

INDRAMAYU ENERGIZING FUTURE



PENULIS:
RISKI ADITYA

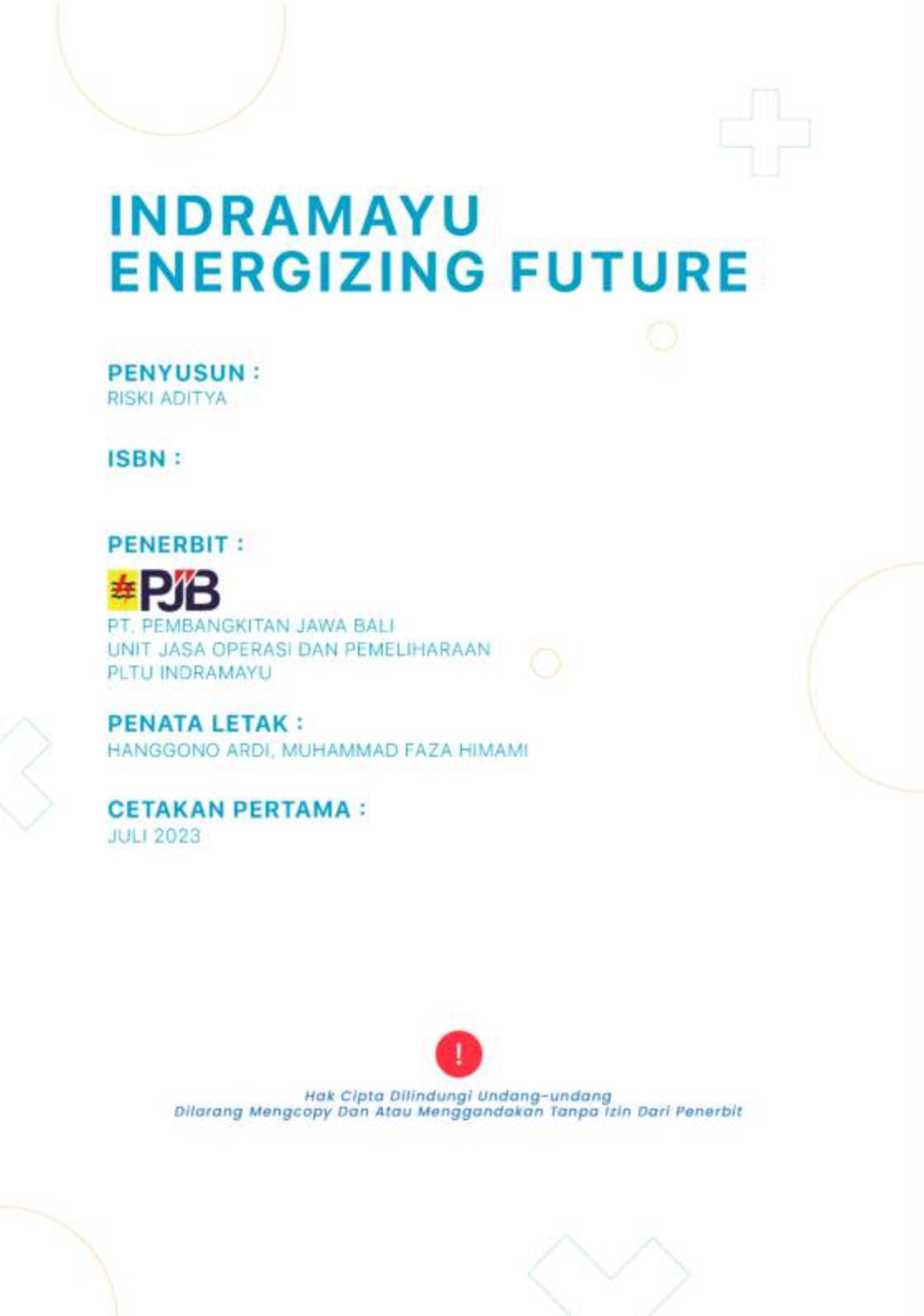
INDRAMAYU ENERGIZING FUTURE

PENULIS:
RISKI ADITYA



PT PEMBANGKITAN JAWA BALI
UNIT BISNIS JASA OPERASI & PEMELIHARAAN
PLTU INDRAMAYU





INDRAMAYU ENERGIZING FUTURE

PENYUSUN :
RISKI ADITYA

ISBN :

PENERBIT :



PT. PEMBANGKITAN JAWA BALI
UNIT JASA OPERASI DAN PEMELIHARAAN
PLTU INDRAMAYU

PENATA LETAK :

HANGGONO ARDI, MUHAMMAD FAZA HIMAMI

CETAKAN PERTAMA :

JULI 2023



*Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
Dilarang Mengcopy Dan Atau Menggandakan Tanpa Izin Dari Penerbit*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT karena dengan rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan buku ini dengan baik. Penerbitan buku "Indramayu, *Energizing Future*" ini bertujuan agar dapat terus menyebarkan konsep pemikiran kami dalam menjalankan operasi dan pemeliharaan pembangkit untuk menghasilkan energi ramah lingkungan.

Disadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam materi buku ini, untuk itu kami menerima masukan dan saran demi pengembangan proses yang kami laksanakan. Harapan kami agar generasi di masa depan dapat menjalankan proses bisnis produksi listrik yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dengan mengedepankan prinsip *pollution prevention* dalam pengambilan keputusan, agar pembangkit dapat memberikan manfaat kepada masyarakat dengan meminimalkan dampak terhadap lingkungan.

Terima kasih yang sebesar-besarnya kami ucapkan kepada berbagai pihak yang telah membantu terbitnya buku ini, semoga dapat memberikan manfaat bagi semua pihak baik internal maupun external perusahaan kami.

Indramayu, 3 Juli 2023

Senior Manager

Munif



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	i
BAB I	1
EFISIENSI ENERGI	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Maksud dan Tujuan	1
1.3 Program Upgrade Komponen Winding UAT	1
BAB II	7
PENGENDALIAN PENCEMARAN UDARA	7
2.1 Pendahuluan	7
2.2 Maksud dan Tujuan	7
2.3 Program Auto Cleaning Boiler <i>based on</i> Temperature Tube	7
BAB III	17
PENGELOLAAN LIMBAH NON B3	17
3.1 Pendahuluan	17
3.2 Maksud dan Tujuan	17
3.3 Program Pemanfaatan Cangkang Kerang Menjadi Pupuk	18
3.4 Pemanfaatan Kertas Menjadi Media Tanam	22
BAB IV	27
PENGELOLAAN LIMBAH B3	27
4.1 Pendahuluan	27
4.2 Maksud dan Tujuan	27



4.3 Program Pengurangan Limbah Filter BWRO dengan Program Rewash Tangki	28
BAB V	35
EFISIENSI AIR DAN PENURUNAN BEBAN PENCEMAR	35
5.1 Pendahuluan	35
5.2 Maksud dan Tujuan	35
5.3 Program Reuse Water untuk Wash Down Coal Handling Facility	36
5.4 Program Modifikasi Drainase Sea Water Supply Pump	41
BAB VI	53
PELESTARIAN KEANEKARAGAMAN HAYATI	53
6.1 Pendahuluan	53
6.2 Maksud dan Tujuan	53
6.3 Konservasi Burung Hantu dengan Pembuatan Rubuha	53
DAFTAR PUSTAKA	iii

BAB I

EFISIENSI ENERGI

1.1 Pendahuluan

Dalam upaya menekan biaya produksi, salah satu upaya dari unit pembangkitan adalah meminimalkan Pemakaian Sendiri tenaga listrik dan melakukan efisiensi energi tenaga listrik di segala bidang. PT PJB UBJ O&M PLTU Indramayu mempunyai beberapa inovasi dalam hal pengendalian efisiensi energi secara maksimal.

1.2 Maksud dan Tujuan

Seiring dengan bertambahnya usia pembangkit dan semakin banyaknya peralatan listrik di lingkungan internal pembangkit, maka efisiensi penggunaan tenaga listrik menjadi sebuah kewajiban bagi unit pembangkitan. Untuk menerapkan efisiensi energi tenaga listrik, PT PJB UBJ O&M PLTU Indramayu menerapkan beberapa langkah untuk memastikan efisiensi energi tenaga listrik tercapai.

1.3 Program Upgrade Komponen Winding UAT

Boiler PLTU Indramayu dilengkapi dengan sootblower system untuk menjaga kebersihan tube-tube boiler dan menjaga proses transfer panas dari proses pembakaran batubara menuju tube-tube boiler berjalan secara efektif dan maksimal. Kegagalan sootblower system dapat berakibat pada performance boiler yang tidak optimal.



Peran penting sootblower system tersebut menjadikannya sebagai peralatan kritikal yang harus mendapat perhatian serius baik dalam pola pengoperasian maupun perencanaan pemeliharannya. Sootblower system wajib diupayakan sedemikian rupa agar selalu standby sehingga bisa dipergunakan setiap dibutuhkan.

Trafo merupakan peralatan penting dalam proses pembangkitan dan penyalurn tenaga listrik dimana salah satu cara pemantauan kondisi trafo adalah dengan analisis DGA (Dissolved Gas Analysis) yang merupakan metode pemantauan kondisi kesehatan trafo dengan menganalisa gas-gas yang terlarut dalam minyak trafo sehingga bisa diprediksi masalah apa yang sedang terjadi di dalam trafo supaya dapat mencegah potensi kerusakan yang parah pada trafo (Extreme Status).

Dari hasil pengujian trafo individu dan perhitungan individu gas yang telah dilakukan, didapatkan kondisi Delta Gas dan rate gas dari hydrogen, methane, ethane dan eththylene masuk dalam konsentrasi tinggi yang mengindikasikan trafo mengalami *active thermal fault* diatas 700 °C sehingga menyebabkan kenaikan konsentrasi gas yang mengindikasikan gangguan aktif serta berpotensi terjadinya ledakan pada trafo. Berdasarkan IEC 60599 gangguan *thermal fault* diatas 700 °C umumnya terjadi pada sirkulasi arus yang besar pada tangki dan *core* serta sirkulasi arus



minor pada dinding tangki akibat medan magnet tinggi tanpa kompensasi atau hubung singkat pada laminasi core baja.

A. Mekanisme

Untuk mengatasi permasalahan *extreme status* yang disebabkan karena adanya kandungan gas yang tinggi pada unit trafo, dilakukan upgrade material winding trafo berupa **high purity cooper dan teknologi automatic dehydrating** untuk menjaga kelembaban saat terjadi penguapan minyak transformer yang dapat mengurangi kandungan gas pada trafo sehingga meminimalisir adanya ledakan dan meningkatkan efisiensi pada trafo.

Hasil pengujian kondisi trafo setelah adanya program adalah sebagai berikut :

- nilai h.v. Winding resistance A-B sebesar 0,0298
- Ohm; B-C sebesar 0,0298
- Ohm; C-A sebesar 0,0298
- Ohm; Deviation 0,07%

Dari hasil pengujian tersebut didapatkan nilai pengujian resistensi atau hambatan aliran listrik semakin rendah yang menunjukkan adanya perbaikan kondisi pada trafo.



4 WINDINGS			
4.1	Conductor		
	a. Conductor material		high purity cooper
	b. Conductor manufacturer		
	- Primary winding		ASTA / Metrod / Essas / Shenyang
	- Secondary winding		ASTA / Metrod / Essas / Shenyang
	- Tertiary winding		ASTA / Metrod / Essas / Shenyang
	c. Conductor weight		
	- Primary winding	tons	to be stated by bidder
	- Secondary winding	tons	to be stated by bidder
	- Tertiary winding	tons	to be stated by bidder
	d. Winding configuration		
	- Primary winding		multi layer / layer / disc / helical
	- Secondary winding		multi layer / layer / disc / helical
	- Tertiary winding		multi layer / layer / disc / helical
	e. Winding insulation		
	- Primary winding		to be stated by bidder
	- Secondary winding		to be stated by bidder
	- Tertiary winding		to be stated by bidder

B&D		TRANSFORMER TEST CERTIFICATE																																																																																																																																																																		
Measurement of winding resistance																																																																																																																																																																				
Rated Power	2640	MVA	Connection	Dyn 1-yd1	Standard																																																																																																																																																															
Voltage	26.9/36.5	kV	Serial No.	22800333	IEC 60076-1, 2011																																																																																																																																																															
Frequency	50	Hz	Type	PO-131-D878																																																																																																																																																																
Phase	3		Customer	PT PUS UB/JOM Indramayu																																																																																																																																																																
Instrument	Winding Resistance Measurement			Two Room Condition :																																																																																																																																																																
Type	WA 2250			Ambient Temperature																																																																																																																																																																
Brand	Hassley			Relative Humidity																																																																																																																																																																
Accuracy Class	± 0.25 %																																																																																																																																																																			
Uncertainty (k=2)	0.63 %																																																																																																																																																																			
Serial No.	104067																																																																																																																																																																			
Due Date	Feb-23																																																																																																																																																																			
RTemp On	30 °C	RTemp Off	29.2 °C	RTemp Off	29.6 °C																																																																																																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tapping Pos.</th> <th colspan="2">A - B (Ohms)</th> <th colspan="2">B - C (Ohms)</th> <th colspan="2">A - C (Ohms)</th> <th colspan="2">Deviation (%)</th> </tr> <tr> <th>Measured</th> <th>Contracted</th> <th>Measured</th> <th>Contracted</th> <th>Measured</th> <th>Contracted</th> <th>(A - B) - (A - C)</th> <th>(B - C) - (A - C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.0088</td> <td>0.0088</td> <td>0.0088</td> <td>0.0088</td> <td>0.0088</td> <td>0.0088</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.0088</td> <td>0.0088</td> <td>0.0088</td> <td>0.0088</td> <td>0.0088</td> <td>0.0088</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.0088</td> <td>0.0088</td> <td>0.0088</td> <td>0.0088</td> <td>0.0088</td> <td>0.0088</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.0088</td> <td>0.0088</td> <td>0.0088</td> <td>0.0088</td> <td>0.0088</td> <td>0.0088</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tapping Pos.</th> <th colspan="2">W1 - W2 (Ohms)</th> <th colspan="2">W2 - W3 (Ohms)</th> <th colspan="2">W1 - W3 (Ohms)</th> <th colspan="2">Deviation (%)</th> </tr> <tr> <th>Measured</th> <th>Contracted</th> <th>Measured</th> <th>Contracted</th> <th>Measured</th> <th>Contracted</th> <th>(W1 - W2) - (W1 - W3)</th> <th>(W2 - W3) - (W1 - W3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>-1.04</td> <td>-0.70</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tapping Pos.</th> <th colspan="2">W1 - W2 (Ohms)</th> <th colspan="2">W2 - W3 (Ohms)</th> <th colspan="2">W1 - W3 (Ohms)</th> <th colspan="2">Deviation (%)</th> </tr> <tr> <th>Measured</th> <th>Contracted</th> <th>Measured</th> <th>Contracted</th> <th>Measured</th> <th>Contracted</th> <th>(W1 - W2) - (W1 - W3)</th> <th>(W2 - W3) - (W1 - W3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.68</td> <td>-1.74</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td>0.00278</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Tapping Pos.	A - B (Ohms)		B - C (Ohms)		A - C (Ohms)		Deviation (%)		Measured	Contracted	Measured	Contracted	Measured	Contracted	(A - B) - (A - C)	(B - C) - (A - C)	1	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.00	0.00	2	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.00	0.00	3	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.00	0.00	4	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.00	0.00	Tapping Pos.	W1 - W2 (Ohms)		W2 - W3 (Ohms)		W1 - W3 (Ohms)		Deviation (%)		Measured	Contracted	Measured	Contracted	Measured	Contracted	(W1 - W2) - (W1 - W3)	(W2 - W3) - (W1 - W3)	1	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	-1.04	-0.70	2	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278			3	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278			4	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278			Tapping Pos.	W1 - W2 (Ohms)		W2 - W3 (Ohms)		W1 - W3 (Ohms)		Deviation (%)		Measured	Contracted	Measured	Contracted	Measured	Contracted	(W1 - W2) - (W1 - W3)	(W2 - W3) - (W1 - W3)	1	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.68	-1.74	2	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278			3	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278			4	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278		
Tapping Pos.	A - B (Ohms)		B - C (Ohms)		A - C (Ohms)		Deviation (%)																																																																																																																																																													
	Measured	Contracted	Measured	Contracted	Measured	Contracted	(A - B) - (A - C)	(B - C) - (A - C)																																																																																																																																																												
1	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.00	0.00																																																																																																																																																												
2	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.00	0.00																																																																																																																																																												
3	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.00	0.00																																																																																																																																																												
4	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.0088	0.00	0.00																																																																																																																																																												
Tapping Pos.	W1 - W2 (Ohms)		W2 - W3 (Ohms)		W1 - W3 (Ohms)		Deviation (%)																																																																																																																																																													
	Measured	Contracted	Measured	Contracted	Measured	Contracted	(W1 - W2) - (W1 - W3)	(W2 - W3) - (W1 - W3)																																																																																																																																																												
1	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	-1.04	-0.70																																																																																																																																																												
2	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278																																																																																																																																																														
3	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278																																																																																																																																																														
4	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278																																																																																																																																																														
Tapping Pos.	W1 - W2 (Ohms)		W2 - W3 (Ohms)		W1 - W3 (Ohms)		Deviation (%)																																																																																																																																																													
	Measured	Contracted	Measured	Contracted	Measured	Contracted	(W1 - W2) - (W1 - W3)	(W2 - W3) - (W1 - W3)																																																																																																																																																												
1	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.68	-1.74																																																																																																																																																												
2	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278																																																																																																																																																														
3	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278																																																																																																																																																														
4	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278	0.00278																																																																																																																																																														
Acceptance Criteria : a. Conform to design value b. Maximum deviation of resistance between phases maks 3% Result : Good / Accepted																																																																																																																																																																				
Witnessed by : PT PUS UB/JOM Indramayu - Totan Nugromo - Riki Kurniawan Baharia - Roshid Fauzi Harjono				Date of test : January 12, 2022 Tested By : 																																																																																																																																																																

Gambar 1 Measurement of Winding Resistance setelah adanya program

Dari hasil resistance measurement winding trafo diatas dengan penggantian komponen winding trafo dengan material **high purity cooper**



dan teknologi automatic dehydrating transformer breather nilai resistance semakin rendah yang menunjukkan adanya perbaikan kondisi trafo dan dapat meningkatkan efisiensi sebesar 0,11% .

B. Hasil Perhitungan Absolut

Perhitungan efisiensi daya trafo :

$$\begin{aligned} &= (\text{effisiensi after-effisiensi before}) \times \text{daya trafo} \\ &= (99,7 - 99,59) \% \times 40.000 \text{ kW} \\ &= 0,11 \% \times 40.000 \text{ kW} \\ &= 44,20 \text{ kW} \end{aligned}$$

Maka efisiensi dari program pada tahun 2022 sd bulan Juni

:

$$\begin{aligned} &= \text{effisiensi daya trafo} \times \text{jam poduksi} \\ &= 44,20 \text{ kW} \times 11.382 \text{ h} \\ &= 503.065 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Sehingga Absolut Energi 2022 = 503.065 kWh x 0,0036
GJ/ kWh

$$= \mathbf{1.811,03 \text{ GJ}}$$

C. Perhitungan Intensitas Absolut

Produksi Gross 2022 = 893,745 MWh
= 3.217 GJ

Intensitas Absolut 2022 = Hasil absolut / Produksi
= 1.811,03 GJ / 3.217 GJ
= **0,563 GJ/GJ**



D. Perhitungan Penghematan

Harga Energi = Rp. 43.883,73/GJ
(Sumber : LAPUS 2021)

Perhitungan Penghematan 2022 = Harga Energi x Hasil Absolut
= Rp. 43.883,73/GJ x 1.811,03/GJ
= **Rp. 79.474.844,3**

E. Kesimpulan

- Dapat menghemat biaya untuk trafo dari Januari-Juni dengan meningkatkan efisiensi trafo sebesar 0,11% atau Rp. 79.474.844,3 ,-
- Menurunkan potensi terjadinya ledakan pada trafo yang dapat menyebabkan business interrupt dan losses cost yang tinggi
- Terjaganya keandalan proses operasi sehingga dapat menjaga keandalan produksi energi listrik.



BAB II

PENGENDALIAN PENCEMARAN UDARA

2.1 Pendahuluan

PT PJB UBJ O&M PLTU Indramayu berkomitmen untuk meminimalisir emisi dari PLTU itu sendiri maupun emisi dari kendaraan operasional yang ada di internal PT PJB UBJ O&M PLTU Indramayu.

2.2 Maksud dan Tujuan

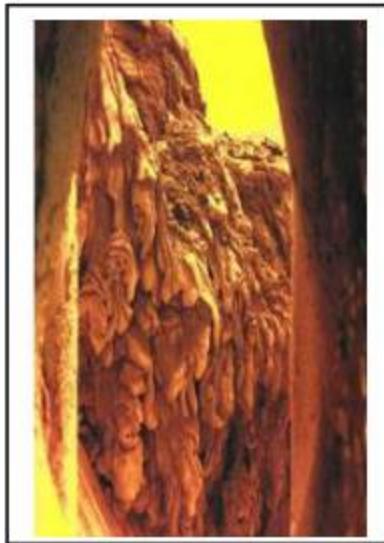
Semakin berkembangnya proses bisnis dan progress PT PJB UBJ O&M PLTU Indramayu sebagai unit percontohan, maka semakin banyak kendaraan yang hilir mudik di area PLTU. Pihak PT PJB UBJ O&M PLTU Indramayu berupaya menekan emisi dari kendaraan tersebut agar mengurangi pemanasan global dan menekan nilai emisi konvensional dan emisi GRK dari pemakaian kendaraan.

2.3 Program Auto Cleaning Boiler *based on* Temperature Tube

Cleaning Boiler System adalah sistem untuk menjaga kebersihan tube-tube boiler dan menjaga proses transfer panas dari proses pembakaran batubara menuju tube-tube boiler berjalan secara efektif dan maksimal. Permasalahan yang terjadi adalah banyaknya fouling dan slagging di boiler yang dampaknya adalah menurunnya boiler efficiency karena efektifitas perpindahan panas



pada tube boiler turun, ditemukan Salah satu penyebabnya adalah aktifitas Cleaning Boiler yang tidak efektif dimana Cleaning Boiler dilakukan saat malam hari, satu kali sehari (*time base*) hal ini berdampak pada efisiensi Boiler dimana boiler yang seharusnya di lakukan cleaning tidak dilakukan cleaning karena menunggu waktu Cleaning Boiler, dampak lainnya adalah *fouling* dan *slagging* semakin kuat menempel di tube sehingga sulit dibersihkan dengan Cleaning Boiler.



Gambar 2 Slagging pada area Boiler

Sebelum modifikasi, pengoperasian dilakukan dengan time base dimana pengoperasian Cleaning Boiler System berdasarkan waktu saja sehingga kurang efektif di jalankan karena ada beberapa



area seharusnya tidak perlu dilakukan Cleaning dan juga ada area yang seharusnya sudah dilakukan Cleaning Boiler tetapi tidak dilakukan karena menunggu waktu. Auto Cleaning Boiler lebih menekankan pada keberhasilan dalam memastikan proses heat transfer di dalam tube-tube boiler berjalan dengan baik, yaitu dengan memastikan proses cleaning pada permukaan tube secara optimal sesuai conditional base berdasarkan temperature tube boiler. Sensor-sensor tube di pasang di area-area di dalam boiler sehingga Ketika area tersebut tinggi maka sensor akan memerintahkan Cleaning Boiler System untuk bekerja.

Inovasi ini pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor PLTU atau Menurut Best Practice 2018-2021 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan belum pernah diimplementasikan di sektor PLTU

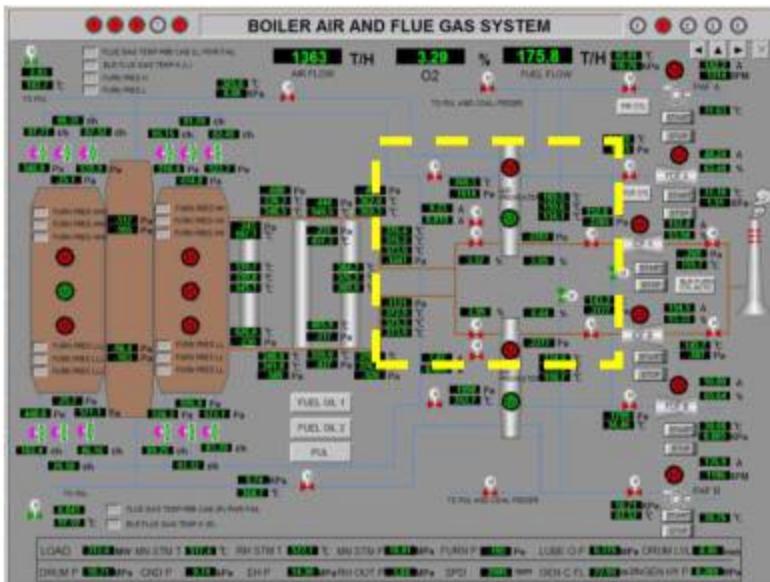
A. Kondisi Awal

PT PJB UBJOM Indramayu melakukan inovasi program Auto Cleaning Boiler dengan memanfaatkan sensor temperature existing yang sudah terpasang dan merubah sistem kerja Cleaning Boiler yang lama menjadi yang baru yang lebih smart dan mudah.

Setelah inovasi maka Cleaning Boiler bisa lebih mudah karena tidak dilakukan tidak dalam satu waktu dan seluruh sequence dan bekerjanya sudah auto berdasarkan temperature tube. Cleaning



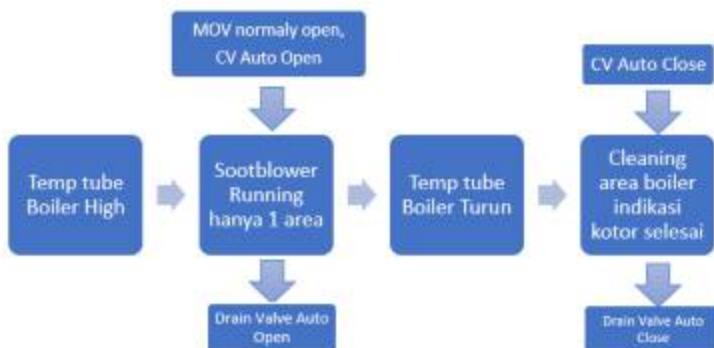
Boiler system akan beroperasi sesuai dengan kondisi area boiler yang penuh dengan slagging dan fouling aja dengan parameter untuk memerintahkan cleaning Boiler System bekerja adalah temperature.



Gambar 3 Tampilan sensor temperature pada DCS

Alur prosesnya adalah sebagai berikut Auto Cleaning Boiler harus di enable dahulu oleh operator CCR. Jika sudah di enable maka ketika ada area boiler yang temperaturnya tinggi maka Auto Cleaning Boiler akan beroperasi pada area yang high temperature saja, drain valve auto open. Jika temperatur turun maka Control Valve akan auto close dan drain valve akan auto close, Auto Cleaning Boiler selesai untuk area yang temperature high.





Gambar 4 Alur proses setelah modifikasi

B. Mekanisme

Table 1 Formulir enable dan disable Auto Cleaning Boiler

FORMULIR REKAPITULASI MONITORING " ENABLE-DISABLE" SOOTBLOW Unit 1						
No.	Tanggal	Pukul	Status Sootblower Optimization (SOPT)	Operator Produksi	Keterangan Disable	Tindak Lanjut
BULAN JULI 2022						
1	07/04/2022	19:12	SOPT enable	D		
2	07/05/2022	08:31	SOPT disable	C	Pengelasan line drain Sootblow sisi timur lt 1 1/2	
3	07/05/2022	17:50	SOPT enable	D		
4	07/05/2022	19:14	SOPT disable	D	>20 menit tidak ada sootblower yang operasi	
5	07/05/2022	20:50	SOPT enable	D		
6	07/06/2022	08:55	SOPT disable	B	Temp flue gas tinggi	

Langkah-langkan yang dilakukan untuk inovasi yang dilakukan untuk mendukung penerapan Auto Cleaning Boiler :

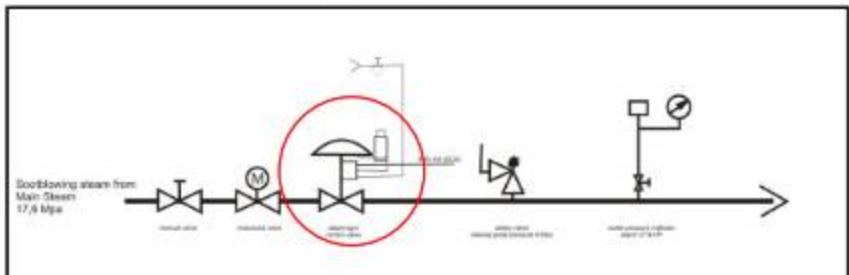
1. Upgrade Control Valve

Kondisi sebelum modifikasi Control Valve tidak mampu melakukan pengaturan pressure steam (1,65 Mpa) di dalam



Cleaning Boiler System dan ini berdampak *pressure* yang bekerja di Cleaning Boiler tidak bisa diatur. Untuk itu dilakukan penggantian dengan *upgrade* control valve. Adapun yang di *upgrade* sebagai berikut :

- Class Rating dinaikan menjadi 2500
- Upgrade positioner with signal input & output (4 – 20 mA)
- Actuator type Double Acting Piston
- Seat leakage meggunakan standar ANSI Class V



Gambar 5 Control Valve Cleaning Boiler System



Gambar 6 Control Valve Upgrade



2. Merubah logic pengoperasian open dan close MOV

Modifikasi sistem pengoperasian Motor Operated Valve (MOV) untuk mendukung kerja Control Valve (CV) pada Sistem Cleaning Boiler dalam rangka Implementasi Program Auto Cleaning Boiler. Modifikasi logic ini akan mempengaruhi sistem pengoperasian Motor Operated Valve (MOV) saat Auto Cleaning Boiler di lakukan Enable, yaitu kondisi dimana CV akan bekerja mengontrol pressure main steam Auto Cleaning Boiler 24 jam non stop. Saat terjadi kenaikan pressure steam di sisi outlet CV melebihi 2,5 Mpa (setting atas MOV) maka secara logic, MOV akan diperintahkan untuk menutup (Close). Hal ini akan berdampak pada penurunan pressure steam outlet CV. Penurunan akan terjadi terus, sampai tercapai nilai pressure steam 1,7 Mpa. Pada 1,7 Mpa, maka secara logic, MOV akan diperintahkan untuk membuka (Open).

3. Penambahan auto drain Cleaning Boiler System

Sebelum modifikasi, drain Cleaning Boiler System dilakukan oleh operator tetapi ketika Auto Cleaning Boiler dijalankan maka hal ini tidak akan efektif dan safety. Untuk itu dilakukan modifikasi drain sehingga Ketika temperature di line drain Cleaning Boiler System mencapai batas atas maka valve akan membuka dan akan melakukan drain steam, dan jika



temperature sudah mencapai batas bawah maka valve akan menutup.



Gambar 7 Thermo Drain Cleaning Boiler System

C. Benefit

Dengan adanya program Auto Cleaning Boiler berupa perubahan rantai nilai (Value Chain Optimization) berupa peningkatan kehandalan boiler dan peningkatan efisiensi boiler, dimana dalam proses Auto Cleaning Boiler PT PJB UBJOM Indramayu bekerjasama dengan perusahaan PT Karya Energi Indonesia untuk proses inovasi Auto Cleaning Boiler. Program inovasi Auto Cleaning Boiler ini berdampak terhadap performance peralatan semakin baik yaitu pembakaran semakin lebih optimal sehingga akan mengurangi emisi GRK dan partikulat. Efek dari



pembakaran yang optimal adalah penggunaan batubara lebih sedikit untuk menghasilkan energi yang sama dan bisa menambah >3% saw dust sebagai substitusi bahan bakar fosil menjadi program bauran energi baru terbarukan (renewable energy) tanpa merubah MW yang dihasilkan.

D. Dampak Lingkungan

Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah berupa penurunan beban pencemar emisi pada tahun 2021 sebesar 10894,85 tCO₂eq pencemar yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 114.926.525.624, perhitungan ini berasal dari dampak program Auto Cleaning Boiler.

Berikut Tabel Data Perhitungan Penghematan Energi Auto Cleaning Boiler di PT PJB UBJ O&M PLTU Indramayu :

Table 2 Perhitungan Penghematan Energi

Tahun	Produksi		kcal/kWh	Penghematan		Harga BB Rp/kCal	Rupiah
	Jam Operasi	kWh		kcal	GJ		
2020	15372	4.314.556.800	4,790565727	20.669.167.934	86.537,67	0,153	3.153.646.270
2021	22.377	5.893.316.352	4,790565727	28.232.319.335	118.203,07	0,144	4.062.681.201
2022*	11.382	3.186.166.464	4,790565727	15.263.539.863	63.905,39	0,144	2.196.450.661

*Data sampai bulan Juli

Perhitungan efisiensi dari program Auto Cleaning Boiler berasal dari dari loss Perhitungan efisiensi dari program Tahun 2021:

$$= \text{Total Produksi} \times \text{Penurunan Heat Rate}$$



$$= 5.893.316.352 \text{ kWh} \times 4,79 \text{ kcal/kWh}$$

$$= 28.232.319.335 \text{ kcal}$$

Nilai penghematan energi :

$$= 28.232.319.335 \text{ kcal} \times 4.18.106 \text{ J/kcal}$$

$$= 118.203,07 \text{ GJ}$$

$$*1 \text{ KCal} = 0,0000041868 \text{ GJ}$$

E. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan setelah diaplikasikan program Auto Cleaning Boiler Dari tahun 2020-2022 terdapat penurunan CO₂ total sebesar **16.785,052065 ton CO₂** dengan total penghematan sebesar **Rp177.060.478.715.**



BAB III

PENGELOLAAN LIMBAH NON B3

3.1 Pendahuluan

Kegiatan pengoperasian dan pemeliharaan pembangkitan tenaga listrik selalu menghasilkan limbah baik limbah B3 maupun limbah Non-B3. Salah satu yang menjadi perhatian utama di lingkungan PT PJB UBJ O&M PLTU Indramayu adalah pengelolaan limbah Non-B3, karena jenis limbah ini terus menerus dihasilkan oleh aktivitas keseharian, diantaranya kegiatan administrasi, pergudangan, bengkel, laboratorium, dan kantin karyawan. Adapun program pengelolaan limbah Non-B3 di UBJ O&M PLTU Indramayu dibagi menjadi 4, yaitu Pengolahan Limbah Organik Menjadi Komposter, Pemanfaatan Limbah Non B3 Layak Guna, Pengurangan Sampah Anorganik Non Logam (Kertas), dan Pengurangan Sampah Anorganik Non Logam (Plastik).

3.2 Maksud dan Tujuan

Seiring dengan makin beragamnya kegiatan di internal unit pembangkitan, maka makin banyak jenis dan volume limbah yang dihasilkan di lingkungan pembangkit. Oleh karena itu, dilakukan pengelolaan limbah padat Non-B3 dengan maksud untuk menjaga kesehatan dan kualitas lingkungan kerja, serta bertujuan untuk :



1. Menjadikan limbah / sampah menjadi sumber daya yang bisa dimanfaatkan
2. Mencegah pencemaran di lingkungan pembangkit.
3. Penurunan Timbulan Limbah Non B3

3.3 Program Pemanfaatan Cangkang Kerang Menjadi Pupuk

PT PJB UBJ O&M PLTU Indramayu mempunyai salah satu program pengurangan limbah cangkang kerang terkait proses pengelolaan air dan penyaringan di area circulated water pump (CWP). Program pemanfaatan timbulan Limbah Non B3 Cangkang Kerang dimulai sejak Tahun 2021.

Berdasarkan UU No. 18 Tahun 2008 Tentang Pengolahan Sampah dan Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan sejenis adalah salah satu upaya perusahaan dalam mengurangi pencemaran lingkungan akibat timbulan cangkang kerang yang dihasilkan dari proses pengolahan air di PT PJB UBJOM PLTU Indramayu. Air baku yang bersumber dari air laut Jawa yang di pompa dari area water intake dengan unit circulated water pump (CWP), untuk menjaga keamanan proses pengelolaan air, air baku melalui penyaringan kasar di kolam pelabuhan (bouy) dan penyaringan di area CWP dengan travelling bar screen. Dari proses penyaringan di area circulated water pump (CWP) tersebut dihasilkan limbah non B3 yang salah satunya berupa cangkang kerang.



Apabila limbah cangkang kerang tersebut tidak dimanfaatkan, maka dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan, menurunkan nilai estetika lingkungan dan juga dapat berbahaya bagi kesehatan manusia

A. Mekanisme

PT PJB UBJ O&M PLTU Indramayu berkomitmen melakukan upaya perbaikan lingkungan khususnya terkait upaya pemanfaatan limbah Non B3 dari kegiatan pemanfaatan kerang. Pada tahun 2021, PT PJB UBJ O&M PLTU Indramayu melakukan implementasi program unggulan di bidang pemanfaatan kerang untuk pembuatan kompos pada pertanian organik dengan program yang bernama SHELL ORGANIC FERTILIZER (PUPUK CANGKANG KERANG ORGANIK). Pupuk ini sudah dimanfaatkan internal oleh PT PJB UBJOM PLTU Indramayu dan eksternal kepada Warga Desa Sekitar di PT PJB UBJOM PLTU Indramayu.





Gambar 8 Proses Pembuatan Pupuk Organik Cangkang Kerang

B. Data

Tabel 1. Neraca Timbunan Sampah Cangkang Kerang													
Thn	Jumlah Sampah Organik yang Masuk												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	
2018	1,50	0,87	1,00	0,50	0,25	0,50	1,00	1,20	0,86	0,34	0,50	1,50	10,02
2019*	1,75	1,00	0,25	0,50	2,10	0,30	-	-	-	-	-	-	5,65



C. Hasil Perhitungan Absolut

Tabel 2. Perhitungan Hasil Absolut	
Thn	Jumlah Limbah Organik Yang Dimanfaatkan (Ton)
	a
2018	3,52
2019*	2,10

Data perhitungan tahun 2021 :

Jumlah sampah organik yang dimanfaatkan = 4,580 Ton

Jenis pupuk yang digunakan sebelum ada program pupuk organik cangkang kerang dibeli langsung di toko pupuk

Berat 1 Kg pupuk = Rp. 35.000,

D. Perhitungan Intensitas Absolut

Intensitas Absolut

= Hasil absolut / Produksi

= 4,58 Ton / 0,0000002159 GJ

= 21.215.938,87 Ton / GJ

E. Perhitungan Penghematan

Harga pupuk = Rp. 35.000/Kg



$$\begin{aligned}\text{Perhitungan penghematan} &= \text{Harga pupuk} \times \text{Hasil kompos (Ton)} \\ &= \text{Rp. } 35.000/\text{Kg} \times 4,58 \text{ Ton} \\ &= \text{Rp.}160.300.000\end{aligned}$$

F. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari program Pengurangan Limbah Non B3 dengan pengolahan cangkang kerang menjadi pupuk organik adalah sebagai berikut :

- Hasil sampah organik yang dimanfaatkan tahun 2021 adalah sebesar **4,58 Ton**.
Intensitas absolut Tahun 2021 sebesar **0,0000002159 Ton / GJ**

Dengan program pengolahan sampah organik menjadi pupuk tersebut bisa menghemat biaya pengelolaan Limbah Non B3 sebesar **Rp 160.300.000,-**

3.4 Pemanfaatan Kertas Menjadi Media Tanam

PT PJB UBJ O&M PLTU Indramayu mempunyai salah satu program pengurangan limbah kertas terkait sisa kegiatan administrasi kantor dengan memanfaatkan kertas bekas menjadi media tanam pengganti tanah khususnya untuk tanaman hias.



Program Penurunan Timbulan Limbah Non B3 Kertas dimulai sejak Tahun 2022.

Berdasarkan UU No. 18 Tahun 2008 Tentang Pengolahan Sampah dan Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan sejenis adalah salah satu upaya perusahaan dalam mengurangi pencemaran lingkungan akibat timbulan sampah kertas hasil sisa kegiatan administrasi kantor.

A. Mekanisme

Pengolahan limbah kertas menjadi media tanam diawali dengan proses penghancuran kertas menggunakan mesin penghancur kertas yang tujuannya adalah untuk memudahkan dalam pengaplikasian media tanam dan juga ukuran kertasnya pun sama. Selanjutnya kertas yang sudah dihancurkan akan disiram dengan air dan selanjutnya media tanam siap digunakan. Penggunaan media tanam dalam ruangan menggunakan kertas bekas dinilai cukup efektif bagi tanaman karena tidak membuat lantai kotor.

Karena mengandung bahan kimia yang cukup berbahaya bagi tubuh manusia, limbah kertas sebaiknya hanya digunakan untuk menanam tanaman yang tidak dapat dikonsumsi. Selain mudah cara pembuatannya cara ini juga nilai sangat efektif



untuk jenis tanaman hias dalam ruangan karena tidak menimbulkan debu dan kotor.



Gambar 9 Pot Tanaman Hias Menggunakan Media Tanam Kertas Bekas

B. Data

Tabel 1. Neraca Timbunan Sampah Kertas													
Thn	Jumlah Sampah Organik yang Masuk											Total	
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov		Des
2022*	0,24	0,22	0,18	0,26	0,24	0,20	-	-	-	-	-	-	1,336



C. Perhitungan Intensitas Absolut

Tabel 2. Perhitungan Hasil Absolut						
Thn	Jumlah Kertas Yang Dimanfaatkan	Ukuran Kertas			Berat Kertas A4 Ukuran 210mm x 297mm (Gram/Lembar)	Penghematan Kertas (Ton)
	a	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (Gram/m ²)	b	(axb)/1000000
2022*	5.600	29,7 cm	21 cm	250 gram	4.3659 gram	0,024

Data perhitungan tahun 2022 :

Jumlah kertas bekas = 5.600 Lembar

Jenis kertas A4 yang digunakan sebelum digunakan sebagai media tanam adalah A4 70 gram / m² (Ukuran A4 = 210 mm x 297 mm)

Sehingga berat kertas 1 lembar = $((210 \times 297) / 1000000) \text{m}^2 \times 70 \text{gram/m}^2$
= 4,3659 gram

Total pemanfaatan kertas = Jumlah surat elektronik yang masuk x berat kertas /lembar

$$= 5.600 \text{ lembar} \times 4,3659 \text{ gram}$$

$$= \mathbf{0,024 \text{ Ton}}$$

D. Perhitungan Penghematan

Tabel 4. Perhitungan Harga Penghematan					
Tahun	Pemanfaatan Kertas (Ton)	Berat Kertas A4 Ukuran 210mm x 297mm (Gram/Lembar)	Jumlah Kertas Yang Dimanfaatkan (pcs)	Harga kertas (per rim)	Harga Penghematan
	a	c	(ax1000000)/c	d	$[(ax1000000)/c] \times d$
2022*	0.024	100	244	Rp. 50.000,-	Rp12.224.520

Harga Pengangkutan Sampah ke TPS = Rp 100.000 / Ton
 Perhitungan Penghematan = 0,024 Ton x 0,00000000213153
 Ton/GJ
 = Rp 12.224.520,-

E. Kesimpulan

Tabel 5. Kesimpulan			
Tahun	Penghematan Kertas (Ton)	Intensitas Absolut (Ton/GJ)	Harga Penghematan
2022*	0,024	0,00000000213153	Rp 12.224.520,-

Kesimpulan yang didapatkan dari program Pengurangan Limbah Non B3 dengan penggunaan surat eelektronik adalah sebagai berikut :

- Hasil timbulan volume total cartridge bekas tahun 2022 adalah sebesar **0,024 Ton**.
- Intensitas absolut Tahun 2022 sebesar **0,00000000213153 Ton / GJ**

Dengan program penggunaan surat elektronik tersebut bisa menghemat biaya pengelolaan Limbah Non B3 sebesar **Rp 12.224.520,-**



BAB IV

PENGELOLAAN LIMBAH B3

4.1 Pendahuluan

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dibangun untuk mencukupi kebutuhan listrik nasional yang semakin meningkat pada saat ini. Aktivitas operasi PLTU menghasilkan limbah yang dikategorikan sebagai limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (limbah B3) dalam jumlah yang banyak setiap hari dan menjadi permasalahan yang belum terselesaikan sampai tuntas dengan saat ini. PT PJB UBJ O&M PLTU Indramayu berusaha meminimalisir efek negatif limbah B3 tersebut sesuai dengan kebutuhan dan kondisi di internal unit PT PJB UBJ O&M PLTU Indramayu.

4.2 Maksud dan Tujuan

Pengolahan limbah B3 bertujuan agar limbah yang dihasilkan dalam pengoperasian pembangkit di PLTU Indramayu menjadi produk yang dapat digunakan sebagai substitusi bahan baku, bahan penolong, dan/atau bahan bakar yang aman bagi kesehatan manusia dan lingkungan hidup.

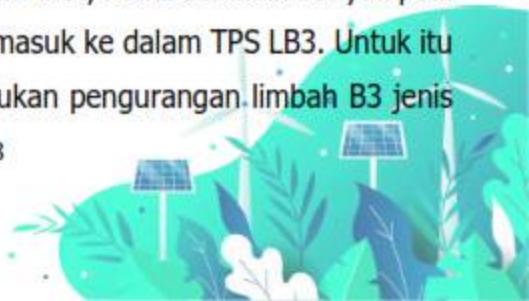


4.3 Program Pengurangan Limbah Filter BWRO dengan Program Rewash Tangki

PT PJB UBJ O&M PLTU Indramayu dalam pengoperasiannya memerlukan sejumlah air baku untuk proses produksi. Air baku yang digunakan berasal dari air laut Jawa yang mempunyai kadar salinitas tinggi. Untuk melindungi peralatan dan pengoptimalan dalam proses produksi harus dilakukan penghilangan kadar garam dalam air atau biasa disebut dengan fresh water. Unit pengolahan air desalinasi yang ada di PLTU Indramayu adalah unit Reverse Osmosis. Desalinasi *Reverse Osmosis* merupakan alat untuk memproduksi *fresh water* dari air laut dengan cara mengurangi kadar garam dalam air laut.

Dalam proses pengolahannya Reverse Osmosis terdapat filter untuk menangkap garam dalam air laut, untuk itu dalam pemeliharannya selalu di ganti dengan filter yang baru untuk menjaga kualitas dari fresh water. Filter bekas termasuk dalam Limbah B3 sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 Lampiran IX yaitu tergolong Limbah terkontaminasi B3, mengingat dalam proses pengolahan di unit Reverse Osmosis terdapat beberapa bahan kimia yang ditambahkan.

Tingginya angka penggantian filter, maka semakin banyak pula limbah terkontaminasi B3 yang masuk ke dalam TPS LB3. Untuk itu perlu adanya upaya untuk dilakukan pengurangan limbah B3 jenis



filter bekas. Program yang telah dilakukan untuk pengurangi penggantian filter bekas adalah dengan melakukan pencucian (Re-wash) Tanki pada Filter BWRO. Berikut dokumentasi pelaksanaan program yang telah dilakukan.

A. Mekanisme



Gambar 10 Re-Wash Tanki Filter BWRO

B. Data

Tabel 1.1 Jumlah Pemakaian Filter BWRO Tahun 2018

JENIS	SATUAN	JANUARI	FEBRUARI	MARSI	APRIL	MAYI	JUNY
Filter BWRO	Pcs	0	0	0	0	0	0

JENIS	SATUAN	JULY	AGUSTY	SEPTY	OKTAY	NOVY	DESEY	TOTAL
Filter BWRO	Pcs	0	0	0	0	16	19	35

Tabel 1.2 Jumlah Pemakaian Filter BWRO Tahun 2019

JENIS	SATUAN	JAN	FEB	MAR	APRIL	MEI	JUN
Filter BWRO	Pcs	15	19	14	21	24	24

JENIS	SATUAN	JUL	AGUST	SEPT	OKT	NOV	DESE	TOTAL
Filter BWRO	Pcs	25	27	12	26	36	18	261

Tabel 1.3 Jumlah Pemakaian Filter BWRO Tahun 2020

JENIS	SATUAN	JAN	FEB	MAR	APRIL	MEI	JUN
Filter BWRO	Pcs	21	25	3	30	15	0

JENIS	SATUAN	JUL	AGUST	SEPT	OKT	NOV	DESE	TOTAL
Filter BWRO	Pcs	36	0	27	18	7	73	255

Tabel 1.4 Jumlah Pemakaian Filter BWRO Tahun 2021

JENIS	SATUAN	JAN	FEB	MAR	APRIL	MEI	JUN
Filter BWRO	Pcs	0	0	12	18	0	27

JENIS	SATUAN	JUL	AGUST	SEPT	OKT	NOV	DESE	TOTAL
Filter BWRO	Pcs	18	9	27	15	9	44	179



Tabel 1.5 Jumlah Pemakaian Filter BWRO Tahun 2022

JENIS	SATUAN	JAN	FEB	MAR	APRIL	MEI	JUN	TOTAL
Filter BWRO	Pcs	0	10	9	0	3	19	41

Tabel 1.6 Perhitungan Penurunan Timbulan Limbah Sarung Tangan Bekas

Tahun	Jml Pemakaian Filter BWRO (Pcs)	Berat Filter BWRO (kg)	Total Timbulan Filter BWRO (kg)	Total Timbulan Filter BWRO (ton)	Jml Timbulan Filter BWRO tahun baseline (ton)	Penurunan Jml Timbulan Sarung Tangan Sekali Pakai (ton)
	a	b	$c = axb$	$d = c/1000$	e	$f = e-d$
2018	35	7	245	0,2450	1,827	-
2019	261	7	1.827	1,8270		-
2020	255	7	1.785	1,7850		0,042000
2021	179	7	1.253	1,2530		0,574000
2022	41	7	287	0,2870		1,540000



Tabel 1.7 Perhitungan Penghematan Program

Tahun	Penurunan Jml Timbulan Sarung Tangan Sekali Pakai (ton)	Data Produksi (GJ)	Harga Pengolahan Pihak Ketiga (per pcs)	Penghematan	Intensitas Absolut
	$f = e-d$	g	h	$i = (f/0,2) \times h$	$j = f/g$
2018	-	24.882.909,696	Rp 254.080,00	-	-
2019	-	25.247.479,680	Rp 254.080,00	-	-
2020	0,042000	24.402.089,549	Rp 254.080,00	Rp 10.671,36	0,0000000017
2021	0,574000	21.215.936,867	Rp 254.080,00	Rp 145.841,92	0,0000000271
2022	1,540000	11.470.199,270	Rp 254.080,00	Rp 391.283,20	0,000001343

C. Hasil Perhitungan Absolut

Perhitungan efisiensi dari program penggantian Filter BWRO:

- Jumlah Timbulan Filter BWRO tahun 2020 = 255 Pcs
- Jumlah Timbulan Filter BWRO tahun 2021 = 179 Pcs
Berat Filter BWRO = 7 kg
- Berat Timbulan Filter BWRO tahun 2020 = 1.785 kg = 1,785 ton
- Berat Timbulan Filter BWRO tahun 2021 = 1.253 kg = 1,253 ton

Penurunan Jumlah Timbulan Filter BWRO =

= Jumlah Timbulan Filter BWRO tahun baseline (Tahun 2019) -
Jumlah Timbulan Filter BWRO tahun 2021



= 1,827 ton - 1,2530 ton

= 0,574 Ton

D. Perhitungan Intensitas Absolut

Intensitas Absolut = Hasil absolut / Produksi
= 0,574 Ton / 21.215.938,867 GJ
= 0,0000000271 Ton/GJ

E. Perhitungan Penghematan

Harga pengangkutan Filter BWRO oleh ke pihak ketiga Rp.
254.080,- per pcs

Harga Penghematan

= Penurunan Jumlah Timbulan Filter BWRO tahun 2021 x
Harga Pengangkutan Filter BWRO oleh pihak ketiga
= 0,574 Ton x Rp. 254.080,-
= Rp. 145.841,92

F. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari program penggantian Filter BWRO adalah sebagai berikut:

Penurunan Timbulan Limbah Filter BWRO di tahun 2021 sebanyak 0,574 Ton. Intensitas Absolut sebanyak 0,0000000271 Ton/GJ dan Biaya Penghematan sebesar Rp. 145.841,92



Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB V

EFISIENSI AIR DAN PENURUNAN BEBAN PENCEMAR

5.1 Pendahuluan

Pengoperasian PLTU batu bara membutuhkan jumlah air bersih yang relatif besar, sehingga ketersediaan *fresh water* sangat mutlak diperlukan. PT PJB UBJ O&M PLTU Indramayu melakukan beberapa langkah dan modifikasi untuk menjamin ketersediaan air bersih dalam pengoperasian unit pembangkit dan dalam waktu yang bersamaan juga menghemat penggunaan *fresh water*.

5.2 Maksud dan Tujuan

Seiring berjalannya waktu, penggunaan air semakin banyak dikarenakan kondisi peralatan yang mengalami kebocoran dan pengoperasian yang kurang efisien serta perlu ditingkatkan kembali penggunaan air baku dengan tujuan sebagai berikut :

1. untuk mengurangi pemakaian air dan meningkatkan efisiensi penggunaan air baku
2. mengurangi beban limbah tercemar yang menuju badan air.
3. Untuk dapat melakukan pemberdayaan air yang dapat membantu masyarakat sekitar PLTU Indramayu



5.3 Program Reuse Water untuk Wash Down Coal Handling Facility

Wash Down Coal Handling Facility (CHF) Merupakan Kegiatan Rutin Pembersihan Area CHF Menggunakan Sistem Penyemprotan Air, Pembersihan Ini Meliputi Penyemprotan Air Pada Dinding Bangunan, Atap, Pilar Dan Lantai Transfer Tower Tempat Transfer Batubara, Proses Washdown Ini Dilakukan Setiap Minggu Selama 3 Jam Yang Berguna Untuk Membersihkan Tumpukan Batubara Yang Terakumulasi Pada Celah Dinding, Atap, Pilar Dan Lantai. Debu Yang Terakumulasi Ini Dapat Memberikan Resiko Terjadinya Kebakaran Dan Self Combustion Serta Gangguan Kesehatan Pada Manusia Yang Menghirup Debu Yang Berterbangan.

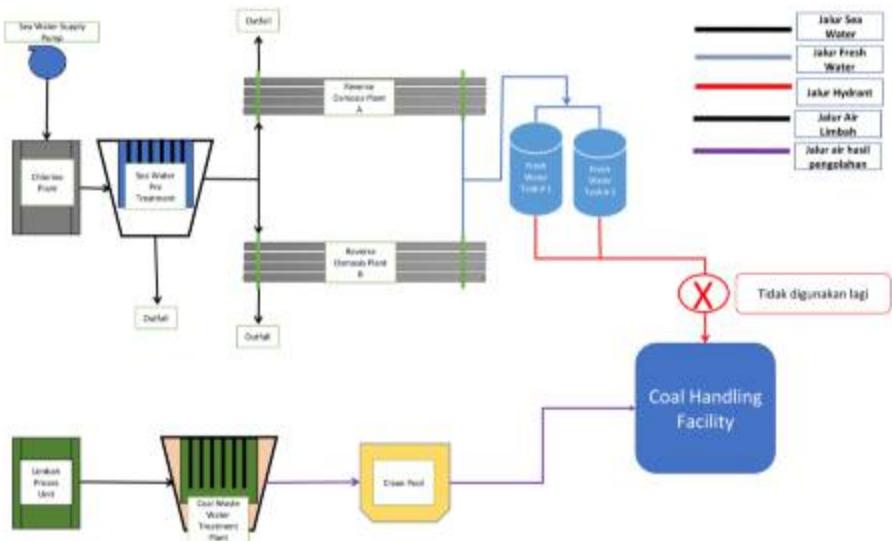
Air yang digunakan untuk proses wash down area CHF ini berasal dari air hasil pengolahan air laut yang berupa fresh water (air baku). Namun, dalam proses berjalannya wash down area CHF sempat terjadinya kenaikan penggunaan air baku yang cukup besar dengan kriteria sebagai berikut:

- Wash down dilakukan 1 minggu 1 kali dengan cakupan area di conveyor C1 hingga Conveyor C6 m^3/jam
- Rata-rata proses wash down di keseluruhan area CHF selama 3 jam per minggu



Dari kriteria tersebut, dapat dilihat proses wash down memerlukan air bersih sebanyak 300 m³/minggu sehingga perlu adanya modifikasi yang dilakukan agar dapat menghemat penggunaan air baku.

A. Mekanisme



Gambar 11 Proses penggunaan air Wash down setelah dilakukan program pemanfaatan air reuse water

B. Data

Standar air limbah product CWWTP yang diijinkan untuk pembersihan unit adalah dengan kualitas PH 6-9 yang dapat di kontrol pada saat pengoperasian CWWTP secara periodik setiap minggunya sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup

Dan Kehutanan Republik Indonesia, Nomor SK.328/Menlhk/Setjen/PKL.1/7/2017, sebagai berikut :

Table 3 Standar Air Baku Mutu

No.	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
1.	pH	-	6 – 9
2.	TSS	mg/L	100
3.	Minyak dan Lemak	mg/L	10
4.	Kromium Total (Cr)	mg/L	0,5
5.	Tembaga (Cu)	mg/L	1
6.	Besi (Fe)	mg/L	3
7.	Seng (Zn)	mg/L	1
8.	Phosphat (PO ⁴⁻)	mg/L	10

Spesifikasi tennis:

- Wash Pump : 100 m³/h, Head 60m
- Pipa : Galvanish 3"
- Data yang digunakan untuk menghitung penggunaan air limbah WWTP untuk wash down area CHF adalah dengan tabel laporan pelaksanaan wash down area CHF sebagai berikut:

Table 4 Laporan pelaksanaan wash down

Bulan	Total Waktu Wash Down (Jam)	Total Debit Pemakaian Air (m ³ /jam)	Penggunaan Reuse Water Untuk Wash Down (m ³ /Jam)	
			Tahun	
			2021	2022*
Januari	12	100	0	1200
Februari	12	100	0	1200
Maret	12	100	600	1200

Bulan	Total Waktu Wash Down (Jam)	Total Debit Pemakaian Air (m ³ /jam)	Penggunaan Reuse Water Untuk Wash Down (m ³ /Jam)	
			Tahun	
			2021	2022*
April	12	100	1200	1200
Mei	12	100	1200	1200
Juni	12	100	1200	1200
Juli	12	100	1200	0
Agustus	12	100	1200	0
September	12	100	1200	0
Oktober	12	100	1200	0
November	12	100	1200	0
Desember	12	100	1200	0
Total Efisiensi Air Per Tahun (m³/tahun)			11400	7200

C. Hasil Perhitungan Absolut

1. Pelaksanaan Wash Down area CHF rata-rata setiap bulan selama 3 jam untuk seluruh area.
2. Maka rata-rata pemakaian reuse water *sebagai* pengganti fresh water untuk wash down sebagai berikut :

- Tahun 2021*

$$3 \text{ Jam} \times 4 \text{ minggu/bulan} \times 100 \text{ m}^3/\text{jam} \times 10 \text{ bulan} = 11.400 \text{ m}^3$$



*Keterangan : pekerjaan selesai pada tanggal 15 maret 2021, maka perhitungan dimulai dari minggu ke 3 bulan maret 2021

- Tahun 2022**:

3 Jam X 4 minggu/bulan X 100 m³/jam X 6 bulan = 7200 m³

**Keterangan : perhitungan hingga juni 2022

Nilai Absolut EA program pemanfaatan reuse water untuk wash down berasal dari Hasil laporan pelaksanaan washdown area CHF per bulan selama tahun 2021-2022*.

Table 5 Hasil Intensitas Absolut Wash Down Tahun 2021-2022*

Tahun	Efisiensi Air (m ³ /tahun)	Produksi (GJ)	Intensitas Absolut (m ³ /GJ)
	A	B	A/B
2021*	11400	21.215.938,87	0,0005373
2022**	7200	11.470.199,27	0,0006277

*Keterangan : perhitungan dimulai pada tanggal 15 maret 2021

**Keterangan : perhitungan hingga juni 2022

Intensitas Absolut = Hasil absolute efisiensi air / Produksi

- Tahun 2021 = 11400 m³ / 21.215.938,87 GJ
= 0,0005373 m³ /GJ

- Tahun 2022 = 7200 m³ / 11.470.199,27 GJ



$$= 0,0006277 \text{ m}^3/\text{GJ}$$

D. Perhitungan Penghematan

Harga produksi raw water pada tahun Rp. 35.297 / m³.

Table 6 Tabel Perhitungan Penghematan

Tahun	Efisiensi Air (m ³ /tahun)	Harga Air (Rp)	Penghematan (Rp)
	C	D	CXD
2021*	11400	35.297	402.385.800
2022**	7200	35.297	254.138.400

*Keterangan : perhitungan dimulai pada tanggal 15 maret 2021

**Keterangan : perhitungan hingga juni 2022

**Penghematan = Hasil absolut Efisiensi air x Harga
Produksi raw water**

- **Tahun 2021** = 11400 m³/tahun x Rp. 35.297
= Rp. 402.385.800
- **Tahun 2022** = 7200 m³/tahun x Rp. 35.297
= Rp. 254.138.400

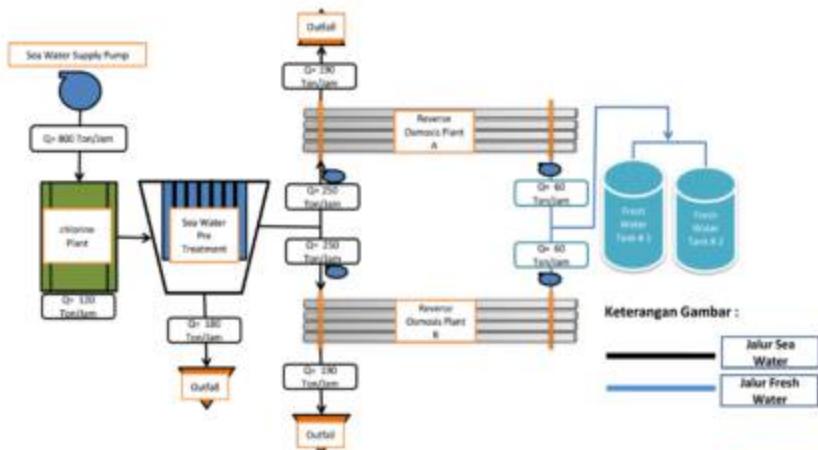
5.4 Program Modifikasi Drainase Sea Water Supply Pump

Di dalam siklus Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dalam kegiatan operasionalnya membutuhkan air demineralisasi, hal ini dilakukan agar alat-alat pada siklus PLTU tidak terjadi korosi (berkarat). Sebelum memperoleh air demineralisasi terlebih dahulu yang dibutuhkan adalah air tawar. Sehingga dalam pengolahan air di PT PJB UBJOM PLTU Indramayu menggunakan unit pengolahan



air laut menjadi air baku (fresh water) berupa Reverse Osmosis Plant (RO Plant).

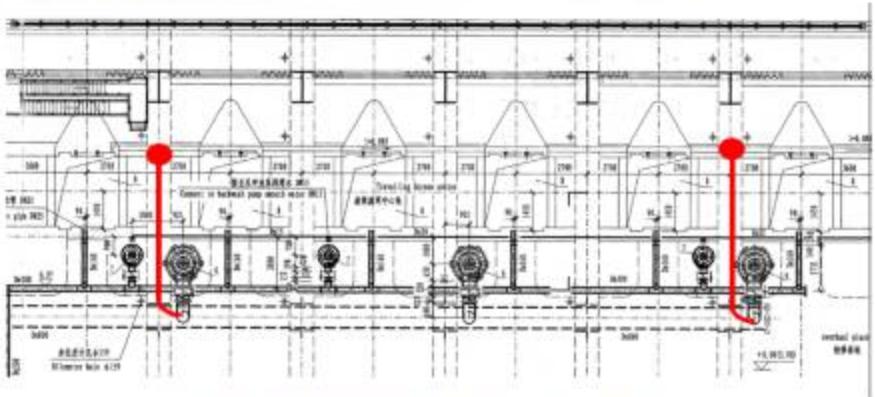
Pada Sistem PLTU Indramayu terdapat sistem Sea Water Supply Pump (SWSP) yang berfungsi sebagai air baku RO plant dan Chlorine Plant. Sistem SWSP ini memiliki kapasitas 800 T/H dengan jumlah sebanyak 3 unit. Kebutuhan air baku untuk RO plant 2 Unit dan Chlorine Plant 2 unit sebesar 620 T/H. Sehingga terjadi kelebihan flow air laut sebesar 180 T/H dan menyebabkan overflow di area Sea Water Pre Treatment Plant (SWPT) dan membanjiri jalan akses utama serta saluran pembuangan air hujan. Maka diperlukan modifikasi jalur drain dari pompa SWSP langsung menuju laut untuk mengurangi flow pompa serta mengurangi jumlah beban pencemaran air yang dihasilkan.



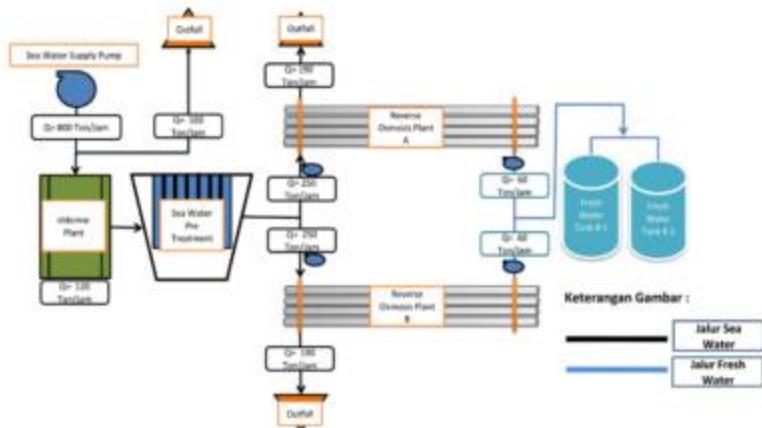
Gambar 12 Diagram Alur Air Laut (Sebelum Modifikasi)

A. Mekanisme

Pekerjaan modifikasi yang dilakukan adalah melakukan penambahan jalur pipa pembuangan langsung dari pompa SWSP dan dikembalikan kembali menuju intake pompa SWSP untuk mengurangi flow yang dihasilkan oleh pompa SWSP.



Gambar 13 Penambahan pipa drainase SWSP



Gambar 14 Diagram Alur Air Laut (Sesudah Modifikasi)



Gambar 15 Proses Pembuatan Modifikasi Drain SWSP



Gambar 16 Hasil Modifikasi Drain SWSP

B. Data Pendukung

Data yang digunakan untuk menghitung beban pencemaran air limbah adalah data hasil monitoring debit pembuangan SWSP dan



debit pembuangan air laut dari SWPT dari tahun 2020 hingga tahun 2022 sebagai berikut :

Table 7 Tabel Debit Buangan Limbah Air Laut di PT. PJB UBJO&M PLTU Indramayu Area SWPT

Bulan	Operasi sea water supply pump (ton/jam)	Operasi RO Plant A (ton/jam)	Stop Plant A (hari)	Operasi RO Plant B (ton/jam)	Stop Plant B (hari)	Operasi Chlorine Plant A (ton/jam)	Kerusakan Chlorine Plan A (hari)	Operasi Chlorine Plant B (ton/jam)	Kerusakan Chlorine Plan B (hari)	Beban Pencemar Air Laut (ton/hari)	Total hari	Beban Pencemar Air Laut (ton/bulan)
Jan-20	800	250	26	250	20	60	0	60	0	4320	31	409920
Feb-20	800	250	28	250	13	60	0	60	0	4320	28	366960
Mar-20	800	250	2	250	9	60	0	60	0	4320	31	199920
Apr-20	800	250	3	250	3	60	0	60	0	4320	30	165600
May-20	800	250	6	250	15	60	0	60	0	4320	31	259920
Jun-20	800	250	9	250	7	60	0	60	0	4320	30	225600
Jul-20	800	250	5	250	16	60	0	60	0	4320	31	259920
Aug-20	800	250	1	250	19	60	0	60	0	4320	31	253920
Sep-20	800	250	11	250	4	60	0	60	0	4320	30	219600
Oct-20	800	250	1	250	0	60	0	60	0	4320	31	139920
Nov-20	800	250	1	250	5	60	0	60	0	4320	30	165600
Dec-20	800	250	0	250	1	60	0	60	0	4320	31	139920
Total (Ton/tahun)											2.806.800	
Jan-21	800	250	3	250	3	60	0	60	0	4320	31	169920
Feb-21	800	250	9	250	4	60	0	60	0	4320	28	198960
Mar-21	800	250	13	250	0	60	0	60	0	4320	31	211920



Apr-21	800	250	1	250	6	60	0	60	0	4320	30	171600
May-21	800	250	2	250	7	60	0	60	0	4320	31	187920
Jun-21	800	250	3	250	19	60	0	60	0	4320	30	0
Jul-21	800	250	2	250	15	60	0	60	0	4320	31	0
Aug-21	800	250	2	250	14	60	0	60	0	4320	31	0
Sep-21	800	250	0	250	30	60	0	60	0	4320	30	0
Oct-21	800	250	0	250	4	60	0	60	0	4320	31	0
Nov-21	800	250	0	250	19	60	0	60	0	4320	30	0
Dec-21	800	250	3	250	8	60	0	60	0	4320	31	0
Total (Ton/tahun)												940.320
Jan-22	800	250	0	250	7	60	0	60	0	4320	31	0
Feb-22	800	250	0	250	4	60	0	60	0	4320	28	0
Mar-22	800	250	0	250	27	60	0	60	0	4320	31	0
Apr-22	800	250	1	250	3	60	2	60	2	4320	30	0
May-22	800	250	0	250	1	60	0	60	0	4320	31	0
Jun-22	800	250	0	250	5	60	0	60	0	4320	30	0
Total (Ton/tahun)												0

Perhitungan limbah air laut yang dihasilkan dari SWPT sebagai berikut:

▪ Tahun 2020

Debit limbah air laut SWPT = Debit SWSP – Debit
Kebutuhan Chlorine Plant (2 unit) – Debit Kebutuhan RO Plant
(2 unit)

Debit limbah air laut SWPT = $(800 \text{ m}^3/\text{jam} - (250 \times 2)$
 $\text{m}^3/\text{jam} - (60 \times 2) \text{ m}^3/\text{jam})$

= $180 \text{ m}^3/\text{jam}$



Sehingga untuk contoh Debit limbah air laut SWPT pada bulan Januari 2020 adalah :

$$\begin{aligned} \text{Total Debit limbah air laut SWPT per bulan} &= (\text{Debit limbah air laut SWPT per hari} \times 31) + (\text{debit kebutuhan RO Plant per hari} \\ &\times \text{total hari RO Plant Stop kerja RO Plant}) - (\text{debit kebutuhan Chlorine Plant per hari} \times \text{Jam kerja Chlorine Plant}) \\ &= 4320 \text{ m}^3/\text{jam} + (250 \text{ m}^3/\text{jam} \times 24 \times 26) + (250 \text{ m}^3/\text{jam} \times 24 \\ &\times 20) + (60 \times 24 \times 0) + (60 \times 24 \times 0) \\ &= \mathbf{409.920 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

▪ Tahun 2021

Debit limbah air laut SWPT = Debit SWSP – Debit Kebutuhan Chlorine Plant (2 unit) – Debit Kebutuhan RO Plant (2 unit)

$$\begin{aligned} \text{Debit limbah air laut SWPT} &= (800 \text{ m}^3/\text{jam} - (250 \times 2) \text{ m}^3/\text{jam} \\ &- (60 \times 2) \text{ m}^3/\text{jam}) \\ &= 180 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Sehingga untuk contoh Debit limbah air laut SWPT pada bulan Januari 2021 adalah :

$$\begin{aligned} \text{Total Debit limbah air laut SWPT per bulan} &= (\text{Debit limbah air laut SWPT per hari} \times 31) + (\text{debit kebutuhan RO Plant per hari} \\ &\times \text{total hari RO Plant Stop kerja RO Plant}) - (\text{debit kebutuhan Chlorine Plant per hari} \times \text{Jam kerja Chlorine Plant}) \end{aligned}$$



$$= 4320 \text{ m}^3/\text{jam} + (250 \text{ m}^3/\text{jam} \times 24 \times 3) + (250 \text{ m}^3/\text{jam} \times 24 \times 3) + (60 \times 24 \times 0) + (60 \times 24 \times 0)$$

$$= \mathbf{169.920 \text{ m}^3}$$

▪ Tahun 2022

Pada tahun 2022, seluruh kelebihan debit air dari pompa SWSP sudah dilakukan pembuangan langsung ke water intake menggunakan hasil modifikasi drainase SWSP, maka timbulan limbah air laut akan dianggap 0 m³/jam selama 1 tahun (hingga bulan juni 2022).

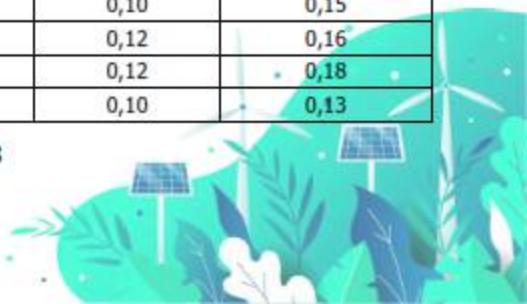
Catatan :

Modifikasi selesai dan digunakan sepenuhnya pada bulan juni 2021.

Tabel nilai SHU dari outlet outfall dari tahun 2020 sampai 2022 sebagai berikut:

Table 8 Tabel nilai SHU kandungan chlorine outlet air limbah outfall di PT. PJB UBJO&M PLTU Indramayu Selama 3 Tahun Terakhir

Bulan	Parameter	Tahun		
		2020	2021	2022*
Januari	Klorin (mg/L)	0,31	0,10	0,15
Februari		0,31	0,10	0,15
Maret		0,31	0,12	0,16
April		0,10	0,12	0,18
Mei		0,10	0,10	0,13



Juni		0,13	0,11	0,12
Juli		0,12	0,12	-
Agustus		0,10	0,14	-
September		0,14	0,13	-
Oktober		0,10	0,15	-
November		0,11	0,12	-
Desember		0,12	0,19	-

C. Perhitungan Absolut

Berikut ditampilkan tabel hasil perhitungan beban pencemaran tahun 2020 – 2022*

Table 9 Hasil Perhitungan Beban Pencemaran Tahun 2020 – 2022

Bulan	Beban Pencemaran (Ton)		
	Tahun		
	2020	2021	2022
Januari	0,127075	0,016992	0
Februari	0,113758	0,019896	0
Maret	0,061975	0,025430	0
April	0,016560	0,020592	0
Mei	0,025992	0,018792	0
Juni	0,029328	0,000000	0
Juli	0,031190	0,000000	-
Agustus	0,025392	0,000000	-
September	0,030744	0,000000	-
Oktober	0,013992	0,000000	-
November	0,018216	0,000000	-
Desember	0,016790	0,000000	-
Total	0,511013	0,101702	0,000000



Contoh perhitungan Bulan Januari 2020 : Pengolahan Air Limbah MED

Perhitungan Beban Pencemaran(Ton)

$$= \frac{\text{Debit Pembuangan Limbah} \times \text{Nilai Parameter Klorin}}{1.000.000}$$

$$= \frac{409.920 \text{ m}^3 \times 0.31}{1.000.000}$$

$$= 0,127075 \text{ Ton}$$

Dari Hasil Perhitungan Beban Pencemaran yang dikeluarkan dari area SWPT akibat dari adanya overflow pompa SWSP dan kebutuhan unit pembangkit dibandingkan dengan setelah dilakukannya pekerjaan modifikasi line drainase SWSP, terbukti bahwa dengan digunakannya modifikasi drainase yang dibuat dapat beban pencemaran di area outfall. Berikut perhitungan hasil absolut :

Table 10 Perhitungan Hasil Absolut

Tahun	Beban Pencemaran	Beban Pencemaran Tahun Baseline	Hasil Absolut
	a	b	b - a
2020	0,511013	0,5110128	0
2021	0,101702		0,4093104
2022	0,000000		0,5110128

- Tahun 2021



Hasil Absolut = Beban Pencemaran tahun Baseline (2020) –
Beban pencemaran Tahun 2021

Hasil Absolut = 0,511013 Ton – 0,101702 Ton

Hasil Absolut = 0,4093104 Ton

D. Perhitungan Intensitas Absolut

Table 11 Perhitungan Intensitas Absolut

Tahun	Hasil Absolut (Ton)	Produksi (GJ)	Intensitas Absolut
	c	d	c/d
2021	0,4093104	21.215.938,87	1,92926E-08
2022	0,5110128	11.470.199,27	4,45513E-08

Intensitas Absolut tahun 2021 = Hasil absolut / Produksi

= 0,4093104 ton / 21.215.938,87 GJ

= 1,92926E-08

E. Perhitungan Penghematan

Table 12 Perhitungan Penghematan

Tahun	Hasil Absolut (Ton)	Harga Bahan Kimia (Rp)	Penghematan (Rp)
	e	f	e x f
2021	0,4093104	10.250.000,00	4.195.431,60
2022	0,5110128		5.237.881,20



Perhitungan Penghematan Bulan Januari 2021 dibanding dengan Pengolahan Air Limbah MED

$$\begin{aligned} \text{Penghematan Tahun 2021} &= \text{Hasil Absolut} \times \text{Harga Air Baku} \\ &= 0,4093104 \times \text{Rp. } 10.250.000 \\ &= \text{Rp. } 4.195.431,60 \end{aligned}$$

F. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari program penggantian Modifikasi Drainase Sea Water Supply Pump adalah sebagai berikut : Perhitungan Beban Pencemaran tahun 2021 adalah sebesar 0,4093104 Ton, Intensitas Absolut sebesar 1,93E-08, Penghematan sebesar Rp 4.195.431,60.

Table 13 Hasil Kesimpulan

Tahun	Hasil Absolut (Ton)	Intensitas Absolut	Penghematan (Rp)
2021	0,4093104	1,93E-08	4.195.431,60
2022	0,5110128	4,45513E-08	5.237.881,20



BAB VI

PELESTARIAN KEANEKARAGAMAN HAYATI

6.1 Pendahuluan

Sesuai peraturan menteri negara lingkungan hidup nomor 29 tahun 2009 tentang pedoman konservasi keanekaragaman hayati di daerah menteri negara lingkungan hidup dan Kebijakan Lingkungan Perusahaan Mengenai Peningkatan Keanekaragaman Hayati, PT. PJB UBJ O&M PLTU INDRAMAYU sudah melakukan upaya untuk melestarikan tumbuhan dengan melalui beberapa program konservasi lingkungan.

6.2 Maksud dan Tujuan

Melakukan upaya perlindungan keanekaragaman hayati.

6.3 Konservasi Burung Hantu dengan Pembuatan Rubuha

Berdasarkan pentingnya peran burung hantu serak jawa dalam membantu petani, perlu adanya pengelolaan habitat baik secara alami maupun buatan dengan menyediakan sarang atau rumah burung hantu (rubuha). Metode pembuatan Rubuha dari material bekas limbah non B3 merupakan salah satu upaya pelestarian burung hantu serak jawa yang dapat dimanfaatkan untuk menekan perkembangan hama tikus di area persawahan Desa Karanglayung. Dengan adanya pemasangan rubuha ini, diharapkan dapat



mengundang serak jawa untuk tinggal disekitar area persawahan sehingga mampu meningkatkan hasil produksi padi karena hama tikus yang berkurang. Implementasi program Rubuha ini juga memberikan sharing knowledge kepada para petani Desa Karanglayung dalam pembuatan rumah burung hantu dan pelestarian burung hantu. Metode pembuatan rumah burung hantu dari material bekas limbah non B3 ini diantaranya dibuat dengan memanfaatkan limbah palet bekas dan besi bekas yang dapat mengurangi timbulan limbah non B3, mencegah penghantaran panas yang dapat membuat suasana rubuha lebih sejuk dan lebih alami sehingga menjadikan tempat tinggal yang nyaman bagi burung hantu. Rubuha dibagi menjadi tiga bagian, yaitu rubuha, dudukan rubuha, dan tiang rubuha. Rubuha yang digunakan dibagi menjadi dua bagian yakni tempat tidur dan tempat bersantai. Tempat tidur digunakan serak jawa untuk beristirahat, bertelur, mengerami telur dan mengasuh anaknya sehingga tempat ini harus lebih luas dibandingkan dengan tempat bersantai. Selain itu, para petani Desa Karanglayung juga mendapatkan keuntungan ekonomi dari implementasi program Rubuha ini yaitu meningkatnya hasil panen petani Desa Karanglayung akibat berkurangnya hama tikus di area persawahan.





Gambar 17 Sharing knowledge pembuatan rubuha dengan masyarakat

A. Nilai Tambah Program Inovasi

Nilai tambah dari program inovasi ini berupa **layanan produk** dan keuntungan yang diperoleh dari program rubuha adalah

1. Produsen : PT PJB Indramayu dapat melakukan pelestarian keanekaragaman hayati burung hantu sebanyak 1 ekor pada tahun 2022
2. Konsumen/masyarakat :
 - Membantu para petani desa karanglayung guna meminimalisir gangguan hama tikus di area pesawahan
 - Membantu meningkatkan hasil panen akibat berkurangnya hama tikus sebesar 1 s/d 2 ton/panen (pada kegiatan hasil panen sebelum ada rubuha 4 s/d 6 Ton /panen. Kemudian setelah dilakukan pemasangan rubuha hasil panen meningkat sebesar 1 s/d 2 Ton).



B. Gambaran Skema atau Visual Program Inovasi



DAFTAR PUSTAKA

- Adha L. 2014. Kupu-kupu. Tersedia dalam : <https://biodiversitywarriors.org>. Diakses pada : 2019 Mei 15
- Backer CA & Bakhuizen RC.1965.Flora of Java Volume II. Groningen:NV.P.Noordhoff
- Data Perusahaan PT PJB UBJOM PLTU Indramayu (LOH, Laporan Operasi Harian PLTU Indramayu tahun 2018-2022)
- Data Perusahaan PT PJB UBJOM PLTU Indramayu (Neraca Penggunaan Air tahun 2018-2022)
- Data Perusahaan PT PJB UBJOM PLTU Indramayu (Data Pengelolaan Gudang Tahun 2018-2022)
- Data Perusahaan PT PJB UBJOM PLTU Indramayu (Neraca Limbah B3 tahun 2018-2022)
- Data Perusahaan PT PJB UBJOM PLTU Indramayu (Laporan Lapus tahun 2018-2022)
- Hanum F (editor).1997.Plant Resources of South East Asia 11: Auxiliary Plants.Leiden:Backhuys Publishers
- IPCC. 2006. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.
- Keputusan Menteri negara Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. SK 328/Menlhk/Setjen/PKL.1/7/2017 tentang Perpanjangan Ijin Pembuangan Air Limbah ke Laut Atas Nama PT PLN (Persero)_ PLTU-1 Jawa Barat (Indramayu) 3 x 330 MW
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 1 Tahun 2021

PLN, Penetapan Tarif Adjustment Bulan Febuari dan Maret 2017, Non-Subsidi

Surat Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan perihal Pernyataan Telah Terpenuhinya Pemenuhan Komitmen PT PJB UBJOM PLTU Indramayu Nomor S.181/Menlhk/Setjen/PLB.3/4/2019. Ketentuan Pelaksanaan Izin Operasional Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun untuk Penghasil PT PJB UBJOM PLTU Indramayu

Syarifuddin, Nuraini. 2002. Ikatan Kimia. Jakarta: Universitas Terbuka





PT. Pembangkitan Jawa Bali
Unit Jasa Operasi dan Pemeliharaan
PLTU Indramayu