

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

PLTA Wadaslintang merupakan pembangkit energi listrik yang terletak di dua wilayah kabupaten: kecamatan Wadaslintang, kabupaten Wonosobo, dan kecamatan Padureso, kabupaten Kebumen, Jawa Tengah, Indonesia. Departemen Pekerja Umum serta Pemerintah Provinsi Jawa Tengah membangun Waduk Wadaslintang dengan membendung sungai Badegolan yang mempunyai aliran air rata-rata $15 \text{ m}^3/\text{s}$ yang bertujuan untuk pembangkitan listrik tenaga air dengan kemampuan produksi listrik sebanyak $2 \times 9 \text{ MW}$ dan mampu memproduksi 92 juta KWH setiap tahunnya.



Gambar 4.1 PLTA Wadaslintang

Waduk wadaslintang mempunyai isi air maksimum 433.000.000 m³, yang digunakan untuk area pertanian seluas 23.372 hektar di sebagian kabupaten Purworejo dan Kebumen. PLTA Wadaslintang termasuk dalam unit pembangkit mrica (UP Mrica). UP Mrica adalah salah satu dari delapan UP yang dimiliki oleh PT. Indonesia Power di Jawa.

4.2 Analisis Karakteristik Efisiensi Turbin dan Generator di PLTA Wadaslintang

Pada analisis mengenai perhitungan efisiensi turbin dan generator di PLTA Wadaslintang ini menggunakan data operasi harian yang terdapat pada PLTA Wadaslintang. Data tersebut terkait dengan tegangan, arus, cos phi, *elevasi intake*, *elevasi tailrace*, *out flow*, massa jenis air, percepatan gravitasi bumi.

Data yang dianalisis dalam pembahasan kali ini yaitu data operasi harian terkait perhitungan efisiensi turbin dan generator di PLTA Wadaslintang yang diperoleh dan diamati selama 30 hari dimulai dengan tanggal 9 Mei 2018 hingga 6 Juni 2018. Berikut adalah data operasi harian PLTA Wadaslintang.

Tabel 4.1 data operasi harian turbin dan generator

HARI KE	ELEVASI INTAKE (mdpl)	ELEVASI TAILRACE (mdpl)	OUT FLOW (m ³ /s)	MASSA JENIS AIR (kg/m ³)	PERCEPATAN GRAVITASI BUMI (m/s ²)	DAYA TURBIN (KW)	TEGANGAN (V)	ARUS (A)	COS PHI (φ)
1	180.77	84.75	8.85	1000	9,8	8254.60	6300	815	0.9
2	180.62	84.74	8.85	1000	9,8	8233.80	6300	815	0.9
3	180.47	84.32	8.85	1000	9,8	8213.24	6300	817	0.9
4	180.30	84.20	8.85	1000	9,8	8192.45	6300	819	0.9
5	180.10	84.10	8.80	1000	9,8	8171.30	6300	822	0.9
6	179.93	83.90	8.80	1000	9,8	8150.65	6300	820	0.9
7	179.76	83.72	8.75	1000	9,8	8088.20	6300	820	0.9
8	179.56	83.57	8.75	1000	9,8	8067.50	6300	829	0.9
9	179.38	83.37	8.75	1000	9,8	8046.74	6300	833	0.9
10	179.22	83.22	8.75	1000	9,8	8026.03	6300	833	0.9

Tabel 4.1 data operasi harian turbin dan generator (lanjutan)

HARI KE	ELEVASI INTAKE (mdpl)	ELEVASI TAILRACE (mdpl)	OUT FLOW (m ³ /s)	MASSA JENIS AIR (kg/m ³)	PERCEPATAN GRAVITASI BUMI (m/s ²)	DAYA TURBIN (KW)	TEGANGAN (V)	ARUS (A)	COS PHI (φ)
11	178.96	82.95	8.75	1000	9,8	8005.10	6300	833	0.9
12	178.90	82.89	8.70	1000	9,8	7984.20	6300	837	0.9
13	178.85	82.83	8.70	1000	9,8	7963.60	6300	837	0.9
14	178.75	82.72	8.70	1000	9,8	7942.80	6300	842	0.9
15	178.60	82.63	8.70	1000	9,8	7921.80	6300	846	0.9
16	178.33	82.36	8.70	1000	9,8	7900.72	6300	850	0.9
17	178.22	82.21	8.65	1000	9,8	7880.27	6300	850	0.9
18	177.95	81.96	8.65	1000	9,8	7859.44	6300	860	0.9
19	177.95	81.96	8.65	1000	9,8	7838.45	6300	860	0.9
20	177.87	81.85	8.60	1000	9,8	7817.42	6300	860	0.9
21	177.49	81.44	8.60	1000	9,8	7796.90	6300	865	0.9

Tabel 4.1 data operasi harian turbin dan generator (lanjutan)

HARI KE	ELEVASI INTAKE (mdpl)	ELEVASI TAILRACE (mdpl)	OUT FLOW (m ³ /s)	MASSA JENIS AIR (kg/m ³)	PERCEPATAN GRAVITASI BUMI (m/s ²)	DAYA TURBIN (KW)	TEGANGAN (V)	ARUS (A)	COS PHI (ϕ)
22	177.11	81.10	8.60	1000	9,8	7777.15	6300	867	0.9
23	176.92	80.90	8.55	1000	9,8	7756.33	6300	867	0.9
24	176.72	80.73	8.55	1000	9,8	7735.65	6300	868	0.9
25	176.52	80.49	8.50	1000	9,8	7714.97	6300	870	0.9
26	176.30	80.33	8.50	1000	9,8	7694.27	6300	870	0.9
27	176.10	80.09	8.50	1000	9,8	7673.65	6300	870	0.9

Pada tabel 4.1 data yang digunakan untuk proses analisis dan perhitungan ini adalah *elevasi intake* (mdpl), *elevasi tailrace* (mdpl), *out flow* (m³/s), massa jenis air (kg/m³), percepatan gravitasi bumi (m/s²), tegangan (V), arus (A), cos phi (φ).

4.3 Analisis Perhitungan Efisiensi Turbin dan Generator Pada PLTA Wadaslintang

4.3.1 Efisiensi Turbin

PLTA Wadaslintang memiliki 2 turbin dengan tipe turbin francis. Jenis turbin ini biasanya dipakai pada ketinggian berkisar 200 – 400m. Turbin francis akan berputar ketika proses pemanfaatan dari kecepatan debit air yang menabrak baling-baling turbin. Efisiensi turbin merupakan suatu unjuk kerja/performa suatu mesin turbin untuk menghasilkan suatu daya dimana perbandingan yang dihasilkan dengan kinerja mesin turbin. Maka rumus yang didapatkan sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi Turbin } (\eta_T) = \frac{Pt}{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H} \times 100\%$$

4.3.2 Perhitungan Efisiensi Turbin

Berdasarkan data yang diperoleh untuk perhitungan efisiensi turbin maka dapat dilakukan sebagai berikut:

Perhitungan efisiensi turbin hari ke-1:

$$P_t: 8254.60 \text{ kW} = 8254600 \text{ watt}$$

$$\rho: 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g: 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$Q: 8.85 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H: 180.77 - 84.75 = 96.02 \text{ mdpl}$$

$$(\eta T) = \frac{pt}{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H} \times 100\%$$

$$= \frac{8254600 \text{ watt}}{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 8.85 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 96.02 \text{ mdpl}} \times 100\%$$

$$= \frac{8254600 \text{ watt}}{1000 \cdot 9.8 \cdot 8.85 \cdot 96.02} \times 100\%$$

$$= \frac{8254600 \text{ watt}}{8327814.6} \times 100\%$$

$$= 0.9912084258$$

$$(\eta T) = 99.12\%$$

Perhitungan efisiensi turbin hari ke-2:

$$P_t: 8223.80 \text{ kW} = 8223800 \text{ watt}$$

$$\rho: 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g: 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$Q: 8.85 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H: 180.62 - 84.74 = 95.88 \text{ mdpl}$$

$$(\eta T) = \frac{pt}{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H} \times 100\%$$

$$= \frac{8223800 \text{ watt}}{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 8.85 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 95.88 \text{ mdpl}} \times 100\%$$

$$= \frac{8223800 \text{ watt}}{1000 \cdot 9.8 \cdot 8.85 \cdot 95.88} \times 100\%$$

$$= \frac{8223800 \text{ watt}}{8315672.4} \times 100\%$$

$$= 0.9889518976$$

$$(\eta T) = 98.89\%$$

Perhitungan efisiensi turbin hari ke-3:

$$Pt: 8213.24 \text{ kW} = 8213240 \text{ watt}$$

$$\rho: 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g: 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$Q: 8.85 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H: 180.47 - 84.32 = 96.15 \text{ mdpl}$$

$$\begin{aligned}
 (\eta T) &= \frac{pt}{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H} \times 100\% \\
 &= \frac{8213240 \text{ watt}}{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 8.85 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 96.15 \text{ mdpl}} \times 100\% \\
 &= \frac{8213240 \text{ watt}}{1000 \cdot 9.8 \cdot 8.85 \cdot 96.15} \times 100\% \\
 &= \frac{8213240 \text{ watt}}{8339089.5} \times 100\% \\
 &= 0.9849084843
 \end{aligned}$$

$$(\eta T) = 98.49\%$$

Perhitungan efisiensi turbin hari ke-4:

$$Pt: 8192.45 \text{ kW} = 8192450 \text{ watt}$$

$$\rho: 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g: 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$Q: 8.85 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H: 180.30 - 84.20 = 96.1 \text{ mdpl}$$

$$\begin{aligned}
 (\eta T) &= \frac{pt}{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H} \times 100\% \\
 &= \frac{8192450 \text{ watt}}{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 8.85 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 96.1 \text{ mdpl}} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= \frac{8192450 \text{ watt}}{1000.9.8.8.85.96.1} \times 100\%$$

$$= \frac{8192450 \text{ watt}}{8334753} \times 100\%$$

$$= 0.9829265486$$

$$(\eta T) = 98.29\%$$

Perhitungan efisiensi turbin hari ke-5:

$$P_t: 8171.30 \text{ kW} = 8171300 \text{ watt}$$

$$\rho: 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g: 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$Q: 8.80 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H: 180.10 - 83.68 = 96.42 \text{ mdpl}$$

$$(\eta T) = \frac{p_t}{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H} \times 100\%$$

$$= \frac{8171300 \text{ watt}}{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 8.80 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 96.42 \text{ mdpl}} \times 100\%$$

$$= \frac{8171300 \text{ watt}}{1000.9.8.8.80.96.42} \times 100\%$$

$$= \frac{8171300 \text{ watt}}{8315260.8} \times 100\%$$

$$= 0.9826871576$$

$$(\eta T) = 98.26\%$$

Tabel 4.2 Perhitungan efisiensi turbin

HARI KE	ELEVASI INTAKE (mdpl)	ELEVASI TAILRACE (mdpl)	OUT FLOW (m ³ /s)	MASSA JENIS AIR (kg/m ³)	PERCEPATAN GRAVITASI BUMI (m/s ²)	DAYA TURBIN (KW)	EFISIENSI TURBIN (%)
1	180.77	84.75	8.85	1000	9,8	8254.60	99.12%
2	180.62	84.74	8.85	1000	9,8	8233.80	98.89%
3	180.47	84.32	8.85	1000	9,8	8213.24	98.49%
4	180.30	84.20	8.85	1000	9,8	8192.45	98.29%
5	180.10	83.68	8.80	1000	9,8	8171.30	98.26%
6	179.93	83.72	8.80	1000	9,8	8150.65	98.23%
7	179.76	83.72	8.80	1000	9,8	8088.20	98.21%
8	179.56	83.57	8.75	1000	9,8	8067.50	98.01%
9	179.38	83.37	8.75	1000	9,8	8046.74	97.73%
10	179.22	83.22	8.75	1000	9,8	8026.03	97.49%

Tabel 4.2 perhitungan efisiensi turbin (lanjutan)

HARI KE	ELEVASI INTAKE (mdpl)	ELEVASI TAILRACE (mdpl)	OUT FLOW (m ³ /s)	MASSA JENIS AIR (kg/m ³)	PERCEPATAN GRAVITASI BUMI (m/s ²)	DAYA TURBIN (KW)	EFISIENSI TURBIN (%)
11	178.96	82.95	8.75	1000	9,8	8005.10	97.23%
12	178.90	82.52	8.70	1000	9,8	7984.20	97.16%
13	178.85	82.65	8.70	1000	9,8	7963.60	97.09%
14	178.75	82.72	8.70	1000	9,8	7942.80	97.01%
15	178.60	82.63	8.70	1000	9,8	7921.80	96.81%
16	178.33	82.36	8.70	1000	9,8	7900.72	96.55%
17	178.22	81.88	8.65	1000	9,8	7880.27	96.49%
18	177.95	81.84	8.65	1000	9,8	7859.44	96.46%
19	177.95	82.03	8.65	1000	9,8	7838.45	96.40%
20	177.87	81.61	8.60	1000	9,8	7817.42	96.35%
21	177.49	81.44	8.60	1000	9,8	7796.90	96.31%

Tabel 4.2 perhitungan efisiensi turbin (lanjutan)

HARI KE	ELEVASI INTAKE (mdpl)	ELEVASI TAILRACE (mdpl)	OUT FLOW (m ³ /s)	MASSA JENIS AIR (kg/m ³)	PERCEPATAN GRAVITASI BUMI (m/s ²)	DAYA TURBIN (KW)	EFISIENSI TURBIN (%)
22	177.11	81.10	8.60	1000	9,8	7777.15	96.11%
23	176.92	80.53	8.55	1000	9,8	7756.33	96.03%
24	176.72	80.44	8.55	1000	9,8	7735.65	95.88%
25	176.52	79.80	8.50	1000	9,8	7714.97	95.75%
26	176.30	79.71	8.50	1000	9,8	7694.27	95.62%
27	176.10	79.62	8.50	1000	9,8	7673.65	95.48%

Pada hasil perhitungan diatas dapat dilihat pada tabel tersebut bahwa unjuk kerja mesin turbin dalam keadaan baik dan optimal karena nilai efisiensi turbin melebihi dari 50%. Apabila nilai efisiensi kurang dari 50% maka unjuk kerja mesin turbin dalam keadaan tidak baik dan belum optimal. Hari pertama efisiensi turbin yang didapatkan dari hasil perhitungan adalah 99.12%. pada hari kedua turun efisiensinya menjadi 98.89%. perbandingan efisiensi hari pertama dan hari kedua adalah 0.23%. Perbandingan tersebut disebabkan karena elevasi intake dan daya turbin mengalami penurunan nilai setiap harinya. Daya turbin berbanding lurus dengan elevasi intake. Hal ini dapat dilihat ketika elevasi intake tinggi daya turbin juga tinggi begitupun juga sebaliknya ketika elevasi intake rendah maka daya turbin juga rendah. Turunnya elevasi intake dipengaruhi oleh tekanan/pressure. Apabila tekanan tinggi maka elevasi intake tinggi begitupun sebaliknya. *factor* air yang mulai berkurang bisa menyebabkan elevasi intake rendah dikarenakan musim kemarau.

4.3.3 Efisiensi Generator

Efisiensi generator merupakan perbandingan antara daya keluaran atau daya masukan generator. Daya masukan generator sama dengan daya yang dihasilkan turbin. Sebelum menghitung efisiensi generator, harus menghitung daya aktual generator tersebut setelah itu mulai menghitung efisiensi generator. Berikut rumus yang didapatkan untuk menghitung daya aktual generator dan efisiensi generator:

$$P_{actual} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$$

$$\eta_{gen} = \frac{P_{actual}}{P} \times 100\%$$

Dimana:

V: Tegangan

I: Arus

P_{actual}: Daya aktual generator

P: Daya nominal

η_{gen} : Efisiensi Generator

4.3.4 Perhitungan Efisiensi Generator

Berdasarkan data yang diperoleh untuk perhitungan efisiensi generator maka dapat dilakukan sebagai berikut:

Perhitungan daya aktual generator hari ke-1:

V: 6300 Volt = 6,3 KV

I: 815 Ampere

φ : 0,9

$$P_{actual} = \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Cos Phi}$$

$$= 1,73 \times 6,3 \times 815 \times 0,9$$

$$= 7,9 \text{ MW}$$

Perhitungan efisiensi generator hari ke-1:

$$P: 8,8 \text{ MW}$$

$$P_{actual}: 7,9 \text{ MW}$$

$$\eta_{gen} = \frac{P_{actual}}{P} \times 100\%$$

$$= \frac{7,9}{8,8} \times 100\%$$

$$= 89,77\%$$

Perhitungan daya aktual generator hari ke-2:

$$V: 6300 \text{ Volt} = 6,3 \text{ KV}$$

$$I: 815 \text{ Ampere}$$

$$\varphi: 0,9$$

$$P_{actual} = \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Cos Phi}$$

$$= 1,73 \times 6,3 \times 815 \times 0,9$$

$$= 7,9 \text{ MW}$$

Perhitungan efisiensi generator hari ke-2:

P: 8,8 MW

P_{actual} : 7,9 MW

$$\eta_{gen} = \frac{P_{actual}}{P} \times 100\%$$

$$= \frac{7,9}{8,8} \times 100\%$$

$$= 89,77\%$$

Perhitungan daya aktual generator hari ke-3:

V: 6300 Volt = 6,3 KV

I: 817 Ampere

φ : 0,9

$$P_{actual} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \Phi$$

$$= 1,73 \times 6,3 \times 817 \times 0,9$$

$$= 8,01 \text{ MW}$$

Perhitungan efisiensi generator hari ke-3:

P: 8,8 MW

P_{actual} : 8,01 MW

$$\eta_{gen} = \frac{P_{actual}}{P} \times 100\%$$

$$= \frac{8,01}{8,8} \times 100\%$$

$$= 91,02\%$$

Perhitungan daya aktual turbin hari ke-4:

V: 6300 Volt = 6,3 KV

I: 819 Ampere

φ : 0,9

$$P_{actual} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \Phi$$

$$= 1,73 \times 6,3 \times 819 \times 0,9$$

$$= 8,03 \text{ MW}$$

Perhitungan efisiensi generator hari ke-4:

P: 8,8 MW

P_{actual} : 8,03 MW

$$\eta_{gen} = \frac{P_{actual}}{P} \times 100\%$$

$$= \frac{8,03}{8,8} \times 100\%$$

$$= 91,25\%$$

Perhitungan daya aktual turbin hari ke-5:

V: 6300 Volt = 6,3 KV

I: 822 Ampere

φ : 0,9

$$P_{actual} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \Phi$$

$$= 1,73 \times 6,3 \times 822 \times 0,9$$

$$= 8,06 \text{ MW}$$

Perhitungan efisiensi generator hari ke-5:

P: 8,8 MW

P_{actual} : 8,06 MW

$$\eta_{gen} = \frac{P_{actual}}{P} \times 100\%$$

$$= \frac{8,06}{8,8} \times 100\%$$

$$= 91,59\%$$

Tabel 4.3 Perhitungan efisiensi generator

HARI KE	TEGANGAN (V)	ARUS (A)	Cos Phi (φ)	FREKUENSI (F)	DAYA AKTUAL (P)	DAYA NOMINAL (P)	SELISIH DAYA (P)	EFISIENSI GENERATOR (%)
1	6300	815	0.9	50	7,9	8,8	0,8977	89,77%
2	6300	815	0.9	50	7,9	8,8	0,8977	89.77%
3	6300	817	0.9	50	8,01	8,8	0,9102	91.02%
4	6300	819	0.9	50	8,03	8,8	0,9125	91.25%
5	6300	822	0.9	50	8,06	8,8	0,9159	91.59%
6	6300	820	0.9	50	8,04	8,8	0,9136	91.36%
7	6300	820	0.9	50	8,04	8,8	0,9136	91.36%
8	6300	829	0.9	50	8,13	8,8	0,9238	92.38%
9	6300	833	0.9	50	8,17	8,8	0,9284	92.84%
10	6300	833	0.9	50	8,17	8,8	8026.03	92.84%
11	6300	833	0.9	50	8,17	8,8	8005.10	92.84%

Tabel 4.3 perhitungan efisiensi generator (lanjutan)

HARI KE	TEGANGAN (V)	ARUS (A)	Cos Phi (φ)	FREKUENSI (F)	DAYA AKTUAL (P)	DAYA NOMINAL (P)	SELISIH DAYA (P)	EFISIENSI GENERATOR (%)
12	6300	837	0.9	50	8,21	8,8	0,9329	93.29%
13	6300	837	0.9	50	8,21	8,8	0,9329	93.29%
14	6300	842	0.9	50	8,25	8,8	0,9375	93.75%
15	6300	846	0.9	50	8,29	8,8	0,9420	94.20%
16	6300	850	0.9	50	8,33	8,8	0,9465	94.65%
17	6300	850	0.9	50	8,33	8,8	0,9465	94.65%
18	6300	860	0.9	50	8,43	8,8	0,9579	95.79%
19	6300	860	0.9	50	8,43	8,8	0,9579	95.79%
20	6300	860	0.9	50	8,43	8,8	0,9579	95.79%
21	6300	865	0.9	50	8,48	8,8	0,9636	96.36%
22	6300	867	0.9	50	8,5	8,8	0,9659	96.59%
23	6300	867	0.9	50	8,5	8,8	0,9659	96.59%

Tabel 4.3 perhitungan efisiensi generator (lanjutan)

HARI KE	TEGANGAN (V)	ARUS (A)	Cos Phi (φ)	FREKUENSI (F)	DAYA AKTUAL (P)	DAYA NOMINAL (P)	SELISIH DAYA (P)	EFISIENSI GENERATOR (%)
24	6300	868	0.9	50	8,51	8,8	0,9670	96.70%
25	6300	870	0.9	50	8,53	8,8	0,9693	96.93%
26	6300	870	0.9	50	8,53	8,8	0,9693	96.93%
27	6300	870	0.9	50	8,53	8,8	0,9693	96.93%

Pada hasil perhitungan diatas dapat dilihat pada tabel tersebut bahwa unjuk kerja generator dalam keadaan sangat baik dan optimal karena nilai efisiensi generator melebihi dari 50%. Apabila nilai efisiensi kurang dari 50% maka unjuk kerja generator dalam keadaan tidak baik dan belum optimal. Hari pertama efisiensi generator yang didapatkan dari hasil perhitungan adalah 89,77%, hari kedua 89,77%, hari ketiga 91,02%, hari keempat 91,25%, dan hari kelima 91,59%. perbandingan efisiensi hari pertama, kedua, ketiga, keempat, dan kelima adalah pada beban. hal ini dikarenakan pada beban mengalami perubahan nilai arus setiap harinya. Sehingga pada beban mengalami perubahan. Perubahan beban tersebut merupakan suatu realitas dalam batas wajar. Tegangan stabil 6,3 kv karena dijaga otomatis oleh AVR. Sedangkan frekuensi stabil karena putaran kecepatan generator dipengaruhi oleh air yang memutar turbin. Bila tekanan dan debit air tinggi maka torsi yang dihasilkan semakin besar dan begitupun sebaliknya. Daya aktual adalah daya yang dihasilkan generator sedangkan daya nominal adalah daya standar dari generator itu sendiri. Penurunan efisiensi generator bisa disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya sudah melemahnya kemampuan kerja generator maupun meningkatnya rugi-rugi yang ada pada generator. Pada buku *Electric Machinery Fundamentals, S.J. Chapman* dijelaskan bahwa rugi-rugi generator meliputi rugi-rugi panas pada kumparan (*winding*) dan rugi-rugi pada inti generator (*core*), serta rugi-rugi mekanik akibat gesekan terhadap udara pada saat berputar. Nilai efisiensi generator bisa melebihi dari 50% karena pada generator tidak terdapat rugi-rugi tersebut.