Dampak Sampah Plastik Terhadap Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Kapasitas 180 MW

Khayruz Zaky
Institut Teknologi Nasional
Khayruzzaky0@gmail.com

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator. Namun pada saat ini aktifitas manusia menghasilkan sampah padat yang sebagian diantaranya dibuang secara langsung kelingkungan, diantara sampah tersebut terdapat sampah plastik yang mengganggu kinerja turbin dari Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Sehingga perlu dikaji lebih lanjut kerugian yang dialami Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang diakibatkan oleh sampah plastik. Metodologi yang diganukan yaitu melakukan pengumpulan data, menghitung effesiensi sistem yang terjadi dengan menggunakan rumus efisiensi dan menghitung kerugian energi yang diakibatkan oleh sampah plastik. Hasil dari kajian ini terdapat penurunan efisiensi sistem yang diakibatkan oleh sampah plastik sehingga menurunkan energi yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Total kerugian energi yang dihasilkan oleh pembersihan sampah dikarenakan harus melakukan pemberhentian sistem kerja pembangkit listrik sebesar 16.383,85 MWh dimana kerugian energi pada turbin #1 sebesar 8137,36 MWh dan pada turbin #2 sebesar 8246,49 MWh dan total kerugian energi yang diakibatkan oleh penurunan efisiensi sebesar 33.528,56 MWh dimana kerugian karena penurunan efisiensi pada turbin #1 sebesar 13146,87 MWh dan pada turbin #2 sebesar 20381 MWh. Dengan memperpanjang waktu pembersihan sampah dari 30 hari sekali menjadi 45 hari sekali dan dengan melakukan sosialisasi dan menyediakan dump truck dapat meminimalisir kerugian yang dialami oleh Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).

Kata kunci: Turbin Francis, Efisiensi, Energi

ABSTRACT

Hydroelectric Power (HEPP) is a form of energy change from hydropower with a certain height and discharge into electric power, using water turbines and generators. However, at this time human activities produce solid waste, some of which is disposed of directly to the environment, among the waste there is plastic waste that interferes with the turbine performance of the Hydroelectric Power Plant (HEPP). So it is necessary to study further the losses experienced by Hydroelectric Power Plants (HEPP) caused by plastic waste. The methodology used is to collect data, calculate system efficiency that occurs using efficiency formulas and calculate energy losses caused by plastic waste. The result of this study is that there is a decrease in system efficiency caused by plastic waste, thereby reducing the energy produced by Hydroelectric Power Plants (HEPP). The total energy loss generated by cleaning the waste due to having to stop the power plant work system is 16,383.85 MWh where the energy loss in turbine #1 is 8137.36 MWh and in turbine #2 is 8246.49 MWh and the total energy loss caused by a decrease in efficiency of 33,528.56 MWh where the loss due to a decrease in efficiency in turbine #1 is 13146.87 MWh and in turbine #2 is 20381 MWh. By extending the waste cleaning time from every 30 days to once every 45 days and by conducting socialization and

providing dump trucks, it can minimize the losses experienced by Hydroelectric Power Plants (HEPP)

Keywords : *Francis Turbine, Efficiency, Energy*

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah suatu pembangkit listrik dengan media kerja air. Secara umum, Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah mesin konversi energi yang terdiri dari dam (bendungan), reservoir, penstock (pipa pesat), turbin, draft tube, power house dan electricity terminal. Dalam suatu sistem PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air), turbin merupakan suatu peralatan utama selain generator. Sistem kerjanya adalah dengan memanfaatkan arus aliran air dari sungai yang kemudian di tampung pada sebuah dam (bendungan) yang kemudian dialirkan pada suatu rangkaian pipa agar energi potensial air dapat diubah menjadi energi kinetik, sehingga pada akhirnya diubah kembali menjadi energi mekanis untuk menggerakkan atau memutarkan turbin hal tersebut menyebabkan generator yang seporos dengan turbin dapat berputar, maka dengan proses yang terjadi tersebut induksi elektromagnetik yang menghasilkan energi listrik. **(Wahyu Hidayat, 2019)**

Saat ini Listrik sudah menjadi kebutuhan pokok setiap orang baik yang ada di kota besar maupun yang ada di desa. bahkan setiap tahun mengalami peningkatan saat kebutuhan listrik .Untuk mendukung penyediaan listrik yang cukup. Sehingga di harapkan dengan keadaan zaman sekarang ini sehingga manusia dapat menyesuaikan . **(Kristin Veronika, 2021)**

Pada saat ini aktifitas manusia baik domestik maupun non domestik menghasilkan limbah padat yang sebagian diantaranya dibuang secara langsung kelingkungan seperti halnya ke sungai. Diantara sampah tersebut terdapat sampah plastik yang mengganggu kinerja turbin dari Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Karena adanya sampah plastik maka perlunya melakukan analisa terhadap kerugian yang dialami Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) kapasitas 180 MW tahun 2018.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian kali ini bertujuan untuk melihat kerugian yang diperoleh oleh Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) kapasitas 180 MW yang diakibatkan oleh sampah plastik dengan menghitung kerugian yang dialami saat pembersihan sampah dikarenakan harus melakukan pemberhentian kerja pembangkit listrik, penurunan effesiensi sistem dan solusi untuk mengurangi kerugian yang diperoleh oleh Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) kapasitass 180 MW selama satu tahun

Penelitian kali dimulai dengan studi literatur yang terkait dan melakukan pengumpulkan data tinggi permukaan air dan operasional, pengumpulan data ini diperlukan untuk menghitung Head Losses, Effesiensi dan Energi. Setelah melakukan pengumpulan data dilanjutkan dengan melakukan perhitungan kerugian energi yang diakibatkan oleh maintenance dan kerugian yang diakibatkan oleh penurunan effesiensi pada turbin, setelah itu diperoleh hasil pembahasan, analisa dan kesimpulan.

<u>Peformance Test</u>

Berikut adalah peformance test yang dilakukan pada penelitian Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) kapasitas 180 MW.

Tabel 1. Peformance Test

		0%	50%	85%	90%	109%
Active power	MW	0	44,8	76,3	81	90
Tailrace water level	m	734,14	734,14	734,14	734,14	734,14
Reservoir water level	m	903,96	903,96	903,96	903,96	903,96
Spiral Case Press	Mpa	1,657	1,65	1,6379	1,634	1,61
Debit	m^3/det	4,1	30,13	49,63	51,8	61,5

Pada penelitian peformance test ini dilakukan 5 kali pengujian dengan persentase daya generator yang berbeda. Active power akan ikut meningkat ketika persentase daya generatornya meningkat, tailrace water level dan reservoir water level tetap sama ketika persentase daya generatornya meningkat dan spiral case pressnya mengalami penurunan ketika persentase daya generatornya meningkat.

Daya Generator

Rata-rata daya generator bulanan selama tahun 2018

Tabel 2. Rata rata daya generator bulanan turbin #1 dan turbin #2 tahun 2018

	#1	#2
	MW	MW
Januari	80,69	78,81
Februari	78,21	80,38
Maret	80,91	81,74
April	76,98	80,27
Mei		85,39
Juni	77,36	85,73
Juli	81,10	78,91
Agustus	80,22	79,12
September	78,33	79,05
Oktober	75,39	78,44
November	76,44	79,89
Desember	74,95	78,26

Tabel 2 menunjukan rata-rata daya power generator selama 1 tahun didapatkan daya power generator paling tinggi terjadi pada bulan juni di turbin #2 sebesar 85,73 MW dan power generator terendah terjadi pada bulan desember di turbin #1 sebesar 74,95 MW. Pada bulan mei turbin #1 melakukan overhaul.

Debit

Debit adalah satuan besaran air yang keluar dari Daerah Aliran Sungai (DAS). Satuan debit yang digunakan adalah meter kubir per detik (m3/s).

Tabel 3. Rata-Rata Debit Bulanan

	#1	**#2**
	m³/s	**m³/s**
Januari	52,45	51,30
Februari	50,63	52,67
Maret	52,82	53,49
April	49,29	52,26
Mei	-	55,39
Juni	50,59	56,35
Juli	54,20	54,16
Agustus	53,15	52,53
September	50,20	52,63
Oktober	47,39	52,39
November	48,43	53,91
Desember	47,10	52,92

Dari **Tabel 3** Menunjukan debit air rata-rata selama tahun 2018 yaitu berkisar antara 47,10 m^3/s sampai 56,35 m^3/s dimana pada bulan mei 2018 tidak ada debit air dikarenakan adanya pelaksanaan kegiatan major overhaul.

3. PEMBAHASAN DAN ANALISA

Pada kajian ini didapatkan beberapa analisa seperti, perhitungan head loss, effesiensi dan kerugian energy yang dialami Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) selama tahun 2018.

Head Loss

Head loss adalah suatu nilai untuk mengetahui seberapa besarnya reduksi tekanantotal (total head) yang diakibatkan oleh fluida saat melewati sistem pengaliran.

Dari data test diatas didapatkan Head gross, Head nett dan Head losses dengan menggunakan rumus sebagai berikut : Head gross :

$$H_{gross} = H_{reservoir} - H_{tailrace}$$

Dimana:

H_{gross} : Headgross (m)

$H_{reservoir}$: Reservoir water level (m)

$H_{tailrace}$: Tailrace water level (m)

- Head nett:

$$H_{nett} = \frac{Spiral\ case}{\rho\ x\ g}$$

Dimana:

H_{nett} = Head net (m)

Spiral case (Pa)

ρ = Massa jenis air (kg/m^3)

g = Grafitasi (m/s^2)

- Head losses :

$$H_{loss} = H_{gross} - H_{nett}$$

Dimana :

H_{loss} = Head losses (m)

H_{gross} = Head gross (m)

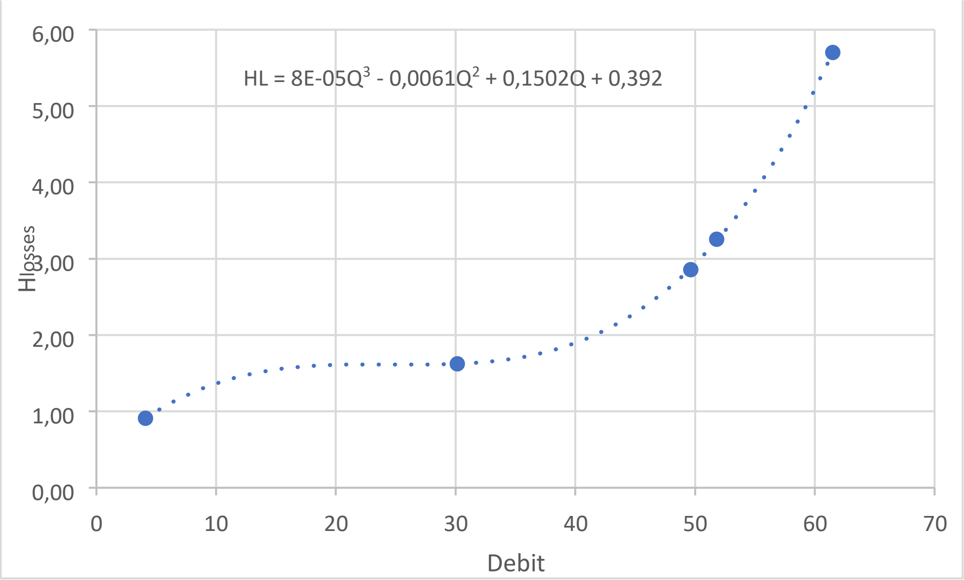
H_{nett} = Head nett (m)

Tabel 4. Head Setiap Peningkatan Daya Generator

		0%	**50%**	**85%**	**90%**	**109%**
Head gross	m	169,82	169,82	169,82	169,82	169,82
Head nett	m	168,91	168,20	166,96	166,56	164,12
Head losses	m	0,91	1,62	2,86	3,26	5,70

Data dari **Tabel 4** menunjukkan Head Gross tetap sama ketika terjadinya peningkatan persentase daya generator, Head Nett akan mengalami penururan saat peningkatan daya generator dan Head Loss mengalami kenaikan.

Dikarenakan Head loss nya tidak bisa diukur dan hanya bisa mengukur pressurenya, dari pengukuran diatas didapatkan grafik seperti **Gambar 1**.



Gambar 1 Grafik Head Loss Terhadap Debit

Gambar 1 digunakan sebagai acuan untuk menghitung head loss nya karena debit yang masuk kedalam turbin berbeda setiap jamnya, ketika debit yang masuk ke turbin berubah losses nya juga berubah.

Dari grafik diatas didapatkan rumus sebagai berikut :

$$HL = 8E\text{-}05Q^3 - 0{,}0061Q^2 + 0{,}1502Q + 0{,}392$$

Dimana :

HL = Head loss (m)

Q = Debit (m^3/s)

Efisiensi

Dari data yang telah diketahui didapat efisiensi system dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\eta = \frac{Pg}{\rho \ x \ g \ x \ Q \ x \ H}$$

Dimana:

η = Effesiensi (%)
P_g = Daya generator (kW)
ρ = Massa jenis air (kg/m^3)
g = Grafitasi (m/s^2)
Q = Debit (m^3/s)
H = Head (m)

Dengan menggunakan rumus efisiensi didapatkan hasil efisiensi system rata-rata bulanan seperti **Tabel 5**.

Tabel 5. Efisiensi ata – rata bulanan

	#1	#2
	%	%
Januari	93,10	92,63
Februari	93,01	91,71
Maret	92,03	91,74
April	93,70	92,56
Mei	-	92,49
Juni	94,02	91,29
Juli	90,81	90,27
Agustus	90,54	90,36
September	93,79	90,16
Oktober	95,51	89,89
November	94,90	88,97
Desember	95,70	88,82

Tabel 5 menunjukan hasil efisiensi rata-rata bulanan yang terjadi selama 1 tahun, dimana effesiensi rata-rata bulanan di dapatkan dari rata-rata efisiensi setiap jam selama 1 bulan. Dari **Tabel 5** diketahui efisiensi paling tinggi berada pada bulan desember di turbin #1 sebesar 95,70% dan efisiensi paling rendah terjadi pada bulan desember di turbin #2 sebesar 88,82%. Pada bulan mei di turbin #1 melakukan Over Haul.

Kerugian

Kerugian yang yang diakibatkan oleh sampah plastik terhadap kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yaitu :

1) Kerugian yang diakibatkan oleh pembersihan sampah

Total kerugian yang diakibatkan oleh pembersihan sampah selama 1 tahun pada tahun 2018 yaitu sebesar 16.383,85 MWh

Tabel 6 Kerugian energi yang diakibatkan oleh pembersihan sampah

	Energi	
	#1	**#2**
	MWh	MWh
Januari	670,21	-
Februari	650,70	634,35
Maret	-	-
April	758,00	745,44
Mei	-	947,65
Juni	429	-
Juli	1146,6	1230,75
Agustus	1085,5	1040
September	755,5	796,5
Oktober	866,4	925,8
November	885	964,2
Desember	890,45	961,8
total	8137,36	8246,49
TOTAL		16.383,85

Tabel 6 menunjukan kerugian energi yang diakibatkan oleh pembersihan sampah selama 1 tahun, kerugian ini didapatkan dengan cara menghitung lama waktu proses pembersihan sampah dikali dengan energi yang harusnya didapatkan selama proses pembersihan sampah. Kerugian energi yang diakibatkan oleh pembersihan sampah selama 1 tahun sebesar 16.383,85 MWh dimana kerugian terbesarnya berada pada bulan juli di turbin #1 sebesar 1146,6 MWh dan kerugian terkecilnya berada pada bulan juni pada turbin #1 sebesar 429 MWh dan pada turbin #1 di bulan maret dan bulan mei tidak melakukan pembersihan sampah, pada turbin #2 di bulan januari, bulan maret, dan bulan juni tidak melakukan kegiatan pembersihan sampah.

2) Kerugian yang diakibatkan oleh penurunan efisiensi

Total kerugian yang diakibatkan oleh penurunan efisiensi sebesar 33.528,56 MWh selama 1 tahun pada tahun 2018.

Tabel 7. Kerugian energi akibat penurunan efisiensi

	Energi	
	#1 **MWh**	**#2** **MWh**
Januari	1114,15	2083,15
Februari	1449,61	5211,26
Maret	1965,35	5958,98
April	589,77	777,90
Mei	-	775,52
Juni	113,24	385,35
Juli	1576,79	678,89
Agustus	2380,87	934,98
September	1391,10	1084,61
Oktober	698,20	640,97
November	975,80	1104,72
Desember	892,00	745,36
Total	13146,87	20381,69
TOTAL		33528,56

Kerugian energi yang diakibatkan oleh penurunan efisiensi pada **Tabel 7** merupanakan penurunan energi yang didapatkan disebabkan oleh penurunan efisiensi. Kerugian energi yang diakibatkan oleh penurunan efisiensi selama satu tahun sebesar 33528,56 MWh dimana kerugian pada turbin #1 sebesar 13146,87 MWh dan pada turbin #2 sebesar 20381,69 MWh.

Solusi

Untuk meminimalisir kerugian yang diakibatkan olehsampah dapat dilakukan dengan cara memperpanjang waktu pembersihan sampah. Dengan menggunakan grafik efisiensi sebagai acuan untuk melakukan perhitungan perpanjangan jarak waktu pembersihan sampah dari 1 bulan 1 kali menjadi 45 hari 1 kali. Didapatkan hasil seperti dibawah ini.

Tabel 8. Kerugian energi akibat penurunan efisiensi

	Energi	
	#1 **MWh**	**#2** **MWh**
Januari	1.114,15	151,78
Februari	1.530,18	1.114,76
Maret	1.824,33	636,44
April	1.455,62	661,68
Mei	1.35,96	1.705,63
Juni	508,36	400,09
Juli	1.645,46	723,09
Agustus	1.420,21	601,18
September	2.349,22	1.317,10
Oktober	504,88	474,90
November	628,52	1.302,05
Desember	1.120,46	653,47
Total	1.4237,36	9.742,17
TOTAL		23.979,53

Total kerugian energi yang diakibatkan oleh penurunan efisiensi sebesar 23.979,53 MWh selama 1 tahun. Dimana kerugian yang terjadi pada turbin #1 sebesar 14.237,36 MWh dan pada turbin #2sebesar 9.742,17 MWh.

Tabel 9. Kerugian energi akibat pembersihan sampah

	Energi	
	#1 MWh	**#2 MWh**
Januari	670,21	
Februari	650,70	634,35
April	758,00	745,44
Mei	429	
Juli	1.146,6	1.230,75
Agustus	1.085,5	1040
Oktober	755,5	796,5
November	885	964,2
total	6.380,51	5.411,24
TOTAL		11.791,75

Total kerugian energi yang diakibatkan oleh pembersihan sampah sebesar 11.791,75 MWh dimana kerugian energi yang terjadi pada turbin #1 sebesar 6.380,51 MWh dan pada turbin #2 sebesar 5.411,24 MWh.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan penelitian ini, maka diperoleh beberapa kesimpulan seperti dibawah ini:

1. Kerugian yang diakibatkan oleh pembersihan sampah pada turbin Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) kapasitas 180 MW selama tahun 2018 yaitu sebesar 16383,85 MWh atau sebesar Rp. 6.782.912.520.
2. Kerugian yang diakibatkan oleh penurunan efisiensi adalah 33.528,56 MWh atau sebesar Rp. 13.880.824.971.
3. Total kerugian akibat adanya sampah selama tahun 2018 sebesar Rp.20.663.737.491.
4. Memperpanjangan waktu pembersihan sampah dari 30 hari menjadi 45 hari sekali dapat meminimalisir kerugian yang terjadi sebesar 2.709,18 MWh atau senilai dengan Rp. 1.121.599.478.

DAFTAR PUSTAKA

Hidayat, Wahyu. 2019 "Prinsip Kerja dan Komponen – Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

Veronika, Kristin. 2021 "Pengoperasian Saluran 20KV Yang Menghubungkan Sistem Kelistrikan Kaureh Dengan Sistem Kelistrikan PLTA Genyim 2x10MW UntukPeningkatan Pelayanan Operasi 24 Jam Di PT.PLN (Persero) ULP Genyem"

Departemen Pekerjaan Umum. (2005). Pelatihan Ahli Supervisi Terowongan. Jakarta

Ferdianto, Aditya. (2011). Kajian Analisis Efisiensi Keseluruhan Turbin Air Francis Pada Tahun 2011 Di PLTA Ir. H Djuanda. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Holik, Abdul. (2019). *Analisis Faktor Head Losses Pipa Pesat Terhadap Daya Yang Dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Parakan Kondang*. Universitas Majalengka.

Jamaludin, Iwan Kurniawan. (2017). *Analisis Perhitungan Daya Turbin Yang Dihasilkan Dan Efisiensi Turbin Uap Pada Unit 1 Dan Unit 2 Di PT. Indonesia Power UBOH UJP Banten 3 Lontar.* Universitas Muhammadiyah Tangerang.

Lukas. (2017). *Studi Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas.* Universitas Kristen Petra.

Ma'ali, Nashrul. (2017). *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Kepung Kabupaten Kediri.* Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Oktavian, Dandi. (2021). *Analisa Pengaruh Pembebanan Terhadap Efisiensi Generator Pada PLTA Wonogiri.* Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Prasekky. H.P. (2013). *Analisa Unjuk Kerja Turbin Francis Vertikal Di PT. Pembangkitan Jawa Bali Unit Pembangkitan Brantas PLTA Sutami*. Universitas Sebelas Maret Surakarta

Tambunan, Mario Martin. (2016). *Pengaruh Bukaan Sudu Pengarah Terhadap Kerugian Head dan Performansi Turbin Francis Vertikal PLTA Tangga Unit 4 PT. INALUM POWER PLANT (PERSERO).* Universitas Sumatera Utara.

Widiana, I Nengah. (2020). *Perancangan Penstock (Pipa Pesat) Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Di Banjar Dinas Mekarsari, Desa Panji, Kecamatan Sukasada, Kabupaten Buleleng*. Bali