.14	11.72	1.17			1.17		10.55
S	0.11%	32	34.38	1.07	1.07		1.07			
H <sub>2</sub> O	36.45%	18	11438.18	635.45	0.00				635.45	
Ash	2.94%	-	921.93	-	0.00					
	<b>100.00%</b>		<b>31380.00</b>		<b>1247.86</b>	<b>1134.96</b>	<b>1.07</b>	<b>1.17</b>	<b>1112.05</b>	<b>10.55</b>

Variable	Value
O <sub>2</sub> Stoichiometric	1247.86 kmole/h
N <sub>2</sub> in Air Stoichiometric	4704.88 kmole/h
Stoichiometric Air	5952.74 kmole/h
	<b>133341.44 Nm<sup>3</sup>/h</b>

Kebutuhan udara bakar secara perhitungan stoikiometri berdasarkan data Analisa ultimate batubara sebesar **133341,44 Nm<sup>3</sup>/h**. Jumlah ini didapatkan dengan input batubara sebesar **31,38 Ton/h**.

# Excess Air

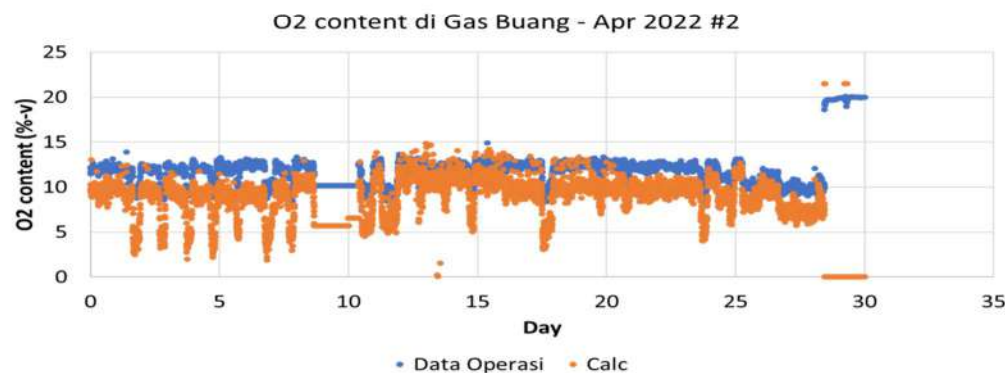
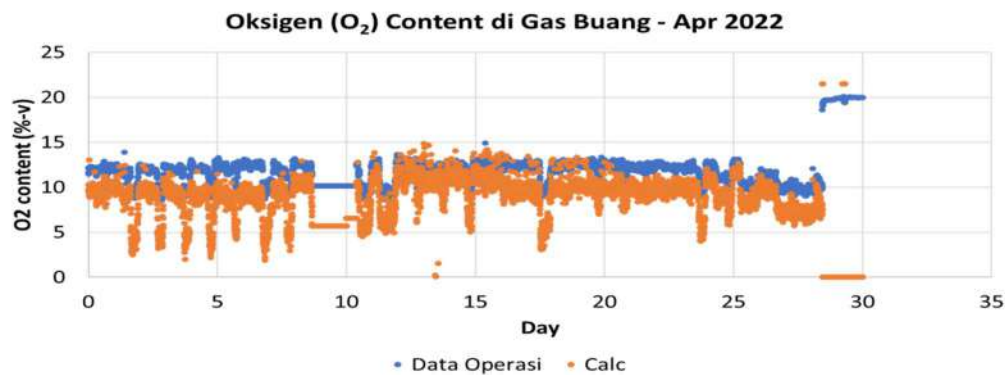
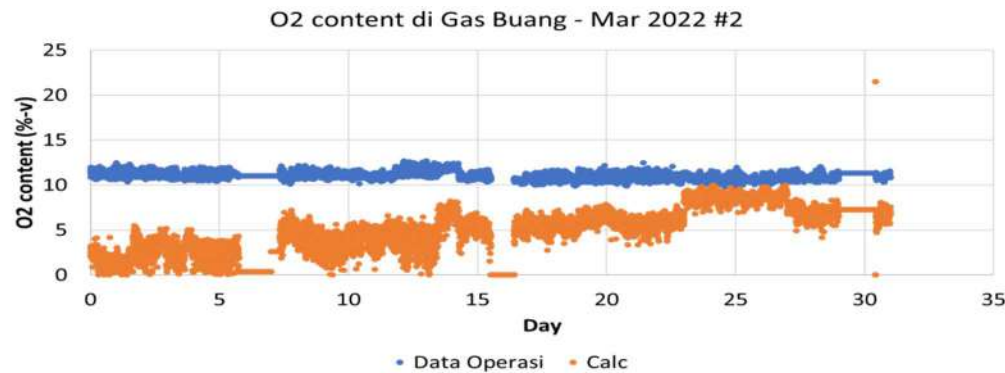
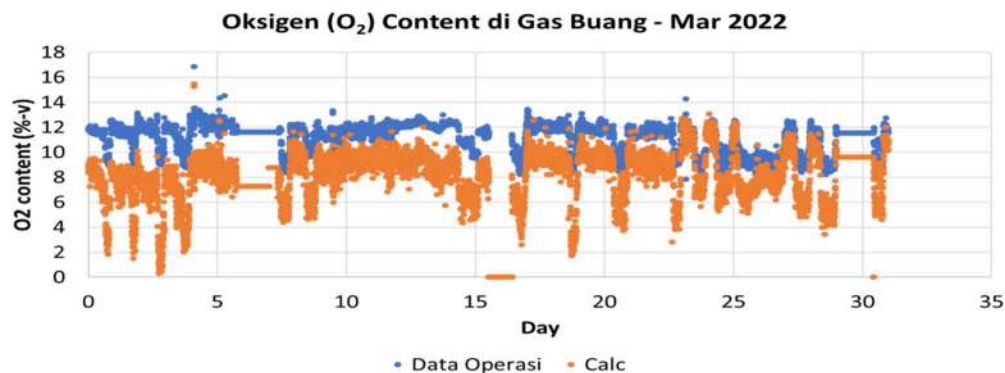
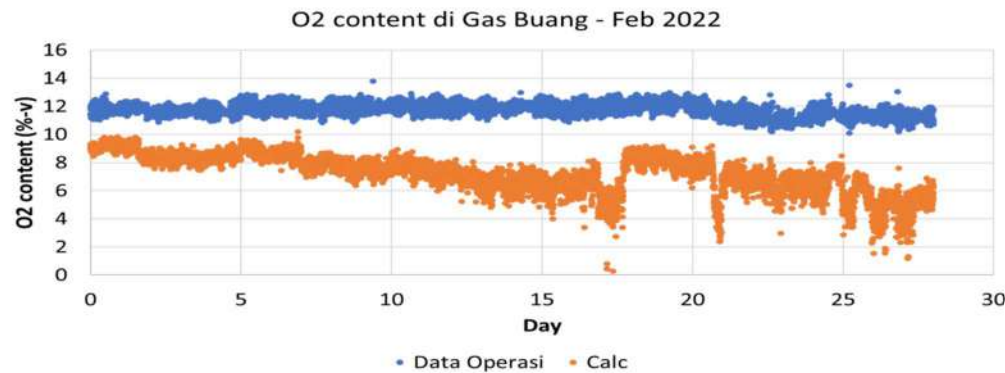
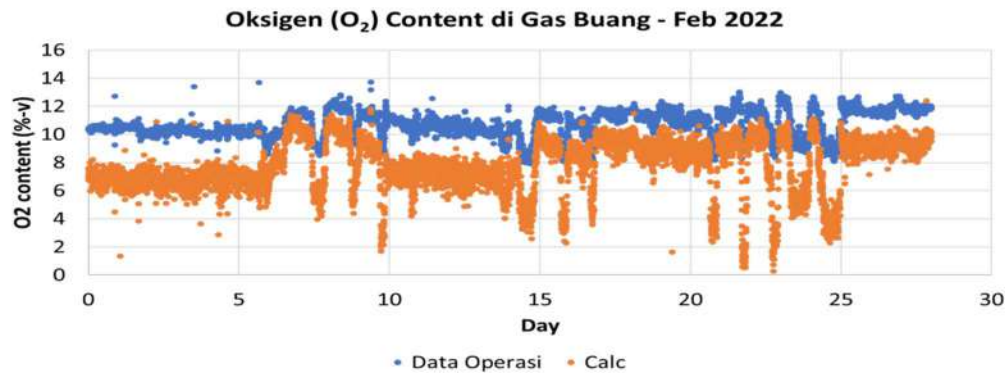
UNIT #1

UNIT #2

$$e = \left( \frac{21\varphi'(N_2)}{21\varphi'(N_2) + 79\varphi'(O_2)} \right) - 1$$

Where  $e$  is the excess air;  $\varphi'(N_2)$ ,  $\varphi'(O_2)$  is the volume fraction % of  $N_2$  and  $O_2$  in dry flue gas respectively.

Perbandingan antara Oksigen terukur ( $O_2$  content) di Gas Buang Hasil Perhitungan dengan Data Operasi pada Rentang Bulan Feb – Apr

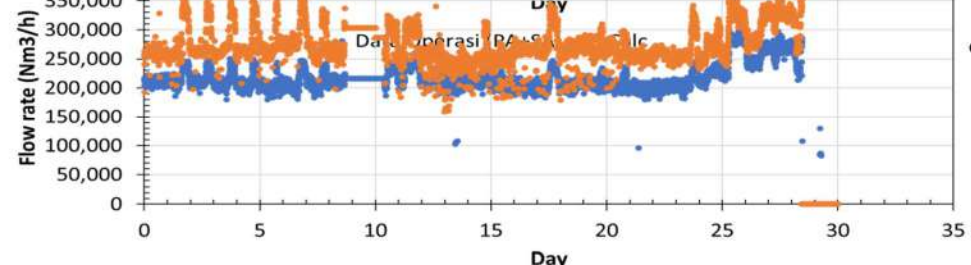
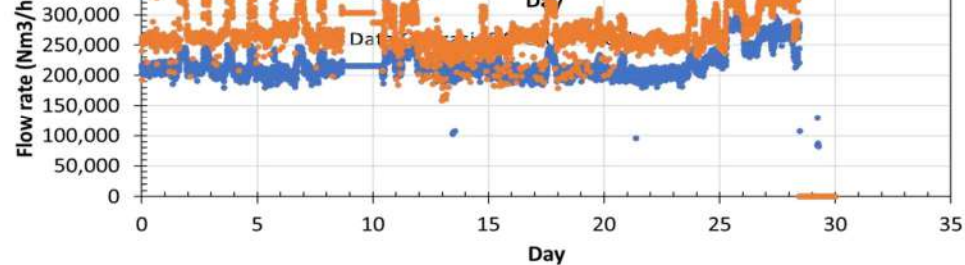
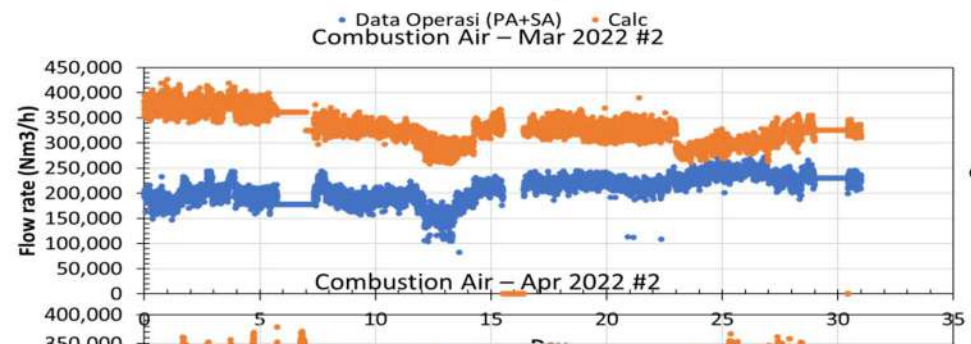
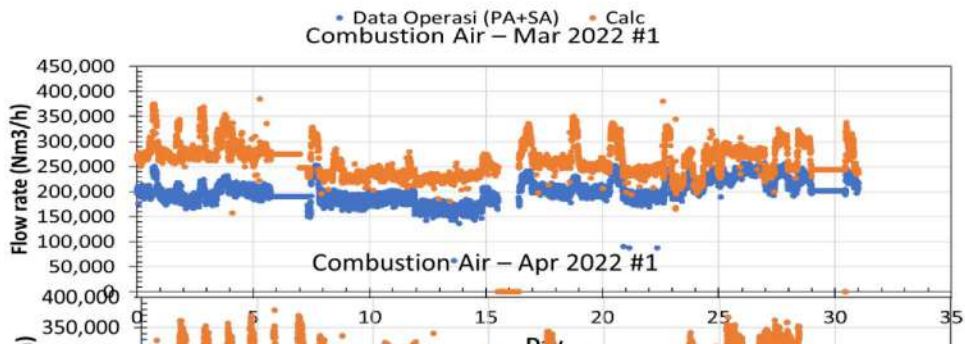
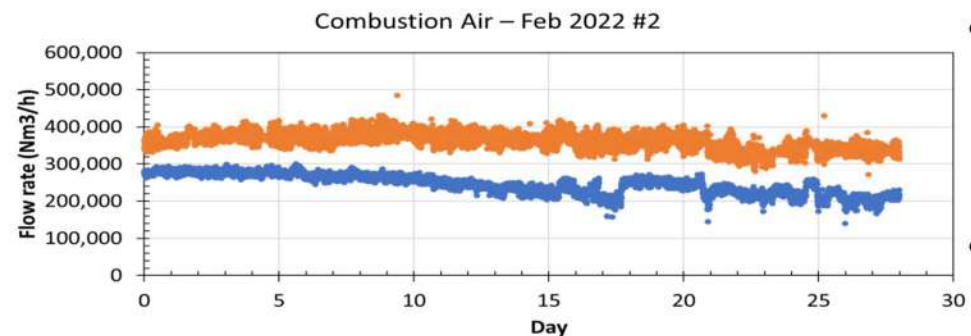
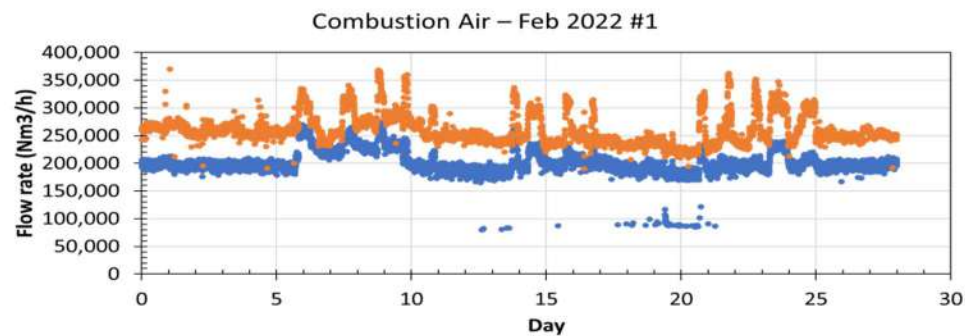


Dari hasil perhitungan O2 Content di gas buang terdapat selisih yang relatif cukup besar, terutama pada unit#2.

- O2 content hasil perhitungan cenderung lebih kecil dibandingkan dengan data O2 content hasil pengukuran (Data operasi). O2 content hasil perhitungan didapatkan berdasarkan udara actual (data) dikurangi dengan udara stoikiometrik

## Perbandingan Pasokan Udara Bakar pada proses *Coal*

# Combustion hasil Perhitungan dengan data Operasi pada Rentang Bulan Feb-Apr



• Data Operasi (PA+SA) • Calc

• Data Operasi (PA+SA) • Calc

- Dari data O2 content di gas buang dapat dihitung jumlah udara yang dipasok kedalam Furnace (PA dan SA)



**UNIT #1**

**UNIT #2**

Dari hasil perhitungan jumlah udara yang dipasok terdapat selisih yang relatif cukup besar, terutama pada unit#2 jumlah udara yang dipasok hasil perhitungan cenderung lebih besar dibandingkan dengan data operasi Hal ini cukup kontradiktif dengan data O2 content di gas buang yang cukup besar. Seharusnya O2 content yang besar mengindikasikan pasokan udara yang besar, begitu juga sebaliknya.



Analisa Efisiensi Termal Pembangkit  
Unit#1 dan Unit#2 PLTU Pulang Pisau  
Berdasarkan data Performance Test  
pada Bulan Feb – April 2023



# ASSESSMENT OF A BOILER

## Boiler Efficiency: Direct Method

$$\text{Boiler efficiency } (\eta) = \frac{\text{Heat Used}}{\text{Heat Input}} \times 100 = \frac{m_{\text{steam}} \times (h_g - h_f)}{q \times \text{GCV}} \times 100$$

$h_g$  -the enthalpy of superheated steam in kcal/kg of steam

$h_f$

-the enthalpy of feed water in kcal/kg of water

### Parameters to be monitored:

- Quantity of steam generated per hour (Q) in kg/hr
- Quantity of fuel used per hour (q) in kg/hr
- The working pressure (in kg/cm<sup>2</sup>(g)) and superheat temperature (oC), if any
- The temperature of feed water (oC)
- Type of fuel and gross calorific value of the fuel (GCV) in kcal/kg of fuel

# NPHR (NET PLANT HEAT RATE)

$$NPHR = \frac{m_{coal} \times HHV}{NetGGO}$$

$m_{coal}$  = laju alir batubara tiap jam (kg/jam)

HHV = nilai kalori batubara gross (kkal/kg)

Net GGO = Gross Generator Output – Pemakaian Listrik Keperluan Sendiri

No	Parameter	Februari 2023		Maret 2023		April 2023	
		Unit 1	Unit 2	Unit 1	Unit 2	Unit 1	Unit 2
<b>1</b>	<b>Power</b>						
	Daya Gross [MW]	52	52	52	52	52	0
	Daya Nett [MW]	45.42	44.53	45.97	45.51	44.76	0.00
	Aux Power [MW]	6.58	7.47	6.03	6.49	6.23	0.00
	Aux Power Total [%]	12.65	14.37	11.60	12.48	13.93	0.00
<b>2</b>	<b>Coal</b>						
	<i>Proximate Analysis (%-arb)</i>						
	TM	35.45	36.84	35.45	36.84	34.53	0
	Ash	3.43	3.30	3.43	3.30	3.32	0
	VM	32.93	31.48	32.93	31.48	32.70	0
	FC	28.19	28.38	28.19	28.38	29.45	0
	<i>Ultimate Analysis (%-arb)</i>						
	C	42.87	42.70	42.87	42.70	44.45	0
	H	3.10	2.97	3.10	2.97	3.15	0
	O	14.37	13.24	14.37	13.24	13.71	0
	N	0.64	0.86	0.64	0.86	0.71	0
	S	0.14	0.09	0.14	0.09	0.13	0
	GCV (COA) [kcal/kg] (%-arb)	4,092.0	3,961.0	4,080.0	4,083.0	4,161.0	-
	MFR Coal [kg/hr]	43,820.0	43,920.0	43924	43,224.0	41,998.0	-
<b>3</b>	<b>Steam</b>						
	MFR Steam [Ton/hr]	217.566	228.79	227.412	232.086	222.93	0
	<b>To Turbine</b>						
	Tekanan Steam [Mpa]	8.362	8.91	8.196	8.524	8.37	0
	Temperature Steam [degC]	510.338	533.31	499.396	521.298	518.038	0
	Entalpi Steam [kJ/kg]	3,419.16	3,470.10	3,393.90	3,444.52	3,438.16	-

# Analisa

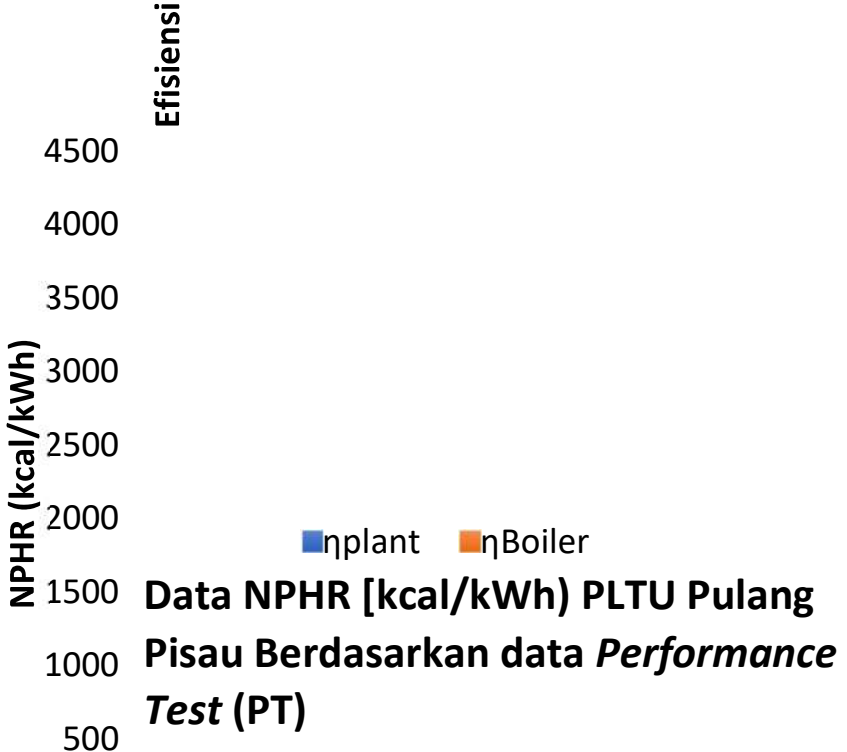
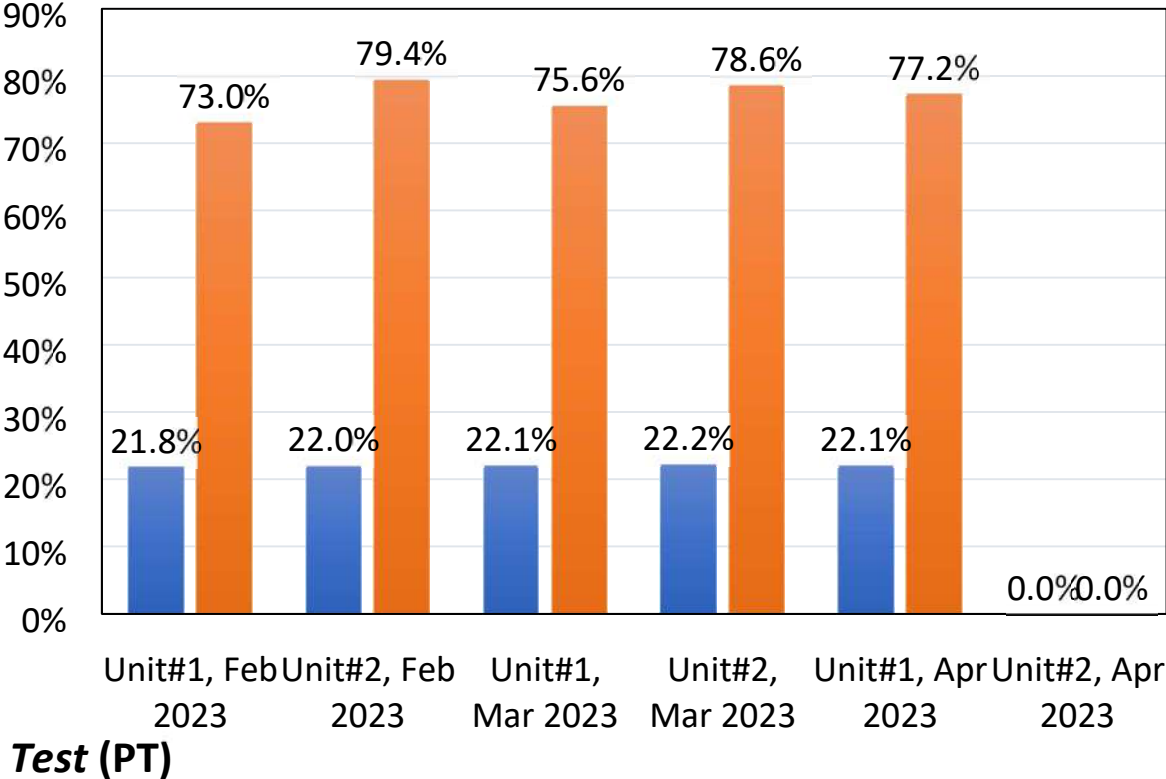
From Condenser							
	Tekanan Air [Mpa]	9.916	9.964	9.892	9.994	9.994	0
	Temperature Air [degC]	210.784	219.928	211.122	220.202	211.592	0
	Entalpi Air [kJ/kg]	903.56	944.99	905.07	946.25	907.23	-
	Energi Penguapan Steam [kJ/hr]	547,309,464.7	577,719,230.5	565,989,580.5	579,813,259.1	564,220,893.7	-
<b>4</b>	<b>Performance</b>						
	NPHR (COA) [kcal/kWh]	3,947.68	3,906.74	3,898.41	3,877.74	3,904.55	-
	Efisiensi Termal Pembangkit (COA) [%]	21.8%	22.0%	22.1%	22.2%	22.1%	0.0%
	Effisiensi Boiler [%]	73.0%	79.4%	75.6%	78.6%	77.2%	0.0%

Input data

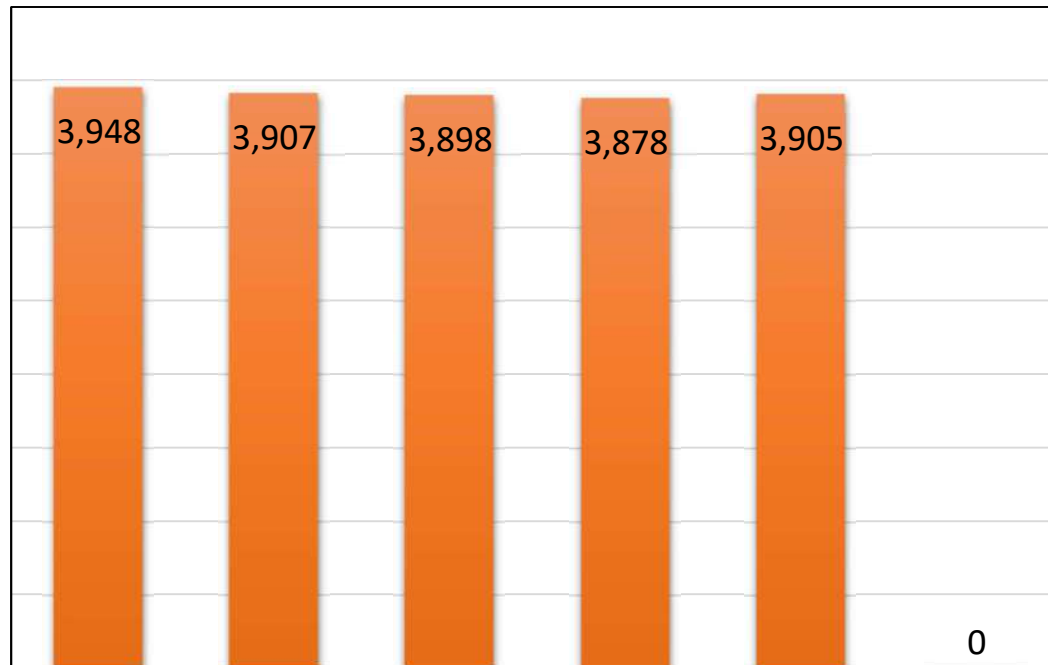
calculated parameter

## Efisiensi Termal Pembangkit Unit#1 dan #2 PLTU Pulang Pisau Berdasarkan data Performance Test pada Bulan Feb – April 2023

**Efisiensi Boiler & Termal Pembangkit PLTU  
Pulang Pisau Berdasarkan data *Performance***



**Data NPHR [kcal/kWh) PLTU Pulang  
Pisau Berdasarkan data *Performance*  
*Test (PT)***



Unit#1, Feb 2023   Unit#2, Feb 2023   Unit#1, Mar 2023   Unit#2, Mar 2023   Unit#1, Apr 2023   Unit#2, Apr 2023

- Efisiensi termal pembangkit rata-rata sebesar 22% sedangkan efisiensi boiler berada pada rentang 73-79%.
- Efisiensi boiler ( $\eta_{\text{boiler}}$ ) terbesar didapatkan pada kondisi nilai *firing rate* batubara (GCV dan Coal feed) yang rendah

- Efisiensi termal pembangkit ( $\eta_{\text{plant}}$ ) berhubungan langsung dengan nilai NPHR. Nilai NPHR yang tinggi mengindikasikan kebutuhan batubara jauh lebih besar pada beban (*gross power*) yang sama. Efisiensi termal pembangkit yang tinggi didapatkan pada nilai NPHR yang rendah, begitu sebaliknya.
- Dari hasil perhitungan, nilai efisiensi boiler ( $\eta_{\text{boiler}}$ ) masih jauh lebih rendah dari data disain, yaitu sebesar **89.5%**

# **Boiler Main Design Parameters**



额定蒸汽温度	℃	540
Rated steam temperature	℃	540
额定蒸汽压力	MPa	9.81
Rated steam pressure	MPa	9.81
给水温度	℃	215
Feedwater temperature	℃	215
锅炉排烟温度	℃	140
Boiler exhaust flue gas temperature	℃	140
汽包压力	MPa	10.8
Steam pressure	MPa	10.8
锅炉效率	%	89.5
Boiler Efficiency	%	89.5

Dari hasil  
 nilai efisi  
 ( $\eta_{\text{boiler}}$ ) m  
 rendah d

# TINDAK LANJUT DARI PENGOLAHAN DATA OPERASI

- 1. Pemenuhan standar ukuran batu bara** yang memerlukan sistem crusher dan screening yang sesuai dengan ukuran besar ( $> 10$  mm) dibuat kurang dari 10 % serta ukuran halus ( $< 2.5$  mm) dibuat kurang dari 20 %.
- 2. Pemenuhan ukuran dan jenis pasir silika** yg sesuai standar dengan memilih pasir silika ukuran rata-rata kurang dari 1 mm
- 3. Pemastian kondisikan pasokan udara** yg pasti dan distribusi Primary Air (PA) sesuai dengan jumlah pasokan batubara

untuk udara fluidisasi serta Secondary Air (SA) sesuai kebutuhan udara pada eksekusi oksigen optimum (6-8 %).

## **TIM PELAKSANA**

Ketua Tim : Prof. Ir. Yazid Bindar, M.Sc, IPM, PhD

Tenaga Ahli Utama:

1. Dr. Ir. Abrar Riza, MT
2. Dr.-Ing. Ir. Anton Irawan, MT, IPM, Asean Eng
3. Teguh Kurniawan, ST.,MT, PhD
4. Hafid Alwan, ST.,MT

Engineer:

1. Asep Kurniawan, ST (Teknik Kimia)
2. Imam Mardhatillah Fajri ST. MT., (Teknik Kimia)
3. Anisa Helena Isma Putri, ST (Teknik Kimia)