

**ANALISIS GANGGUAN TERHADAP  
KINERJA SISTEM PROTEKSI DI  
GARDU INDUK 150 KV KENTUNGAN**

*(Analyze The Reliability Of The System Protection Of The Transformator Area  
On A Substation 150 Kv Kentungan)*

GILANG RIDHOMEZ

ABSTRACT

*The final research is on the dependability of the protective system in a substation 150 Kv in Kentungan quality of equipment to protect against disturbance in Transformator II and Transformator IV. The electrical system may even have external or internal interference. The electrical power system therefore has several electrical engineering devices to secure equipment from distraction and avoid destruction. That's why of this final task is to identify quick contact data from 2014 to 2018 and analyze the reliability of the system protection of the transformator area on a substation 150 Kv Kentungan. To maintain a continued transmission of a good electrical system must match the absolute standards needed. Using descriptive techniques, percentages generate reliable percentage of the protective system that matches the SPLN 52-1 : 1983 securing transformator map 150/66 kV, 150/20 kV and 66/20 kV. With the success rate above 90% if you go below, you'll run the calculation and data analysis back. According to studies, it has been drawn to a conclusion that a disruption occurred in substation 150 Kv Kentungan dominated by a technical glitch, non technical and unknown causes. And also possess a useful 99% of the protective equipment or can be said to be good at securing the equipment for destruction due to the interference.*

**Keywords:** *Substation Disruption, Dependability of the protective system*

PENDAHULUAN

Energi listrik sampai saat ini merupakan kebutuhan yang sangat vital untuk semua makhluk hidup. Pemanfaatannya bisa berupa seperti alat-alat rumah tangga, alat-alat industri, kesehatan, komunikasi, hiburan dan masih banyak lagi. Bahkan energi listrik merupakan komponen penting dalam memajukan perekonomian suatu negara, maka dari itu ketersediaan energi listrik haruslah handal, bermutu, stabil, terjangkau, layak dan efisien. Dalam usaha penyediaan energi listrik yang handal dan efisien inilah, Gardu Induk mempunyai peranan penting agar mengatur kebutuhan beban pada sistem tenaga listrik dan sebagai pusat pengamanan komponen-komponen pada sistem tenaga listrik di suatu wilayah tertentu.

Terjadinya gangguan pastilah sering terjadi pada suatu sistem tenaga listrik baik dari dalam ataupun dari luar. Gangguan yang terjadi biasanya seperti kerusakan pada kawat penghantar, hubung singkat karena petir, kerusakan bushing, kerusakan kontak-kontak

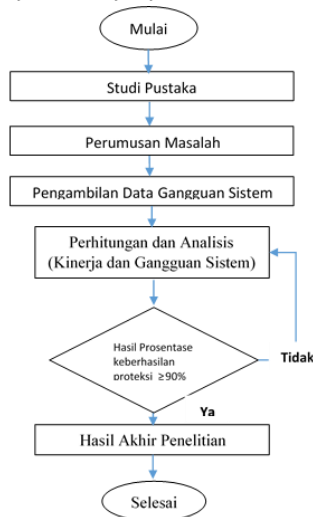
tap changer atau kumparan yang terbakar. Kapan datangnya gangguan tidak dapat diprediksi maka dari itu dibutuhkan peralatan pengamanan atau sistem proteksi dapat diandalkan. Sistem proteksi ialah suatu sistem pengamanan pada komponen listrik, yang disebabkan oleh gangguan alam, gangguan teknis, kesalahan pada operasi, dan penyebab lainnya. Pastinya pengamanan itu tujuannya adalah untuk menjaga peralatan maupun komponen Gardu Induk terhindar dari kerusakan yang menyebabkan banyak kerugian pada penyaluran beban listrik (konsumen).

Gardu Induk 150 kV Kentungan adalah salah satu Gardu Induk yang beroperasi di wilayah Jateng - DIY. Gardu Induk 150 kV Kentungan Memiliki 3 buah Transformator yaitu transformator II, transformator III dan Transformator IV. Transformator II ini menyuplai KTN 1, KTN 2, KTN 14, KTN 6, KTN 9 yang mempunyai kapasitas sebesar 60 MVA dengan memiliki faktor daya sebesar 0,93. Transformator III ini menyuplai KTN 3, KTN 10, KTN 12, KTN 13, KTN 15, KTN 16 yang mempunyai kapasitas sebesar 60 MVA, Sedangkan pada Transformator IV ini

menyuplai KTN 4, KTN 5, KTN 7, KTN 8, KTN 11, KTN 17 yang juga mempunyai kapasitas daya sebesar 60 MVA yang memiliki faktor daya sebesar 0,93. Komponen utama pada Gardu Induk adalah salah satunya transformator tenaga yang merupakan peralatan sangat penting pada penyaluran tenaga listrik. Transformator merupakan salah satu peralatan utama di Gardu Induk karena transformator penyalur langsung menuju beban konsumen tegangan tinggi maupun konsumen tegangan rendah. Transformator tenaga pada Gardu Induk 150 kV Kentungan ini terletak pada daerah yang terbuka, maka dari itu sangat besar kemungkinan untuk terjadinya kerusakan dari peralatan maupun oleh cuaca dikarenakan sebagian besar komponennya berbahan logam yang dapat menyebabkan korosi.

## METODE PERANCANGAN

Pada penyusunan tugas akhir ini memiliki beberapa tahapan yang sistematis dengan maksud agar penelitian dapat dilakukan dengan hasil yang maksimal, dibawah ini merupakan *flowchart* penyusunannya, yaitu:



Gambar 2.1 Alur Penyusunan Tugas Akhir

### 2.1. Perumusan Masalah, Pengambilan dan Pengumpulan Data Awal

Dalam penelitian ini ada rumusan masalah yang akan di diselesaikan untuk mengetahui frekuensi gangguan yang terjadi pada tahun 2014 sampai 2018 di Gardu Induk 150 kV Kentungan dan juga keandalan sistem proteksi

yang berjalan terhadap frekuensi gangguan yang terjadi pada Gardu Induk 150 kV Kentungan agar dapat mengetahui hasil akhir dari pada penelitian ini.

### 2.2. Pengukuran Kualitas Daya

Pada Pengambilan data dilakukan dengan melihat data yang ada Gardu Induk, pengambilan data ini sebagai referensi dan melihat secara nyata yang dilakukan oleh pihak Gardu Induk saat pemeliharaan pada peralatannya dan gangguan yang sering terjadi pada transformator. Setelah melakukan pengujian secara langsung pada peralatan Gardu Induk pada saat pemeliharaan oleh pihak Gardu Induk. Penkajian langsung dapat dijadikan acuan sebagai dasar untuk bahan analisa yang akurat.

### 2.3. Analisis Data dan Solusi Perbaikan

Data telah diperoleh dari pengambilan data di Gardu Induk 150 kV Kentungan di analisis dengan menggunakan teknik deskriptif persentase. Teknik ini adalah untuk mendeskripsikan atau memberi hasil dari hasil penelitian yang bersifat kuantitatif dari hasil penelitian yang diperoleh. Software ini merupakan aplikasi untuk pengolahan data yang telah di analisis dan untuk membuat dokumen dengan mudah. Software ini mempermudah dalam untuk menganalisis data yang di buat dengan software microsoft word.

Dengan software ini memudahkan dalam mengolah data-data yang telah diperoleh dilapangan maupun data dari jurnal. Data yang di peroleh dari Gardu Induk 150 kV Kentungan berupa data mentah yang akan di anakan diolah dengan software microsoft word untuk dapat dianalisis oleh. Data- data tersebut diolah berupa grafik dan persentase gangguan yang terjadi di Gardu Induk 150 kV Kentungan dalam beberapa tahun terakhir.

### 2.4. Penyusunan Laporan

Setelah persentase system proteksi diketahui maka tahap selanjutnya dilakukan evaluasi data tersebut dengan membandingkan pada standar perusahaan umum listrik Negara (SPLN) 52-1 : 1983 pola pengamanan transformator 150/66 kV, 150/20 kV dan 66/20 kV. Keandalan sistem proteksi dikatakan cukup baik bila mempunyai harga dari 90 % sampai dengan 99 % dan jika persentase dari sistem proteksi Gardu Induk dibawah 90%

maka akan dilakukan perhitungan dan analisis data kembali, apakah ada kesalahan dalam melakukan pengujian atau tidak pada peralatan Gardu Induk sesuai standar.

### 2.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk menganalisis dan mengolah data-data yang terkait dalam penelitian sistem proteksi Gardu Induk Kentungan ini adalah sebagai berikut:

- Laptop sebagai pengolah semua data digital
- Microsoft Office Word 2016 sebagai pengolah data Tugas Akhir
- Microsoft Office Excel 2016 sebagai pengolah data tabel, grafik dan perhitungan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian Analisis Gangguan Terhadap Kinerja Sistem Proteksi di Gardu Induk 150 KV antara lain :

- Single Line Diagram Gardu Induk 150 kV Kentungan.
- Kinerja sistem proteksi pada transformator di Gardu Induk Kentungan.
- Data kinerja sistem kerja proteksi pada tranformator dan berbagai gangguan yang ada di Gardu Induk Kentungan.
- Data gangguan apa saja yang sering terjadi pada transformator di Gardu Induk Kentungan.

## HASIL DAN ANALISIS

### 3.1 Penyebab gangguan

#### a. Gangguan trafo II

Tahun	Penyebab Gangguan			Jumlah (kali)
	Teknis	Non Teknis	Tidak Diketahui	
2014	1	-	-	1
2015	-	-	-	-
2016	-	-	1	1
2017	1	-	-	1
2018	-	-	-	-
<b>Jumlah Gangguan</b>				<b>3</b>

Tabel 3.1 Gangguan pada transformator tenaga II

Pada tabel 3.1 diatas menunjukkan bahwa ada 3 gangguan yang disebabkan oleh gangguan teknis dan gangguan non teknis.

Gangguan terbanyak ada pada gangguan teknis yang terjadi pada tahun 2014 1 kali dan pada tahun 2018 1 kali. Sedangkan gangguan non teknis terjadi 1 kali pada tahun 2015. Gangguan teknis yang terjadi 1 kali pada tahun 2014 itu diakibatkan oleh adanya kawat rantas pada U6 – 93 dan pada tahun 2018 terjadi 1 kali gangguan teknis yang disebabkan oleh kabel power pada trafo tenaga 150 kV mengalami *breakdown*. Selain itu ada gangguan non teknis yang terjadi 1 kali pada tahun 2015 yang disebabkan oleh faktor alam yaitu hujan deras.

#### b. Gangguan trafo IV

Tahun	Penyebab Gangguan			Jumlah (kali)
	Teknis	Non Teknis	Tidak Diketahui	
2014	1	-	-	1
2015	-	1	-	1
2016	-	-	-	-
2017	-	-	-	-
2018	1	-	-	1
<b>Jumlah Gangguan</b>				<b>3</b>

Tabel 3.2 Gangguan pada transformator tenaga IV

Pada tabel 3.2 diatas menunjukkan bahwa ada 3 gangguan pada transformator tenaga IV yang disebabkan oleh gangguan teknis dan gangguan tidak diketahui. Gangguan terbanyak ada pada gangguan teknis yang terjadi pada tahun 2014 1 kali dan pada tahun 2017 1 kali. Sedangkan gangguan tidak diketahui terjadi 1 kali pada tahun 2015. Gangguan teknis pada tahun tahun 2014 itu disebabkan oleh terjadinya kondensasi pada kontak *Sudden Pressure* dan pada tahun 2017 gangguan teknis yang disebabkan oleh PMT inc PHs R mengalami *breakdown* sebab tahanan isolasi mengalami degradasi yang buruk pada saat itu. Selain itu ada gangguan tidak diketahui penyebabnya dari luar sistem maupun dari dalam sistem pada tahun 2016.

c. Frekuensi gangguan transformator

No	Tahun	Frekuensi Gangguan	Persentase Gangguan
		Kali	%
1	2014	2	33.33333333
2	2015	1	16.66666667
3	2016	1	16.66666667
4	2017	1	16.66666667
5	2018	1	16.66666667
<b>Jumlah Gangguan</b>		<b>6</b>	<b>100 %</b>

Tabel 3.3 persentase gangguan pada sistem proteksi transformator II dan IV dari tahun 2014 sampai 2018

Dari tabel 3.3 diatas ditunjukkan persentase gangguan pada transformator II dan IV pada tahun 2014 sampai 2018. Dimana persentase gangguan tertinggi ada pada tahun 2014 sebesar 33,33% dengan banyak gangguan adalah 2 kali. Sedangkan pada tahun 2015 sampai tahun 2018 memiliki persentase masing masing 16,67% dengan gangguan 1 kali di tiap tahunnya.

d. Bentuk Gangguan Transformator

Ada beberapa bentuk gangguan pada transformator tenaga II dan IV di Gardu Induk 150 kV Kentungan meliputi gangguan teknis dan non teknis, gangguan yang terjadi pada transformator tenaga tersebut terjadi pada tahun 2014 sampai 2015 disebabkan sebagai berikut :

a. Gangguan Teknis

1. Tanggal 21 Juli 2014 pukul 09.50 WIB terjadi kondensasi pada kontak Sudden Pressure yang membuat relai Sudden Pressure bekerja dan PMT 20 Kv incoming transformator 4 trip. Dan setelah adanya perbaikan dapat berjalan normal kembali pada pukul 11.10 WIB.

2. Tanggal 24 Oktober 2014 pukul 12.50 WIB diketahui adanya kawat rintas pada U6 – 93 yang membuat OCR dan GFR aktif dan PMT 20 Kv KTN 6 Reclose. Dan perbaikan pun ditangani tidak terlalu lama setelah itu dapat kembali normal pada pukul 13.32 WIB.

3. Tanggal 5 Oktober 2017 pukul 08.09 pada transformator 4 PMT inc Phs R Breakdown yang disebabkan oleh tahanan isolasi mengalami degradasi yang buruk dan membuat relai Differential Phs R Trip.

4. Tanggal 19 November 2018 pukul 09.57 kabel power pada transformator 2 tenaga 150 Kv Breakdown yang membuat relai Differential Trip dan dapat berjalan normal kembali pada pukul 14.20 WIB.

b. Gangguan Non Teknis

Gangguan non teknis pada Gardu Induk Kentungan ini disebabkan oleh faktor cuaca atau faktor dari luar sistem tapi pada tahun 2014 sampai 2018 ini tidak terdapat gangguan yang menyebabkan proteksi bekerja dengan baik. Pada tanggal 23 Maret 2015 pukul 20.40 cuaca pada saat itu hujan deras yang tidak diketahui penyebab terjadinya gangguan pada transformator 2 yang membuat relai OCR aktif.

c. Gangguan Tidak Diketahui

Ada pun gangguan tidak diketahui terjadi satu kali dalam rentang tahun 2014 sampai 2018 berikut penjelasannya :

1. Pada tanggal 2 Januari 2016 pukul 11.17 terjadi gangguan pada transformator 4 mengalami trip yang tidak dapat diketahui penyebabnya dari internal sistem maupun eksternal sistem.

e. Keandalan Sistem Proteksi

Relai dapat dinyatakan memiliki keandalan baik apabila persentase keandalan dengan skala 90% sampai 100% dengan menggunakan rumus deskriptif dapat diketahui berapa persentase dari keandalan relai tersebut seperti berikut ini :

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

Keterangan :

DP : Dekriptif Persentase gangguan (%)

n : Frekuensi gangguan (kali)

N : Jumlah gangguan (kali)

Dalam mengamankan terhadap gangguan relai relai tersebut memiliki keandalan sistem kerja proteksi. Fungsi dari relai relai tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Over Current Relay (OCR) / Ground Fault Relay (GFR)

Fungsi dari relai OCR ini adalah mendeteksi proteksi terhadap gangguan antar fasa. Sedangkan GFR adalah untuk memproteksi terhadap gangguan fasa ke tanah. Relai OCR / GFR mampu mengamankan dalam setiap kali gangguan yang terjadi pada transformator 2 di Gardu Induk 150 Kv.

b. Sudden Pressure

Fungsi dari relai ini adalah untuk memproteksi atau melindungi transformator dari gangguan tekanan lebih yang penyebabnya ada di dalam transformator itu sendiri. Sudden Pressure pada transformator ini memiliki keandalan 100% yang berarti baik dalam melindungi gangguan. Relai ini mampu mengamankan sebanyak 2 kali salah satunya akibat dari terjadinya kondensasi pada kontak Sudden Pressure.

c. Differential Relay

Fungsi dari relai ini adalah untuk proteksi peralatan dari gangguan hubung singkat yang terjadi dalam transformator misalnya hubung singkat antara kumparan dengan kumparan pada kasus ini terjadinya gangguan yang diakibatkan dari Phs R mengalami Breakdown tahanan isolasi mengalami degradasi yang buruk. Relai ini mampu mengamankan sebanyak 2 kali dari 2 kali gangguan pada tahun 2017 dan 2018.

d. PMT 20 KV INC

PMT 20 KV Incoming merupakan peralatan pengaman atau pemutus tenaga ke jaringan 20 Kv akibat adanya gangguan hubungan singkat yang terjadi akibat adanya kondensasi pada kontak Sudden Pressure dan membuat Peralatan ini aktif. PMT 20 KV Incoming memiliki keandalan sepenuhnya karena mampu mengamankan gangguan yang terjadi sebanyak 1 kali.

Jadi hasil dari penelitian menggunakan metode deskriptif persentase relai dan juga peralatan pada transformator II dan IV dalam mengamankan gangguan pada tahun 2014 sampai tahun 2018 adalah 100% atau dapat dibidang bekerja dengan baik.

Persentase keberhasilan relai sistem proteksi di Gardu Induk 150 kV Kentungan ialah sebesar 100% yang berarti dapat mengamankan semua macam jenis gangguan yang terjadi dari tahun 2014 sampai tahun 2018.

Relai relai proteksi dan peralatan proteksi yang tersedia di Gardu Induk 150 kV Kentungan mempunyai kriteria yang sangat baik karena mampu mengamankan dengan maksimal dari gangguan gangguan yang terjadi.

KESIMPULAN

Maka dari itu dapat ditarik kesimpulan setelah adanya hasil penelitian yang dilakukan di Gardu Induk 150 Kv adalah sebagai berikut :

1. Pada tahun 2014 sampai dengan tahun 2018 gangguan yang sering terjadi pada Gardu Induk 150 kV Kentungan dalam mempengaruhi kinerja sistem proteksi transformator adalah gangguan teknis, gangguan non teknis, dan gangguan yang tidak diketahui penyebabnya.
2. Keandalan relai-relai pada sistem proteksi di transformator II, III dan IV di Gardu Induk 150 kV Kentungan mempunyai persentase sebesar 99.99% atau bisa dikatakan baik dalam mengamankan peralatan dari kerusakan akibat adanya gangguan yang terjadi.
3. Di Gardu Induk 150 kV Kentungan dari tahun 2014 sampai 2018 ada beberapa gangguan yang berasal dari gangguan teknis yang bersumber dari peralatan maupun komponen, gangguan non teknis yang diakibatkan oleh faktor alam dan gangguan yang tidak diketahui penyebabnya

UCAPAN TERIMAKASIH

Tugas Akhir ini disusun dengan bantuan dari berbagai pihak, sehingga dapat memperlancar dalam penyusunannya. Atas dukungan yang telah diberikan, maka penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Kedua Orang tua yang selalu memberikan dukungan moral, material, dan doanya kepada penulis setiap waktu.
2. Bapak Ramadhoni Syahputra selaku ketua jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta serta dosen pembimbing 1 yang telah sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Anna Nur Nazilah selaku dosen pembimbing 2 yang telah sabar membimbing, membagi ilmunya dan



- mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Kunnu Purwanto dosen penguji Pendarasan yang berkenan membimbing dan mengarahkan penulis, sehingga tugas akhir dapat selesai.
  5. Sege nap dosen pengajar jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

#### DAFTAR PUSTAKA

- 
- Abdul Kadit, Prof. Ir. 1996. "Pembangkit Tenaga Listrik Dan Transmisi Tenaga Listrik". Jurnal Teknik Elektro. Jakarta
- Arismunandar, Dr.dan S. Kuwuhara, Dr. 1997. "Teknik Tenaga Listrik". Jilid I & II. Jakarta: PT. Pradnya Paratama.
- Johan Rahmat, Fauzi. "Sistem Proteksi Gardu Induk Dan Jaringan 150 Kv Menggunakan Pemutus Tenaga (PMT) Media Gas Sf6 Di Gardu Induk 150 Kebasen Tegal". Universitas Jendral Sudirman. Probolinggo.
- Lisi, Fielman. 2016. tentang "Analisa Gangguan Hubung Singkat Saluran Kabel Bawah Tanah Tegangan 20 kV Penyulang SL 3 GI Teling Manado". Jurnal Teknik Elektro. Manado, Vol. 5, No. 4.
- Nugraha, S. 2014. "Analisis Koordniasi Setting Over Current Relay pada Trafo 60 MVA 150/20 kV dan Penyulan CBU 20 kV di Gardu Induk Cigereleng". Departemen Pendidikan Teknik Elektro. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Nur Hasanah, Rini. 2009. "Evaluasi Keandalan Sistem Tenaga Listrik Pada Jaringan Distribusi Primer Tipe Radial Gardu Induk Blimbing". Jurnal Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Vol. 3, No. 1.
- Moch.Taufik Ardiansyah. 2008. "Deskripsi,Gangguan Pada jaringan Distribusi Tegangan Menegah Di PT PLN (Persero ) Unit Pelayanan Dan Jaringan (UPI) Ungaran Sepanjang Tahun 2006 s.d 2007 Yang Menyebabkan Automatic Circuit Recloser Bekerja". Tugas Akhir Universitas Negeri Semarang.
- Prana, Fajar. 2013. "Koordinasi Relay Arus Lebih da Relay Gangguan Tanah di

Penyulang Cimalaka Gardu Induk Sumedang". Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Semarang.

- .Priyono, Sugeng. 2009. "Koordinasi Sistem Proteksi Trafo 30MVA Di Gardu Induk 150 kV Krapyak". Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.
- Rizki, M. 2015. "Studi Koordinasi Relay Proteks pada Main Transfer Statio II PT Krakatau Daya Listrik dengan Metode Pemrograman Linear". Departemen Pendidikan Teknik Elektro. Tugas Akhir Universitas Pendidikan Indonesia.
- Saodah, Siti. 2008. "Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan SAIDI dan SAIFI". Makalah Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi. Yogyakarta.
- Yoga. 2015. "Evaluasi Tegangan Sentuh Dan Tegangan Langkah Gardu Induk (Gi) 150 Kv Kota Baru Akibat Perubahan Resistivitas Tanah". Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, Vol. 2, No.1.

#### PENULIS:

Gilang Ridhomez

Elektro, Teknik, Universitas Muhammadiyah, Yogyakarta.

Email: gilang.ridhomez@gmail.com