

**PENGARUH VARIASI SUDUT KEMIRINGAN *GUIDE VALVE*
TERHADAP KARAKTERISTIK DAYA GENERATOR PADA
TURBIN *CROSSFLOW DESALINATION PLANT***

Disusun Oleh :

Muhammad Ridwan Abdurrahman
191020200028

Dosen Pembimbing :

Dr. Eg Rachmat Firdaus, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Sains & Teknologi
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
2023

TOPIK PEMBAHASAN

BAB I PENDAHULUAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

BAB IV PEMBAHASAN

BAB V KESIMPULAN & SARAN

DAFTAR PUSTAKA

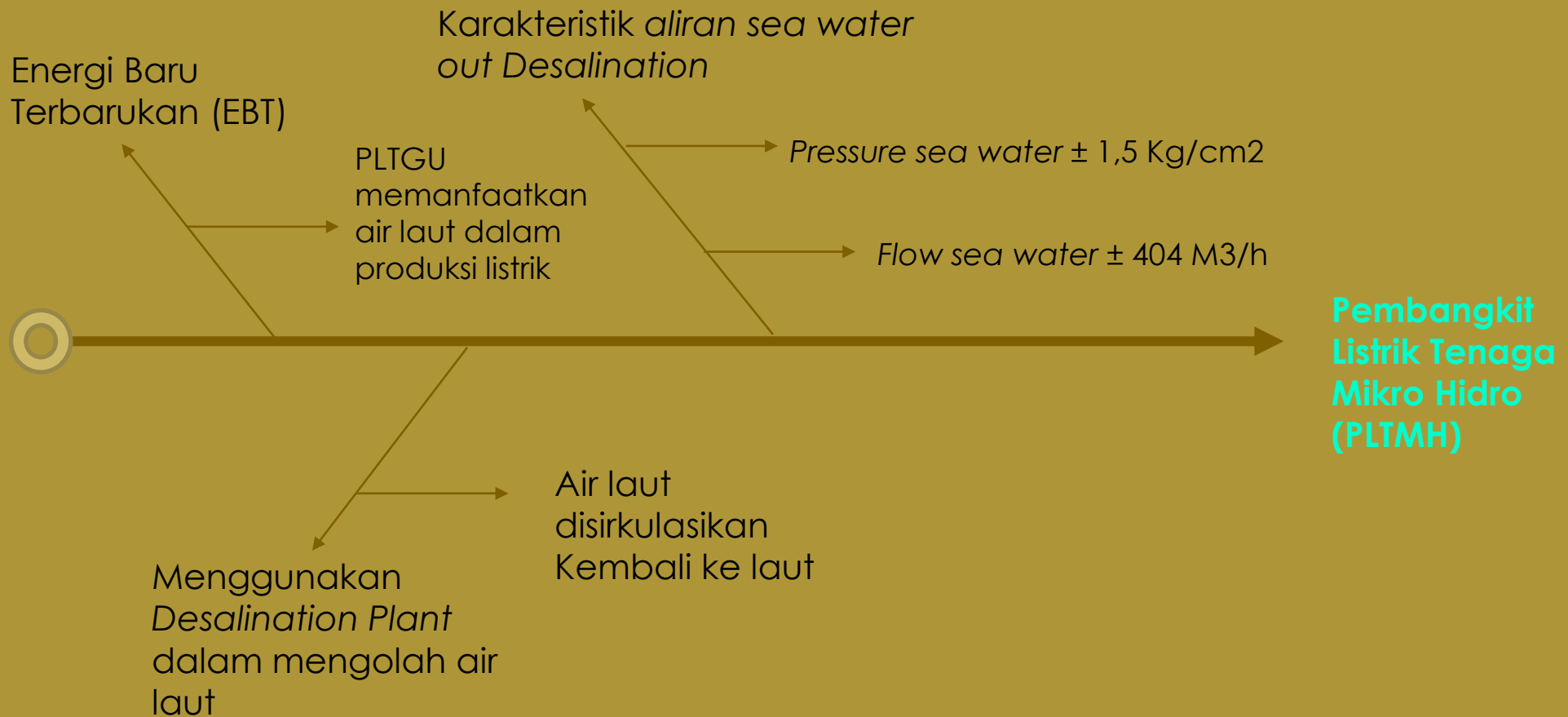
LATAR BELAKANG

Energi Terbarukan	Sumber Daya (SDA)	Kapasitas Terpasang (KT)	Rasio KT/KD (%)
Tenaga Air	75.000 MW	5.572 MW	10,1
Panas Bumi	28.620 MW	1.343 MW	4,7
Mini/ Mikro Hidro	769 MW	228 MW	29,75
Biomass	49.810 MW	1.716 MW	5,26
Tenaga Surya	4,8 kWh/ m2/ day	42.77 MW	-
Tenaga Angin	3-6 m/s	1.87 MW	-
Energi Laut	49 GW	0.01 MW	0

Sumber : Dewan Energi Nasional (2014)

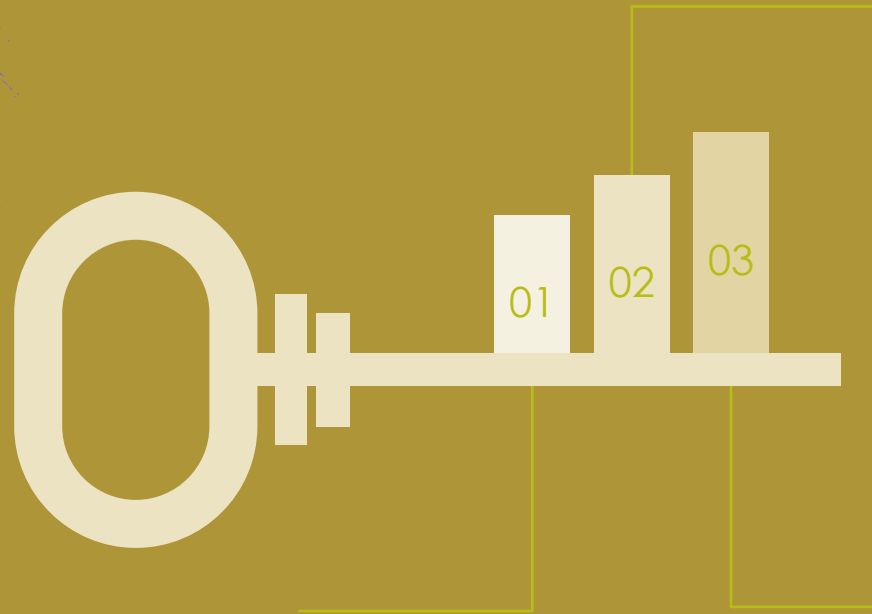
Indonesia memiliki cukup banyak pilihan energi terbarukan yang potensial untuk dimanfaatkan, kebijakan EBT tertuang dalam peraturan pemerintahan tahun 2014 No 79 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang menargetkan 23% EBT pada tahun 2025 dalam upaya percepatan produksi energi baru dan terbarukan untuk mencapai tujuan distribusi energi nasional

Latar Belakang



Rumusan Masalah

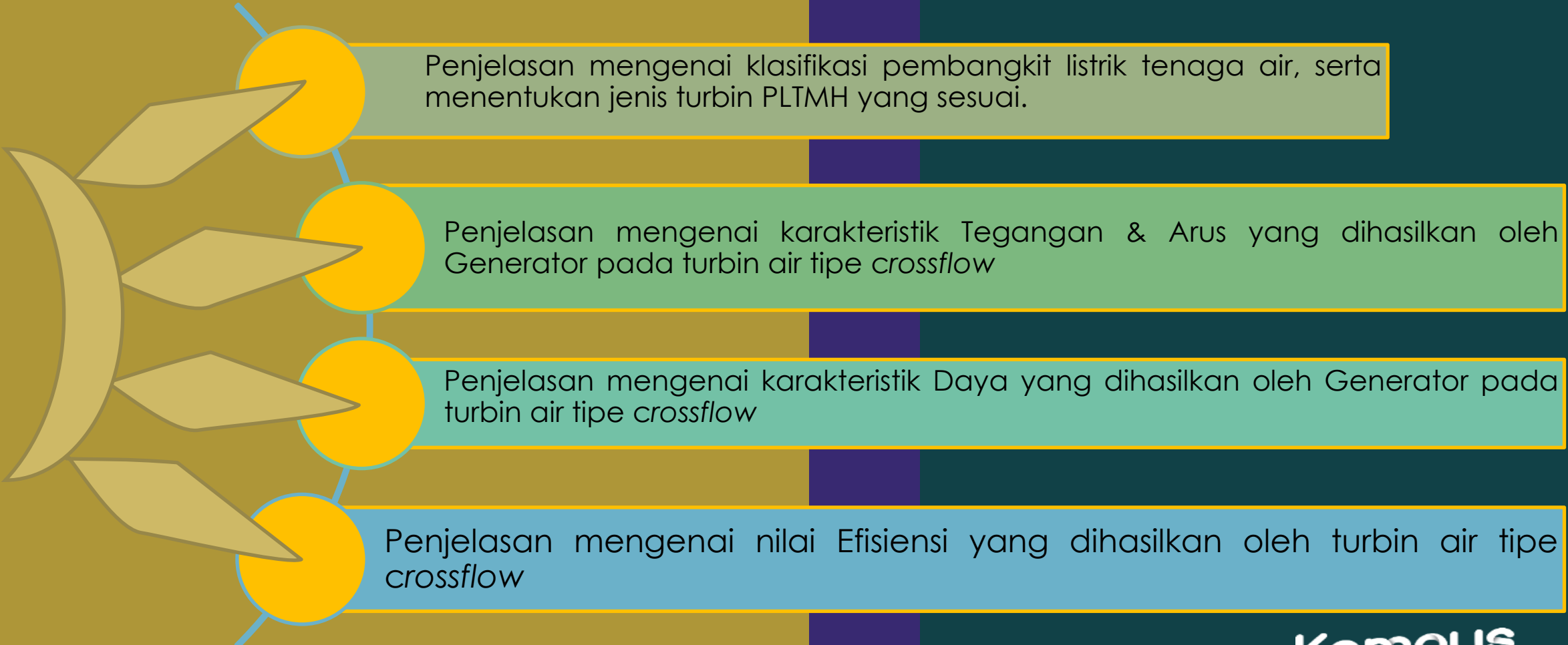
Bagaimana karakteristik Daya Generator yang dihasilkan oleh Turbin air tipe *crossflow*?



Bagaimana karakteristik nilai Tegangan dan Arus yang dihasilkan oleh Generator pada Turbin air tipe *crossflow*?

Bagaimana nilai Efisiensi yang dihasilkan oleh Turbin air tipe *crossflow*?

BATASAN MASALAH



Penjelasan mengenai klasifikasi pembangkit listrik tenaga air, serta menentukan jenis turbin PLTMH yang sesuai.

Penjelasan mengenai karakteristik Tegangan & Arus yang dihasilkan oleh Generator pada turbin air tipe *crossflow*

Penjelasan mengenai karakteristik Daya yang dihasilkan oleh Generator pada turbin air tipe *crossflow*

Penjelasan mengenai nilai Efisiensi yang dihasilkan oleh turbin air tipe *crossflow*

TUJUAN PENELITIAN

Untuk mengetahui klasifikasi turbin air yang cocok digunakan pada pembangkit listrik skala mikro hidro (PLTMH)

Memperoleh nilai karakteristik tegangan dan arus generator yang dihasilkan pada turbin air tipe crossflow

Memperoleh nilai karakteristik daya generator yang dihasilkan pada turbin air tipe crossflow

MANFAAT PENELITIAN

1

Mengetahui adanya karakteristik nilai tegangan dan arus yang dihasilkan oleh turbin air tipe *crossflow*

2

Mengetahui adanya karakteristik nilai Daya generator yang dihasilkan oleh turbin air tipe *crossflow*

3

Sebagai referensi dalam mewujudkan Energi Baru terbarukan (EBT) memanfaatkan aliran *sea water out Desalination plant*.

4

Menambah wawasan ilmu dan pengetahuan baru mengenai pembangkit listrik skala mikro hidro (PLTMH).

TINJAUAN PUSTAKA

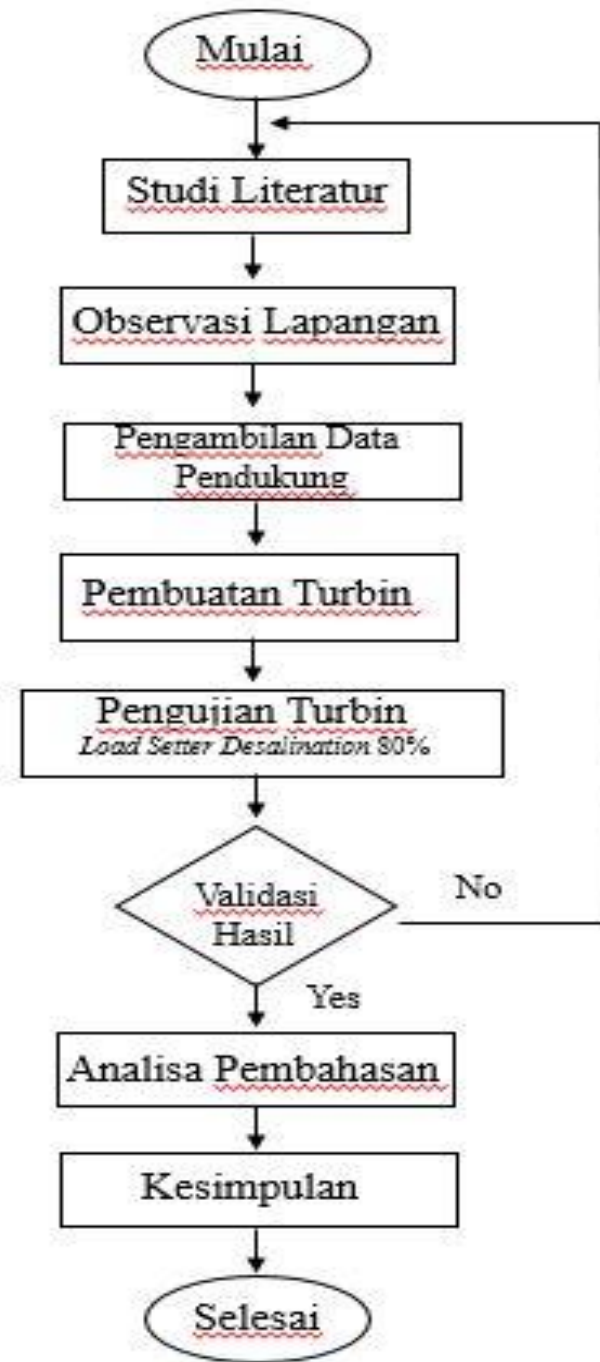
Penelitian dilakukan (Gede Bayu Mahendra, Abdul Multi, 2020) Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro pada PLTGU Tanjung Priok memanfaatkan energi kinetik berupa aliran air dari Brine Blowdown pump sebesar 386 m³/h dan mempunyai daya hidrolis sebesar 10 kW. Menggunakan turbin air jenis Pelton dengan diameter 30 cm dan jumlah sudu 21 turbin air. PLTMH mampu beroperasi dengan output 5 kW.

Maka dari hasil penelitian diatas dapat diketahui bahwa aliran *sea water out Desalination Plant* memiliki potensi yang dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik.



Gambar skema PLTMH turbin Pelton

METODOLOGI PENELITIAN



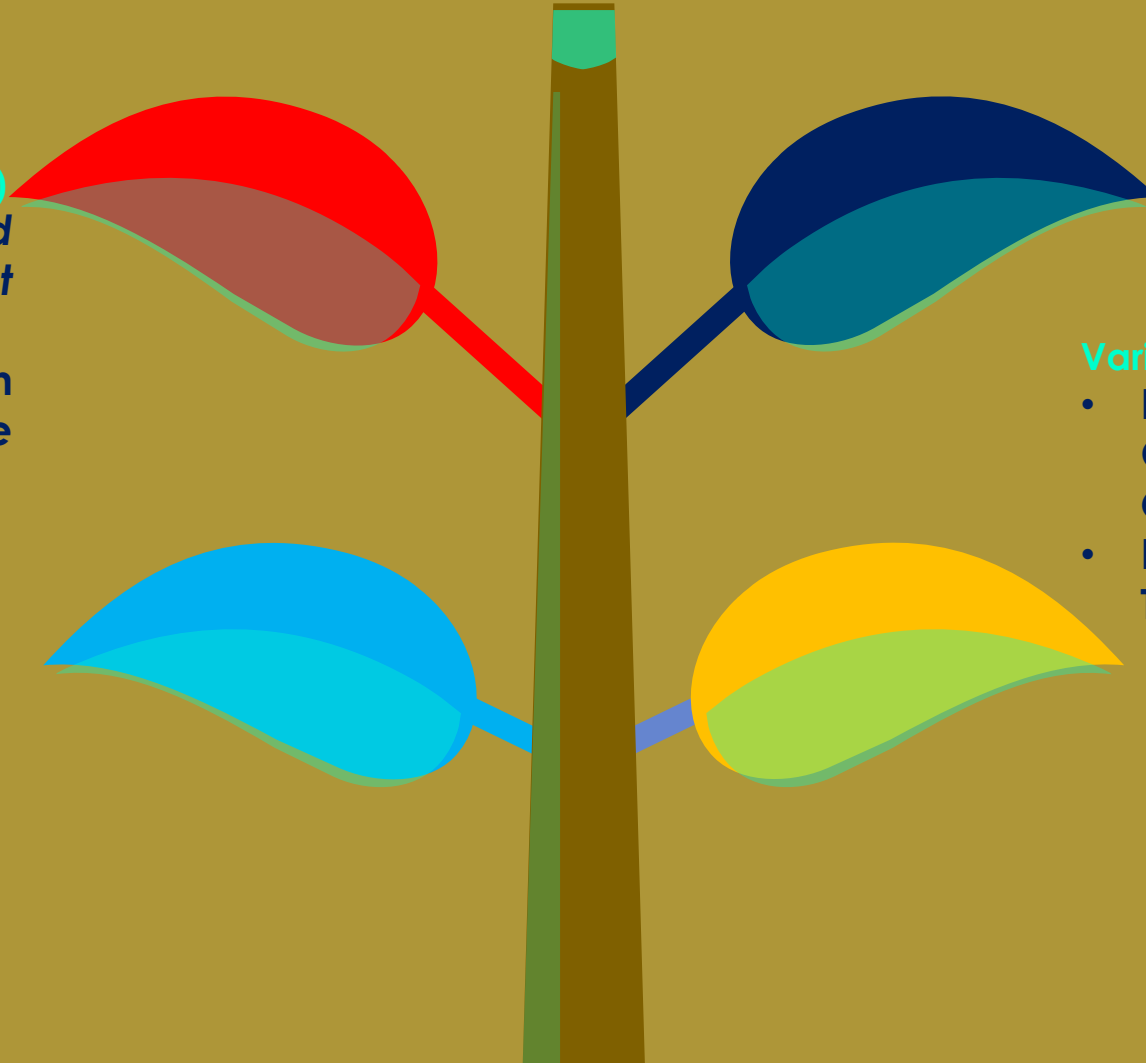
Variable Penelitian

Variable Bebas (Independent)

- Variasi Beban Load Setter Desalination Plant (70% & 80%)
- Variasi Pembukaan sudut kemiringan Guide Valve 60°, 80° & 90°

Variable Terikat (Dependent)

- Nilai Tegangan dan Arus Generator pada Turbin Crossflow
- Nilai Daya Generator pada Turbin Crossflow





Persamaan yang Digunakan

Hukum Bernoulli

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

Dimana:

P_1 = Tekanan pada ujung pipa 1

P_2 = Tekanan pada ujung pipa 2

ρ = Massa jenis fluida (kg/m^3)

v_1 = Kecepatan aliran fluida pada pipa 1 (m/s)

v_2 = Kecepatan aliran fluida pada pipa 2 (m/s)

g = Gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

h_1 = Ketinggian head pipa 1 (m)

h_2 = Ketinggian head pipa 2 (m)

Daya Generator (P_g)

$$(P_g) = V \times I$$

Dimana:

P_g = Daya Generator (Kw)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Debit Air

$$Q = A \cdot V$$

Dimana:

Q = Debit ($\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$)

A = Luas

penampang

Aliran (m^2) V =

Kecepatan

Aliran (m/s)

Daya Turbin (P_t)

$$P_t = T \cdot \omega$$

Dimana:

P_t = Daya turbin (Watt)

T = Torsi (N.m)

ω = Kecepatan angular (rad/s)

Daya Air (P_a)

$$P_a = Q \cdot \rho \cdot g \cdot h$$

Dimana:

P_a = Daya air (Watt)

Q = Debit air

ρ = Massa jenis air (1000 kg/m^3)

g = Gaya Gravitasi ($9,8 \text{ M/S}$)

h = Head

Efisiensi (η)

$$\eta = P_g / P_a \times 100\%$$

Dimana:

η = Efisiensi

P_g = Daya generator (Watt)

P_a = Daya air (Watt)



Langkah – Langkah penelitian

1

Mencari Potensi PLTMH dengan mengukur debit air aliran *sea water out* berdasarkan variasi beban *Load Setter Desalination* 70% & 80% menggunakan *flow meter*

2

Mengukur kecepatan putaran Turbin *Crossflow* (Rpm) dengan *Tacometer* berdasarkan variasi beban *Load Setter Desalination* 70% & 80% dan variasi pembukaan *guide valve* 60 °, 80 ° & 90 °

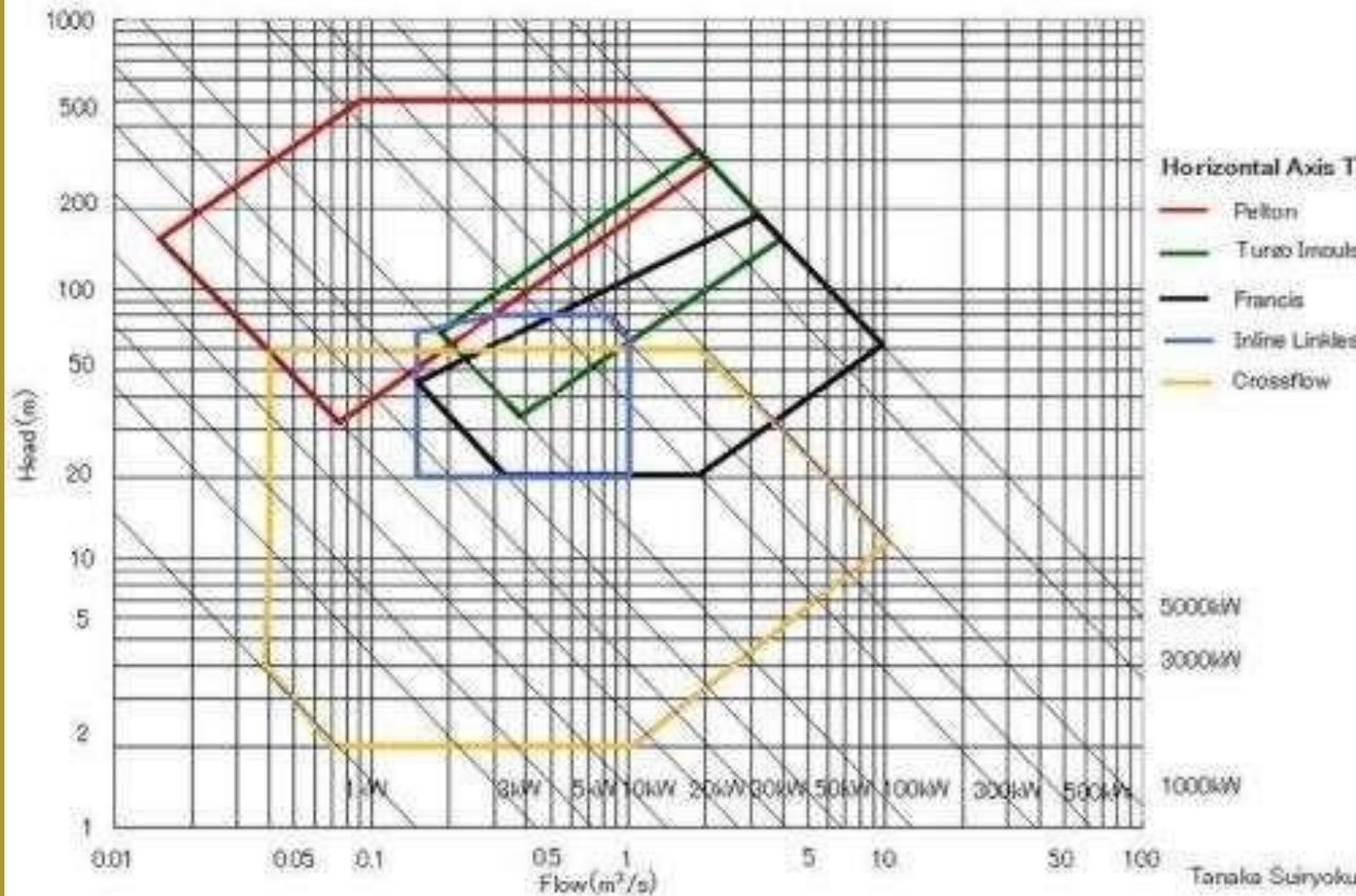
3

Mengukur tegangan dan arus output generator yang dibebankan menggunakan lampu berdasarkan variasi beban *Load Setter Desalination* 70% & 80% dan variasi pembukaan *guide valve* 60 °, 80 ° & 90 °

4

Mengukur daya generator yang didapat berdasarkan variasi beban *Load Setter Desalination* dari 70% & 80% dan variasi pembukaan *guide valve* 60 °, 80 ° & 90 °

Tanaka Suiyoku Turbine Selection Chart



Turbin Air Crossflow

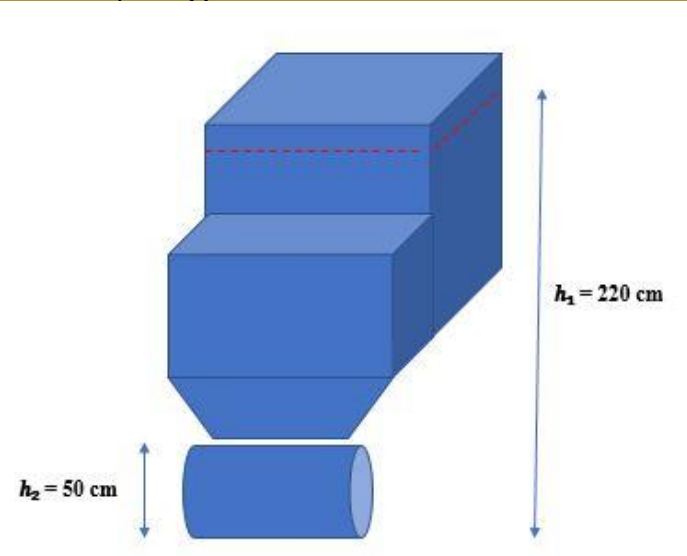


Klasifikasi Turbin Air



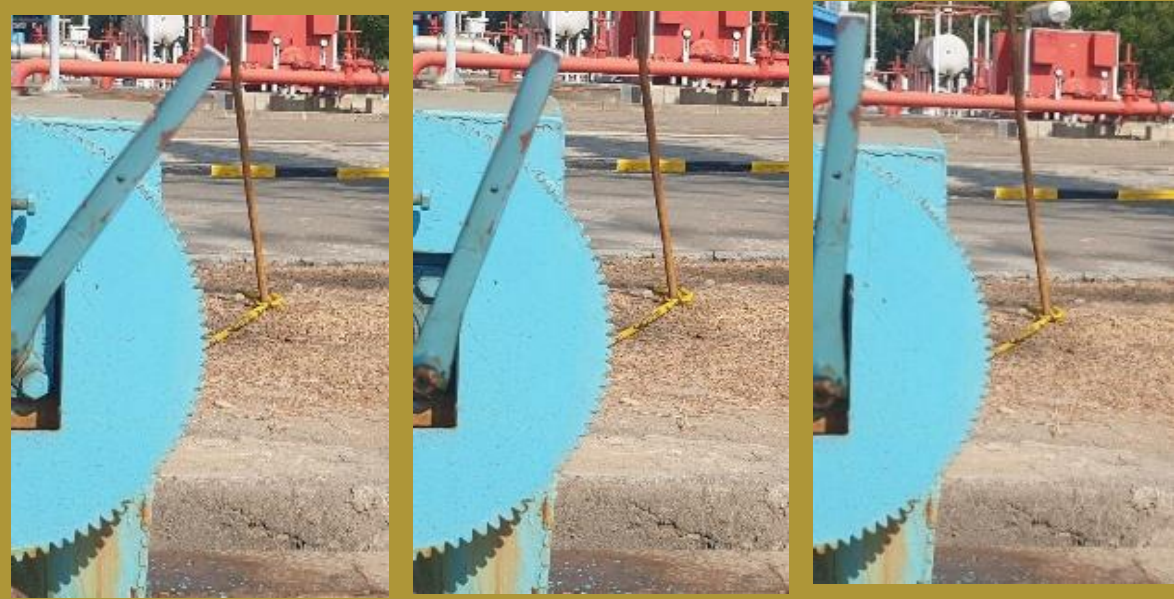
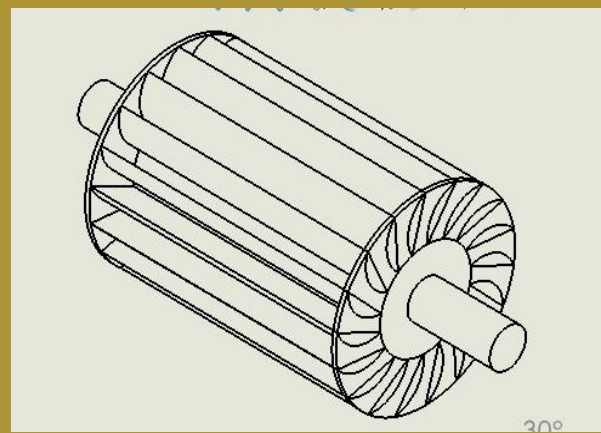
Turbin Air Crossflow

Bak Penampung



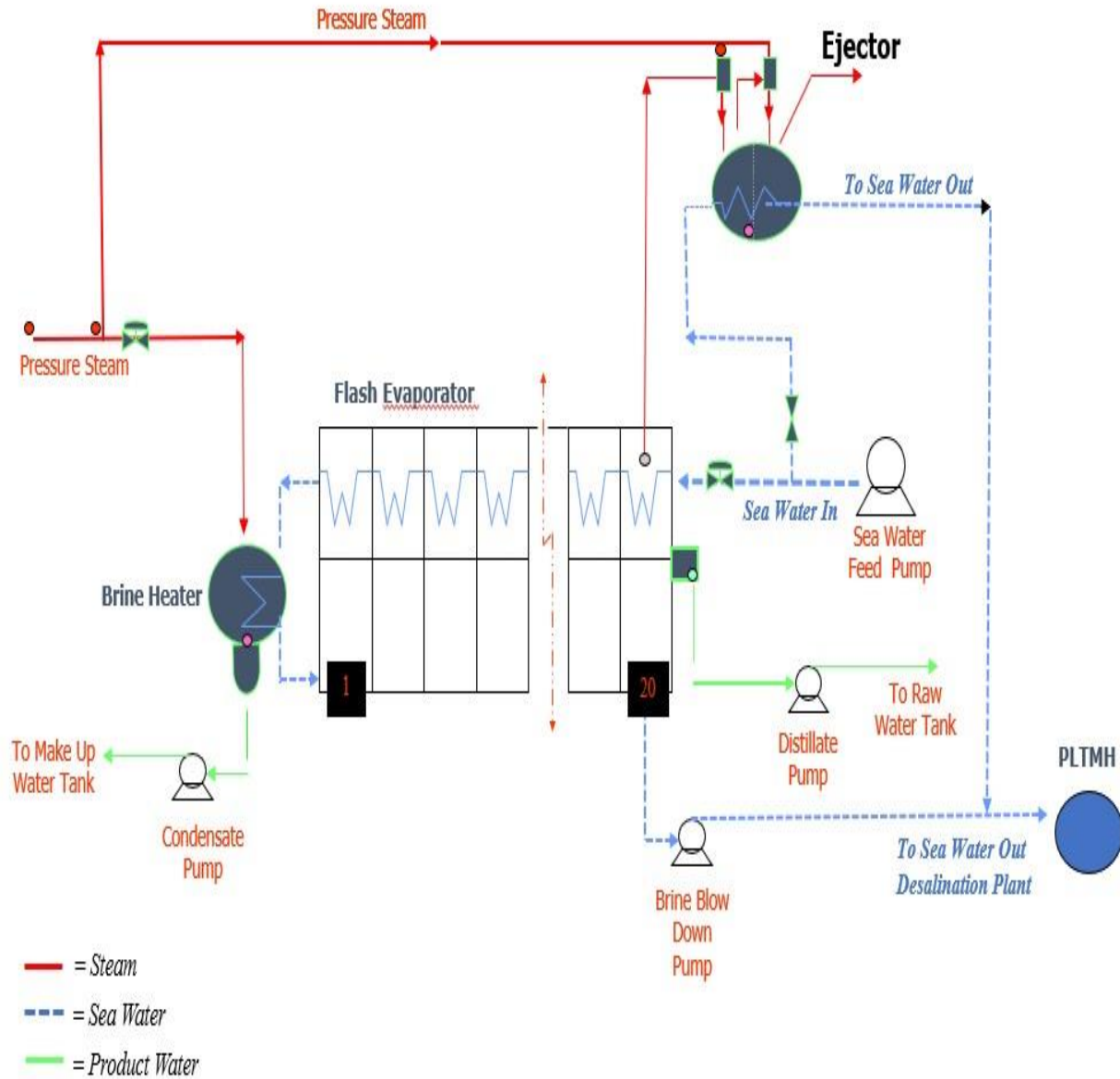
Bak Penampung	Panjang (Cm)	Lebar (Cm)	Tinggi (Cm)	Volume (M ³)
Bak I	300	170	120	7
Bak II	80	170	50	

Turbin



Sudut Pembukaan Guide valve = 60 °, 80 ° & 90 °
 Diameter luar sudu = 40 cm
 Diameter dalam sudu = 27 cm
 Jumlah sudu = 18 buah

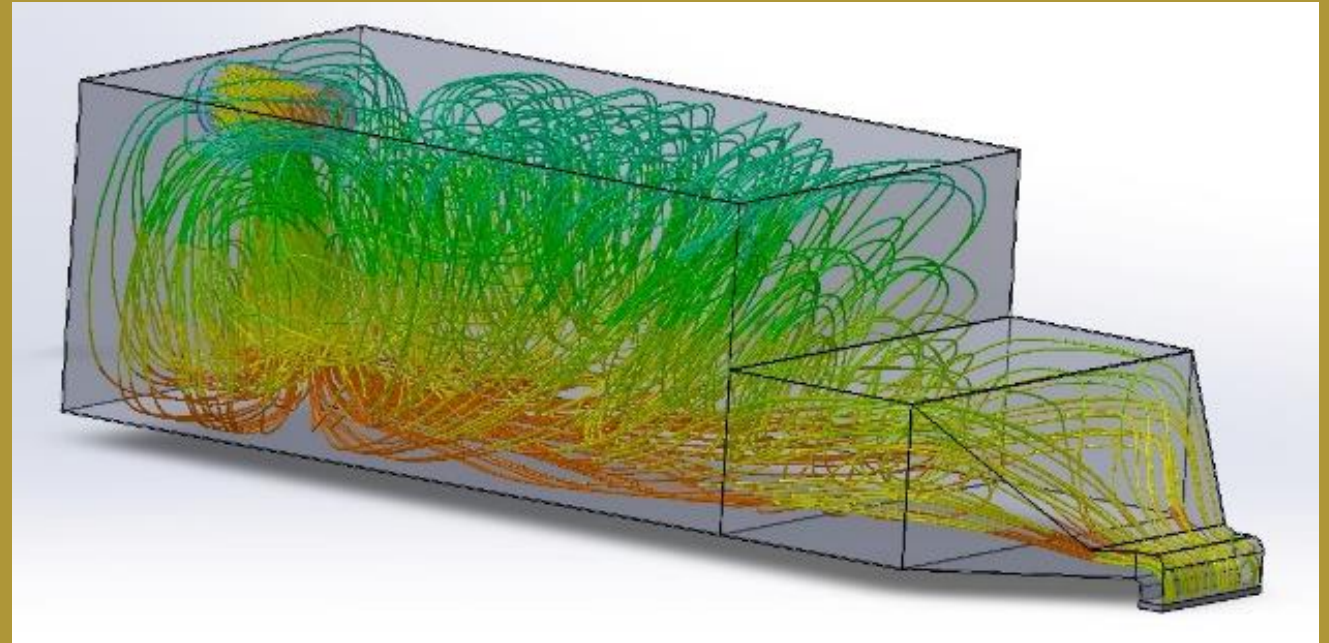
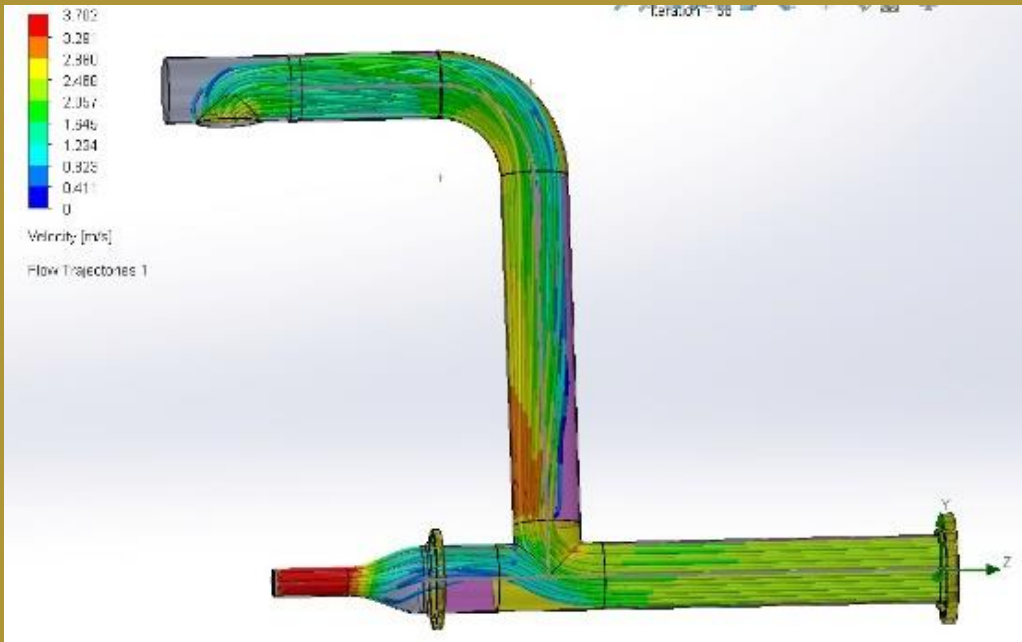
Desalination Plant



SETTING NILAI PARAMETER				
LOAD SETTER	Flow Sea Water In Evaporator (M ³ /H)	Flow Sea Water In Ejector (M ³ /H)	Distilate Water Flow (M ³ /H)	Flow Sea Water Out Desalination (M ³ /h)
50%	235	100	20,8	314
60%	260	100	25	335
70%	285	100	29,1	355
80%	310	100	33,3	376
90%	334	100	37,5	396
100%	358	100	41,57	416

Load Setter Desalination	Kapasitas aliran (M ³ /S)		Kecepatan aliran (M/S)		Tekanan aliran (Barg)	
	Sebelum Bak Penampung	Setelah Bak penampung				
	Q ₁	Q ₂	V ₁	V ₂	P ₁	P ₂
70%	0,103	0,114	2,14	1,77	2,50	1,45
	0,097	0,110	1,96	1,52	2,42	1,32
	0,108	0,119	2,27	1,83	2,68	1,50
Rata-rata	0,103	0,114	2,12	1,70	2,53	1,42

Load Setter Desalination	Kapasitas aliran (M ³ /S)		Kecepatan aliran (M/S)		Tekanan aliran (Barg)	
	Sebelum Bak Penampung	Setelah Bak penampung				
	Q ₁	Q ₂	V ₁	V ₂	P ₁	P ₂
80%	0,109	0,122	2,30	1,97	2,56	1,49
	0,112	0,126	2,51	2,10	2,69	1,53
	0,117	0,131	2,69	2,22	2,71	1,57
Rata-rata	0,112	0,126	2,50	2,10	2,65	1,53



kecepatan aliran (V_1) menggunakan simulasi **software solidwork flow simulation** dengan memasukkan parameter sebagai berikut:

$Q = 0,112 \text{ M}^3/\text{S}$ (*Load setter 80%*)

$D = 10 \text{ Inch}$

Dimana:

$Q =$ Kapasitas aliran pada flow meter (M^3/S)

$D =$ Diameter pipa pada saluran pipa sebelum bak penampung PLTMH

Data V_1 dihasilkan secara simulasi kecepatan aliran air yang masuk kedalam bak penampung sebesar 2,5 m/s, kemudian untuk mendapatkan nilai kecepatan aliran keluaran bak penampung (V_2) didapatkan dari persamaan hukum Bernoulli, didapatkan V_2 sebesar 2,1 m/s

Kapasitas/ Debit Air

$$Q = A \times V$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{lebar penampung aliran} = 0,6 \times 0,1 = 0,06 \text{ m}^2$$

$$V = 2,1 \text{ m/s}$$

Maka,

$$Q = A \times V$$

$$Q = 0,06 \text{ m}^2 \times 2,1 \text{ m/s}$$

$$Q = 0,126 \text{ m}^3/\text{s}$$

Daya Generator (P_g)

$$(P_g) = V \times I$$

Dimana:

$$P_g = \text{Daya Generator (Kw)}$$

$$V = \text{Tegangan (Volt)}$$

$$I = \text{Arus (Ampere)}$$

Maka,

$$(P_g) = V \times I$$

$$(P_g) = 61,65 \times 1,53 = 94,55 \text{ watt}$$

Daya Air

$$P_a = Q \times \rho \times g \times h$$

$$P_a = 0,126 \times 1000. \times 9,8. \times 2,2$$

$$P_a = 2716,6 \text{ Watt}$$

Efisiensi

$$\eta = P_g / P_a \times 100\%$$

Dimana:

$$\eta = \text{Efisiensi}$$

$$P_g = \text{Daya generator (Watt)}$$

$$P_a = \text{Daya air (Watt)}$$

Perhitungan:

$$\eta = P_g / P_a \times 100\%$$

$$\eta_t = (94,55 / 2716,6) \times 100\%$$

$$\eta_t = 3,48 \%$$



Karakteristik Data Penelitian

Load Setter Desalination	Sudut Kemiringan valve (°)	Putaran Turbin (Rpm)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya Generator (P)
70%	60°	95	22,3	0,64	14,27
		102	24,6	0,71	17,47
		98	22,4	0,67	15,01
		100	22,8	0,69	15,73
Rata-rata		98,75	23,02	0,67	15,62

Load Setter Desalination	Sudut Kemiringan valve (°)	Putaran Turbin (Rpm)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya Generator (P)
70%	80°	108	25,2	0,78	19,66
		105	24,9	0,73	18,18
		101	23,0	0,69	15,87
		107	24,9	0,75	18,68
Rata-rata		105,25	24,50	0,73	18,09

Load Setter Desalination	Sudut Kemiringan valve (°)	Putaran Turbin (Rpm)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya Generator (P)
70%	90°	115	28,8	0,91	26,21
		106	25,3	0,84	21,25
		119	29,3	0,97	28,42
		110	25,5	0,88	22,44
Rata-rata		112,50	27,22	0,90	24,58

Load Setter Desalination	Sudut Kemiringan valve (°)	Putaran Turbin (Rpm)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya Generator (P)
80%	60°	128	39,4	1,14	44,92
		133	43,1	1,22	52,58
		130	41,5	1,17	48,56
		135	43,7	1,25	54,63
Rata-rata		131,50	41,93	1,19	50,17

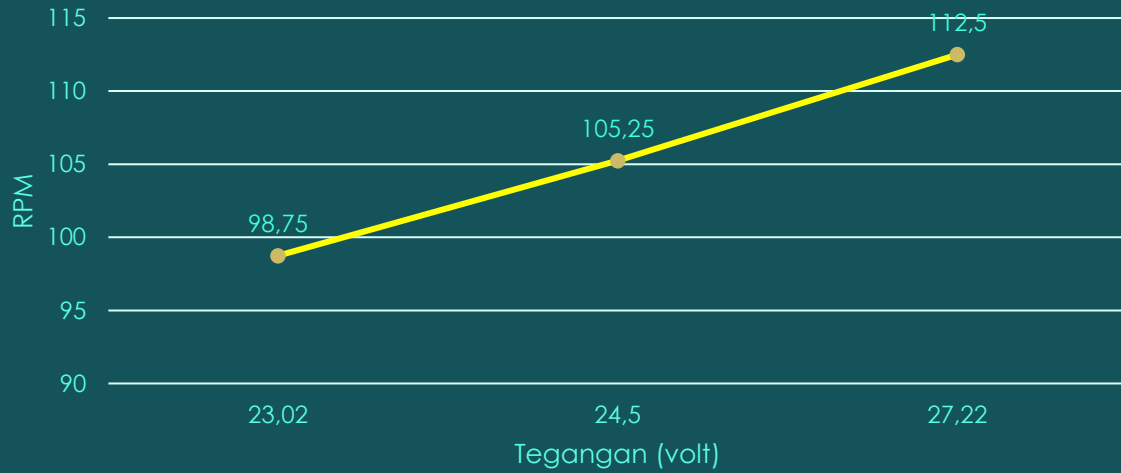
Load Setter Desalination	Sudut Kemiringan valve (°)	Putaran Turbin (Rpm)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya Generator (P)
80%	80°	164	55,3	1,31	72,44
		171	57,1	1,42	81,08
		175	57,4	1,44	82,66
		170	56,6	1,39	78,67
Rata-rata		170,00	56,60	1,39	79,14

Load Setter Desalination	Sudut Kemiringan valve (°)	Putaran Turbin (Rpm)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya Generator (P)
80%	90°	208	61,2	1,52	93,02
		214	63,8	1,60	102,08
		199	59,1	1,48	87,47
		211	62,5	1,53	95,63
Rata-rata		208	61,65	1,53	94,55

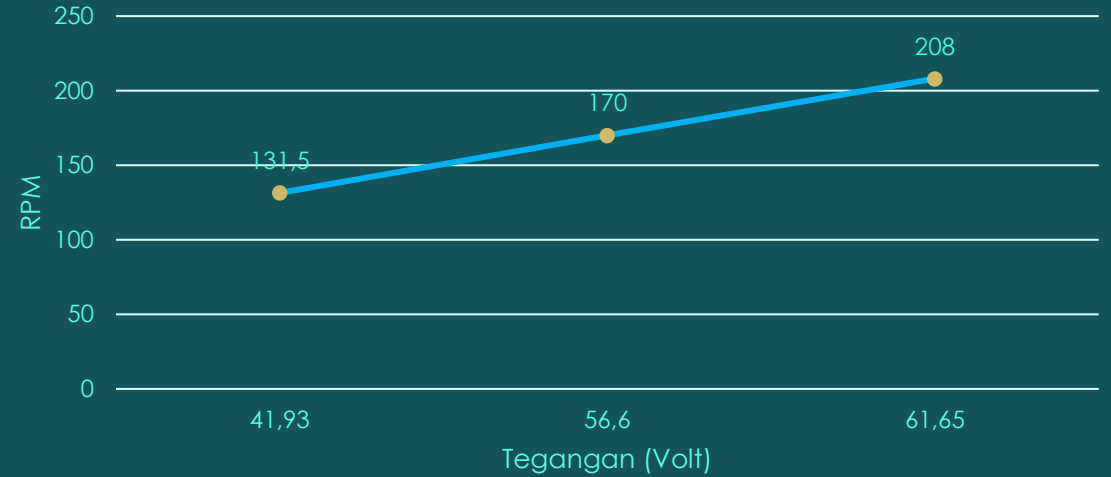


Karakteristik Grafik Tegangan & Arus

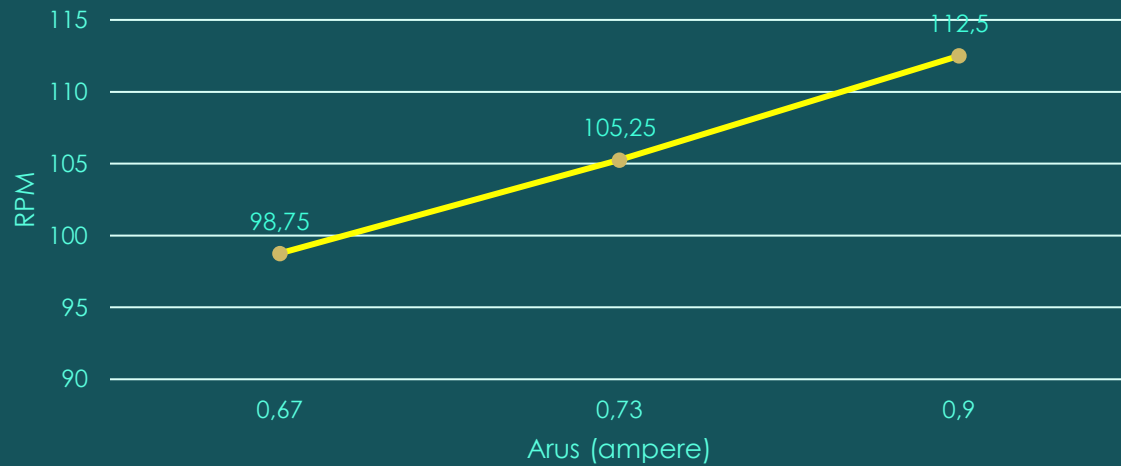
Hasil Rata-rata Tegangan LS 70%



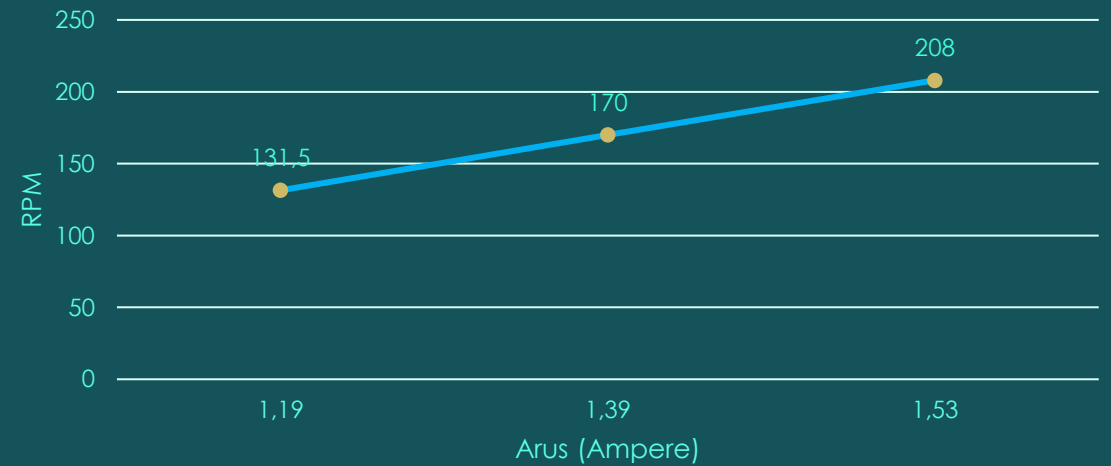
Hasil Rata-rata Tegangan LS 80%



Hasil Rata-rata Arus LS 70%



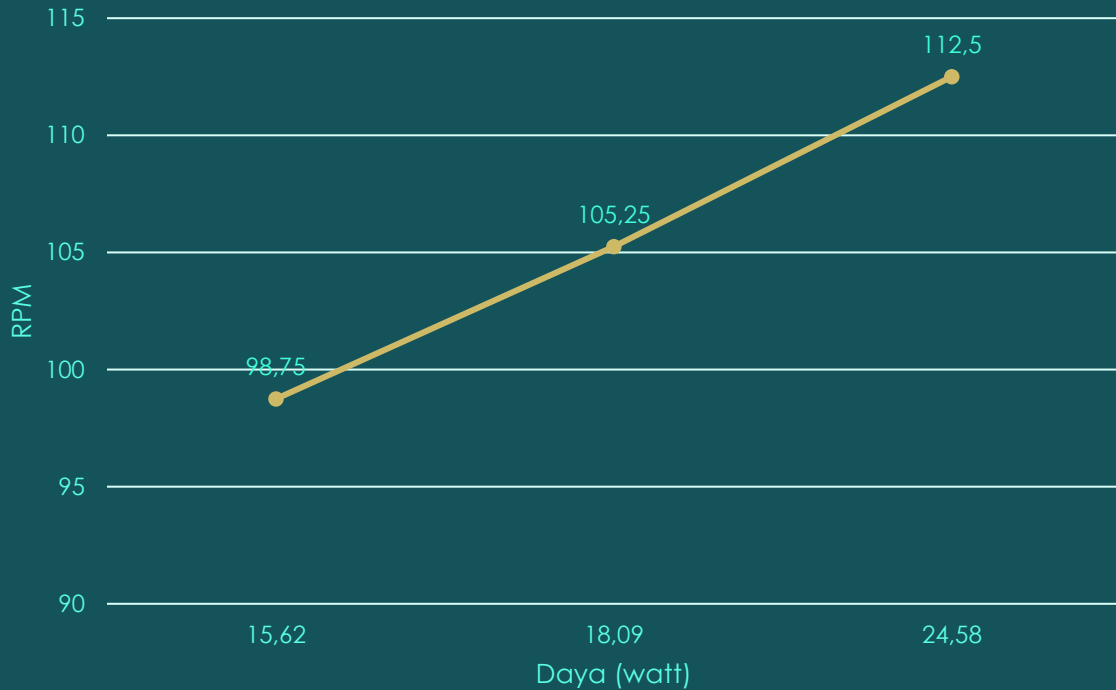
Hasil Rata-rata Arus LS 80%



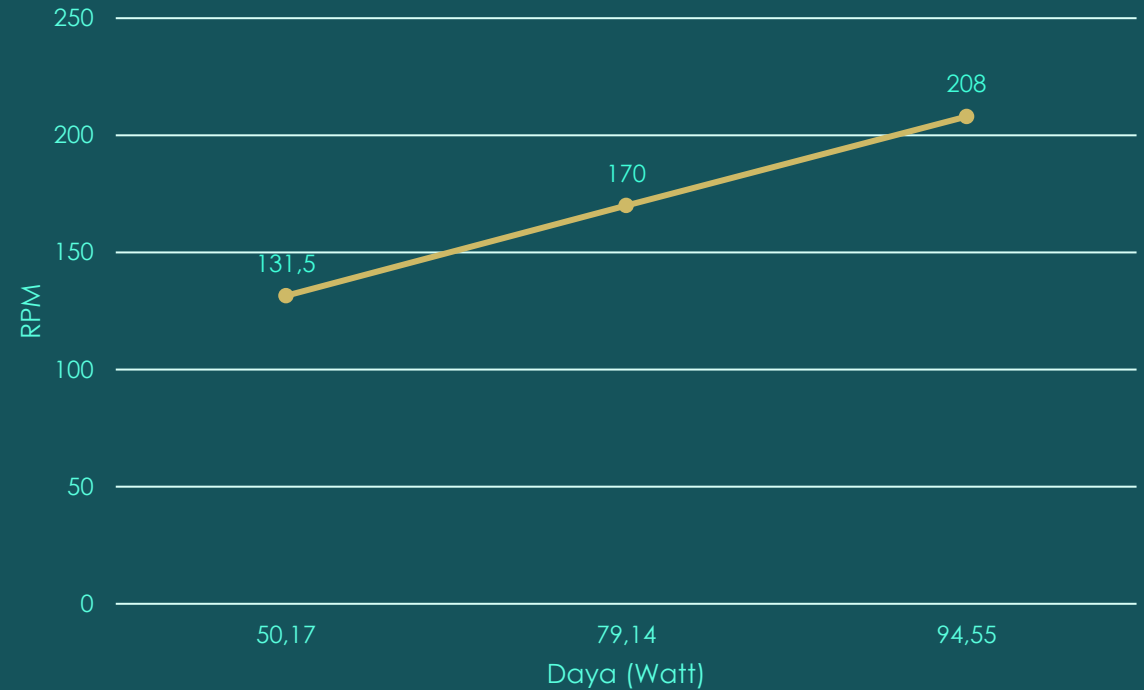


Karakteristik Grafik Daya Generator

Hasil Rata-rata Daya LS 70%



Hasil Rata-rata Daya LS 80%



Dari rata-rata didapatkan bahwa semakin besar pembukaan sudut kemiringan *guide valve* dan semakin tinggi nilai putaran turbin yang dihasilkan, maka semakin tinggi turbin akan menghasilkan nilai daya generator, pada pengujian ini rpm turbin ketika *Load setter Desalination 70%* dengan nilai rata-rata putaran turbin 112,5 rpm menghasilkan nilai rata-rata daya generator adalah 24,58 watt, sedangkan nilai tertinggi didapat ketika *Load setter Desalination 80%* dengan putaran turbin 208 rpm dan pembukaan *guide valve 90°* menghasilkan nilai daya generator yaitu 94,55 watt.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan tentang pengaruh pembukaan sudut kemiringan *guide valve* PLTMH yakni 60 °, 80 ° & 90 °, pada *Load Setter Desalination* 70% dan 80% didapatkan nilai karakteristik Daya Generator yang dihasilkan oleh turbin *crossflow* pada *sea water out desalination*, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Adanya pengaruh dari variasi kapasitas aliran terhadap daya generator. Putaran turbin dengan kapasitas aliran 0,126 m/s pada *Load Setter Desalination* 80% menghasilkan Rpm dan daya generator lebih besar dibanding kapasitas aliran 0,114 m/s pada *Load Setter Desalination* 70%.
2. Adanya pengaruh variasi sudut kemiringan terhadap daya generator. Putaran turbin dengan pembukaan sudut kemiringan 90° memiliki nilai daya generator yang paling maksimum yakni sebesar 94,55 Watt terjadi pada *Load Setter Desalination Plant* 80% saat putaran turbin sebesar 208 rpm.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardo, B., Emidiana, & Perawati. (2022). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Desa Tanjung Raman Talang Air Selepah Kecamatan Pendopo Kabupaten Empat Lawang. *Jurnal TEKNO*, 19(1), 81–92.
- Islam, M. F. A. (2021). *Pembuatan dan Pengujian Turbin Air Dengan Sudu Bentuk 1/4 Lingkaran Pada Arah Aliran Undershoot Terhadap Daya dan Efisiensi Turbin*.
- Mahendra, G. B., & Multi, A. (2020). Perancangan PLTMH Memanfaatkan Discharge Pompa Brine Blowdown Pada PLTGU. *Sinusoida*, XXII(2), 34–44.
- Nafi'uddin Amin, M. (2019). Pengaruh Turunnya Flow Brine Recirculation Pump Terhadap Kinerja Desal C Unit 5-7 PLTU Suralaya. *Jurnal Teknik Mesin*, 08(3), 224–232.
- Naryono, E., & Diniardi, S. (2009). *Analisa Perencanaan Desalination Plant 4167 Ton/Jam*.
- Nugraha, A., Ramadhan, M. N., Syarief, A., & Adianto, D. S. (2022). Analisis Kinerja Turbin Archimedes Screw Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. *ELEMEN : Jurnal Teknik Mesin*, 9(1), 48–56. <https://doi.org/10.34128/je.v9i1.183>
- Prasetio, D., Agus Sahbana, M., & Dadang Hermawan, D. (2021). Optimasi LP (Low Pressure) Auxiliary Steam Pada Desalination Plant Untuk Meningkatkan Produksi Steam Turbine PLTGU Grati. *Journal Mechanical and Manufacture Technology*, 2(1).
- Putu Andrian Wiranata, I., Gusti Ngurah Janardana, I., & Wayan Arta Wijaya, I. (2020). Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Menggunakan Turbin Cross-Flow. *Jurnal SPEKTRUM*, 7(4), 151–160.

DAFTAR PUSTAKA

- 'Ardo, B., Emidiana, & Perawati. (2022). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Desa Tanjung Raman Talang Air Selepah Kecamatan Pendopo Kabupaten Empat Lawang. *Jurnal TEKNO*, 19(1), 81–92.
- Islam, M. F. A. (2021). *Pembuatan dan Pengujian Turbin Air Dengan Sudu Bentuk 1/4 Lingkaran Pada Arah Aliran Undershoot Terhadap Daya dan Efisiensi Turbin*.
- Mahendra, G. B., & Multi, A. (2020). Perancangan PLTMH Memanfaatkan Discharge Pompa Brine Blowdown Pada PLTGU. *Sinusoida*, XXII(2), 34–44.
- Nafi'uddin Amin, M. (2019). Pengaruh Turunnya Flow Brine Recirculation Pump Terhadap Kinerja Desal C Unit 5-7 PLTU Suralaya. *Jurnal Teknik Mesin*, 08(3), 224–232.
- Naryono, E., & Diniardi, S. (2009). *Analisa Perencanaan Desalination Plant 4167 Ton/Jam*.
- Nugraha, A., Ramadhan, M. N., Syarief, A., & Adianto, D. S. (2022). Analisis Kinerja Turbin Archimedes Screw Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. *ELEMEN : Jurnal Teknik Mesin*, 9(1), 48–56. <https://doi.org/10.34128/je.v9i1.183>
- Prasetio, D., Agus Sahbana, M., & Dadang Hermawan, D. (2021). Optimasi LP (Low Pressure) Auxiliary Steam Pada Desalination Plant Untuk Meningkatkan Produksi Steam Turbine PLTGU Grati. *Journal Mechanical and Manufacture Technology*, 2(1).
- Putu Andrian Wiranata, I., Gusti Ngurah Janardana, I., & Wayan Arta Wijaya, I. (2020). Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Menggunakan Turbin Cross-Flow. *Jurnal SPEKTRUM*, 7(4), 151–160.
- Saefudin, E., Kristyadi, T., Rifki, M., & Arifin, S. (2017). Turbin Screw Untuk Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Ramah Lingkungan. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 1(3), 233–244.
- Salam, A. A., & Mahmuddin. (2021). Karakteristik Daya Dan Efisiensi Turbin Archimedes Screw Terhadap Head Konstan Yang Diuji Pada Saluran Tertutup. *Jurnal Teknik Mesin FT-UMI*, 3(2), 31–37.



Foto- Foto PLTMH

TERIMA KASIH