

## **ANALISIS ENERGI HILANG AKIBAT GANGGUAN PADA PEMBANGKIT DI PT. PJB UNIT PEMBANGKITAN BRANTAS PLTA SIMAN MALANG**

**Bradja Muhammad Helmy**

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail : bmhelmy@gmail.com

**Ir. Achmad Imam Agung, M. Pd.**

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail : imamagung@yahoo.com

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja pembangkit. Evaluasi yang dilakukan yaitu mengenai gangguan yang pernah terjadi di PLTA Siman yang menyebabkan energi pembangkit hilang sehingga pasokan energi pada masyarakat berkurang. Berdasarkan latar belakang tersebut maka, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui: 1) intensitas gangguan elektrik; 2) energi hilang atau kWh yang tertunda akibat gangguan elektrik; dan 3) kinerja pada pembangkit dari gangguan elektrik yang terjadi di PLTA Siman.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan berdasarkan data *Incident Log Sheet* (ILS) PLTA Siman pada 5 tahun terakhir yaitu pada tahun 2012-2016. Penelitian ini dilakukan di PT. PJB Unit Pembangkitan Brantas PLTA Siman Malang yang beralamatkan di Desa Pondok Agung, Kecamatan Kasembon, Kabupaten Malang. Penelitian ini dilakukan selama  $\pm 1$  bulan, yaitu pada tanggal 09 Januari-09 Februari 2017. Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data, yaitu observasi, wawancara, dokumentasi dan studi literatur. Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan teknik analisis data deskriptif.

Hasil dari penelitian analisis energi hilang akibat gangguan pada pembangkit di PT. PJB Unit Pembangkitan Brantas PLTA Siman Malang yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa Intensitas Gangguan Elektrik pada Pembangkit di PLTA Siman Tahun 2012-2016 terjadi sebanyak 23 kali. Jenis gangguannya yaitu masalah AVR, unit trip, masalah LA trafo, rele *sudden pressure*, beban unit hilang, dan masalah Trafo. Gangguan elektrik di PLTA Siman yang sering terjadi pada tahun 2013, yaitu sebanyak 10 kali. Total energi hilang atau kWh yang tertunda akibat gangguan elektrik yang terjadi di PLTA Siman pada tahun 2012-2016 yaitu sebesar 81.576 kWh. Energi hilang paling besar terjadi pada tahun 2013 yaitu sebesar 33.048 kWh. Kinerja pembangkit dari gangguan elektrik PLTA Siman tahun 2012-2016 yaitu sebesar  $(0.014+0.035+0.034+0+0.003) : 5 = 0.017\%$ .

**Kata Kunci:** Energi Hilang, Gangguan Pembangkit, PLTA

### **Abstract**

This study aims to evaluate the performance of power station. Evaluation by is about disorder have ever occurred in Hydropower of Siman that causes energy power station is missing so the energy supply in were fewer community. Based on the background so, needs to be done research to know: 1) intensity electrical trouble; 2) missing energy or kWh delayed resulting from disruption electric; and 3) percentage of performance on power plant of electrical trouble occurring in Hydropower of Siman.

This research using the quantitative approach and based on data of Incident Log Sheet (ILS) in Hydropower of Siman at last five years is on 2012-2016. The research is done in PT. PJB Brantas Power Unit of Hydropower of Siman, Pondok Agung Village, Kasembon Distric, Malang. This research was done for  $\pm$  a month, on January 09th – February 09th, 2017. This research used data collection techniques, namely observation, interview, documentation and the study of literature. Data analysis in this research used descriptive data analysis.

The research result of analysis of lost energy as a result of power plant trouble in pt pjb brantas power unit of Hydropower of Siman Malang that has been done, it is known that the intensity of electrical trouble in Hydropower of Siman on 2012-2016 is happened about 23 times. Type of interuption that is the AVR problem, unit trip, LA transformer problem, rele a sudden pressure, unit loads missing, and issue a transformer. Electrical trouble in Hydropower of Siman most happens in 2013, as many as 10 times. The total of lost energy or kWh delayed because of electrical trouble occurring in Hydropower of Siman in 2012-2016 as 81.576 kWh. Missing energy mostly happened in 2013 as 33.048 kWh. Power plant performance from electrical trouble of Haydropower of Siman in 2012-2016 is as much as  $(0.014+0.035+0.034+0+0.003) : 5 = 0.017\%$ .

**Keywords:** Lost Energy, Power Plant Trouble, Hydropower

## PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok dalam kehidupan sehari-hari. Hampir semua aktifitas masyarakat berhubungan dengan energi listrik. Selain itu, perusahaan dan instansi berbagai sektor sangat bergantung dengan energi listrik. Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan tingkat populasi penduduk di Indonesia yang semakin tinggi maka kebutuhan akan energi listrik juga meningkat. Hal tersebut dibuktikan oleh pendapat dari Murdifi (2016), bahwa total terra Watt hour (tWh) yang terjual pada Januari 2016 adalah sebesar 17,57 tWh atau  $2,44 \cdot 10^{10}$  Watt; sementara pada Januari 2015 penjualan hanya dikisaran 16,34 tWh atau  $2,27 \cdot 10^{10}$  Watt.

PLTA Siman sebagai produsen listrik yang berperan aktif dalam mensuplai kebutuhan energi listrik masyarakat, tidak terlepas dari gangguan pembangkit dalam pengoperasiannya. PLTA Siman untuk meningkatkan operasional kinerja pembangkit perlu melakukan evaluasi kinerja pembangkit salah satunya yaitu evaluasi mengenai gangguan yang pernah terjadi di PLTA Siman yang menyebabkan energi pembangkit hilang sehingga pasokan energi pada masyarakat berkurang. Hal tersebut bertujuan untuk mengupayakan sesegera mungkin perbaikan sehingga energi hilang dapat diminimalisir atau tidak meningkat dari tahun ke tahun yang dapat merugikan masyarakat.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui: 1) intensitas gangguan elektrik; 2) energi hilang atau kWh yang tertunda akibat gangguan elektrik; dan 3) kinerja pada pembangkit dari gangguan elektrik yang terjadi di PLTA Siman.

## KAJIAN PUSTAKA

### Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA)

Pusat listrik tenaga air menurut beberapa ahli, yaitu:

1. Menurut Kartini, dkk. (2008:3), Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA) merupakan suatu pusat tenaga yang memiliki peralatan tertentu dan bertujuan merubah (mengonversi) energi potensial air menjadi energi listrik.
2. Menurut Patty (1995:10), PLTA adalah pembangkit yang membutuhkan hantaran tegangan tinggi yang lebih panjang, bendungan, terowongan, dan lain-lain. Selain itu PLTA tidak membutuhkan bahan bakar.

Berdasarkan kedua definisi tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa PLTA adalah pusat tenaga yang memerlukan tempat yang tinggi dan peralatan tenaga listrik yang dapat merubah energi potensial menjadi energi listrik. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA).

### 1. Potensi Tenaga Air

Menurut Marsudi (2005:86), dalam PLTA, potensi tenaga air dikonversikan menjadi tenaga listrik. Mula-mula potensi tenaga air dikonversikan menjadi tenaga mekanik dalam turbin air. Kemudian turbin air memutar generator yang membangkitkan tenaga listrik. Daya yang di bangkitkan generator yang di putar oleh turbin air adalah:

$$P = k \cdot \eta \cdot H \cdot q \cdot [kW] \quad [1]$$

Keterangan:

- P = daya [kW]  
 H = tinggi terjun air [meter]  
 q = debit air [m<sup>3</sup>/detik]  
 η = efisiensi turbin dan generator  
 k = konstanta gravitasi

### 2. Bangunan Sipil

Menurut Marsudi (2005:88), potensi tenaga air didapat pada sungai yang mengalir di daerah pegunungan. Untuk dapat memanfaatkan potensi tenaga air dari sungai ini, maka kita perlu membendung sungai tersebut dan airnya disalurkan ke bangunan air PLTA. Ditinjau dari caranya membendung air, PLTA dapat dibagi menjadi dua kategori:

- a. PLTA *run off river*
- b. PLTA dengan kolam tando (*reservoir*)

### Analisis Kebutuhan Energi pada PLTA

Menurut Marsudi (2005:190) analisis kebutuhan energi listrik meliputi:

1. Analisis kebutuhan energi dalam kurun waktu tertentu.
2. Analisis kebutuhan daya dalam bentuk kurva beban harian.
3. Peran pusat listrik yang akan dibangun dalam operasi pembangkitan sebagai penyedia beban dasar, penyedia beban semi dasar, penyedia beban puncak, atau sebagai unit cadangan.
4. Analisis tingkat keandalan kinerja pembangkit, lalu dikaitkan dengan energi hilang akibat gangguan (kWh terputus atau tertunda).

Rumus energi hilang akibat gangguan pembangkit (kWh terputus atau tertunda), yaitu:

$$\text{Energi hilang} = (\text{Waktu selesai perbaikan} - \text{Waktu mulai perbaikan}) \times \text{Daya unit pembangkit} \quad [2]$$

### Sistem Kinerja PLTA dari Gangguan

Kinerja pusat listrik tenaga air terganggu apabila dalam memproduksi tenaga listrik mengalami gangguan pada pembangkit. Menurut Marsudi (2015:43) kinerja PLTA tergantung pada daya terpasang setiap unit pembangkit dalam sistem dan juga tergantung pada kesiapan operasi unit pembangkit dari gangguan.

Kinerja atau keandalan operasi sistem PLTA tergantung pada besar kecilnya gangguan pertahunnya dari unit-unit pembangkit yang beroperasi. Kinerja atau keandalan unit pembangkit dari gangguan dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kinerja pembangkit} = \frac{\text{Jumlah energi unit terganggu}}{\text{Jumlah daya pembangkit}} \quad [3]$$

### Gangguan Pada Pembangkit di PLTA

Gangguan pada pembangkit di PLTA menurut Kartini, dkk. (2011:151) yaitu ketergantungan PLTA pada musim hujan.

Gangguan operasi PLTA pada irigasi ketersediaan air tidak ada apabila PLTA menggunakan air yang hanya untuk diperuntukkan pembangkit tenaga listrik. Secara garis besar pola ketersediaan air dari PLTA didasarkan atas pemikiran sebagai berikut:

1. Waduk harus dapat menyediakan air untuk keperluan irigasi dimusim kemarau. Pada musim kemarau tinggi air dalam waduk masih harus cukup agar tetap dapat membangkitkan tenaga listrik.
2. Waduk harus dapat mengendalikan banjir dimusim hujan. Pada musim hujan penipisan waduk harus terkendali, agar tidak terjadi pelimpasan air yang berlebihan sehingga membahayakan waduk.

Pada unit PLTA agar kinerja operasionalnya baik harus diperhatikan gangguan pembangkit, sebagai berikut:

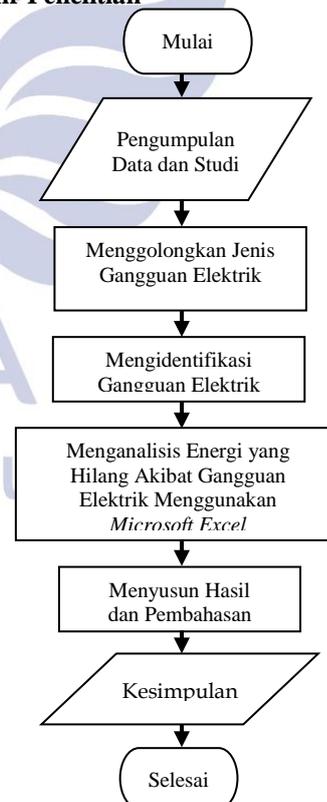
1. Tegangan Lebih  
Menurut Saragi (2015:5), Tegangan lebih merupakan tegangan pada pembangkit yang melampaui batas maksimum yang dapat berakibat tidak beroperasinya suatu pembangkit.
2. Hubung Singkat  
Menurut Supriadi (2010:7), Hubung singkat adalah terjadinya hubungan penghantar bertegangan atau penghantar tidak bertegangan secara langsung, tidak melalui resistor atau beban sehingga terjadi aliran arus yang besar atau tidak normal.
3. Beban Lebih atau Maksimum  
Menurut Supriadi (2010:6), beban lebih merupakan gangguan yang terjadi akibat konsumsi energi listrik melebihi energi listrik yang dihasilkan pada pembangkit.

4. Kehilangan Medan Penguat  
Menurut Saragi (2015:5), Hilangnya medan penguat akan membuat putaran mesin naik, dan berfungsi sebagai generator induksi. Kondisi ini akan berakibat pada rotor, akibat arus induksi yang bersirkulasi pada rotor.
5. Rotor Hubung Singkat ketanah  
Menurut Saragi (2015:5), Rotor hubung singkat ketanah merupakan rotor generator yang belitannya tidak dihubungkan oleh tanah (*ungrounded system*).

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan berdasarkan data *Incident Log Sheet* (ILS) PLTA Siman pada 5 tahun terakhir yaitu pada tahun 2012-2016. Penelitian ini dilakukan di PT. PJB Unit Pembangkitan Brantas PLTA Siman Malang yang beralamatkan di Desa Pondok Agung, Kecamatan Kasembon, Kabupaten Malang. Penelitian ini dilakukan selama ± 1 bulan, yaitu pada tanggal 09 Januari-09 Februari 2017. Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data, yaitu observasi, wawancara, dokumentasi dan studi literatur. Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan teknik analisis data deskriptif.

### Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian  
(Sumber: Data Primer, 2017)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Intensitas Gangguan Elektrik pada Pembangkit di PLTA Siman Tahun 2012-2016**

Gangguan elektrik (listrik) adalah keadaan yang tidak normal yang dapat mengakibatkan terganggunya kontinuitas pelayanan tenaga listrik. Gangguan Elektrik yang terjadi di PLTA Siman berdasarkan data *Incident Log Sheet* (ILS) PLTA Siman pada tahun 2012-2016 (Tabel 1).

Tabel 1. Intensitas Gangguan pada Pembangkit di PLTA Siman pada Tahun 2012-2016

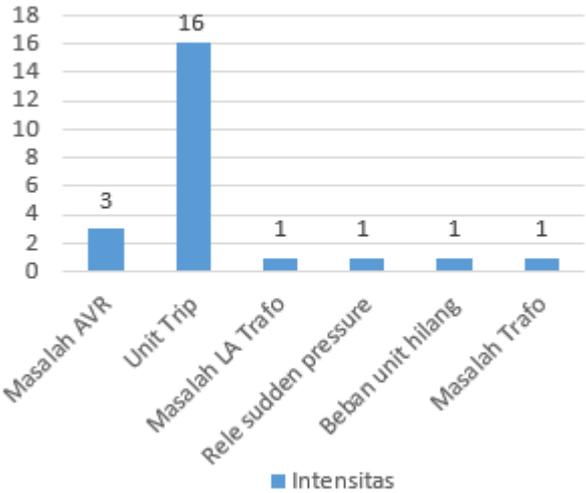
No	Tanggal	Unit	Waktu Kejadian (WIB)	Waktu Selesai (WIB)	Jenis Gangguan (*)
1	230112	3	22.05	22.53	1
2	160712	1	07.04	08.10	1
3	041212	1	14.44	15.30	2
4	041212	2	14.44	15.45	2
5	010113	1	21.58	22.40	2
6	010113	2	21.58	22.55	2
7	020613	1	18.25	19.21	2
8	020613	2	18.25	19.25	2
9	020613	3	18.25	19.29	2
10	040813	2	06.47	07.55	3
11	040813	1	07.15	08.04	2
12	040813	2	07.15	08.12	2
13	040813	3	07.15	08.20	2
14	060813	2	22.12	22.45	4
15	260414	1	07.05	08.25	5
16	270414	2	18.25	19.10	2
17	270414	3	18.25	19.14	2
18	260614	1	16.33	17.23	2
19	260614	2	16.33	17.25	2
20	260614	3	16.33	17.39	2
21	080714	2	04.50	05.25	6
22	280814	2	10.13	12.58	2
23	060716	3	08.39	09.15	1

(Sumber: PLTA Siman, 2017)

Keterangan \*):

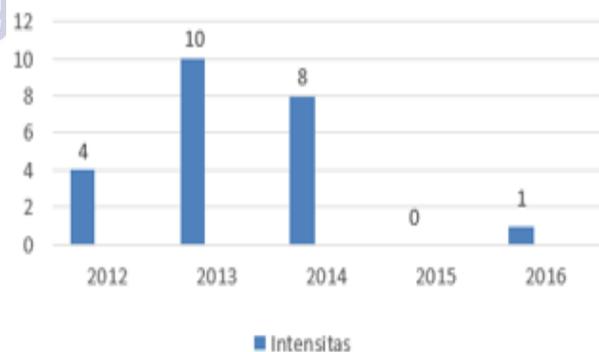
1. Masalah AVR
2. Unit trip
3. Masalah LA Trafo
4. Rele *sudden pressure*
5. Beban unit hilang
6. Masalah Trafo

Berdasarkan Tabel 1 tersebut dapat diketahui bahwa gangguan elektrik yang terjadi di PLTA Siman pada tahun 2012-2016, yaitu sebanyak 23 kali. Berikut ini merupakan penjelasan secara lebih rinci mengenai intensitas gangguan elektrik yang terjadi di PLTA Siman sesuai jenisnya pada tahun 2012-2016 yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Intensitas Gangguan Elektrik di PLTA Siman sesuai Jenisnya pada Tahun 2012-2016 (Sumber: Data Primer, 2017)

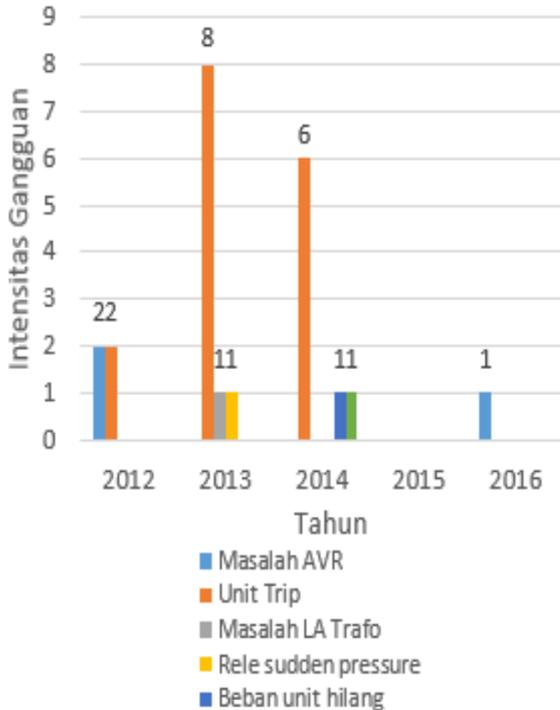
Berdasarkan Gambar 2 tersebut jenis gangguan elektrik di PLTA Siman yang sering terjadi pada tahun 2012-2016 yaitu gangguan Unit Trip, sebanyak 16 kali. Unit Trip adalah unit pembangkit dalam kondisi operasi distop dengan peralatan *emergency* trip karena alasan keamanan atau secara tiba-tiba unit pembangkit keluar dari sistem karena adanya gangguan peralatan unit pembangkit itu sendiri (gangguan sistem jaringan luar). Hal tersebut sering terjadi karena gangguan luar yang disebabkan jaringan transmisi 70 kV, selain itu yaitu hewan liar seperti tikus, kodok terbang yang mengakibatkan unit trip atau bermasalah. Selain unit trip masalah lain yang terjadi yaitu Masalah pada AVR, sebanyak 3 kali. Hal tersebut karena tahanan AVR *life time* terlampaui sehingga terjadi gangguan yaitu AVR terbakar, *carbon AVR* terjadi *loss contact* sehingga terjadi gangguan AVR tidak berfungsi, dan AVR gagal beroperasi yang menyebabkan proteksi *crowbar* bekerja. Secara lebih rinci pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Intensitas Gangguan Elektrik di PLTA Siman sesuai Tahun Terjadinya pada Tahun 2012-2016 (Sumber: Data Primer, 2017)

Berdasarkan Gambar 3 tersebut gangguan elektrik di PLTA Siman sering terjadi pada tahun 2013, yaitu sebanyak 10 kali. Jenis gangguan elektrik yang terjadi yaitu unit trip, masalah LA Trafo, dan masalah rele *sudden pressure* bekerja.

Jika dilihat berdasarkan tahun terjadinya dan jenis gangguan elektrik pada tahun 2012 – 2016 dapat dijelaskan pada Gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4. Intensitas Gangguan Elektrik di PLTA Siman sesuai Tahun Terjadinya dan Jenis Gangguan pada Tahun 2012-2016  
(Sumber: Data Primer, 2017)

Berdasarkan Gambar 4 tersebut gangguan elektrik pada pembangkit pada tahun 2012 terjadi yaitu 2 kali masalah AVR dan 2 kali masalah Unit Trip; pada tahun 2013 terjadi yaitu 8 kali masalah Unit Trip, 1 kali masalah LA Trafo dan 1 kali masalah *Rele Sudden Pressure*; pada tahun 2014 terjadi yaitu 6 kali gangguan Unit Trip, 1 kali masalah Beban Unit Hilang, dan 1 kali masalah Trafo; pada tahun 2015 tidak terjadi gangguan elektrik; pada tahun 2016 terjadi 1 kali gangguan, yaitu masalah AVR. Gangguan elektrik sering terjadi pada tahun 2013 dan jenis gangguan elektrik yang sering terjadi yaitu Unit Trip.

#### Energi Hilang Akibat Gangguan Elektrik pada Pembangkit di PLTA Siman Tahun 2012-2016

Energi hilang akibat gangguan elektrik yang terjadi pada unit pembangkit PLTA Siman pada tahun 2012-2016 dapat dijelaskan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Energi Hilang Akibat Gangguan Elektrik Berdasarkan Tanggal Kejadian yang Terjadi pada Tahun 2012-2016

No	Tanggal	Unit	Jenis Gangguan *)	kWh Tertunda (kWh)	Wh Tertunda (Wh)
1	23-01-12	3	1	2.880	2.880.000
2	16-07-12	1	1	3.960	3.960.000
3	04-12-12	1, 2	2	6.444	6.444.000
4	01-01-13	1, 2	2	5.940	5.940.000
5	02-06-13	1, 2, 3	2	10.800	10.800.000
6	04-08-13	2	3	4.068	4.068.000
7	04-08-13	1, 2, 3	2	10.260	10.260.000
8	06-08-13	2	4	1.980	1.980.000
9	26-04-14	1	5	4.788	4.788.000
10	27-04-14	2, 3	2	5.652	5.652.000
11	26-06-14	1, 2, 3	2	10.080	10.080.000
12	08-07-14	2	6	2.088	2.088.000
13	28-08-14	2	2	9.900	9.900.000
14	06-06-16	3	1	2.736	2.736.000
<b>Jumlah</b>				<b>81.576</b>	<b>81.576.000</b>

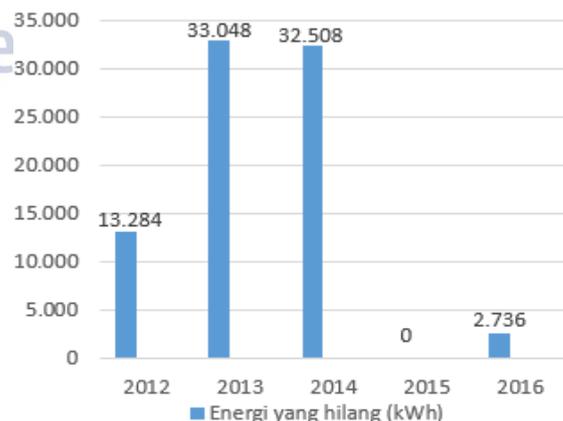
(Sumber: Data Primer, 2017)

\*) Keterangan:

1. Masalah AVR
2. Unit trip
3. Masalah LA Trafo
4. Rele *sudden pressure*
5. Beban unit hilang
6. Masalah Trafo

Berdasarkan Tabel 2 tersebut energi hilang terbesar akibat gangguan elektrik yaitu terjadi pada tanggal 2 Juni 2013 dengan jenis gangguan berupa Unit Trip. Hal tersebut terjadi karena gangguan terjadi pada semua unit pembangkit di PLTA Siman.

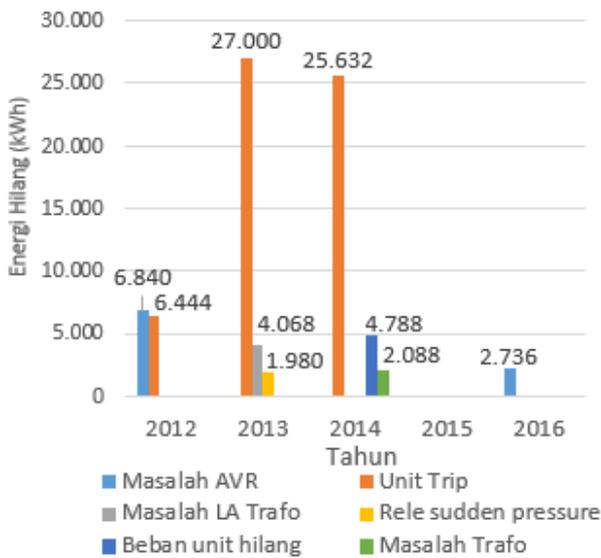
Energi hilang akibat gangguan elektrik di PLTA Siman pada Tahun 2012-2016 dijelaskan menggunakan grafik pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Energi Hilang Akibat Gangguan Elektrik di PLTA Siman pada Tahun 2012-2016  
(Sumber: Data Primer, 2017)

Energi hilang atau kWh tertunda dari tahun 2012-2016 berfluktuatif, secara berturut-turut yaitu sebesar 13.284 kWh (tahun 2012); sebesar 33.048 kWh (tahun 2013); sebesar 32.508 kWh (tahun 2014); 0 kWh (tahun 2015); 2.736 kWh (tahun 2016). Energi hilang terbesar terjadi pada tahun 2013, yaitu sebesar 33.048 kWh. Hal tersebut disebabkan karena pada tahun 2013 terjadi gangguan sebanyak 10 kali. Sedangkan pada tahun 2015 tidak terjadi gangguan elektrik. Total energi hilang atau kWh yang tertunda akibat gangguan elektrik yang terjadi di PLTA Siman pada tahun 2012-2016 yaitu sebesar 81.576 kWh.

Energi hilang akibat gangguan elektrik di PLTA Siman berdasarkan jenis gangguannya pada tahun 2012-2016 dijelaskan menggunakan grafik pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Energi Hilang Akibat Gangguan Elektrik di PLTA Siman Berdasarkan Jenis Gangguannya pada Tahun 2012-2016 (Sumber: Data Primer, 2017)

Energi hilang akibat gangguan di PLTA Siman berdasarkan jenis gangguannya pada tahun 2012, yaitu 13.284 kWh dengan uraian: 1) masalah AVR sebesar 6.840 kWh, dan 2) masalah unit trip sebesar 6.444 kWh. Total energi hilang tahun 2013 yaitu sebesar 33.048 kWh dengan uraian: 1) masalah unit trip sebesar 27.000 kWh, 2) masalah LA trafo sebesar 4.068 kWh, dan 3) masalah rele sudden pressure sebesar 1.980 kWh. Total energi hilang tahun 2014 yaitu sebesar 32.508 kWh dengan uraian: 1) masalah unit trip sebesar 25.632 kWh, 2) masalah beban unit hilang sebesar 4.788 kWh, dan 3) masalah trafo sebesar 2.088 kWh. Tahun 2015 tidak terjadi gangguan elektrik sehingga tidak ada energi

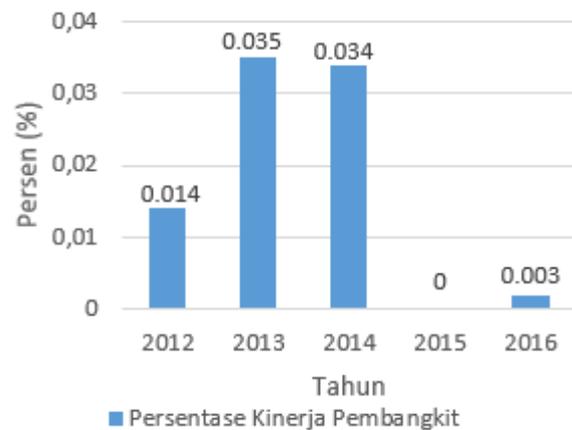
hilang. Total energi hilang tahun 2016 yaitu sebesar 2.736 kWh dengan jenis gangguan masalah AVR.

Energi hilang akibat gangguan elektrik di PLTA Siman berdasarkan jenis gangguannya pada tahun 2012-2016 yang paling besar terjadi diakibatkan oleh gangguan unit trip, yaitu terjadi pada tahun 2012-2014. Jumlah total energi hilang akibat masalah unit trip yaitu 59.076 kWh.

### Kinerja pada Pembangkit dari Gangguan Elektrik di PLTA Siman Tahun 2012-2016

Untuk meningkatkan operasional kinerja pembangkit pada PLTA Siman diperlukan evaluasi kinerja pada pembangkit dari gangguan elektrik di PLTA Siman tahun 2012-2016.

Kinerja pada pembangkit dari gangguan elektrik di PLTA Siman pada tahun 2012-2016 dapat dijelaskan pada Gambar 7 sebagai berikut.



Gambar 7. Kinerja pada Pembangkit dari Gangguan Elektrik di PLTA Siman pada Tahun 2012-2016 (Sumber: Data Primer, 2017)

Kinerja pada pembangkit dari gangguan elektrik di PLTA Siman pada tahun 2012-2016 yang terendah yaitu 0,035% pada tahun 2013 karena pada tahun itu terjadi gangguan terbanyak yaitu 10 gangguan elektrik. Kinerja pembangkit dari gangguan elektrik PLTA Siman tahun 2012-2016 yaitu sebesar  $(0.014+0.035+0.034+0+0.003): 5 = 0.017\%$ .

### PENUTUP

#### Simpulan

Dari penelitian analisis energi hilang akibat gangguan pada pembangkit di PT. PJB Unit Pembangkitan Brantas PLTA Siman Malang yang telah dilakukan, dapat disimpulkan yaitu intensitas gangguan elektrik pada Pembangkit di PLTA Siman Tahun 2012-2016 terjadi sebanyak 23 kali. Jenis gangguannya yaitu masalah AVR, unit trip, masalah LA trafo, rele *sudden pressure*, beban unit hilang, dan masalah Trafo.

Gangguan elektrik di PLTA Siman yang sering terjadi pada tahun 2013, yaitu sebanyak 10 kali. Total energi hilang atau kWh yang tertunda akibat gangguan elektrik yang terjadi di PLTA Siman pada tahun 2012-2016 yaitu sebesar 81.576 kWh.

Energi hilang paling besar terjadi pada tahun 2013 yaitu sebesar 33.048 kWh. Kinerja pembangkit dari gangguan elektrik PLTA Siman tahun 2012-2016 yaitu sebesar  $(0.014+0.035+0.034+0+0.003) : 5 = 0,017\%$ .

### Saran

Berikut adalah saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya yaitu diperlukan penelitian lebih lanjut dengan membandingkan gangguan-gangguan yang sama pada tahun-tahun terdahulu untuk mengetahui intensitas, jumlah energi hilang, dan kinerja pada pembangkit dari gangguan tersebut. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan objek gangguan pada tahun terbaru untuk menyempurnakan penelitian tersebut.

### DAFTAR PUSTAKA

- Kartini, Unit Three; dan Widodo, Gatot. 2011. *Model Perencanaan Penjadwalan Dan Keandalan Pembangkit Dengan Sistem Kelistrikan Terinterkoneksi*. Surabaya: ITS Press.
- Marsudi, Djiteng. 2005. *Pembangkitan Energi Listrik*. Jakarta: Erlangga.
- Marsudi, Djiteng. 2015. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta: Graha Ilmu.
- Murdifi, Agung. 2016. Konsumsi Listrik Yang Meningkatkan, Gambaran Membaiknya Perekonomian Indonesia. (<http://www.pln.co.id>, diakses Senin, 8 Februari 2016).
- Patty, O.F. 1995. *Tenaga Air*. Surabaya: Erlangga.
- Saragi, Irwan Rinaldi. 2015. *Sistem Proteksi Pembangkit, Sistem Proteksi Generator, dan Sistem Proteksi Trafo Pembangkit*. Medan : Universitas Negeri Medan.
- Supriadi, Edy. 2010. *Penyempurnaan Proteksi pada Sistem Tenaga Listrik di Indonesia*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.