

# LAPORAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Tenaga Ahli

Evaluasi Peningkatan Kompetensi Karyawan dan Peningkatan Kinerja Boiler

PT. Indo Gula Pastika



Oleh

Ir. Sptyaji Harnowo, M.Eng

0529096201

**Politeknik LPP Yogyakarta**

**2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Pengabdian : Evaluasi Peningkatan Kompetensi Karyawan dan  
Peningkatan Kinerja Boiler di PT. IGP  
Nama Pelaksana : Ir. Sptyaji Harnowo, M.Eng  
NIDN : 0529096201  
Jabatan Fungsional : Lektor  
Program Studi : Teknologi Mesin  
Nomor HP : 0818274980  
E-mail : sptyaji.lpp@gmail.com  
Anggota 1 :  
Nama Lengkap : Arif Hidayat, ST, M.Pd, M.Eng  
Anggota 2 :  
Nama Lengkap : Yunadi, ST, M.Eng  
Sumber Pendanaan : Mitra Industri

Yogyakarta, 01 Agustus 2023



Menyetujui,

Ketua UPPM

Lestari Hetalesi Saputri, ST, M.Eng

0525108401

Dosen Pelaksana,

Ir. Sptyaji Harnowo, M.Eng

0529096201



Mengetahui,

Wakil Bidang Akademik

Rama Sri harjanti, ST, M.Eng

0020027801

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A.    IDENTITAS PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT .....	1
B.    IDENTITAS PELAKSANA.....	1
C.    MITRA KERJASAMA PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT ...	1
D.    LUARAN DAN TARGET CAPAIAN.....	1
E.    ANGGARAN.....	2
BAB II PELAKSANAAN .....	3
A.    RINGKASAN .....	3
B.    METODE PELAKSANAAN .....	3
C.    HASIL.....	3
LAMPIRAN.....	4

**BAB I**  
**PENDAHULUAN**

**A. IDENTITAS PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**

**1. JUDUL PENGABDIAN**

Tenaga Ahli Evaluasi Peningkatan Kompetensi Karyawan dan Peningkatan Kinerja Boiler

**2. BIDANG, TEMA, TOPIK, DAN RUMPUN BIDANG ILMU**

Bidang Fokus / Bidang Unggulan	Tema	Topik (jika ada)	Rumpun Bidang Ilmu
	Tenaga Ahli	Energi dan Sumberdaya Manusia	Teknik Mesin

**B. IDENTITAS PELAKSANA**

Nama	Institusi	Program Studi	Bidang Tugas	ID Sinta	H-Index
Saptyaji H	Politeknik LPP	Teknologi Mesin	Tenaga Ahli	6777234	2
Arif Hidayat	Politeknik LPP	Teknologi Mesin	Tenaga Ahli	6719551	0
Yunaidi	Politeknik LPP	Teknologi Mesin	Tenaga Ahli	6065307	3

**C. MITRA KERJASAMA PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**

Mitra	Nama Mitra
Industri	PT. Indo Gula Pastika

**D. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN**

**1. Luaran Wajib**

Tahun	Jenis Luaran	Status Target Capaian	Keterangan
2023	Laporan Akhir	Selesai	Dokumen laporan akhir

#### E. ANGGARAN

Rencana anggaran biaya sebetulnya ditanggung oleh PT. Indo Gula Pastika sebesar Rp 5.000.000 (Lima Juta Rupiah)

## BAB II

### PELAKSANAAN

#### A. RINGKASAN

Dalam operasional pabrik gula Boiler menjadi bagian terpentingnya, dikarenakan boiler mengasilkan uap untuk menghasilkan listrik dan digunakan untuk kebutuhan proses pabrik gula. Boiler yang digunakan di PT. Indo Gula Pastika merupakan boiler pipa air dengan design monodrum dan menggunakan bahan bakar ampas tebu. Kondisi terkini pada saat operasional kebutuhan bahan bakar untuk proses pembakaran di boiler melebihi jumlah tebu yang digiling. Maka dari itu perusahaan masih membutuhkan bahan bakar tambahan untuk menunjang operasional boiler. Dengan kendala tersebut maka dilaksanakanlah audit operasional boiler dan assesment kinerja operator boiler untuk mencari solusi dari kendala yang dihadapi

#### B. METODE PELAKSANAAN

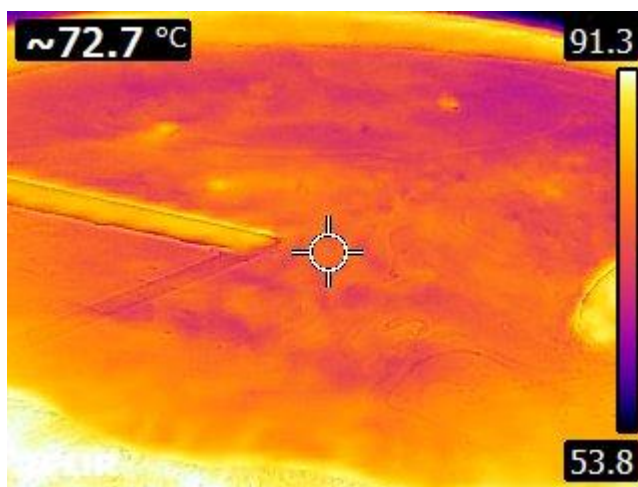
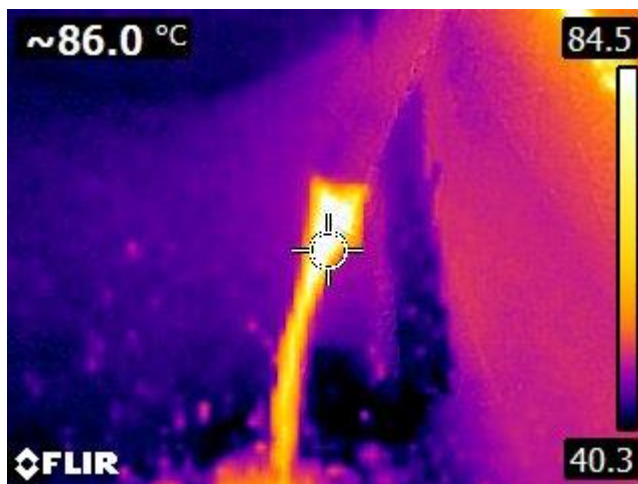
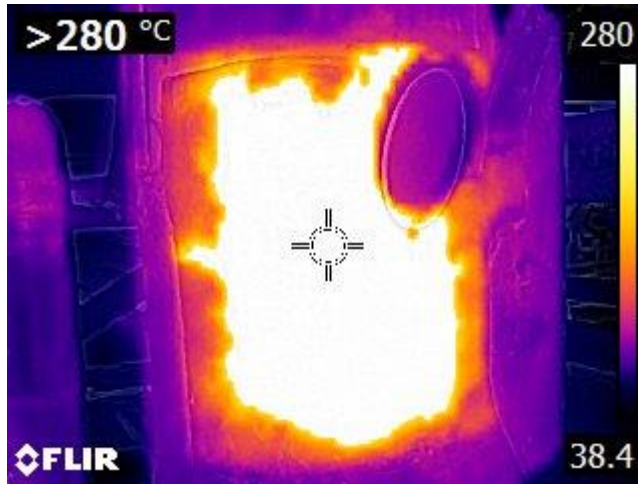
Kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 10-11 Juli 2023 dengan survey lapangan, analisis data operasional dan FGD dengan karyawan dan pimpinan perusahaan..

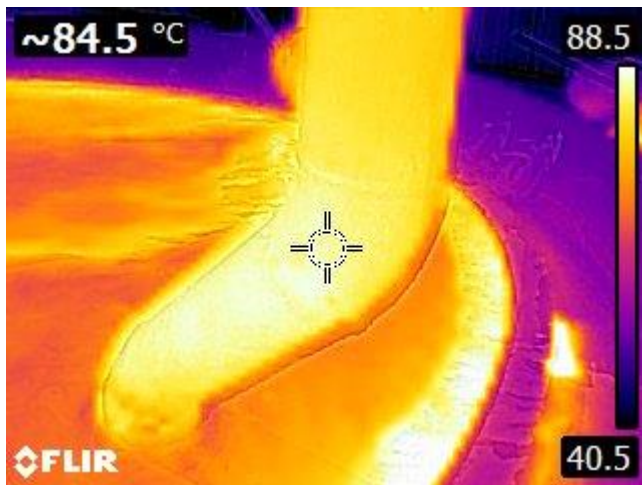
#### C. HASIL

Hasil dari pengabdian ini adalah PT. Indo Gula Pastika bisa lebih efisien dalam penggunaan energi dalam proses pembuatan gula dan juga peningkatan kompetensi karyawan sebagai asset perusahaan.

## LAMPIRAN

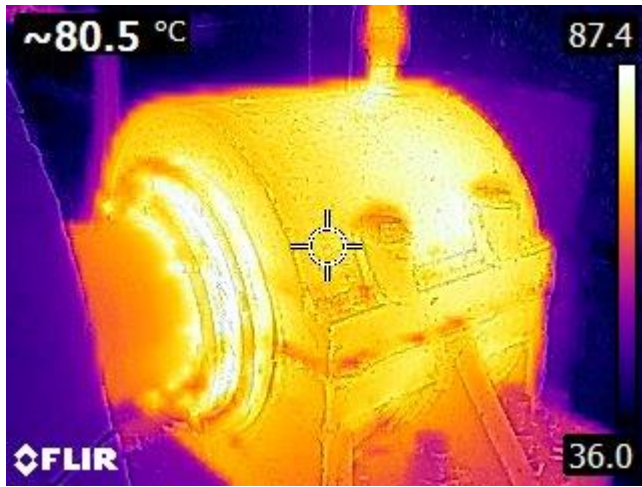
### a. Foto Data



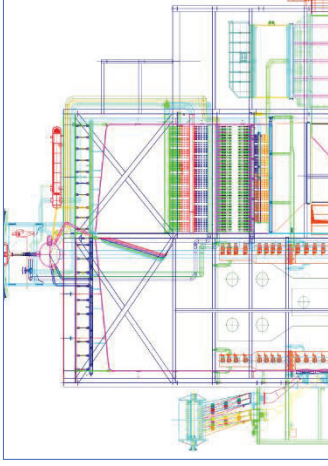








Presentasi Hasil Audit Boiler Ampas  
Mono drum, Single flue gas path, Travelling grate  
PT Indo Gula Pastika



Kapasitas 25 tph, 30 bar g & 380 C  
Membrane wall & Double superheater

## TUJUAN AUDIT

- Melihat potensi kinerja boiler saat ini
- Melihat kondisi alat supporting operasional
- Melihat potensi input terkait keseimbangan energi uap pabrik (kapasitas giling dan potensi bahan bakar ampas serta potensi uap terbangkit)
- Analisis terhadap alat penukar panas yang menjadi komponen utama Boiler ( Luas Permukaan Perpindahan panas, m2)
- Rekomendasi tindak perbaikan untuk giling 2023

## Metode Audit

- Site visit alat/komponen boiler dan instalasinya
- Data sekunder operasional Boiler dan pembangkit uap (data 2018 & 2022)
- Data primer dengan menggali operasional, maintenance dan trouble shooting dengan tim manajemen instalasi PG Indo Gula Pastika & klarifikasi data

## STANDARD UJI KINERJA BOILER

Standard yang diacu American Society of Mechanical Engineers (ASME) performance test code (PTC) 4, Untuk British BS 2885 and DIN 1942 (Germany), JIS B 8222:1993  
→ Metode langsung & Metode Tak Langsung

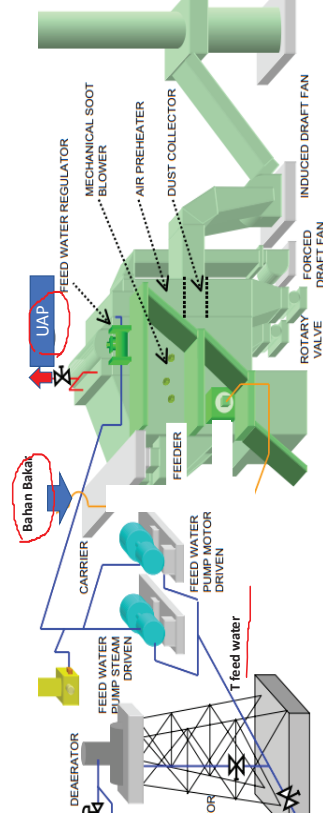
Maksud dilakukan evaluasi kinerja Boiler :

- Pengukuran kinerja rutin dalam operasional Boiler sehingga bisa dilakukan koreksi perbaikan & peningkatan kinerja
- Acceptance Test Performance untuk Boiler Baru maupun Boiler ex refurbished untuk memastikan apakah performance yang dijanjikan bisa dipenuhi

## Input– Output Method (Direct Method)

- Metode ini cukup simple untuk menghitungnya hanya memerlukan pembacaan alat ukur/instrument di titik titik tertentu, dengan membandingkan output uap yang dihasilkan dibandingkan input bahan bakar
- Metode ini tidak cukup mewakili untuk “acceptance test in boilers” karena dengan mengukur flow uap dan bahan bakar kurang akurat dalam biomass boiler (banyak terjadi varian dalam nilai kalor dan densitas bahan bakar)

## METODE UJI LANGSUNG



$$\text{Boiler efficiency (}\eta\text{)} = \frac{\text{Heat Output}}{\text{Heat Input}} \times 100 = \frac{Q_s \times (h_g - h_{f1})}{Q_{bb} \times \text{GCV}} \times 100\%$$

$$\text{EVAPORATION RATIO} = Q_s/Q_{bb}$$

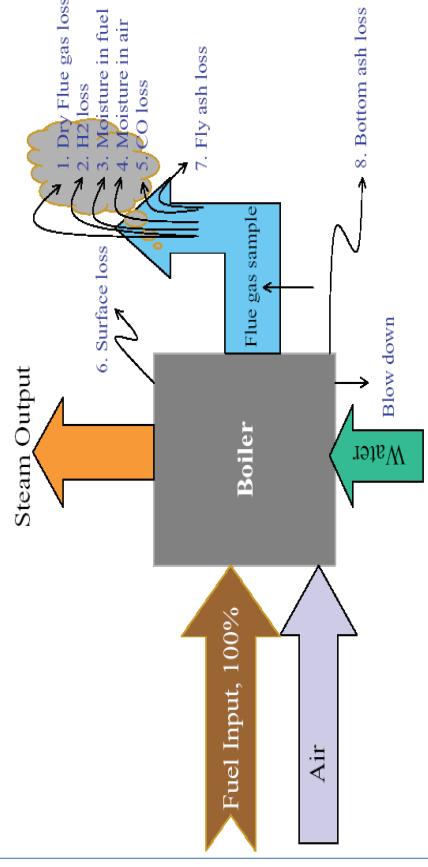
## Heat Loss Method

- Metode ini banyak di adopsi untuk acceptance Test Boiler oleh industry dengan metode ASME PTC 4.1 (2013) :
- Untuk pengtesan rutin kinerja Boiler
- Acceptance Test Performance for Industrial Boilers

Metode ini dipilih :

- Lebih praktis tidak ada proses pengukuran terkait Flow Measurement Bahan Bakar biomass yang susah
- Lebih akurat karena metode ini hanya mengukur losis dalam Boiler bukan sekedar angka efisiensi
- Memerlukan dukungan analisis & alat ukur (mandatory)

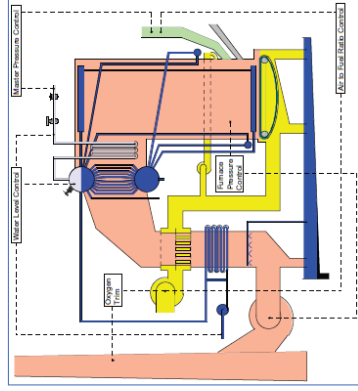
## INDIRECT EFFICIENCY – heat losses



$$\text{Efficiency} = 100 - (1+2+3+4+5+6+7+8) \quad (\text{by Indirect Method})$$

# DATA OPERASIONAL & PARAMETERNYA

Boiler type	single drum, traveling grate & membrane wall	Tek opr	Suhu Opr
tekanan	30 bar g	25 barg	345 C
suhu uap	380 C		
kap uap	25 tph		
suhu FG	220 C		
tek furnace	varian -5 sd -13 mm Ka		
TDS Blow down	2100 ppm		
bb ampas			
zat kering	51.09 %		
kadar air	48.91 %		
Pol ampas	2.81 %		
kadar sabut tebu	11 %		



# ANALISA PRODUKSI AMPAS & KALORI AMPAS

Kapasitas giling (TCD)	1000		
Kapasitas giling (TCH)	41.67	Q (tch)	pa
Zat kering ampas (%)	51.09	Zka	Zka
pol ampas (%)	2.81	ft	W
Kadar sabut tebu (%)	11	pol nira gilingan akhir (%)	
pol nira gilingan akhir (%)	65	HK nira (%)	
HK nira gilingan akhir (%)	4.58	Berat sabut tebu (ton/jam) = Berat sabut ampas/briket an Ft	GCV
Berat sabut tebu (ton/jam) = Berat sabut ampas/briket an Ft	4.52	ba	
brik ampas (%)	46.8	fa	NCV
[Da = pa / HK nira]			
Kadar sabut ampas (%)	9.8	A	
[fa = Zka - ba]			
Berat ampas (ton/jam)	0.235		
[A = Ft / fa x 100]			
Ampas % tebu			

## ANALISIS BB AMPAS – PA & UA

Data Asamlogas		Data Asamlogas	
W	%	50.98	96
part	%	2.26	132
C	%	29.03	407
H	%	3.1	30.2
O	%	21.56	257
Ash	%	1.22	
CO2	%	6	
CO	%	0.8	
GCV	kcal/kg	2107	217
Gas boiler economizer	°C		

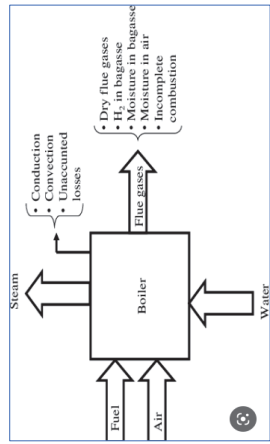
## DATA OPERASIONAL

Data Asamlogas		Data Asamlogas	
Air masuk economizer	°C		
Air boiler economizer	°C		
Uap superheater	°C		
Uap masuk IDF	°C		
Gas keluar air Heater	°C		
Gas boiler feed in ke Air	°C		
Gas boiler economizer	°C		

Parameter Data		Parameter Data	
Unit	Value	Unit	Value
Flow Rate	3000	Flow Rate	3000
Pressure	30	Pressure	30
Temperature	345	Temperature	345
Humidity	0.01	Humidity	0.01
...	...	...	...

## EFISIENSI LOSIS BERBASIS ASME PTC 4.1 th 2008

Output berbasis software FireCad 2.1



## Efisiensi Based Losis - Hugot

3 losis besar dalam boiler ampas :

Sensible heat loss in Flue gas (kcal/kg) = Panas hilang ke gas buang - Qff serta kadar air dan kadar H2 dalam ampas

PARAMETER INPUT : kadar air ampas, EA, suhu gas buang & GCV

Qff	$(L-mc)(1.4 \cdot m - 0.13) + 0.3 Tfg$	
m	1 + Exc air	1.4 m (exc air)
mc	kadar air ampas	0.48
Tfg	suhu gas buang C	220
Qff/GCV		>>>> setara losis
Qff	1.485	315.69 kcal/kg

Kalori terpakai untuk penguapan (Kcal/Kg.ampas) = Mv (kcal/kg)

Mv = 4250 · 1200 pa - 4830 mc · Qff · α · β · W	1467.97 kcal/kg
(4250 · 1200 pa - 4830 mc · Qff)	1528.46

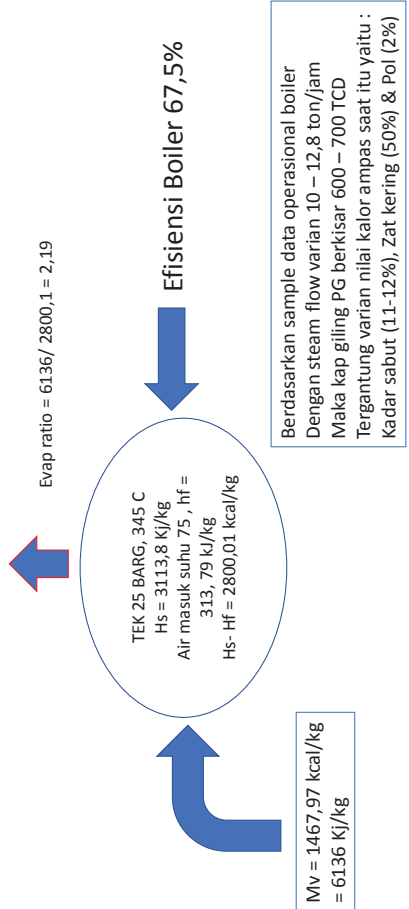
overall eff Boiler (%) = Mv/GCV

0.675

αβW	α (unburnt loss)	β (radiation loss)	γ (incomplete combustion)
	0.975	0.025	0.995
losis			0.005
			0.01
			0.04



# Evaporasi Rasio – kg uap/kg ampas



## POTENSI KAPASITAS UAP & KESEIMBANGAN ENERGI (PEMAKAIAN UAP PROSES – SOC 50%)

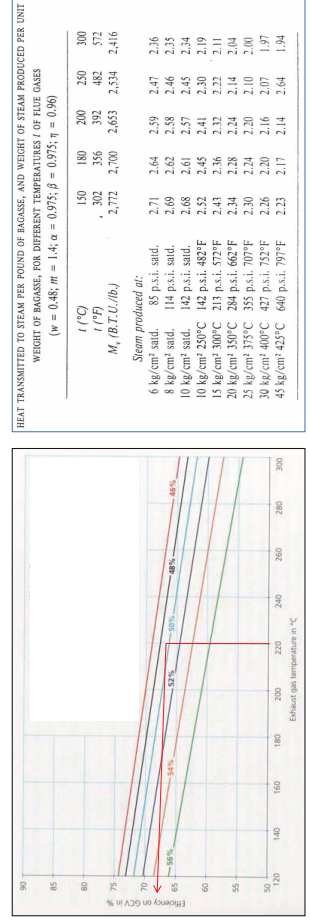
Kapasitas Giling 1000 TCD, dengan kadar sabut tebu 11%, boiler bekerja pada kapasitas uap 21,477 tph

Efisiensi GCV	0,675%
Tekanan/temperatur uap (kg/cm <sup>2</sup> /C)	25 bar (T. 345C)
Enthalpi uap pada P/T (K.kal/kg)	3113,8 kJ/kg
Temperatur air pengisi (t: 75°C)-Enthalpi air pengisi (K.kal/kg)	313,79 kJ/kg
Ampas tersedia (KG/JAM)	9800,4 kg/jam
GCV ampas	2174,2 kcal/kg
Kapasitas uap	9088,2396 kJ/kg
eff x mbix GCV	60136056,8 kJ/jam
POTENSI Kapasitas uap hasil	2800,01 kJ/kg
Uap proses 50% tebu giling	21477,09 kg/jam
Uap proses 50% tebu giling	20833,33 kg/jam
Sisa uap boiler	643,75 kg/jam
Evap ratio	2,19 kg uap/kg ampas
Ampas sisa	2918,8 kg/jam

Kapasitas Giling 1200 TCD, dengan kadar sabut tebu 11% → Boiler beroperasi pada Peak Rating diatas MCR : 25 tph

Efisiensi GCV	0,675%
Tekanan/temperatur uap (kg/cm <sup>2</sup> /C)	25 bar (T. 345C)
Enthalpi uap pada P/T (K.kal/kg)	3113,8 kJ/kg
Temperatur air pengisi (t: 75°C)-Enthalpi air pengisi (K.kal/kg)	313,79 kJ/kg
Ampas tersedia (KG/JAM)	11760,4 kg/jam
GCV ampas	2174,2 kcal/kg
Kapasitas uap	9088,2396 kJ/kg
eff x mbix GCV	72163268,17 kJ/jam
POTENSI Kapasitas uap hasil	2800,01 kJ/kg
Uap proses 50% tebu giling	25000,00 kg/jam
Sisa uap boiler	772,50 kg/jam
Evap ratio	2,19 kg uap/kg ampas
Ampas sisa	352,5 kg/jam

## Referensi : Hugot & Tromp serta Peter Rein Sugarcane Engineering (2017) – Kinerja efisiensi ampas boiler & evaporasi rasio



Hubungan tekanan & suhu gas buang untuk mendapatkan evaporasi rasio ( kg uap/kg ampas)

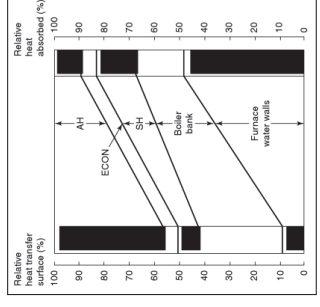
Efisiensi Boiler based Moisture content & suhu gas buang

Kesimpulan mengendalikan suhu gas buang menaikkan efisiensi dan evaporasi rasio

## ANALISIS KECUKUPAN HEATING SURFACE - LP BOILER

- BOILER WEITES IGP SAAT INI :
- LP BOILER – FURNACE + BB = 973 M2
- PENDINGER UAP/SUPERHEATER = 279 M2,
- STEAM FLOW 25 TPH

- SUPERHEATER 1 = 57 COIL, DIA 48 MM
- SUPERHEATER 2 = 57 COIL, DIA 38 MM, TUMBUNG 22 COIL



## REFERENSI DESAIN BOILER PETER REIN & HUGOT

Water-wall tubes:  $359 \text{ m}^2 = 3,864 \text{ sq.ft.} = 12\% = 6 \text{ m}^2/\text{t steam/h}$   
 Plain tube assembly:  $1,340 \text{ m}^2 = 14,424 \text{ sq.ft.} = 44\% = 22,3 \text{ m}^2/\text{t steam/h}$   
 Superheater tubes:  $140 \text{ m}^2 = 1,507 \text{ sq.ft.} = 5\% = 2,3 \text{ m}^2/\text{t steam/h}$   
 Economiser:  $1,189 \text{ m}^2 = 12,798 \text{ sq.ft.} = 39\% = 20 \text{ m}^2/\text{t steam/h}$   
 $3,028 \text{ m}^2 = 32,593 \text{ sq.ft.} = 100\% = 90 \text{ m}^2/\text{t steam/h}$

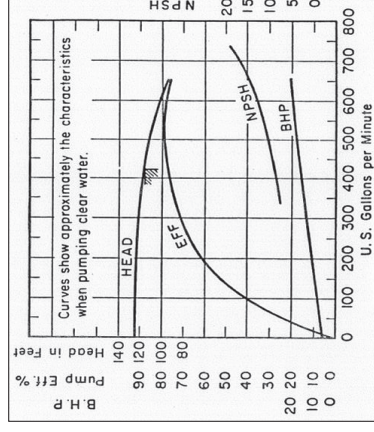


## ANALISIS POTENSI CAVITASI BFWP & DEARATOR SYSTEM

- Pengecekan kemampuan Deaerator untuk menghasilkan sumber air panas bagi Boiler
- Pengecekan potensi cavitasi terkait operasional saat ini dengan melihat hasil instalasi dan spesifikasi pompa terpasang serta piping system yang ada

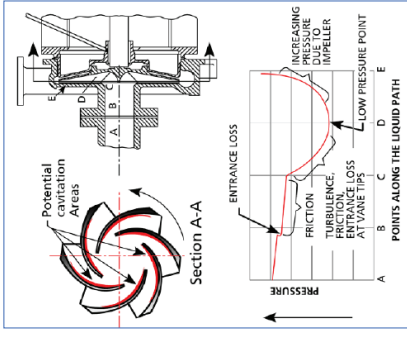
## ANALISIS TERJADINYA CAVITASI

- NPSH available lebih besar ( $\gg$ ) NPSH required
- NPSH A : terjadi pada instalasi pompa
- NPSH R : desain dan data OEM
- Nett Positive Suction Head av : Energi total per satuan berat atau Head , yang terjadi pada flange isap pompa lebih kecil dari Head tekanan uap zat cair



1 gpm = 4,4 m<sup>3</sup>/jam

## CAVITASI DALAM POMPA BOILER FEED WATER PUMP



- Terbatasnya gelembung uap pada sisi isap impeller akibat penurunan tekanan (kenaikan temperatur) fluida sehingga terjadi tekanan uap. Sehingga gelembung tersebut membikin kerusakan impeller (pitting) dan vibrasi dll
- Biasanya untuk fluida yang relatif panas

- When the **pressure** of the liquid is reduced to a value equal to or **below its vapor pressure** the liquid begins to boil and small vapor **bubbles or pockets begin to form**.
- As these vapor bubbles move along the impeller vanes to a higher pressure area above the vapor pressure, they **rapidly collapse**. The **collapse** is so rapid that it may be heard as a **noise**, as if you were pumping gravel.

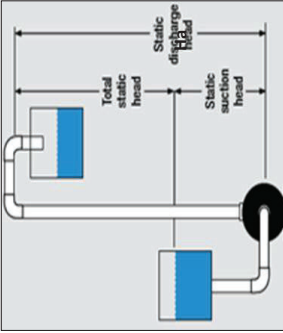
## Reduce the Chance of Cavitation

- As long as  $NPSH_A > NPSH_R$ , cavitation will not happen
- The temperature and vapor pressure of the liquid being pumped
- The absolute pressure on the free surface of the liquid (usually atmospheric pressure but not always)
- The size and length of the suction piping and all pipe fittings (e.g., elbows, tees, etc.)
- The height of the liquid in the supply tank above or below the pump's centerline



# Bila NPSHav untuk Instalasi Head Dorong

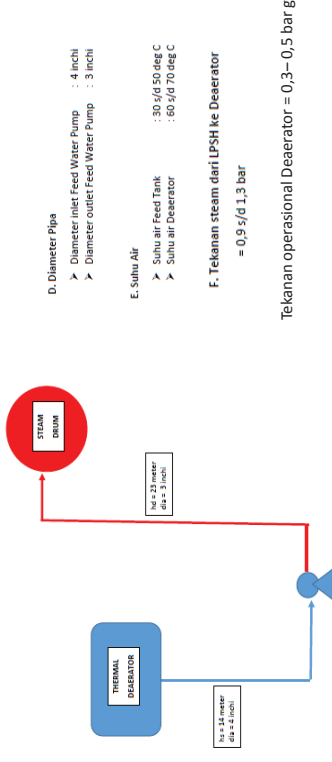
$NPSH_A = H_a \pm H_s - Hvp_s - Hf_1$   
 ■ **Ha** Pressure Head Deaerator  
 ■ **Hs** Static suction Head  
 ■ **Hvp<sub>s</sub>** Vapour pressure Head  
 ■ **Hf<sub>s</sub>** Friction Head sisi isap  
 Minus Hs : suction lift  
 Plus Hs : Suction head



HUB SUHU (C) vs Hvp (M)

(C)	Hvp (M)
0	0,0
5	0,9
10	1,2
15	1,7
20	2,3
25	3,2
30	4,3
35	5,6
40	7,1
45	9,6
50	12,5
55	15,7
60	20
65	25
70	32,1
75	38,6
80	47,5
85	57,8
90	70
95	84,5
100	101,33

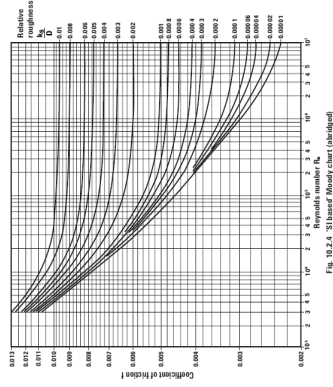
# ANALISIS CAVITASI PADA INSTALASI DEAEERATOR PUMP



$$NPSH_A = H_a \pm H_s - Hvp_s - Hf_1$$

# Menentukan Koef gesekan pipa f & Losis gesekan isap Hf pada sisi isap H – 14 m

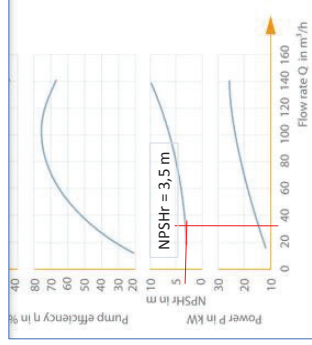
DATA AWAL & PERHITUNGAN AWAL	
Q1	30 l/m <sup>3</sup> /h
Q2	30 l/m <sup>3</sup> /h
D1	4 in
D2	3 in
A1	0,0762 l/m <sup>2</sup>
A2	0,0046 l/m <sup>2</sup>
V1	1,03 m/s
V2	1,83 m/s
p	954 kg/m <sup>3</sup>
μ	0,000378 kg/m <sup>2</sup>
Re1	263701,1 2,6 · 10 <sup>5</sup>
Re2	361601,5 3,5 · 10 <sup>5</sup>
Cast iron	KEKASARAN Ks
ε1	254 · 10 <sup>-6</sup> 0,000254
ε2	Ks/D1 0,0025
	Ks/D2 0,0038



f1	0,0071	L pipa isap ek	14 m
f2	0,0075	hf1: f · L/D x V <sup>2</sup> /2g	20,69 m

$$NPSH_{av} \text{ vs } NPSH_r \rightarrow NPSH_{av} (2,89m) < NPSH_r (3,5 m)$$

NPSH air (banya terjadi disisi isap pompa)	
DEBIT	30 l/m <sup>3</sup> /jam
H <sub>a</sub>	0,3 barg = 1,3 bara
H <sub>s</sub>	130,000 N/m <sup>2</sup>
p (pada T 75C)	954 kg/m <sup>3</sup>
T air	75 C
T air: 75 C <sub>v</sub> Hvp	38,5 kpa
Hf isap total	20,69 m
H <sub>s</sub>	14 m
NPSH av, T 75 C	NPSH av = H <sub>a</sub> + H <sub>s</sub> - H <sub>f</sub>
	2,89 m



Terjadi potensi cavitasi bila tekanan dalam impeller turun & suhu air naik Untuk mencapai suhu 100 C → NPSH av akan makin kecil km Hvp akan naik

Mencegah Cavitasi : Bila Din jadi 5 in, Dout 3 in → NPSH av > NPSH r

DATA AWAL & PERHITUNGAN AWAL	
Q1	30 M <sup>3</sup> /h
Q2	0,008333 m <sup>3</sup> /s
D1	30 M <sup>3</sup> /h
D2	0,008333 m <sup>3</sup> /s
A1	5 in
A2	0,127 M
V1	3 in
V2	0,0762 M
	0,0127 M <sup>2</sup>
	0,0046 M <sup>2</sup>
	0,66 m/s
	1,83 m/s

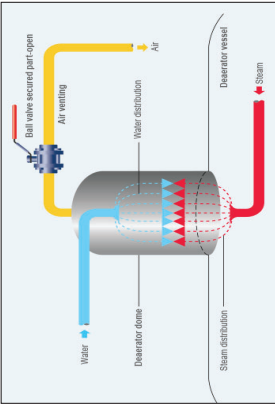
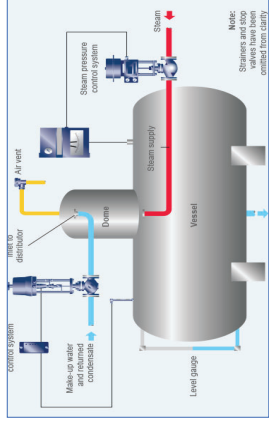
Lipis isap ek	14 m
hf1: f · L/D · v <sup>2</sup> /2g	6,88 m

NPSH av, T 75 C	NPSH av = H <sub>a</sub> + H <sub>s</sub> - H <sub>f</sub>	16,80 m
NPSH av T 100C		10,15 m

Kesimpulan dengan D in naik ke 5 in aman cavitasi pada suhu air 75 dan 100 C  
 Pada suhu air 100 C, Lebih aman Din ke 6 in dan Dout 4 in → NPSH av : 15 m

## Thermal Deaerator/Operating principles of a pressurised deaerator

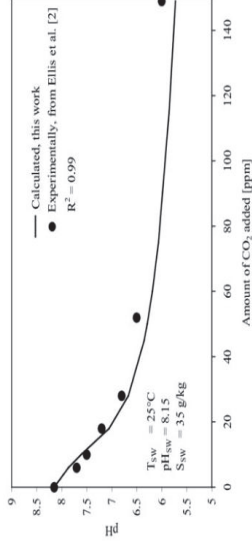
- Typically, a deaerator will be set to heat the water to 225-227°F (107 C), and maintain it at a pressure of 5-7 psi ( 0,3-0,5 barg) above ambient pressure. This combination creates ideal conditions for the removal of oxygen, and the prevention of thermal shock.



The water supply pressure to the deaerator should be at least 2 bar to ensure good distribution at the nozzle. This implies either a backpressure on the steam traps in the plant or the need for pumped condensate return. Steam supply pressure to the pressure control valve will be in the range 5 to 10 bar.

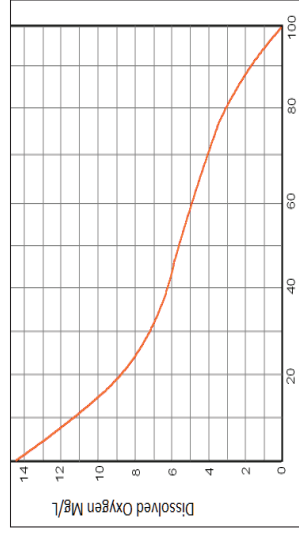
## Operating principles of a pressurised deaerator

- The first step in feedwater treatment is to heat the water to drive off the oxygen. Typically a boiler feedtank should be operated at 85°C to 90°C. This leaves an oxygen content of around 2 mg/litre (ppm). Operation at higher temperatures than this at atmospheric pressure can be difficult due to the close proximity of saturation temperature and the probability of cavitation in the feedpump, unless the feedtank is installed at a very high level above the boiler feedpump.
- Water exposed to air can become saturated with oxygen, and the concentration will vary with temperature: the higher the temperature, the lower the oxygen content.
- Oxygen is the main cause of corrosion in hotwell tanks, feedlines, feedpumps and boilers. If carbon dioxide is also present then the pH will be low, the water will tend to be acidic, and the rate of corrosion will be increased.
- Elimination of the dissolved oxygen may be achieved by chemical or physical methods, but more usually by a combination of both (Carbon Dioxide cannot be found in water with a pH of 8.5 or higher.)
- The addition of an oxygen scavenging chemical (sodium sulphite, hydrazine or tannin) will remove the remaining oxygen and prevent corrosion.



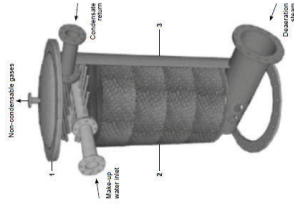
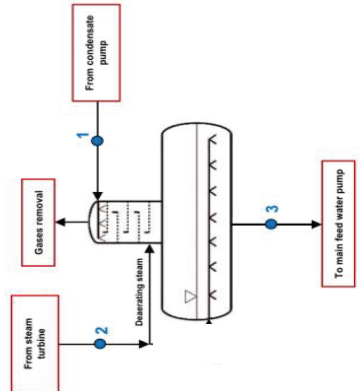
## CO2 vs pH

O2 IN WATER BASED TEMPERATURE



## KESEIMBANGAN ENERGI DI THERMAL/PRESSURE DEAEERATOR

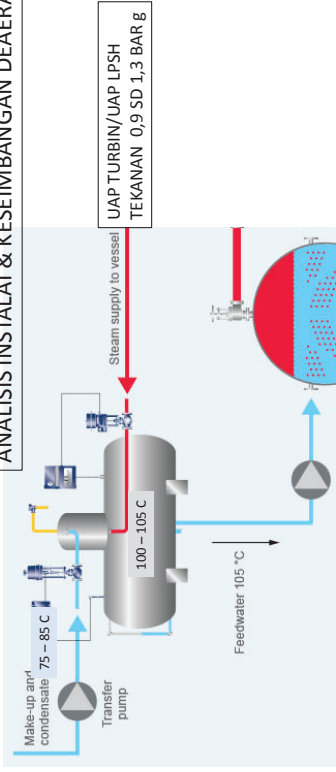
Deaerator recommend a venting rate of between 0,5 and 2 kg of steam/air mixture per 1 000 kg/h of deaerator capacity to be on the safe side.



**Operating limits**

MWP - Maximum working pressure	0.5 bar gauge
Operating pressure surge	~0.2 bar
Operating temperature	105 - 110°C
Inlet oxygen content	< 15 mg/l
Post-aeration oxygen content	0.02 µg/l
Capacity	< 100 m³
Heating medium	Steam
Deaeration fluid	Steam

## ANALISIS INSTALAI & KESEIMBANGAN DEAEERATOR



**keeseimbangan energi & masa deaerator**

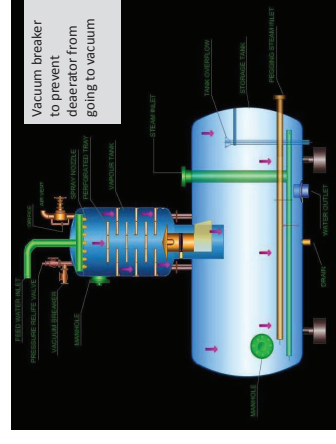
$$(m_{\text{air}} \times Hf_w) + (m_{\text{st}} \times H_{\text{st}}) = (m_{\text{air}} + m_{\text{st}}) \times Hf_w \text{ at Tair}$$

## HASIL ANALISIS KESEIMBANGAN ENERGI

mair	13333 kg/jam
Hf w at T 85 C	355,75 kj/kg
Hsat from LPSH	1 bar g
kondisi saturasi: Hfg	2200 kj/kg
T deae : 105 C-> Hdeae	444 kj/kg
sisi kiri (mair x Hf w 85C) 2200 m st	4.743.333 kj/jam
sisi kanan (mair x Hdeae T 105 C) 444 m st	5.920.000 kj/jam
m steam	1756 1.176.667
	670 kg/jam

mair	13333 kg/jam
Hf w at T 55 C	230 kj/kg
Hsat from LPSH	1 bar g
kondisi saturasi: Hfg	2200 kj/kg
T deae : 105 C-> Hdeae	444 kj/kg
sisi kiri (mair x Hf w 85C) 2200 m st	3.066.667 kj/jam
sisi kanan (mair x Hdeae T 105 C) 444 m st	5.920.000 kj/jam
m steam	1756 2.853.333
	1.625 kg/jam

DA – 70 TPH, 68 BAR, 480C, TG,SINGLE PASS



Deaerator is of spray and trays type, consists of a storage tank and vapour tank

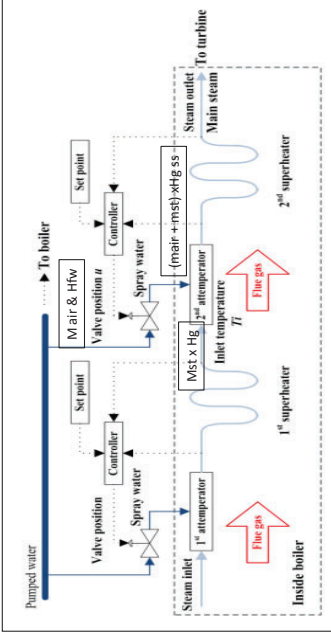
Parameter	Unit	Value
Design Pressure	Kg/Cm <sup>2</sup> (g)	3.0
Operating Pressure	Kg/Cm <sup>2</sup> (g)	1.0
Hydraulic Test Pressure	Kg/Cm <sup>2</sup> (g)	4.5
Design Temperature	°C	150
Operating Temperature	°C	120
Deaeration Capacity	m <sup>3</sup> /hr.	164

Tekanan 45 bar, 400 C

- Kap tanki 180 m3
- Boiler Feed pump capacity 64 m3/jam
- Melayani 2 boiler 2 x 60 tph = 120 tph
- Diameter pipa inlet 6" dan outlet ke drum atas 4"

Ube 0,7 barg, Tekanan deaerator 0.1 mpa ( 1 bar g)

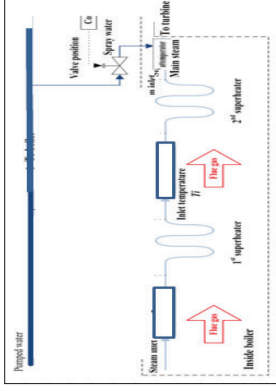
## Keseimbangan Energi di Superheater & Attemperator



### Keseimbangan energi

$$(m_{\text{air}} \times H_{\text{fw}}) + (m_{\text{st}} \times H_{\text{g1ps}}) = (m_{\text{air}} + m_{\text{st}}) H_{\text{gss}}$$

## Hasil Analisis Kondisi SP Heater Saat Ini



$$(m_{\text{st}} \times H_{\text{st}}) + (m_{\text{air}} \times H_{\text{fw}}) + T_{\text{air}} = (m_{\text{st}} + m_{\text{air}}) \times H_{\text{st}} + T_{\text{sp}} + \text{heat}$$

Keseimbangan energi & massa  
 $(m_{\text{st}} \times H_{\text{st}}) + (m_{\text{air}} \times H_{\text{fw}}) + T_{\text{air}} = (m_{\text{st}} + m_{\text{air}}) \times H_{\text{st}} + T_{\text{sp}} + \text{heat}$

Second sp	Tekanan steam	27 bar g
	suhu sp heat steam	400 C
	uap keluar SPL	16.200 kg/jam
Masuk turbin inier	suhu masuk	26 bar g
	steam flow	300 C
Suhu spray air, Tekanan dmp 34 barg		16.200 kg/jam
Untuk daya turbin terbangkit		1500 kw
Kebutuhan uap turbin		16.200 kg/jam
Kebutuhan uap proses 90C-50%		20.833 kg/jam
Suplai lewat BEEDS		4.543 kg/jam

Hst sp h	3226	kg/vg
Hst red T sp heat	3166	kg/vg
Hfw T BSC	365,75	kg/vg
	45,45	
Hst 1st		
0,0145 x Hst	52.888,150	kg/jam
257,75 mair		
3,1 literan		
max red T sp heat	51.866,720	kg/jam
330 mair		
mair	261,25	
	1.091,430	
	383	kg/jam

## KESIMPULAN & SARAN

- Kondisi boiler masih baik dengan efisiensi 67,5% (PG Asembagus 68,4% berbasis GCV)
- Kapasitas Giling teroptimal untuk mendapatkan keseimbangan energi PG, terjadi pada kapasitas giling 1000 TCD, dengan parameter suhu air 100 C, pol ampas 2% dan Zat Kering 50%, dengan asumsi kadar sabut tebu 11%
- Saran : optimalisasi suhu feed water, peran gilingan serta operasional boiler dalam menjaga suhu dapur, excess air, draft furnace (negative) serta pemantauan suhu gas buang dibawah 210 C
- LP komponen Boiler saat ini masih memenuhi untuk kapasitas desain 25 ton/jam
- Instalasi deaerator dengan pompa saat ini memenuhi hanya perlu menyesuaikan diameter pipa outlet keluar dari tank deaerator ke BFWP
- Attemperator untuk pengendalian suhu bisa dipenuhi bila kecukupan energinya ada dan optimalisasi spray water pada tekanan std serta membuat water mengabut (tekanan kerja + 4 bar), dengan instalasi saat ini perlu diwaspadai suhu PH & SS monitoring suhu dg on line atau dipasang lagi attemperator antara sp heater – cek neraca masa & energi Boiler





## PT. INDO GULA PASTIKA

Jl. Raya Sragen Timur Km. 15 Banaran, Sambungmacan, Sragen, Jawa Tengah.

Email : info.indogulapastika@gmail.com / sdmindogulapastika@yahoo.com

Telp/WA : 081779471468

PT. INDO GULA PASTIKA

Nomor : 01/Dir.IGP/VII/2023  
Hal : Permohonan Bantuan  
Lampiran : -

Sragen, 07 Juli 2023

Kepada Yth.

Bapak Saptyaji

Di Yogyakarta.

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan kebutuhan di perusahaan kami, terutama untuk evaluasi dan peningkatan kinerja Boiler, dengan ini kami mohon bantuan Bapak untuk melakukan hal - hal berikut di pabrik kami:

1. Assessment Kinerja Boiler.
2. Peningkatan Kompetensi Karyawan.

Adapun waktu dan pelaksanaan kami harapkan bisa terselenggara antara tanggal 10 Juli 2023 s.d. 11 Juli 2023. Untuk efektivitas evaluasi/audit kinerja boiler, kami harapkan adanya tenaga bantuan sebagai anggota tim :

1. Sdr. Yunaidi dan
2. Sdr. Arif Hidayat

Demikian kami sampaikan dan terima kasih atas perhatian serta kerjasamanya.

Hormat Kami,

PT. INDO GULA PASTIKA

Tamino

Direktur



## SURAT TUGAS

No: 18/ST/UPPM/VII/2023

Sehubungan dengan adanya surat pemberitahuan dari PT. Indo Gula Plastika terkait dengan kegiatan “Evaluasi Peningkatan Kompetensi Karyawan dan Peningkatan Kinerja Boiler pada tanggal 10-11 Juli 2023”, maka bersama ini Direktur Politeknik LPP menugaskan kepada Dosen tetap yang namanya tercantum pada lampiran surat ini untuk menjadi Asesor, dalam kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) tersebut. Selanjutnya Dosen berkoordinasi dengan UPPM Politeknik LPP dalam hal pelaksanaan, monitoring, evaluasi pelaksanaan dan pelaporan dari hasil kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat yang akan dilaksanakan.

Demikian agar dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.



Lestari Hetalesi Saputri, S.T., M.Eng.

Yogyakarta, 4 Juli 2023  
Direktur



Ir. Muhamad Mustangin, S.T., M.Eng., IPM

**Lampiran Surat Tugas No: 18/ST/UPPM/VII/2023**

<b>Judul/Kegiatan</b>	<b>Pelaksana</b>	<b>NIDN</b>	<b>Keterangan</b>
Evaluasi Peningkatan Kompetensi Karyawan dan Peningkatan Kinerja Boiler diselenggarakan pada tanggal 10-11 Juli 2023 di PT Indo Gula Plastika.	Saptyaji Harnowo, S.T., M.Eng Yunaidi, S.T., M.Eng Arif Hidayat, S.T., M.Eng	0529096201 0505017701 0527058702	Asesor Asesor Asesor 