

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian yang dilakukan di PT PLN (Persero) P3B JB APP Salatiga, Gardu Induk 150 KV Gejayan dan Gardu Induk 150 KV Bantul, didapatkan data-data yang berkaitan dengan permasalahan dan tujuan penelitian yaitu tentang analisis perbandingan kuantitas gangguan dan kinerja sistem proteksi transformator tenaga. Data yang diperoleh tersebut akan dipresentasikan dan dideskripsikan untuk memperoleh jawaban dari permasalahan dalam penelitian ini.

Hasil observasi tentang gangguan yang terjadi diklarifikasikan menjadi 3 jenis gangguan yaitu gangguan teknis (kerusakan pada alat), gangguan nonteknis (gangguan dari alam seperti petir, angin, tertimpa pohon dan lain-lain), dan gangguan yang tidak diketahui penyebabnya. Berikut ini adalah banyaknya gangguan yang terjadi dan kinerja sistem proteksi trafo tenaga Gardu Induk 150 KV Gejayan dan Gardu Induk 150 KV Bantul dari tahun 2010 sampai 2015 :

1. Penyebab Gangguan

Tabel 4.1 Gangguan pada Sistem Proteksi Area Trafo Tenaga Gardu Induk
150 KV Gejayan Tahun 2010 sampai 2015

No.	Tahun	Penyebab Gangguan			Frekuensi gangguan
		Teknis	Nonteknis	Tidak diketahui	
1.	2010	1	-	1	2
2.	2011	1	-	2	3
3.	2012	-	-	-	-
4.	2013	-	-	-	-
5.	2014	-	-	-	-
6.	2015	-	-	-	-
Jumlah gangguan					5

Tabel 4.2 Gangguan pada Sistem Proteksi Area Trafo Tenaga Gardu Induk
150 KV Bantul Tahun 2010 sampai 2015

No.	Tahun	Penyebab Gangguan			Frekuensi gangguan
		Teknis	Nonteknis	Tidak diketahui	
1	2010	1	-	-	1
2.	2011	1	-	-	1
3.	2012	-	-	-	-
4.	2013	2	-	-	2
5.	2014	-	-	-	-
6.	2015	-	-	-	-
Jumlah gangguan					4

Banyaknya gangguan yang terjadi pada trafo tenaga Gardu Induk 150 KV Gejayan dan Gardu Induk 150 KV Bantul dari Tahun 2010 sampai 2015 yang menyebabkan sistem proteksi bekerja dapat dilihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2.

2. Kinerja Sistem Proteksi

Banyaknya sistem proteksi yang bekerja saat terjadi gangguan pada trafo tenaga Gardu Induk 150 KV Gejayan dan Gardu Induk 150 KV Bantul dari Tahun 2010 sampai 2015 dapat dilihat pada tabel 4.3 dan tabel 4.4 berikut ini :

Tabel 4.3 Kinerja Sistem Proteksi Area Trafo Tenaga Gardu Induk 150 KV Gejayan Tahun 2010 sampai 2015

No	Proteksi Trafo Tenaga	Kinerja Rele Proteksi		Jumlah gangguan
		Mampu Mengamankan Gangguan	Tidak Mampu Mengamankan Gangguan	Kali
1.	DR	-	-	-
2.	OCR/GFR	-	-	-
3.	REF	4	-	4
4.	BHUCOLZT	1	-	1
5.	SHUDDEN PREASURE	1	-	1
6.	PMT 150 KV	3	-	3
7.	PMT 20 KV INCOMING	5	-	5

Tabel 4.4 Kinerja Sistem Proteksi Area Trafo Tenaga Gardu Induk 150 KV Bantul
Tahun 2010 sampai 2015

No	Rele Proteksi Trafo Tenaga	Kinerja Rele Proteksi		Jumlah gangguan
		Mampu Mengamankan Gangguan	Tidak Mampu Mengamankan Gangguan	Kali
1.	DR	-	-	-
2.	OCR/GFR	3	-	3
3.	BHUCOLZT	-	-	-
4.	SHUDDEN PREASURE	1	-	1
5.	PMT 150 KV	1	-	1
6.	PMT 20 KV INCOMING	4	-	4
7.	PMT FEEDER	-	1	1

4.2 Pembahasan

Berdasarkan data-data yang didapatkan dari penelitian, kemudian dilakukan analisis data menggunakan metode analisis deskriptif persentase seperti yang telah dikemukakan.

Adapun penjelasan mengenai tingkat frekuensi gangguan yang mempengaruhi kinerja sistem proteksi trafo tenaga di Gardu Induk 150 KV Gejayan dan Gardu Induk 150 KV Bantul dari tahun 2010 sampai 2015 adalah sebagai berikut :

1. Gardu Induk 150 KV Gejayan

a. Penyebab terjadinya gangguan

Gangguan yang terjadi diklarifikasikan menjadi 3 jenis gangguan yaitu gangguan teknis, gangguan nonteknis dan gangguan yang tidak diketahui penyebabnya. Setelah melakukan perhitungan menggunakan rumus analisis deskripsi persentase seperti berikut ini :

$$DPG = n/N \times 100\%$$

Keterangan :

DPG : Deskripsi persentase gangguan (%)

n : Frekuensi gangguan per tahun (Kali)

N : Jumlah Gangguan selama 5 tahun (Kali)

Contoh perhitungan :

Tahun 2010 terjadi gangguan sebanyak 2 kali dan total gangguan selama 6 tahun adalah sebanyak 5 kali di GIS Gejayan. Sehingga untuk

mengetahui nilai persentase gangguan pada tahun 2010 di GIS Gejayan adalah sebagai berikut.

$$DPG = n/N \times 100\%$$

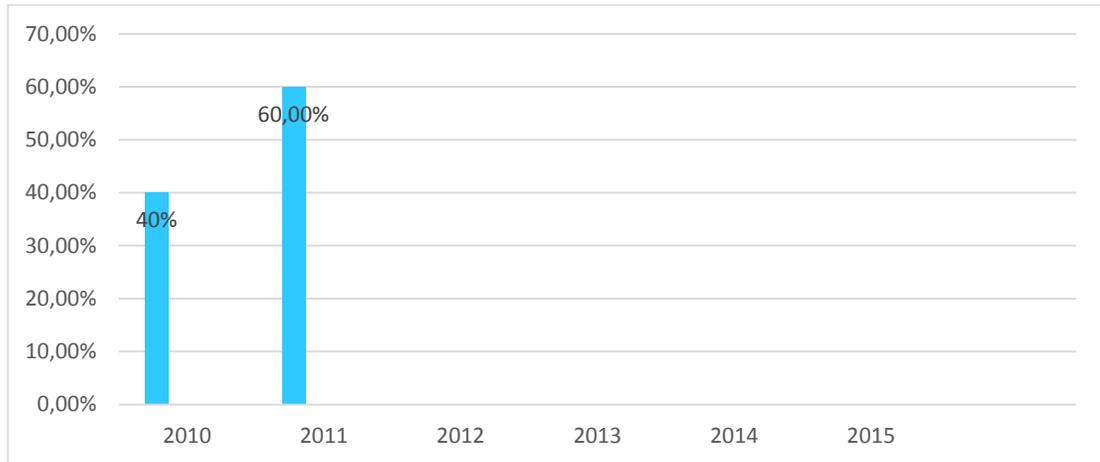
$$DPG = 2/5 \times 100\% = 40\%$$

Jadi, persentase gangguan tahun 2010 di GIS Gejayan adalah 40 %.

Untuk tahun-tahun lain yang, dilakukan perhitungan dengan rumus dan langkah yang sama seperti contoh perhitungan di atas. Setelah dilakukan perhitungan, berikut ini hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.5 di berikut ini.

Tabel 4.5 Persentase Gangguan pada Sistem Proteksi Area Trafo Tenaga Gardu Induk 150 KV Gejayan Tahun 2010 sampai 2015

No.	Tahun	Frekuensi gangguan	Persentase gangguan
		Kali	%
1	2010	2	40 %
2.	2011	3	60 %
3.	2012	-	-
4.	2013	-	-
5.	2014	-	-
6.	2015	-	-
Jumlah Gangguan		5	100 %



Gambar 4.1 Grafik Persentase Gangguan pada Sistem Proteksi Area Trafo Tenaga Gardu Induk 150 KV Gejayan Tahun 2010 sampai 2015

Berikut adalah penjelasan dari tabel 4.5 dan grafik 4.1 mengenai gangguan yang terjadi dari tahun 2010 sampai 2015 pada Gardu Induk 150 KV Gejayan.

1) Gangguan teknis

Gangguan teknis terjadi karena adanya kerusakan pada peralatan. Gangguan teknis di Gardu Induk 150 KV Gejayan terjadi pada 9 Agustus 2010 pukul 15.31 WIB terjadi hubung singkat antara pisau PMT incoming dengan plat penganaman PMT incoming Trafo 2 membuat rele REF 500/20 KV (*Restricted Earth Fault*) bekerja.

Gangguan teknis terjadi juga pada 11 November 2011 pukul 16.37 WIB terjadi hubung singkat di dalam trafo 1 sehingga membuat rele *Bhuncolzt* dan *Sudden Press* bekerja. Sehingga, PMT 150 Trafo 1 dan Incoming Trafo 1 trip.

2) Gangguan nonteknis

Gangguan nonteknis terjadi karena adanya gangguan yang disebabkan oleh alam terjadi pada. Pada GIS Gejayan tidak pernah terjadi gangguan nonteknis dari tahun 2010 sampai 2015.

3) Gangguan tidak diketahui penyebabnya

Gangguan yang tidak diketahui penyebabnya terjadi sebanyak 3 kali yaitu pada :

- 4 November 2010 pukul 13.28 WIB PMT 150 KV Trafo 2 Trip yang bersamaan dengan gangguan feeder 20 KV GJN2 dan GJN4 yang terbaca REF 20 KV.
- 5 Januari 2011 pukul 00.42 WIB ada sinyal trip dari feeder GJN 4 membuat lampu alarm REF nyala sehingga PMT 20 KV Incoming Trafo 2 Trip.
- 29 Oktober 2011 rele REF bekerja membuat PMT 150 Trafo 1 dan Incoming Trafo 1 Trip, namun tidak diketahui penyebabnya.

b. Kinerja sistem proteksi

Suatu rele dikatakan memiliki keandalan baik apabila memiliki keandalan dari 90% sampai 100%. Untuk menghitung persentase kinerja atau keandalan dari suatu sistem proteksi trafo tenaga, dapat juga menggunakan rumus deskripsi persentase seperti berikut ini :

$$DPK = n/N \times 100\%$$

Keterangan :

DPK : Deskripsi persentase kinerja/keandalan sistem proteksi (%)

n : Jumlah rele mampu mengamankan gangguan (Kali)

N : Jumlah gangguan (Kali)

Contoh perhitungan :

Rele REF mampu mengamankan gangguan sebanyak 4 kali dari jumlah gangguan yaitu 4 kali. Sehingga keandalan rele REF dapat di hitung sebagai berikut.

$$DPK = n/N \times 100\%$$

$$DPK = 4/4 \times 100\% = 100\%$$

Jadi, rele REF memiliki keandalan sebesar 100 % dengan predikat baik.

Untuk rele-rele lain yang, dilakukan perhitungan dengan rumus dan langkah yang sama seperti contoh perhitungan di atas. Setelah dilakukan perhitungan, hasil perhitungannya pada table 4.6 berikut ini.

Tabel 4.6 Pesentase Keandalan Sistem Proteksi Area Trafo Tenaga Gardu Induk 150 KV Gejayan Tahun 2010 sampai 2015

No.	Proteksi Trafo Tenaga	Jumlah gangguan	Mampu mengamankan gangguan	Tidak mampu mengamankan gangguan	Persentase keberhasilan
1.	REF	4	4	-	100%
2.	BHUCOLZT	1	1	-	100%
3.	SHUDDEN PREASURE	1	1	-	100%
4.	PMT 150 KV	3	3	-	100%
5.	PMT 20 KV INCOMING	5	5	-	100%

Berikut ini adalah penjelasan dari tabel 4.6 :

1. REF (*Retrictive Earth Fault*)

Rele REF adalah rele yang berfungsi untuk mengamankan trafo dari hubung singkat antara fasa dengan tangki trafo dan titik netral trafo yang ditanahkan. Rele ini memiliki keandalan 100% dengan predikat baik, dikarenakan mampu bekerja mengamankan gangguan sebanyak 4 kali dari total 4 kali gangguan.

2. *Bhucolz*

Rele *Bhucolz* adalah rele yang berfungsi untuk mengamankan trafo dari gangguan internal trafo yang menimbulkan gas yang timbul akibat hubung singkat di dalam trafo. Rele ini memiliki keandalan 100 % dengan predikat baik, dikarenakan mampu bekerja 1 kali saat terjadi 1 kali gangguan yaitu hubung singkat dalam kumparan trafo.

3. *Presuare Sudden*

Rele *Presuare Sudden* adalah rele yang digunakan untuk melindungi trafo dari gangguan tekanan berlebih yang disebabkan gangguan di dalam trafo. Rele ini memiliki keandalan 100 % dengan predikat baik karena mampu bekerja sebanyak 1 kali pada saat terjadi 1 kali gangguan.

4. PMT 150 KV

PMT 150 KV adalah pengaman yang berfungsi memutuskan tenaga pada saat terjadi gangguan di sisi 150 KV trafo. PMT 150 KV memiliki keandalan 100 % dengan predikat baik, dikarenakan mampu bekerja (*trip*) 3 kali saat terjadi 3 kali gangguan.

5. PMT 20 KV *Incoming*

PMT 20 KV adalah pengaman yang berfungsi memutuskan tenaga pada saat terjadi gangguan di sisi 20 KV trafo. PMT 20 KV memiliki keandalan 100 % dengan predikat baik, dikarenakan mampu bekerja (*trip*) 5 kali saat terjadi 5 kali gangguan

2. Gardu Induk 150 KV Bantul

a. Penyebab terjadinya gangguan

Gangguan yang terjadi diklarifikasikan menjadi 3 jenis gangguan yaitu gangguan teknis, gangguan nonteknis dan gangguan yang tidak diketahui penyebabnya. Setelah melakukan perhitungan menggunakan rumus analisis deskripsi persentase seperti berikut ini :

$$DPG = n/N \times 100\%$$

Keterangan :

DPG : Deskripsi persentase gangguan (%)

n : Frekuensi gangguan per tahun(Kali)

N : Jumlah Gangguan selama 5 tahun (Kali)

Contoh perhitungan :

Tahun 2010 terjadi gangguan sebanyak 1 kali dan total gangguan selama 6 tahun adalah sebanyak 4 kali di GI Bantul. Sehingga untuk mengetahui nilai persentase gangguan pada tahun 2010 di GI Bantul adalah sebagai berikut.

$$DPG = n/N \times 100\%$$

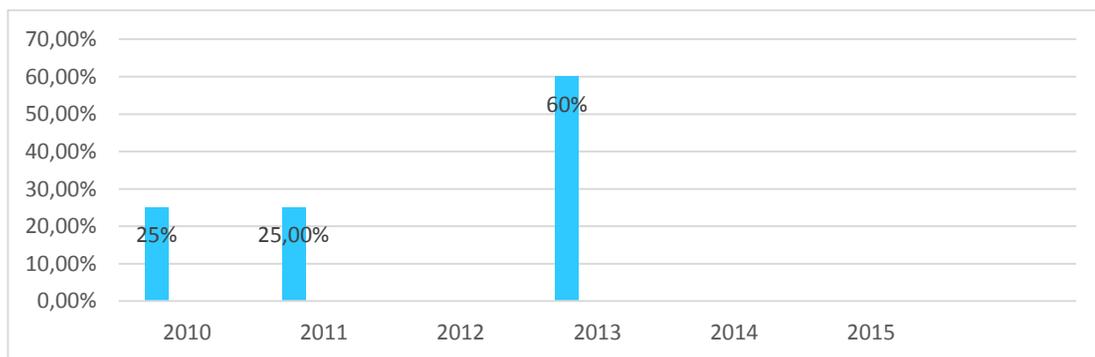
$$DPG = 1/4 \times 100\% = 25\%$$

Jadi, persentase gangguan tahun 2010 di GI bantul adalah 25%.

Untuk tahun-tahun yang lain, dilakukan perhitungan dengan rumus dan langkah yang sama seperti contoh perhitungan di atas. Setelah dilakukan perhitungan, berikut ini hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.7 Persentase Gangguan pada Sistem Proteksi Area Trafo Tenaga Gardu Induk 150 KV Bantul Tahun 2010 sampai 2015

No.	Tahun	Frekuensi gangguan	Persentase gangguan
		Kali	%
1.	2010	1	25 %
2.	2011	1	25 %
3.	2012	-	-
4.	2013	2	60%
5.	2014	-	-
6.	2015	-	-
Jumlah Gangguan		4	100 %



Gambar 4.2 Grafik Persentase Gangguan pada Sistem Proteksi Area Trafo Tenaga Gardu Induk 150 KV Bantul Tahun 2010 sampai 2015

Berikut adalah penjelasan dari tabel 4.7 dan grafik 4.2 mengenai gangguan yang terjadi dari tahun 2010 sampai 2015 pada Gardu Induk 150 KV Bantul.

1. Gangguan teknis

Gangguan teknis terjadi karena adanya kerusakan pada peralatan terjadi pada :

- 10 Maret 2010 PMT Feeder tidak mau trip padahal BNL5 ada gangguan hubung singkat sehingga membuat OCR bekerja yang membuat PMT 20 KV Incoming trafo 1 Trip.
- 13 September 2011 pukul 04.55 WIB short link feeder BNL1 belum dilepas sehingga terjadi hubung singkat membuat OCR/EF bekerja dan PMT 20 KV Incoming trafo 1 Trip .
- 3 April 2013 kabel *Sudden Presuare* yang berada di dekat kabel tap 13 dan 14 bocor membuat rele *Sudden Preasure* bekerja dan PMT 50 KV trafo 1 serta PMT 20 KV Incoming trafo 1 Trip.
- 18 Maret 2013 pukul 15.19 WIB socket PMT BNL1 menyentuh support PMT dan PMS BNL1 sehingga terjadi hubung singkat membuat rele OCR/GFR bekerja dan PMT 20 KV Incoming trafo 1 Trip.

2. Gangguan nonteknis

Gangguan nonteknis terjadi karena adanya gangguan yang disebabkan oleh alam terjadi, namun dari tahun 2010 sampai 2015 tidak ada gangguan nonteknis yang menyebabkan sistem proteksi bekerja.

3. Gangguan tidak diketahui penyebabnya

Gangguan yang tidak diketahui penyebabnya tidak pernah terjadi pada Gardu Induk 150 KV Bantul dari tahun 2010 sampai 2015.

b. Kinerja sistem proteksi

Suatu rele dikatakan memiliki keandalan baik apabila memiliki keandalan dari 90% sampai 100%. Untuk menghitung persentase kinerja atau keandalan dari suatu sistem proteksi trafo tenaga, dapat juga menggunakan rumus deskripsi persentase berikut ini :

$$DPK = n/N \times 100\%$$

Keterangan :

DPK : Persentase kinerja/keandalan sistem proteksi (%)

n : Jumlah rele mampu mengamankan gangguan (Kali)

N : Jumlah gangguan (Kali)

Contoh perhitungan :

Rele OCR/GFR mampu mengamankan gangguan sebanyak 2 kali dari jumlah gangguan yaitu 2 kali. Sehingga keandalan rele OCR/GFR dapat di hitung sebagai berikut.

$$DPK = n/N \times 100\%$$

$$DP = 2/2 \times 100\% = 100\%$$

Jadi, rele OCR/GFR memiliki keandalan 100 % dengan predikat baik.

Tabel 4.8 Pesentase Keandalan Sistem Proteksi Area Trafo Tenaga Gardu Induk 150 KV Bantul Tahun 2010 sampai 2015

No.	Proteksi Trafo Tenaga	Jumlah gangguan	Mampu mengamankan gangguan	Tidak mampu mengamankan gangguan	Persentase kenadalan
1.	OCR/GFR	3	3	-	100%
2.	<i>SHUDDEN PREASURE</i>	1	1	-	100%
3.	PMT 150 KV	1	1	-	100%
4.	PMT 20 KV INCOMING	4	4	-	100%
5.	PMT FEEDER	1	-	1	0%

Untuk rele-rele lain yang, dilakukan perhitungan dengan rumus dan langkah yang sama seperti contoh perhitungan di atas. Setelah dilakukan perhitungan, hasil perhitungannya ditunjukkan pada table 4.8 .

Berikut ini penjelasan dari tabel 4.8 :

1. OCR/GFR (*Over Current Relay/Ground Fault Relay*)

Rele OCR/GFR adalah rele yang berfungsi untuk mendeteksi gangguan hubung singkat antar fasa dan gangguan hubung singkat fasa ke tanah. Rele OCR/GFR memiliki kenadalan 100 % dengan predikat baik karena mampu bekerja sebanyak 3 kali saat terjadi 3 kali gangguan yaitu pada saat hubung singkat di feeder BNL1 dan hubung singkat antara socket dengan support pmt dan pms BNL1 serta terjadi short link karena feeder BNL1 belum dilepas.

2. *Presuare Sudden*

Rele *Presuare Sudden* adalah rele yang digunakan untuk melindungi trafo dari gangguan tekanan berlebih yang disebabkan gangguan di dalam trafo. Rele *Presuare Sudden* memiliki kenadalan 100 % dengan predikat baik karena mampu bekerja sebanyak 1 kali pada saat terjadi 1 kali gangguan yaitu hubung singkat kabel *Sudden Presure* dengan kabel kontrol yang bocor.

3. PMT 150 KV

PMT 150 KV adalah pengaman yang berfungsi memutuskan tenaga pada saat terjadi gangguan di sisi 150 KV trafo. Rele PMT 15 KV memiliki keandalan 100 % dengan predikat baik karena mampu bekerja sebanyak 1 kali saat terjadi gangguan yaitu kabel *Sudden Pressure* yang berada di dekat kabel tap 13 dan 14 bocor.

4. PMT 20 KV *Incoming*

PMT 20 KV adalah pengaman yang berfungsi memutuskan tenaga pada saat terjadi gangguan di sisi 20 KV trafo. Rele PMT 20 KV *Incoming* memiliki keandalan 100 % dengan predikat baik karena mampu bekerja sebanyak 3 kali saat terjadi 3 kali gangguan yaitu hubung singkat pada BNL1, hubung singkat kabel *Sudden Pressure* dengan kabel control yang bocor dan hubung singkat antara socket dengan support PMT.

5. PMT *Feeder*

PMT *Feeder* adalah pengaman yang memutus hubung tenaga pada feeder, memiliki keandalan 0 % dengan predikat tidak baik, dikarenakan tidak mampu bekerja (*trip*) saat terjadi 1 kali gangguan yaitu pada saat terjadi gangguan hubung singkat pada feeder BNL 5. Namun, gangguan dapat bisa diatasi dengan tripnya PMT *Incoming* 20 KV Trafo 1 trip.

3. Perbandingan Kuantitas Gangguan dan Kinerja Sistem Proteksi Tafo Tenaga GI 150 KV Gejayan dan GI 150 KV Bantul

Setelah melakukan penelitian di GIS Gejayan dan GI Konvensional Bantul. Kemudian dilakukan beberapa perbandingan yaitu perbandingan konstruksi, perbandingan kuantitas gangguan dan perbandingan kinerja sistem proteksi trafo tenaganya. Berikut ini akan dipaparkan beberapa perbedaannya tersebut.

1. Perbandingan model penempatan peralatan antara GIS Gejayan dan GI Konvensional Bantul.



Gambar 4.3 Peralatan GIS Gejayan



Gambar 4.4 Peralatan GI Konvensional Bantul

Gardu Induk 150 KV Gejayan merupakan gardu induk yang semua peralatan *switchgear*-nya berisolasikan gas SF-6, karena sebagian besar peralatannya terpasang di dalam gedung dan dikemas dalam tabung. Gardu induk jenis ini biasanya disebut GIS seperti gambar 4.1. Pada GIS terdapat bermacam-macam jenis peralatan seperti pemutus tenaga, busbar, pemisah tanah, trafo arus dan trafo tegangan yang di tempatkan di dalam kompartemen yang terpisah-pisah dan diisi gas SF-6. Kekuatan di elektrik gas SF-6 yang lebih tinggi dari dari pada udara, menyebabkan jarak konduktor yang diperlukan akan lebih kecil.

Sedangkan Gardu Induk 150 KV Bantul adalah gardu induk yang peralatannya berisolasi udara bebas, karena sebagian besar peralatannya terpasang diluar gedung (*switch yard*) dan sebagian kecil di dalam gedung, sehingga memerlukan tanah yang relatif luas. Gardu jenis ini biasanya disebut gardu induk konvensional seperti gambar 4.2. Peralatan seperti PMT, busbar, pemisah tanah dan lain-lain ditempatkan di luar ruangan.

2. Perbandingan kuantitas gangguan antara GIS Gejayan dan GI Konvensional Bantul tahun 2010 sampai 2015.

Tabel 4.9 Perbandingan gangguan pada Sistem Proteksi Area Trafo Tenaga GIS Gejayan dan GI Konvensional Bantul Tahun 2010 sampai 2015

No.	Tahun	Penyebab Gangguan						Jumlah	
		Teknis		Nonteknis		Tidak diketahui			
		GI GJN	GI BNL	GI GJN	GI BNL	GI GJN	GI BNL	GI GJN	GI BNL
1.	2010	1	1	-	-	1	-	2	1
2.	2011	1	1	-	-	2	-	3	1
3.	2012	-	-	-	-	-	-	-	-
4.	2013	-	2	-	-	-	-	-	2
5.	2014	-	-	-	-	-	-	-	-
6.	2015	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah		2	4	-	-	3	-	5	4

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di GI 150 KV Gejayan dan GI 150 KV Bantul seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.7. Kuantitas gangguan yang terjadi pada area trafo tenaga GI 150 KV Gejayan adalah sebanyak 5 kali dan GI 150 KV Bantul adalah sebanyak 4 kali. Gangguan yang terjadi diklarifikasikan menjadi 3 jenis gangguan yaitu gangguan teknis (kerusakan pada alat), gangguan nonteknis (gangguan dari alam seperti petir, angin, tertimpa pohon dan lain-lain), dan gangguan yang tidak diketahui penyebabnya.

Setiap gardu induk memiliki jumlah gangguan yang berbeda-beda setiap jenisnya. Berdasarkan tabel 4.7 bahwa Gardu Induk 150 KV Gejayan mengalami sebanyak 2 kali gangguan teknis yaitu terjadi pada tanggal 9 Agustus 2010 terjadi hubung singkat dan 11 November 2011 terjadi hubung singkat di dalam trafo tenaga. Gardu Induk 150 KV Gejayan tidak pernah mengalami gangguan nonteknis dan 3 kali mengalami gangguan yang tidak diketahui penyebabnya yaitu pada tanggal 4 November 2010, 5 Januari 2011 dan 29 Oktober 2011.

Sedangkan untuk Gardu Induk 150 KV Bantul mengalami 4 kali gangguan teknis yaitu 10 Maret 2010 terjadi hubung singkat, 13 September 2011 terjadi hubung singkat, 3 April 2013 kabel tap 13 dan 14 bocor membuat rele Sudden Pressure bekerja dan 18 Maret 2013 terjadi hubung singkat. serta tidak pernah mengalami gangguan teknis dan gangguan yang tidak diketahui penyebabnya dari tahun 2010 sampai 2015.

Dari data tersebut bahwa Gardu Induk 150 KV Bantul lebih banyak mengalami gangguan yang disebabkan oleh kerusakan alat (gangguan teknis) dibandingkan dengan Gardu Induk 150 KV Gejayan. Berdasarkan teori, selain memiliki keunggulan dari segi estetika dan arsitektural, GIS juga memiliki keandalan yang lebih baik dibandingkan dengan GI Konvensional. Sehingga, kemungkinan terjadinya gangguan pada area pengamanan trafo tenaga pada GIS lebih sedikit dibandingkan dengan GI Konvensional.

Namun, faktanya dari data yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan pada GIS Gejayan dan GI Konvensional Bantul menunjukkan bahwa GIS Gejayan mengalami lebih banyak gangguan dibandingkan dengan GI Konvensional Bantul selama 5 tahun.

Akan tetapi, jika dilihat dari jenis gangguan yang dialami oleh kedua jenis GI bahwa selama 5 tahun GI Bantul hanya mengalami gangguan teknis. Gangguan teknis adalah gangguan yang disebabkan karena kerusakan alat. Menurut analisis peneliti bahwa hal ini terjadi karena pengaruh penempatan peralatan yang ditempatkan diluar ruangan. Sehingga membuat terjadinya error pada peralatan tersebut.

3. Perbandingan kinerja sistem proteksi trafo tenaga antara GIS Gejayan dan GI Kovenisional Bantul tahun 2010 sampai 2015

Tabel 4.10 Perbandingan kinerja Sistem Proteksi Area Trafo Tenaga Gardu Induk 150 KV Gejayan dan Gardu Induk 150 KV Bantul Tahun 2010 sampai 2015

No	Proteksi Trafo Tenaga	Jumlah gangguan (kali)		Mampu mengamankan gangguan (kali)		Tidak mampu mengamankan gangguan (kali)		Persentase keberhasilan (%)	
		GI GJN	GI BNL	GI GJN	GI BNL	GI GJN	GI BNL	GI GJN	GI BNL
1.	OCR/GFR	-	3	-	3	-	-	-	100%
2.	REF	4	-	4	-	-	-	100%	-
3.	<i>BHUCOLZ T</i>	1	-	1	-	-	-	100%	-
4.	<i>PREASURE SUDDEN</i>	1	1	1	1	-	-	100%	100%
5.	PMT 150 KV	3	1	3	1	-	-	100%	100%
6.	PMT 20 KV	5	4	5	4	-	-	100%	100%
7.	PMT FEEDER	-	1	-	-	-	1	-	0%
Jumlah		14	10	14	9	-	1	100%	90%

Tabel 4.8 merupakan tabel kinerja rele proteksi trafo tenaga GIS Gejayan dan GI Konvensional Bantul. Berdasarkan tabel 4.8 sistem proteksi pada GIS Gejayan mampu mengamankan gangguan sebanyak 15 kali dari total gangguan yaitu 15 gangguan. Sedangkan untuk sistem proteksi trafo tenaga GI Konvensional Bantul 9 kali mampu mengamankan gangguan dan 1 kali tidak mampu mengamankan gangguan dari 10 gangguan.

Rumus mencari persentase keberhasilan sistem proteksi dalam mengamankan gangguan adalah sebagai berikut :

$$\% \text{ Keberhasilan} = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

n : Jumlah mampu mengamankan gangguan (kali)

N : Jumlah gangguan (kali)

Dari data tabel 4.8 bahwa dari tahun 2010 sampai 2015 rele proteksi pada GIS Gejayan mampu mengamankan trafo tenaga dari semua gangguan yang pernah terjadi. Keberhasilan dari rele proteksi trafo tenaga dalam mengamankan gangguan di GIS gejayan adalah 100%. Sehingga selama 5 tahun rele-rele trafo tenaga GIS Gejayan memiliki kriteria baik.

Sedangkan pada GI konvensional Bantul selama dari tahun 2010 sampai 2015 mampu mengamankan gangguan sebanyak 9 kali dan 1 kali tidak mampu mengamankan gangguan yaitu PMT feeder yang tidak *trip*/bekerja saat terjadi gangguan. Sehingga keberhasilan rele proteksi trafo tenaga dalam mengamankan gangguan di GI Konvensional Bantul adalah 90 % dengan kriteria baik.

Berdasarkan teori, GIS memiliki keandalan sistem proteksi yang lebih baik dibandingkan dengan GI Konvensional. Faktanya, berdasarkan data yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan pada GIS Gejayan dan GI Konvensional Bantul menunjukkan bahwa sistem proteksi pada GIS Gejayan lebih baik dibandingkan dengan GI Konvensional Bantul.