

# FREKUENSI GANGGUAN TERHADAP KINERJA SISTEM PROTEKSI DI GARDU INDUK 150 KV BANTUL

Avip wibowo<sup>1</sup>, Mujiman. ST.,MT<sup>2</sup>, Ir. Wiwik Handajadi. M.Eng<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa, <sup>2</sup>Pembimbing 1 dan <sup>3</sup>Pembimbing 2

Jurusan Teknik Elektro IST AKPRIND Yogyakarta

Jalan Kalisahak 28, Komplek Balapan Tromol Pos 45, Yogyakarta 55222

Telp. (0274) 563029 Email : [avip.milanisti29@gmail.com](mailto:avip.milanisti29@gmail.com)

## ABSTRAK

Percentage protection system disorder that affects 1 in the area of power transformer substation 150 kV Bantul are technical problems by 25% nontechnical by 25% and disorder of unknown cause by 50%. Power transformer protection system area 1 in Substation 150 kV Bantul has a percentage of 90.9% reliability relay. Pesentase disorder that affects the power transformer protection system area 2 in Substation 150 kV Bantul are technical problems by 25% nontechnical 25% and disorder of unknown cause by 50%. Power transformer protection system area 2 in Substation 150 kV Bantul have rele reliability percentage of 92.3%. Protection systems in the area of power transformer substation 150 kV Bantul from 2009 to 2013, with the title pretty good reliability in overcoming interference quantity.

**Keywords:** Disorders substation, substation Protection System, Reliability System and PLN

## INTISARI

Persentase gangguan yang mempengaruhi sistem proteksi area trafo tenaga 1 di Gardu Induk 150 KV Bantul adalah gangguan teknis sebesar 25% nonteknis sebesar 25% dan gangguan yang tidak diketahui penyebabnya sebesar 50%. Sistem proteksi area trafo tenaga 1 di Gardu Induk 150 KV Bantul memiliki persentase keandalan rele sebesar 90,9%. Persentase gangguan yang mempengaruhi sistem proteksi area trafo tenaga 2 di Gardu Induk 150 KV Bantul adalah gangguan teknis sebesar 25% nonteknis 25% dan gangguan yang tidak diketahui penyebabnya sebesar 50%. Sistem proteksi area trafo tenaga 2 di Gardu Induk 150 KV Bantul memiliki persentase keandalan rele sebesar 92,3%. Sistem proteksi area trafo tenaga di Gardu Induk 150 KV Bantul dari tahun 2009 sampai 2013 memiliki keandalan dengan predikat cukup baik dalam mengatasi kuantitas gangguan.

**Kata Kunci :** Gangguan Gardu Induk, Sistem Proteksi Gardu Induk, Keandalan System dan PLN

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

PT. PLN (Persero) P3B JB APP Salatiga. Base Camp Yogyakarta Gardu Induk 150 kV Bantul merupakan pusat pengatur kebutuhan beban tenaga listrik dan sebagai pusat pengamanan peralatan-peralatan sistem tenaga listrik juga sebagai pusat proses penormalan terhadap gangguan-gangguan yang ada di wilayah Bantul. Gardu Induk Bantul mempunyai 2 buah Transformator Daya (Trafo Daya) dengan kapasitas masing-masing 60 MVA. Trafo I mensuplai penyulang-penyulang BNL1, BNL2, BNL3, BNL 5. Tegangan pada sisi tegangan menengah sebesar 20 kV.

Transformator III mensuplai penyulang-penyulang BNL 6, BNL 7, BNL 8, BNL 10, BNL 11, BNL 12, BNL 13. Untuk faktor daya pada transformator I sebesar 0,9 dan Transformator III sebesar 0,93. Nilai Faktor daya ini masih memenuhi syarat yaitu 0,85.

Sistem penyaluran tenaga listrik tersebut tidak menutup kemungkinan terjadi gangguan, terutama gangguan yang disebabkan oleh alam. Gangguan yang sering terjadi antara lain kawat penghantar putus, kerusakan pada pembangkit, gangguan pada saluran transmisi akibat petir serta gangguan hubung singkat, dan lainnya. Dengan adanya gangguan yang tidak dapat diprediksi maka diperlukan suatu peralatan pengaman (sistem proteksi) yang tepat dan dapat diandalkan.

Pengamanan tersebut dilakukan untuk menghindari terjadinya kerusakan pada peralatan-peralatan gardu induk yang nantinya akan menyebabkan terhambatnya penyaluran tenaga listrik ke beban (konsumen).

Untuk mengetahui kuantitas gangguan dan kinerja sistem proteksi terhadap gangguan-gangguan yang terjadi di Gardu Induk 150 KV Bantul, maka penelitian akan disusun dalam sebuah skripsi dengan judul "FREKUENSI GANGGUAN TERHADAP KINERJA SISTEM PROTEKSI DI GARDU INDUK 150 KV BANTUL".

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, agar mutu keandalan proteksi dapat ditingkatkan, maka permasalahan yang dapat diambil adalah :

- 1.2.1. Berapa kuantitas gangguan yang terjadi di Gardu Induk 150 KV Bantul dari tahun 2009 sampai 2013 ?
- 1.2.2. Bagaimana kinerja sistem proteksi terhadap kuantitas gangguan yang terjadi di Gardu Induk 150 KV Bantul dari tahun 2009 sampai 2013 ?

### 1.3 Batasan Masalah

Untuk mengetahui gangguan dan kinerja alat pelindung yang digunakan dalam sistem proteksi di Gardu Induk 150 KV Bantul, maka permasalahan penelitian ini dapat dibatasi pada :

1.3.1 Jenis gangguan yang mempengaruhi kerja sistem proteksi trafo tenaga di Gardu Induk 150 KV Bantul dari tahun 2009 sampai 2013.

1.3.2 Sistem proteksi pada trafo tenaga di Gardu Induk 150 KV Bantul terhadap gangguan dari tahun 2009 sampai 2013.

### 1.4 Tinjauan Pustaka.

Gardu – gardu induk terdapat di seluruh system tenaga listrik. Di mulai pada pusat tenaga listrik dengan mempergunakan transformator daya sebuah gardu induk (GI) meningkatkan tegangan menengah yang dibandingkan oleh generator menjadi tegangan transmisi yang diperlukan. (abdul Kadir 1998).

Gardu Induk merupakan sub sistem dari sistem penyaluran (transmisi) tenaga listrik, atau merupakan satu kesatuan dari system penyaluran (transmisi). Penyaluran (transmisi) merupakan sub sistem dari sistem tenaga listrik. (Modal Holong. 2011).

Proteksi transmisi tenaga listrik adalah adalah proteksi yang dipasang pada peralatan-peralatan listrik pada suatu transmisi tenaga listrik sehingga proses penyaluran tenaga listrik dari tempat pembangkit tenaga listrik (*Power Plant*) hingga Saluran distribusi listrik (*substation distribution*) dapat disalurkan sampai pada konsumen pengguna listrik dengan aman. (Pidelis S Purba. 2012).

### 1.5 Penegasan Istilah

Untuk mengetahui batasan akan ruang lingkup judul agar dapat dipahami serta memberikan gambaran yang jelas kepada para pembaca dari masalah yang akan dikaji, istilah-istilah yang perlu di tegaskan dalam arti judul sekripsi tersebut adalah :

#### 1.5.1 Frekuensi

Frekuensi adalah ukuran jumlah yang diulang per peristiwa dalam satuan waktu yang diberikan.

#### 1.5.2 Gangguan

Gangguan adalah kejadian yang tidak direncanakan atau kerusakan pada peralatan gardu induk, yang dapat mengakibatkan satu kegagalan atau lebih, baik peralatan itu sendiri, ataupun pada perlengkapan yang berhubungan dengan peralatan itu.

#### 1.5.3 Sistem Proteksi

Sistem proteksi adalah peralatan pengaman yang berfungsi untuk mengidentifikasi gangguan dan memisahkan bagian jaringan yang terganggu dari bagian lain yang masih sehat serta sekaligus mengamankan bagian yang masih sehat dari kerusakan atau kerugian yang lebih besar.

#### 1.5.4 Gardu Induk 150 KV Bantul

Gardu Induk 150 KV Bantul adalah bagian dari suatu sistem tenaga yang dipusatkan pada suatu tempat berisi saluran transmisi atau distribusi, perlengkapan hubung bagi, trafo, peralatan pengaman, peralatan kontrol, dan merupakan

komponen utama dalam suatu proses penyaluran tenaga listrik 150 KV dari pembangkit ke beban (konsumen) di wilayah Bantul.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Pengertian Umum Gardu Induk

Gardu induk adalah bagian dari suatu sistem tenaga yang dipusatkan pada suatu tempat berisi saluran transmisi atau distribusi, perlengkapan hubung bagi, trafo, peralatan pengaman, peralatan kontrol, dan merupakan komponen utama dalam suatu proses penyaluran tenaga listrik dari pembangkit kepada konsumen (beban). Fungsi utama dari gardu induk adalah sebagai pentransformasi tenaga listrik tegangan tinggi yang satu ke tegangan tinggi yang lainnya atau ke tegangan menengah dan sebagai pengukuran, pengawasan operasi serta pengaturan pengaman dari sistem tenaga listrik.

### 2.2 Jenis dan Fungsi Gardu Induk

Gardu Induk yang terpasang di Indonesia bisa dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu :

#### 2.2.1 Berdasarkan Besaran Tegangannya, terdiri dari :

- a. Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi (GITET) 275 KV, 500 KV.
- b. Gardu Induk Tegangan Tinggi (GI) 150 KV dan 70 KV.

#### 2.2.2 Berdasarkan Pemasangan Peralatan

- a. Gardu Induk Pasangan Dalam (*In Door Substation*).

GIPD adalah gardu induk yang hampir semua komponennya (*switchgear*, busbar, isolator, komponen kontrol, komponen kendali, *cubicle*, dan lain-lain) dipasang di dalam gedung. Kecuali trafo daya, pada umumnya dipasang di luar gedung.

- b. Gardu Induk Pasangan Luar (*Out Door Substation*)

GIPL adalah gardu induk yang terdiri dari peralatan tegangan tinggi pasang luar, misalnya trafo, peralatan penghubung (*switch gear*) yang mempunyai peralatan kontrol pasang dalam seperti meja penghubung (*switch board*).

- c. Gardu Induk Sebagian Pasangan Luar (*Combined Out Door Substation*).

GISPL adalah gardu induk yang sebagian dari peralatan tegangan tingginya terpasang dalam gedung.

- d. Gardu Induk Pasangan Bawah Tanah (*Under Ground Substation*).

GIPBT adalah gardu induk jenis pasang bawah tanah dimana hampir semua peralatan terpasang dalam bangunan bawah tanah.

- e. Gardu Induk Mobil (*Mobile Substation*).

GIM adalah gardu induk jenis mobil yang dilengkapi dengan peralatan diatas kereta hela (*trailer*).

#### 2.2.3 Berdasarkan Isolasi yang digunakan

- a. Gardu Induk Isolasi Udara (*Konvensional*).

GIU adalah gardu induk yang peralatan instalasinya berisolasi udara bebas, karena sebagian besar peralatannya terpasang diluar gedung (*switch yard*) dan sebagian kecil di dalam gedung, sehingga memerlukan area tanah yang relative luas.

- b. Gardu Induk Isolasi Gas (*Gas Insulated Switchgear*).

GIIS adalah suatu gardu induk yang semua peralatan *switchgear*nya berisolasi gas SF-6 , karena sebagian besar peralatannya terpasang di dalam gedung dan dikemas dalam tabung.

### 2.2.4 Berdasarkan Fungsinya

- a. Pengaturan pelayanan beban ke gardu induk-gardu induk lain melalui tegangan tinggi dan ke gardu distribusi, setelah melalui proses penurunan tegangan melalui penyulang-penyulang (*feeder*) tegangan menengah yang ada di gardu induk.
- b. Merubah daya listrik :
  - 1) Tegangan ekstra tinggi ke tegangan tinggi (500 KV/ 150 KV).
  - 2) Tegangan tinggi ke tegangan yang lebih rendah (150 KV/ 70 KV).
  - 3) Tegangan tinggi ke tegangan menengah (150 KV/ 20 KV, 70 KV/ 20 KV).
  - 4) Dengan frekuensi tetap (di Indonesia 50 Hertz).
- c. Untuk pengukuran, pengawasan operasi serta pengamanan dari sistem tenaga listrik.
- d. Untuk sarana telekomunikasi (pada umumnya untuk internal PLN), yang kita kenal dengan istilah SCADA.

### 2.3 Komponen Utama Gardu Induk

Gardu induk dilengkapi komponen utama sebagai fasilitas yang diperlukan sesuai dengan tujuannya serta mempunyai fasilitas untuk operasi dan pemeliharaan, komponen tersebut antara lain :

1. Transformator Daya
2. Pemisah
3. Pemutus Tenaga
4. Transformator Tegangan
5. Transformator Arus
6. Arrester
7. panel kontrol.
8. Baterai
9. Busbar
10. Sistem pentanahan titik netral

### 2.4 Persyaratan Sistem Proteksi

Pada sistem tenaga listrik, sistem proteksi adalah perlindungan atau isolasi pada bagian yang memungkinkan akan terjadi gangguan atau bahaya. Tujuan utama proteksi adalah untuk mencegah terjadinya gangguan atau memadamkan gangguan yang telah terjadi dan melokalisirnya, dan membatasi pengaruh-pengaruhnya, biasanya dengan mengisolir bagian-bagian yang terganggu tanpa mengganggu bagian-bagian yang lain.

Ada beberapa kriteria yang perlu diketahui pada pemasangan suatu sistem proteksi dalam suatu rangkaian sistem tenaga listrik yaitu :

1. Kepekaan (*sensitifitas*)
2. Kecepatan
3. *Selektifitas* dan *diskriminatif*
4. Keandalan (*reliability*)
5. Ekonomis.

## 2.5 Gangguan Pada Sistem Tenaga Listrik

### 2.5.1 Faktor-Faktor Penyebab Gangguan

Sistem tenaga listrik merupakan suatu sistem yang melibatkan banyak komponen dan sangat kompleks. Oleh karena itu, ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya gangguan pada sistem tenaga listrik, antara lain sebagai berikut :

- a. Faktor manusia.
- b. Faktor *internal*.
- c. Faktor *external*.

### 2.5.2 Jenis Gangguan

Jika ditinjau dari sifat dan penyebabnya, jenis gangguan dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- a. Tegangan Lebih (*Over Voltage*);
- b. Hubung Singkat.
- c. Beban Lebih (*Over Load*).
- d. Daya Balik (*Reserve Power*).

## 2.6 Keandalan system distribusi Saidi dan Saifi

Keandalan merupakan tingkat keberhasilan kinerja suatu sistem atau bagian dari sistem, untuk dapat memberikan hasil yang lebih baik pada periode waktu dan dalam kondisi operasi tertentu.

### 2.6.1 Indeks Keandalan

Indeks keandalan adalah keadaan yang diukur berdasarkan pengukuran data secara statistic pada system distribusi dengan membandingkan indeks angka yang ideal. Indeks keandalan dapat diukur pada suatu system atau pada suatu daerah playanan substation atau pada suatu *feeder*.

Ada dua indeks keandalan yang paling sering digunakan dalam sistem distribusi yaitu:

1. **SAIDI** (*System Average Interruption Duration Indeks*)

Saidi adalah rata-rata indeks lama waktu padam. Jumlah lamanya pemadaman yang dialami konsumen dalam satu tahun, dibagi dengan jumlah konsumen yang dilayani. Bentuk Persamaan 2.3 Rata-rata indeks lama waktu padam.

$$d = \frac{\sum_{i=1}^m C_i t_i}{N} \frac{\text{Jam}}{\text{tahun}} \dots\dots\dots 2.3$$

Dimana:

- m = Jumlah pemadaman dalam satu tahun
- t<sub>i</sub> = lamanya tiap-tiap pemadaman
- C<sub>i</sub> = Jumlah konsumen yang mengalami pemadaman

N = Jumlah konsumen yang dilayani

2. **SAIFI** (*System Average Interruption Frequency Index*)

Saifi adalah indeks jumlah kali padam dalam satu kurun waktu. Jumlah konsumen yang mengalami pemadaman dalam satu tahun dibagi dengan jumlah konsumen yang dilayani. Bentuk Persamaan 2.4 indeks rata-rata jumlah kali padam dalam satu tahun.

$$f = \frac{\sum_{i=1}^m C_i}{N} \frac{\text{Pemadaman}}{\text{tahun}} \dots\dots\dots 2.4$$

Dimana :

- m = Jumlah pemadaman dalam satu tahun
- C<sub>i</sub> = Jumlah konsumen yang mengalami pemadaman
- N = Jumlah konsumen yang dilayani.

## III. METODE PENELITIAN

### 3.1 Metode Pengumpulan Data

Berikut teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Metode Dokumentasi  
Metode dokumentasi digunakan untuk memperoleh data system proteksi yang digunakan dan data gangguan yang terjadi di Gardu Induk 150 KV Bantul dari tahun 2009 sampai 2013.
2. Metode wawancara  
Metode wawancara digunakan untuk memperoleh data mengenai langkah-langkah yang dilakukan untuk mengurangi gangguan yang terjadi pada system proteksi trafo tenaga di Gardu Induk 150 KV Bantul.

### 3.2 Metode Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengambilan data di Gardu Induk 150 KV Bantul akan dianalisis dengan menggunakan teknik analisis deskriptif persentase, Teknik deskriptif persentase ini digunakan untuk memberi deskripsi atau pembahasan hasil penelitian yang masih bersifat data kuantitatif sehingga diperoleh gambaran kualitatif dari hasil penelitian.

## IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

Hasil observasi tentang gangguan yang terjadi diklasifikasikan menjadi 3 jenis gangguan yaitu gangguan teknis (kerusakan pada alat), gangguan nonteknis (sambaran petir, angin, tertimpa pohon, dan lain-lain), dan gangguan yang tidak diketahui penyebabnya. Berikut adalah banyaknya gangguan yang terjadi dan kinerja system proteksi trafo tenaga 1 dan 2 di gardu induk 150 KV Bantul dari tahun 2009 sampai 2013 :

#### 4.1.1 Area trafo tenaga 1 Gardu Induk 150 KV Bantul

##### a. Penyebab gangguan.

Banyaknya gangguan yang terjadi pada area trafo tenaga 1 di Gardu Induk 150 KV Bantul yang menyebabkan system proteksi bekerja :

**Tabel 4.1** Gangguan pada system proteksi area trafo tenaga 1 tahun 2009 sampai 2013.

NO	Bulan	Penyebab Gangguan			Jumlah	
		Teknis	Nonteknis	Tidak Diketahui	Kali	%
1	Januari	-	-	-	-	-
2	Februari	-	1	-	1	25
3	Maret	-	-	-	-	-
4	April	-	-	1	1	25
5	Mei	-	-	-	-	-
6	Juni	-	-	-	-	-
7	Juli	-	-	-	-	-
8	Agustust	-	-	-	-	-
9	September	-	-	-	-	-
10	Oktober	1	-	1	2	50
11	November	-	-	-	-	-
12	Desember	-	-	-	-	-
Jumlah		1	1	2	4	100

##### b. Kinerja system proteksi

Banyaknya system proteksi yang bekerja saat terjadi gangguan pada area trafo tenaga 1 di gardu induk 150 KV :

**Table 4.2** Persentase Keandalan Kinerja Rele Proteksi Pada Area Trafo Tenaga 1 Tahun 2009 sampai 2012.

NO	Bulan	Penyebab Gangguan			Jumlah	
		Teknis	Nonteknis	Tidak Diketahui	Kali	%
1	Januari	-	-	-	-	-
2	Februari	-	-	-	-	-
3	Maret	-	-	-	-	-
4	April	-	-	-	-	-
5	Mei	-	-	-	-	-
6	Juni	-	-	1	1	25
7	Juli	1	-	-	1	25
8	Agustust	-	-	-	-	-
9	September	-	-	-	-	-
10	Oktober	-	-	-	-	-
11	November	-	1	1	2	50
12	Desember	-	-	-	-	-
Jumlah		1	1	2	4	100

#### 4.1.2 Area trafo tenaga 2 Gardu Induk 150 KV Bantul

##### a. Penyebab gangguan.

Banyaknya gangguan yang terjadi pada area trafo tenaga 2 di gardu Induk 150 KV Bantul yang menyebabkan system proteksi bekerja :

**Tabel 4.3** Gangguan pada system proteksi Trafo Area Tenaga 2 tahun 2009 sampai 2013

NO	Rele Proteksi Trafo Tenaga 1	Kinerja Rele Proteksi		Jumlah gangguan yang dialami		Kriteria
		Mampu mengamankan Gangguan	Tidak Mampu mengamankan gangguan	Kali	%	
1	DR	-	-	-	-	-
2	OVR / UVR	1	-	1	100	Baik
3	OCR / GFR	1	-	1	100	Baik
4	OCR / EF	1	-	1	100	Baik
5	OLTC	-	-	-	-	-
6	MCBDC	-	-	-	-	-
7	PMT 150 KV	2	-	2	100	Baik
8	PMT 20 KV incoming	4	-	4	100	Baik
9	PMT 20 KV Feeder	1	1	2	50	Kurang Baik
Jumlah		10	1	11	90,9	Cukup Baik

##### b. Kinerja system proteksi

Banyaknya system proteksi yang bekerja saat terjadi gangguan pada area trafo tenaga 2 di Gardu Induk 150 KV :

**Tabel 4.4** Persentase Keandalan kinerja Rele proteksi pada area Trafo Tenaga 2 Tahun 2009 sampai 2013

NO	Rele Proteksi Trafo Tenaga 1	Kinerja Rele Proteksi		Jumlah gangguan yang dialami		Kriteria
		Mampu mengamankan Gangguan	Tidak Mampu mengamankan gangguan	Kali	%	
1	DR	1	-	1	100	Baik
2	OVR / UVR	1	-	1	100	Baik
3	OCR / GFR	1	-	1	100	Baik
4	OCR / EF	1	-	1	100	Baik
5	OLTC	1	-	1	100	Baik
6	MCBDC	1	-	1	100	Baik
7	PMT 150 KV	2	-	2	100	Baik
8	PMT 20 KV incoming	4	-	4	100	Baik
9	PMT 20 KV Feeder	-	1	1	0	Tidak Baik
Jumlah		12	1	13	92,3	Cukup Baik

#### 4.1.3 Keandalan system distribusi SAIDI dan SAIFI

##### 1. Keandalan system distribusi SAIDI dari tahun 2009 sampai dengan 2013

###### a. Pada Tahun 2009 :

$$\begin{aligned} \text{Pelanggan rata-rata} &= 126951 / 12 \text{ Bulan} = 10579,25 \text{ KK (Kepala Keluarga)} \\ \text{SAIDI} &= \text{Jam} / \text{Tahun} \\ &= 510288 / 10579,25 \\ &= 48,23 \text{ Menit} / 60 \\ &= 0,8 \text{ Jam Perpelanggan dalam 1 tahun} \\ &\text{pada tahun 2009} \end{aligned}$$

###### b. Pada Tahun 2010 :

$$\begin{aligned} \text{Pelanggan rata-rata} &= 133342 / 12 \text{ Bulan} \\ &= 11111,83 \text{ KK (Kepala Keluarga)} \\ \text{SAIDI} &= \text{Jam} / \text{Tahun} \end{aligned}$$

= 37610 / 11111,83  
 = 3,38 Menit / 60  
 = 0,056 Jam Perpelanggaran dalam 1 tahun  
 pada tahun 2010

- c. Pada Tahun 2011 :  
 Pelanggan rata-rata = 135455 / 12 Bulan  
 = 11287,9 KK (Kepala Keluarga)  
 SAIDI = Jam / Tahun  
 = 11520 / 11287,9  
 = 1,02 Menit / 60  
 = 0,017 Jam Perpelanggaran dalam 1 tahun  
 pada tahun 2011
- d. Pada Tahun 2012 :  
 Pelanggan rata-rata = 140651 / 12 Bulan  
 = 11720,9 KK (Kepala Keluarga)  
 SAIDI = Jam / Tahun  
 = 126805 / 11720,9  
 = 10,8 Menit / 60  
 = 0,18 Jam Perpelanggaran dalam 1 tahun  
 pada tahun 2012
- e. Pada Tahun 2013 Tidak terjadi gangguan
2. Keandalan system distribusi SAIFI dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2013
- a. Pada Tahun 2009 :  
 Pelanggan rata-rata = 126951 / 12 Bulan  
 = 10579,25 KK ( Kepala Keluarga )  
 SAIFI = Pelanggan Padam / Rata-rata Pelanggan 1 Tahun  
 = 1228 / 10578,25  
 = 0,116 Kali Pemadaman Dalam 1 Tahun  
 pada tahun 2009
- b. Pada Tahun 2010 :  
 Pelanggan rata-rata = 133342 / 12 Bulan  
 = 11111,83 KK (Kepala Keluarga)  
 SAIFI = Pelanggan Padam / Rata-rata Pelanggan 1 Tahun  
 = 344 / 11111,83  
 = 0,03 Kali Pemadaman Dalam 1 Tahun  
 pada tahun 2010
- c. Pada Tahun 2011 :  
 Pelanggan rata-rata = 135455 / 12 Bulan  
 = 11287,9 KK (Kepala Keluarga)  
 SAIFI = Pelanggan Padam / Rata-rata Pelanggan 1 Tahun  
 = 256 / 11287,9  
 = 0,02268 Kali Pemadaman Dalam 1 Tahun  
 pada tahun 2011
- d. Pada Tahun 2012 :  
 Pelanggan rata-rata = 140651 / 12 Bulan  
 = 11720,9 KK (Kepala Keluarga)  
 SAIFI = Pelanggan Padam / Rata-rata Pelanggan 1 Tahun  
 = 532 / 11720,9  
 = 0,45 Kali Pemadaman Dalam 1 Tahun  
 pada tahun 2012
- e. Pada Tahun 2013 Tidak terjadi gangguan

#### 4.2 Pembahasan

Berdasarkan analisa data yang telah dikemukakan, dapat diketahui tingkat frekuensi

gangguan yang mempengaruhi kinerja system proteksi trafo 1 dan 2 di Gardu Induk 150 KV Bantul :

#### 4.2.1 Pada area trafo tenaga 1 Gardu Induk 150 KV Bantul :

a. Penyebab terjadinya gangguan :

Gangguan yang terjadi pada area trafo 1 di Gardu Induk 150 KV Bantul yang menyebabkan system proteksi bekerja dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis gangguan yaitu gangguan teknis, gangguan nonteknis, dan gangguan yang tidak diketahui penyebabnya. Berikut adalah persentase gangguan yang terjadi dari tahun 2009 sampai 2013 :

1) Gangguan Teknis

Gangguan teknis terjadi karena adanya kerusakan pada peralatan terjadi pada 20 Oktober 2011 Pukul : 20.45 WIB yang menyebabkan system proteksi area trafo 1 di gardu induk 150 KV bantul bekerja 1 kali atau 25 % dari jumlah gangguan yang terjadi.

2) Gangguan Nonteknis

Gangguan Nonteknis adalah gangguan yang terjadi dikarenakan oleh adanya gangguan alam terjadi pada 15 Februari 2012 Pukul 14.30 WIB yang menyebabkan system proteksi area trafo tenaga 1 Gardu Induk 150 KV Bantul bekerja 1 kali atau 25 % dari jumlah gangguan yang terjadi, yaitu dikarenakan saluran kabel tegangan menengah (SKTM) tertimpa pohon.

3) Gangguan yang tidak diketahui penyebabnya

Gangguan yang tidak diketahui penyebabnya terjadi pada 04 Oktober 2010. Pada Pukul 01.45 WIB, dan 24 April 2012 pukul 03.50 WIB yang menyebabkan system trafo tenaga 1 Gardu Induk 150 KV Bantul bekerja, sedangkan 2 kali atau 50 % dari jumlah gangguan yang terjadi.

b. Kinerja system Proteksi :

Pada Trafo tenaga 1 memiliki keandalan kinerja system proteksi terhadap gangguan yang terjadi yaitu sebanyak 10 kali atau 90,9 % dari jumlah system proteksi yang seharusnya bekerja 11 kali.

#### 4.2.2 Pada Area trafo tenaga 2 Gardu Induk 150 KV Bantul :

a. Penyebab terjadinya gangguan.

Gangguan yang terjadi pada area trafo tenaga 2 Gardu Induk 150 KV Bantul yang menyebabkan sistem proteksi bekerja dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis gangguan yaitu gangguan teknis, gangguan nonteknis, dan gangguan yang tidak diketahui penyebabnya. Berikut adalah persentase gangguan yang terjadi dari tahun 2009 sampai 2013 :

1. Gangguan teknis.

Gangguan teknis terjadi karena adanya kerusakan pada peralatan terjadi pada 14 Juli 2009 pukul 05.30 WIB yang menyebabkan system proteksi area trafo tenaga 2 di Gardu Induk 150 KV

Bantul bekerja 1 kali atau 25% dari jumlah gangguan yang terjadi yaitu karena adanya VT-ES Busbar 20 KV terbakar, terdapat flash over pada kabel ground fleksibel dengan jumperan ke VT busbar.

## 2. Gangguan nonteknis.

Gangguan nonteknis terjadi karena adanya gangguan yang disebabkan oleh alam, ini terjadi pada 06 November 2010 pukul 12.45 WIB yang menyebabkan system proteksi trafo tenaga 2 di Gardu Induk 150 KV Bantul bekerja sebanyak 1 kali atau 25 % dari jumlah gangguan yang terjadi.

## 3. Gangguan yang tidak diketahui penyebabnya.

Gangguan yang tidak diketahui penyebabnya terjadi pada 09 November 2009 pukul 12.07 WIB dan 08 Juni 2010 pukul 11.20 WIB yang menyebabkan system proteksi trafo tenaga 2 di Gardu Induk 150 KV Bantul bekerja sebanyak 2 kali atau 50 % dari jumlah gangguan yang terjadi.

### b. Kinerja system proteksi.

Pada trafo tenaga 2 memiliki keandalan kinerja system proteksi terhadap gangguan yang terjadi sebanyak 12 kali atau 92,3 % dengan predikat cukup baik dari jumlah system proteksi yang seharusnya bekerja yaitu 13 kali.

### 4.2.3 Keandalan system distribusi SAIDI dan SAIFI

1. Keandalan system distribusi SAIFI dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2013:

$$1) SAIDI = Ci.ti / N$$

Dimana :

$$SAIDI = \frac{\text{Pelanggan padam x lama pemadaman}}{\text{Jumlah Pelanggan}}$$

Ci = Pelanggan Padam

Ti = Lama Pemadaman

N = Jumlah Pelanggan

Terjadi 2 kali Pemadaman pada tahun 2009

$$a. Ci.ti = \text{Pelanggan Padam x Lama pemadaman} = 952 \times 525 = 499800 \text{ Menit}$$

$$b. Ci.ti = \text{Pelanggan Padam x Lama pemadaman} = 276 \times 38 = 10488 \text{ Menit}$$

$$\text{Jumlah waktu pelanggan padam} = 499800 + 10488 = 510288 \text{ Menit}$$

$$\text{Jumlah Pelanggan rata-rata 1 tahun} = 126951 / 12 = 10579,25 \text{ KK}$$

$$SAIDI = \text{Jam} / \text{Tahun} = 510288 / 10579,25 = 48,23 \text{ Menit}$$

$$= 1 \text{ Jam} = 60 \text{ Menit}$$

$$= 48,23 \text{ Menit} / 60$$

$$= 0,8 \text{ Jam Perpelanggan dalam 1 tahun pada tahun 2009.}$$

$$2) SAIDI = Ci.ti / N$$

Dimana :

$$SAIDI = \frac{\text{Pelanggan padam x lama pemadaman}}{\text{Jumlah Pelanggan}}$$

Ci = Pelanggan Padam

Ti = Lama Pemadaman

N = Jumlah Pelanggan

Terjadi 3 kali Pemadaman pada tahun 2010

$$a. Ci.ti = \text{Pelanggan Padam x Lama pemadaman} = 214 \times 140 = 29960 \text{ Menit}$$

$$b. Ci.ti = \text{Pelanggan Padam x Lama pemadaman} = 176 \times 25 = 4400 \text{ Menit}$$

$$c. Ci.ti = \text{Pelanggan Padam x Lama pemadaman} = 130 \times 25 = 3250 \text{ Menit}$$

$$\text{Jumlah waktu pelanggan padam} = 29960 + 4400 + 3250 = 37610 \text{ Menit}$$

$$\text{Jumlah Pelanggan rata-rata 1 tahun} = 133342 / 12 = 11111,83 \text{ KK}$$

$$SAIDI = \text{Jam} / \text{Tahun} = 37610 / 11111,83 = 3,38 \text{ Menit} = 1 \text{ Jam} = 60 \text{ Menit} = 3,38 \text{ Menit} / 60 = 0,056 \text{ Jam Perpelanggan dalam 1 tahun pada tahun 2010}$$

$$3) SAIDI = Ci.ti / N$$

Dimana :

$$SAIDI = \frac{\text{Pelanggan padam x lama pemadaman}}{\text{Jumlah Pelanggan}}$$

Ci = Pelanggan Padam

Ti = Lama Pemadaman

N = Jumlah Pelanggan

Terjadi 1 kali Pemadaman pada tahun 2011

$$Ci.ti = \text{Pelanggan Padam x Lama pemadaman} = 256 \times 45 = 11520 \text{ Menit}$$

$$\text{Jumlah waktu pelanggan padam} = 11520 \text{ Menit}$$

$$\text{Jumlah Pelanggan rata-rata 1 tahun} = 135455 / 12 \text{ Bulan} = 11287,9 \text{ KK}$$

$$SAIDI = \text{Jam} / \text{Tahun} = 11520 / 11287,9 = 1,02 \text{ Menit} = 1 \text{ Jam} = 60 \text{ Menit} = 1,02 \text{ Menit} / 60 = 0,017 \text{ Jam Perpelanggan dalam 1 tahun pada tahun 2011}$$

$$4) SAIDI = Ci.ti / N$$

Dimana :

$$SAIDI = \frac{\text{Pelanggan padam x lama pemadaman}}{\text{Jumlah Pelanggan}}$$

Ci = Pelanggan Padam

Ti = Lama Pemadaman

N = Jumlah Pelanggan

Terjadi 2 kali Pemadaman pada tahun 2012

$$a. Ci.ti = \text{Pelanggan Padam x Lama pemadaman} = 217 \times 40 = 8680 \text{ Menit}$$

b.  $Ci.ti = \text{Pelanggan Padam} \times \text{Lama pemadaman}$   
 $= 315 \times 375 = 118125 \text{ Menit}$   
 Jumlah waktu pelanggan padam =  
 $8680 + 118125 = 126805 \text{ Menit}$   
 Jumlah Pelanggan rata-rata 1 tahun =  $140651 / 12 = 11720,9 \text{ KK}$   
 $SAIDI = \text{Jam} / \text{Tahun}$   
 $= 126805 / 11720,9$   
 $= 10,8 \text{ Menit} / 60$   
 $= 1 \text{ Jam} = 60 \text{ Menit}$   
 $= 0,18 \text{ Jam Perpelanggan dalam 1 tahun pada tahun 2012}$

5) Pada Tahun 2013 Tidak terjadi gangguan

2. Keandalan system distribusi SAIFI dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2013

1)  $SAIFI = Ci / N$

Dimana :  $Ci = \text{Jumlah Pelanggan padam}$   
 $N = \text{Jumlah Pelanggan}$

Terjadi 2 kali gangguan pada tahun 2009 :

Jumlah Pelanggan padam  $Ci =$

$$952 + 276 = 1228 \text{ KK}$$

Jumlah Pelanggan rata-rata 1 tahun =  $126951 / 12 = 10579,25 \text{ KK}$

$SAIFI = \text{Pelanggan Padam} / \text{Rata-rata Pelanggan 1 Tahun}$

$$= 1228 / 10579,25$$

$= 0,116 \text{ Kali Pemadaman Dalam 1 Tahun pada tahun 2009}$

2)  $SAIFI = Ci / N$

Dimana :  $Ci = \text{Jumlah Pelanggan padam}$   
 $N = \text{Jumlah Pelanggan}$

Terjadi 3 kali gangguan pada tahun 2010 :

Jumlah Pelanggan padam  $Ci =$

$$214 + 176 + 130 = 520 \text{ KK}$$

Jumlah Pelanggan rata-rata 1 tahun =  $133342 / 12 = 11111,83 \text{ KK}$

$SAIFI = \text{Pelanggan Padam} / \text{Rata-rata Pelanggan 1 Tahun}$

$$= 520 / 11111,83$$

$= 0,046 \text{ Kali Pemadaman Dalam 1 Tahun pada tahun 2010}$

3)  $SAIFI = Ci / N$

Dimana :  $Ci = \text{Jumlah Pelanggan padam}$   
 $N = \text{Jumlah Pelanggan}$

Terjadi 1 kali gangguan pada tahun 2011 :

Jumlah Pelanggan padam  $Ci = 256 \text{ KK}$

Jumlah Pelanggan rata-rata 1 tahun =  $135455 / 12 = 11287,9 \text{ KK}$

$SAIFI = \text{Pelanggan Padam} / \text{Rata-rata Pelanggan 1 Tahun}$

$$= 256 / 11287,9$$

$= 0,0266 \text{ Kali Pemadaman Dalam 1 Tahun pada tahun 2011}$

4)  $SAIFI = Ci / N$

Dimana :  $Ci = \text{Jumlah Pelanggan padam}$

$N = \text{Jumlah Pelanggan}$

Terjadi 2 kali gangguan pada tahun 2012 :

Jumlah Pelanggan padam  $Ci =$

$$217 + 315 = 532 \text{ KK}$$

Jumlah Pelanggan rata-rata 1 tahun =  $140651 / 12 = 11720,9 \text{ KK}$

$SAIFI = \text{Pelanggan Padam} / \text{Rata-rata Pelanggan 1 Tahun}$

$$= 532 / 11720,9$$

$= 0,046 \text{ Kali Pemadaman Dalam 1 Tahun pada tahun 2012}$

5) Pada Tahun 2013 Tidak terjadi gangguan

**Tabel 4.5** Keandalan Sistem Distribusi SAIDI dan SAIFI pada tahun 2009 s/d 2013

NO	Tahun	SAIDI	SAIFI	STANDART	
				SAIDI 4,7 Jam	SAIFI 8,3 Kali
1	2009	0,8	0,116	Sangat Handal	Sangat Handal
2	2010	0,056	0,046	Sangat Handal	Sangat Handal
3	2011	0,017	0,0226	Sangat Handal	Sangat Handal
4	2012	0,18	0,046	Sangat Handal	Sangat Handal
5	2013	Tidak terjadi gangguan			

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian di PT (Persero) P3B JB APP Salatiga, Base Camp Yogyakarta Gardu Induk 150 KV Bantul, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Gangguan yang sering mempengaruhi system proteksi area trafo tenaga dari tahun 2009 sampai 2013 adalah gangguan nonteknis dan gangguan yang tidak diketahui penyebabnya, yang mengakibatkan *Short Circuit Feeder* (SCF) pada Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM) tertimpa pohon.
2. Sistem proteksi pada area trafo tenaga 1 dan 2 dari tahun 2009 sampai 2013 memiliki keandalan dengan predikat cukup baik dalam mengatasi kuantitas gangguan.
3. Berdasarkan parameter mutu dan keandalan system suplai tenaga listrik di PT (Persero) P3B JB APP Salatiga, Base Camp Yogyakarta Gardu Induk 150 KV Bantul, ditargetkan untuk setiap tahun sebesar 4,7 jam perpelayanan dalam satu tahun untuk kategori SAIDI dan 8,3 kali perpelayanan dalam setahun untuk kategori SAIFI namun berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa indeks SAIDI dan SAIFI system kelistrikan kota Bantul tahun 2009 s/d 2013 yaitu :
  - ❖ SAIDI = Perpelayanan dalam 4 tahun 2009 s/d 2013 : 2009 = 0,8 Jam, 2010 = 0,056 Jam, 2011 = 0,017 Jam, 2012 = 0,18 Jam, 2013 = Tidak terjadi Gangguan
  - ❖ SAIFI = Perpelayanan dalam 4 tahun 2009 s/d 2013 : 2009 = 0,116 Kali, 2010 = 0,046 Kali, 2011 = 0,0226 Kali, 2012 = 0,046 Kali, 2013 = Tidak terjadi Gangguan



Ini menunjukkan bahwa system kelistrikan kota Bantul sangat Handal atau telah memenuhi target yang telah ditentukan.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka sebagai peneliti dapat menyarankan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Pihak PT PLN (Persero) P3B JB APP Salatiga, Base Camp Yogyakarta Gardu Induk 150 KV Bantul, supaya melakukan dokumentasi gangguan yang terjadi lebih *detail* dalam pencatatan sesuai dengan tabel *standart* dokumentasi gangguan.
2. Pihak PT PLN (Persero) P3B JB APP Salatiga, Base Camp Yogyakarta Gardu Induk 150 KV Bantul, supaya melakukan perubahan tata letak Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM) yang berbeda *feeder* dan terletak pada satu tiang, agar tidak terjadi gangguan hubung singkat beda fasa dengan *feeder* lain akibat gangguan nonteknis.
3. Disarankan kepada PT PLN (Persero) P3B JB APP Salatiga, Base Camp Yogyakarta Gardu Induk 150 KV Bantul agar system pelayanan kepada konsumen dapat selalu memenuhi standart dan mempertahankan target yang telah tercapai yang mana telah memenuhi standart keandalan SAIDI dan SAIFI yang sudah ditentukan dan yang telah diinginkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus Sutisna. 2010. *Koordinasi Rele Arus*. <http://agussutisna1208.files.wordpress.com/2010/05/koordinasi-rele-arus-lebih.pdf>. (Diunduh Tanggal 01 September 2014).
- A.N. Afandi. 2010. *Operasi Sistem Tenaga Listrik Berbasis Edsa*. Yogyakarta :Gava Media.Bonar Pandjaitan. 2012. *Praktik-Praktik Proteksi Sistem Tenaga Listrik*.Yogyakarta : Andi Offset.
- Modal Holong. 2011. *Konsep Gardu Dasar Induk*. <http://modalholong.files.wordpress.com/2011/02/konsep-dasar-gardu-induk.pdf>. (Diunduh Tanggal 04 September 2014).
- P. Van Harten dan Ir. E. Setiawan. 1981. *Instalasi Listrik Arus Kuat*. Bandung :Binacipta.Suharsimi Arikunto. 2002. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek* : Edisi kelima cetakan ke-12. Jakarta : PT. Rineka Cipta;
- Suharsimi Arikunto. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek* : Edisi kelima cetakan ke-13. Jakarta : PT. Rineka Cipta;
- Pidelis S Purba. 2012. *Proteksi Sistem Tenaga Listrik*. <http://unimedproteksisistemtenagalistrik.blogspot.com/2012/06/proteksi-sistem-tengalistrik.html>. (Diunduh Tanggal 06 September 2014).
- dhitud , 18 August 2012 Electrical Engineering <http://blog.umy.ac.id/dhitud/2012/08/18/profil-gardu-induk-bantul-150-kv/> ( Diunduh Tanggal 07 September 2014 )

Triani Nurjanah 2009 sop gardu induk, pemeliharaan gardu induk lengkap  
<https://www.scribd.com/doc/229363512/Materi-Workshop-OPHAR-GI-Pusdiklat-Versions-SOP-PEMELIHARAAN> ( Diunduh Tanggal 10 september 2014 )

Yogyakarta , April 2015

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

**Mujiman. ST.,MT**  
**NIK: 84.0754.232.E**