

Analisis Terjadinya *Sudden Pressure On Load Tap Changer* Pada Transformator di Gardu Induk Cigereleng

Canra Nugraha

Pendidikan Teknik Elektro

Universitas Pendidikan Indonesia

Email: canra.nugraha@gmail.com

Abstrak – Berkembangnya perindustrian di Indonesia serta bertambah padatnya aktivitas masyarakat, maka kebutuhan energi pun terus meningkat setiap tahunnya. Beban tersebut terkadang mengalami fluktuasi pada waktu tertentu. Adanya fluktuasi beban ini mengakibatkan ketidakstabilan tegangan pada sistem penyaluran listrik. Adapun analisis mengenai terjadinya *Sudden Pressure On Load Tap Changer* pada transformator ini dilaksanakan di PT PLN (Persero) P3B JB Region Jawa Barat, dimana tercatat pernah mengalami gangguan dikarenakan terbakarnya komponen interbus transformator 150/70 kV Gardu Induk Cigereleng hingga berakibat terjadinya pemadaman listrik. Gangguan tersebut dapat diakibatkan oleh adanya hubungan singkat eksternal, kegagalan isolasi, petir, kegagalan proteksi, kelemahan *tap changer*, kurangnya pemeliharaan, kesalahan operasional, proses penuaan, kerusakan atau kebocoran *packing*, kebocoran pada *bushing*, dan gangguan lainnya. Hasil dari analisis ini ditemukan faktor-faktor yang menyebabkan gangguan pada transformator tersebut yaitu ketidaknormalan OLTC yang mengakibatkan tidak sempurnanya tegangan yang dihasilkan. Proses perpindahan tap pada OLTC sering menimbulkan *arcing* (bunga api) yang berakibat timbulnya *sudden pressure*. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pemeriksaan dan pemeliharaan yang sesuai jadwal agar dapat meminimalisasi gangguan atau kerusakan peralatan serta dilakukan pengujian pada alat untuk mengetahui kondisi peralatan yang akan dioperasikan.

Keywords: *OLTC, Transformator, Sudden Pressure*

Abstract -- *The development of industry in Indonesia and the increasing density of community activities, the need for energy continues to increase every year. These expenses sometimes fluctuate at certain times. The fluctuation of this load results in voltage instability in the electricity distribution system. The analysis regarding the occurrence of Sudden Pressure On Load Tap Changer on this transformer was carried out at PT PLN (Persero) P3B JB Region West Java, where it was noted that it had experienced interference due to the burning of the interbus component of the 150/70 kV transformer substation Cigereleng which resulted in a power outage. Such disturbances can be caused by external short circuits, insulation failures, lightning, protection failures, tap changer weaknesses, lack of maintenance, operational errors, aging processes, packing damage or leaks, bushing leaks, and other disturbances. The results of this analysis found the factors that cause disturbances in the transformer, namely OLTC abnormalities which result in*

an imperfect voltage being generated. The process of moving the tap on the OLTC often causes arcing which results in sudden pressure. Therefore, it is necessary to carry out inspection and maintenance according to the schedule in order to minimize disruption or damage to the equipment as well as testing the equipment to determine the condition of the equipment to be operated.

Keywords: *OLTC, Transformator, Sudden Pressure*

I. LATAR BELAKANG

Sistem tenaga listrik merupakan bagian yang sangat vital serta perlu dijaga keandalan dan stabilitasnya karena berkaitan erat dengan sektor-sektor pemerintahan serta kelangsungan hidup manusia. Sistem ini terbagi atas tiga bagian utama, yaitu sisi pembangkit, transmisi, dan distribusi. Ketiga bagian tersebut saling terintegrasi menjadi sebuah sistem interkoneksi sehingga dapat menjaga kestabilan penyaluran listrik dari pembangkit sampai ke konsumen dengan baik [1]. Pelaksanaan operasi dalam sistem tenaga listrik haruslah sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang mana perlu direncanakan dengan baik agar sesuai dengan keandalan yang diinginkan. Selain itu, perencanaan juga dapat mengurangi resiko kesalahan operasi dengan melakukan simulasi sehingga dapat mengidentifikasi komponen yang lemah untuk selanjutnya dilakukan antisipasi pencegahan gangguan yang bersifat teknis [2].

Pada bulan Desember 2012, PLN Area Bandung memastikan sejumlah wilayah di Jawa Barat terkena dampak pemadam listrik akibat terbakarnya komponen interbus transformator 150/70 kV Gardu Induk Cigereleng. Hasil analisis mengatakan bahwa letak transformator itu berdekatan dengan bahan kimia dan oli sehingga terjadinya ledakan berefek pada besarnya api yang menyambar di lokasi kejadian. Bahkan pihak PLN harus mengerahkan 16 armada pemadam kebakaran. Dan api baru bisa dipadamkan satu jam kemudian.

Dari hasil analisa selama ini, pada sistem tenaga listrik Jawa Bali didapatkan beberapa gangguan yang mengarah pada pemadaman bertingkat, bahkan pernah terjadi pemadaman total pada tahun 1997. Oleh karena

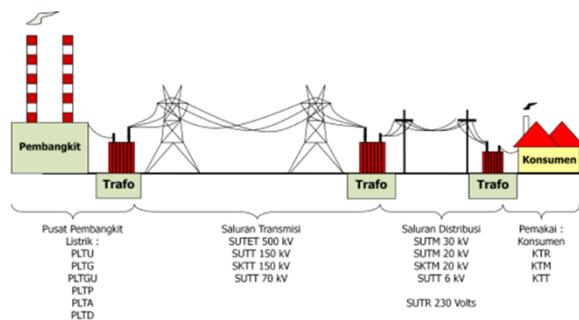
itu, perlu dilakukan sebuah solusi untuk mencegah terjadinya pemadaman yang meluas akibat gangguan maupun adanya pemeliharaan agar manuver beban dapat segera dilakukan. Jenis gangguan yang terjadi bisa disebabkan masalah teknis seperti adanya kegagalan operasi pada salah satu komponen maupun nonteknis seperti adanya layangan yang tersangkut pada penghantar [3].

Gangguan pada transformator di PT. PLN (Persero) P3B Jawa Bali APP Bandung diakibatkan terjadinya kegagalan isolasi, hubung singkat eksternal, adanya petir, kelemahan *tap changer*, maintenance yang kurang, human error, dan penyebab gangguan lainnya. Salah satu cara untuk mengatasi gangguan tersebut adalah dengan menganalisis penyebab gangguan-gangguan yang mungkin terjadi pada transformator [4]. Hal ini dilakukan agar dapat mencegah terjadinya gangguan tersebut dan juga mengatasinya. Sehingga dapat diperoleh kondisi transformator yang berkualitas baik. Dari uraian tersebut, penulis perlu melakukan penelitian khususnya terkait dengan kelemahan pada *tap changer*, untuk itu laporan Tugas Akhir ini diberi judul “Analisis Terjadinya Sudden Pressure On Load Tap Changer Pada Transformator di Gardu Induk Cigereleng”

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Studi literatur, Observasi, dan Diskusi.

Umumnya sistem tenaga listrik dapat dikatakan mempunyai 3 bagian utama yaitu: Pembangkit tenaga listrik, Penyaluran tenaga listrik, dan Distribusi tenaga listrik. Sistem ini adalah sistem yang kompleks dimana bagian-bagiannya tidak dapat dipisahkan satu sama lain seperti terlihat pada Gambar 1.



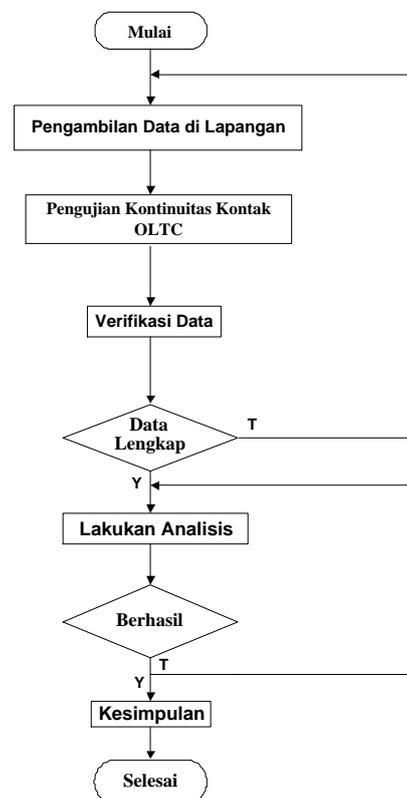
Gambar 1. Diagram Garis Sistem Tenaga Listrik [2]

Energi listrik dibangkitkan oleh pembangkit tenaga listrik, kemudian disalurkan melalui transmisi untuk didistribusikan ke beban. Penamaan suatu sistem tenaga listrik biasanya menggunakan daerah cakupan yang dialiri listrik, misalnya Sistem Tenaga Listrik Jawa Bali (STLJB) atau Sistem Jawa Bali (SJB) berarti sistem tenaga listrik yang mencakup Pulau Jawa, Madura dan Bali [5][6].

Prinsip Kerja dan Fungsi dari On Load Tap Changer (OLTC)

Pada sebuah sistem jika tegangan keluaran tidak stabil maka tegangan tinggi *Unit Service Transformator* pun tidak stabil. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut maka tegangannya perlu diatur dengan menggunakan *On Load Tap Changer* (OLTC) sehingga nantinya dapat mengurangi jatuhnya tegangan (*drop voltage*) dan dapat mempertahankan tegangan di sisi output agar tetap stabil [7] [8] [9]. Pada dasarnya prinsip kerja dari *On Load Tap Changer* ini adalah untuk mendapatkan tegangan yang diinginkan ketika terjadi fluktuasi tegangan. Untuk itu Oleh dengan melakukan pengaturan tegangan dari sisi primer dan sekunder dengan cara memilih rasio tegangan yang dikehendaki dengan cara menambahkan atau mengurangi jumlah kumparan. Dan proses tersebut dilakukan oleh tap selector dan diverter switch yang terletak di dalam OLTC [10].

OLTC dioperasikan pada saat berbeban, karena tegangan keluaran generator yang tidak selalu dalam keadaan konstan maka OLTC akan berganti-ganti tap untuk melaksanakan penstabilan. Proses perpindahan tap inilah yang sering kali mengakibatkan terjadinya *arcing* (bunga api) yang nantinya menyebabkan turunnya kemampuan tegangan tembus minyak OLTC [11]. Selain itu, *arcing* dapat memanaskan dan menimbulkan gas yang bertekanan tinggi di dalam minyak OLTC, yang dapat berakibat timbulnya *sudden pressure*.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Dalam melakukan penelitian analisis terjadinya *sudden pressure on load tap changer* pada transformator di Gardu Induk Cigereleng, penulis melakukan pengujian kontinuitas kontak OLTC seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Hal itu dianggap karena sebagai salah satu utama pada transformator yang berfungsi untuk melayani pengaturan tegangan transformator, dengan cara memilih ratio tegangan tanpa harus melakukan pemadaman. Data-data yang dibutuhkan dalam analisis *sudden pressure on load tap changer* pada transformator di Gardu Induk Cigereleng adalah sebagai berikut:

1. Data *Single Line Diagram* (lampiran)

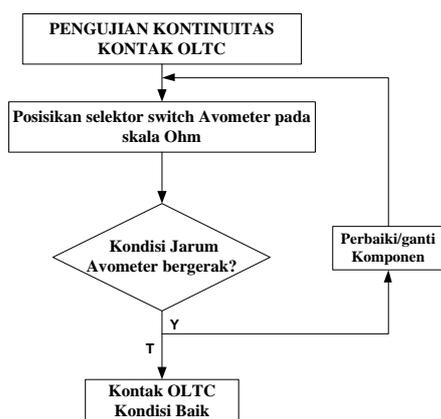
Data diagram satu garis jaringan (*single line diagram*) konfigurasi jaringan sistem APB Jawa Barat, yaitu peta jaringan beserta beban-beban dan pembangkit yang berada berlokasi di Kompleks PLN Cigereleng Jl. Moh. Toha km. 4 Bandung 40255.

2. Data Gangguan

Data peristiwa yang tidak direncanakan atau kerusakan pada peralatan gardu induk yang berpeluang mengalami kegagalan dari segi peralatan. Gangguan pada gardu induk dapat diakibatkan oleh gangguan alam, teknis, kesalahan operasi, dan penyebab lainnya. Berikut adalah data yang diperoleh:

- 1) Data gangguan yang terjadi pada tahun 2013 dan 2014;
- 2) Data pengujian kontinuitas kontak OLTC (*On Load Tap Changer*) di Gardu Induk Cigereleng.

Pengujian kontinuitas kontak OLTC biasa dilakukan pada saat pemeliharaan tahunan transformator.



Gambar 3. Tahap Pengujian Kontinuitas Kontak OLTC

Apabila jarum pada avometer bergerak pada saat dilakukan perpindahan tap, hal itu menunjukkan ada pemutusan kontak pada *diverter switch* atau pada *selector switch*. Pemutusan kontak pada OLTC tidak diperbolehkan, karena akan terjadi panas yang tinggi

atau *flash over* sehingga dapat merusak OLTC bahkan dapat merusak transformator itu sendiri. Transformator tidak boleh dioperasikan pada tap tersebut. Oleh karena itu, terlebih dahulu untuk mencari letak pemutusan kontak dan melakukan perbaikan atau penggantian komponen tersebut.

III. ANALISIS DATA

Prosedur analisis data dalam penelitian ini dilakukan dalam tahapan berikut ini :

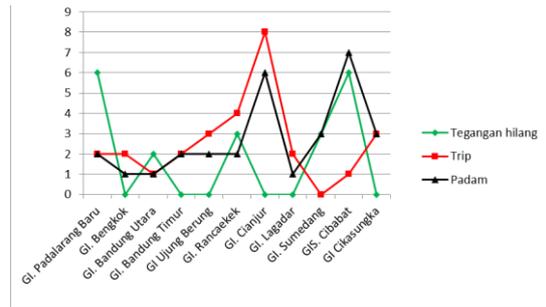
- 1) Reduksi data: Data yang telah diperoleh di lapangan diidentifikasi sesuai dengan fokus masalah. Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi data dan selanjutnya akan dilakukan observasi dan wawancara di Gardu Induk (GI) Cigereleng, yaitu berupa data gangguan yang di tercatat selama beberapa tahun terakhir serta catatan-catatan penulis ketika mengamati transformator yang ada di Gardu Induk (GI) Cigereleng.
- 2) Penyajian data: penyusunan data yang diperoleh agar nantinya lebih mudah dipahami. Penyusunan data dilakukan dengan mendiskripsikan hasil observasi penulis dan menggambarkannya dalam bentuk tabel serta grafik.
- 3) Verifikasi data: data yang telah didapat kemudian di analisis sehingga dapat ditarik kesimpulan yang dapat menjawab rumusan masalah pada penelitian ini.

Dari hasil penelitian yang dilakukan di PT PLN (Persero) P3B JB Region Jawa Barat Kompleks PLN Cigereleng Jalan Moh. Toha Km. 4 Bandung, didapatkan data-data mengenai kinerja transformator tenaga terhadap gangguan, penyebab gangguan, serta langkah-langkah yang dilakukan untuk menangani gangguan tersebut. Data yang diperoleh tersebut akan dianalisis dalam penelitian ini.

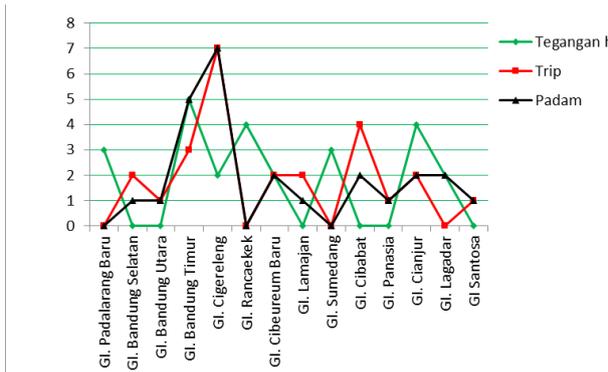
Hasil observasi tentang gangguan yang terjadi diklasifikasikan menjadi 3 jenis gangguan yaitu gangguan teknis dan nonteknis serta gangguan yang tidak diketahui penyebabnya. Berikut adalah tabel dan grafik data gangguan yang terjadi terhadap kinerja transformator di Area Jawa Barat dari tahun 2013 sampai 2014.

Table 1. Data Gangguan Transformator Area Jawa Barat Tahun 2013

Gardu Induk	Total Gangguan dalam 1 tahun	Tegangan hilang (x)	Trip (x)	Padam (x)
GI. Padalarang Baru	3	3	0	0
GI. Bandung Selatan	2	0	2	1
GI. Bandung Utara	1	0	1	1
GI. Bandung Timur	8	5	3	5
GI. Cigereleng	9	2	7	7
GI. Rancaekek	4	4	0	0
GI. Cibeureum Baru	4	2	2	2
GI. Lamajan	2	0	2	1
GI. Sumedang	3	3	0	0
GI. Cibabat	4	0	4	2
GI. Panasia	1	0	1	1
GI. Cianjur	6	4	2	2
GI. Lagadar	2	2	0	2
GI. Santosa	1	0	1	1



Gambar 5. Grafik Data Gangguan Transformator Area Jawa Barat Tahun 2014



Gambar 4. Grafik Data Gangguan Transformator Area Jawa Barat Tahun 2013

Dari hasil grafik dan tabel diatas bisa dilihat banyaknya gangguan yang terjadi pada tahun 2013. Dari hasil yang didapatkan yang sering terjadi gangguan pada tahun 2013 transformator di Area Jawa Barat yaitu Gardu Induk (GI) Cigereleng (lihat grafik 4.1). Dari hasil grafik tersebut bisa dilihat terdapat 3 jenis dampak yang dihasilkan dari gangguan yang terjadi yaitu, tegangan hilang, trip, dan padam. Yang dimaksud dengan tegangan hilang adalah adanya energi yang hilang baik secara teknis maupun non teknis. Hal ini dikarenakan adanya range nilai yang cukup besar antara energi listrik yang dikirim dan yang didapatkan dari konsumsi pelanggan, tegangan hilang juga sering disebut dengan sebutan *losses*. Sedangkan yang dimaksud dengan trip adalah suatu kondisi dimana sebuah pengaman pada suatu peralatan bekerja akibat adanya timbulnya gangguan yang terdeteksi, lalu secara otomatis dengan segera memutuskan arus yang apabila arus yang melewatinya melebihi dari arus nominal yang telah ditentukan. Sedangkan yang dimaksud dengan padam adalah suatu kondisi dimana suatu peralatan terjadi penghentian secara total yang diakibatkan adanya gangguan sehingga terhentinya pasokan aliran listrik ke pelanggan.

Tabel 2. Data Gangguan Transformator Area Jawa Barat Tahun 2014

Gardu Induk	Total Gangguan dalam 1 tahun	Tegangan hilang (x)	Trip (x)	Padam (x)
GI. Padalarang Baru	8	6	2	2
GI. Bengkok	2	0	2	1
GI. Bandung Utara	3	2	1	1
GI. Bandung Timur	2	0	2	2
GI. Ujung Berung	3	0	3	2
GI. Rancaekek	7	3	4	2
GI. Cianjur	8	0	8	6
GI. Lagadar	2	0	2	1
GI. Sumedang	3	3	0	3
GIS. Cibabat	7	6	1	7
GI Cikasungka	3	0	3	3
Jumlah	48	20	28	30

Tabel 3. Evaluasi dan Rekomendasi Pengujian OLTC

No	Item Pemeriksaan	Kondisi Normal	Rekomendasi bila kondisi normal tidak terpenuhi
1	Pengujian Kontinuitas	Tidak terjadi <i>discintinuity</i> arus saat perubahan tap	Lakukan pengujian <i>dynamic resistance</i>
2	Pengujian <i>Dynamic Resistance</i>	Pola grafik tahanan terhadap waktu pada tiap tap sama	Lakukan inspeksi visual
3	Pengukuran tahanan transisi	Sesuai dengan nameplate	Ganti
4	Pengukuran luas permukaan kontak	Sesuai dengan nameplate	Ganti

Dari data tabel dan hasil grafik diatas dapat dilihat bahwa pada tahun 2014 yang sering terjadi gangguan pada transformator di Area Jawa Barat yaitu Gardu Induk (GI) Cianjur dan Gardu Induk (GIS) Cibabat. Jika dibandingkan dengan tahun 2013 terlihat ada sedikit penurunan meskipun hanya selisih 2 angka jika dilihat dari total gangguan dalam 1 tahun. Dengan demikian PLN sudah berusaha untuk mempertahankan kondisi gardu induk sebagai mana mestinya sehingga sistem secara keseluruhan berjalan dengan baik dan benar.

Perubahan *tegangan* transformator akan mengakibatkan berubahnya tapping dari OLTC dan tidak ada poin untuk mengukur besarnya *arc* yang terjadi, maka hanya yang diakibatkan oleh *arc* yang dapat dilihat yaitu dengan terbakarnya *diverter switch*. Walaupun space dari *diverter switch* tidak menyatu dengan minyak di *tank* utama, akan tetapi panas yang ditimbulkan dapat menyebabkan *overheat*, sehingga temperatur minyak OLTC akan meningkat dan menimbulkan dekomposisi gas-gas terlarut pada minyak OLTC.

Hal ini yang menyebabkan tekanan mendadak (*sudden pressure*), sehingga *relay* proteksi seperti *differential relay*, *Buchholz relay*, *pressure relief device* akan sebagai pengaman terhadap gangguan tersebut dengan cara membuang tekanan juga minyak yang bersuhu tinggi. Hal ini nantinya dapat menjadi awal mula kebakaran pada dinding trafo dan kabel

pada OLTC, sedangkan sudden pressure akan mengakibatkan gembung pada dinding OLTC[12].

Kasus terjadinya *sudden pressure* dapat dikarenakan adanya *arcing* yang besar sehingga panas dan tekanannya berlebih dari minyak OLTC.

Akibat yang Ditimbulkan karena Terjadinya Sudden Pressure pada Transformator

Akibat yang ditimbulkan dari terjadinya *sudden pressure* sangat fatal karena transformator tidak dapat beroperasi kembali dengan baik dan mengakibatkan kerusakan *Diverter switch* karena dengan adanya *arcing* yang sangat besar yang diakibatkan oleh kerusakan pada *spring* dari kontak-kontak *diverter switch*. Kemudian kerusakan pada *Diverter Chamber* mengalami deformasi (mengembung). Lalu kerusakan pada Pengaman Tekanan Lebih (*Pressure Relief Device*). Kemudian kebakaran pada area transformator, hal ini dipicu karena keluarnya minyak yang bertemperatur tinggi sehingga keadaan sekeliling menjadi terbakar.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Salah satu upaya PLN untuk meningkatkan pelayanan adalah dengan meningkatkan mutu tegangan sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan pelanggan. Dan salah satu caranya adalah dengan menggunakan alat perubah tap (*Tap Changer*) yang disebut dengan OLTC. Bagian dari transformator tersebut berfungsi untuk melayani pengaturan tegangan tanpa harus memadamkan transformator. Ketidaknormalan OLTC akan mengakibatkan tidak sempurnanya tegangan yang dihasilkan, bahkan bila terjadi gangguan dapat mengakibatkan transformator tidak dapat beroperasi serta mengakibatkan kerusakan transformator yang fatal.
2. Proses perpindahan tap pada OLTC sering kali menyebabkan bunga api yang mengeluarkan gas dan menurunkan tegangan OLTC. Selain itu, percikan bunga api juga dapat menjadi overheat dan menjadikan suhu bertekanan tinggi pada minyak OLTC, yang dapat berakibat timbulnya *sudden pressure*.
3. Akibat yang ditimbulkan dari terjadinya *sudden pressure* sangat fatal karena transformator tidak dapat beroperasi dan mengakibatkan kejadian seperti; kerusakan *diverter switch*, kerusakan *diverter chamber* yang mengalami deformasi (mengembung), kerusakan pengaman tekanan lebih (*pressure relief device*), serta mengakibatkan kebakaran pada area transformator.
4. Salah satu cara untuk mengatasi gangguan pada transformator tersebut adalah dengan menganalisis penyebab gangguan-gangguan yang mungkin terjadi pada transformator. Hal ini dilakukan agar dapat mengatasi serta mencegah gangguan tersebut. Sehingga dapat diperoleh kondisi transformator yang baik dengan *maintenance* berkala.

V. REFERENSI

- 1) Yunaldi, Nugraha. "Analisis Pengujian Tahanan Isolasi Traformator Daya Dengan Metode Tangen Delta Di Pt Pln P3b Sumatera Upt Bengkulu." Phd Diss., Politeknik Negeri Sriwijaya, 2016.
- 2) Febi, Ahnil Saputra. "Analisa Perbaikan Kualitas Tegangan Dan Rugi-Rugi Daya Pada Penyulang Sudirman, Gardu Induk Simpang Haru Menggunakan Capacitor Bank Dan Tap Changer." Phd Diss., Universitas Andalas, 2016.
- 3) Rizki, Fauzi. "Menentukan Posisi Tap Changer Dalam Mengoperasikan Transformator Daya 150kv/20kv Di Gardu Induk Kebon Jeruk." (2016).
- 4) Saputri, Atikah. "I Perhitungan Nilai Impedansi Akibat Perubahan Tap Changer Pada Transformator Daya 30 Mva 70/20 Kv Di Gardu Induk Bukit Siguntang." Phd Diss., Politeknik Negeri Sriwijaya, 2015.
- 5) Saputro, Randy Eko. "Pengaturan Tegangan Sekunder Transformator Daya Ii 20 Mva 70/20 Kv Menggunakan On Load Tap Changer Di Gardu Induk Sungai Juaro Pt. Pln (Persero)." Phd Diss., Politeknik Negeri Sriwijaya, 2015.
- 6) Putra, E., G. D. Arjana, And C. G. I. Partha. "Analisis Koordinasi Setting Relay Pengaman Akibat Upgrading Transformator Di Gardu Induk Gianyar." *Denpasar: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana* (2015).
- 7) Kustanto, Hermawan Yuli, Muhammad Suyanto, And Slamet Hani. "Analisis Ocr (Over Current Relay) Dan Gfr (Ground Fault Relay) Pada Transformator Daya 1 (60 Mva) Gardu Induk Bantul 150 Kv Menggunakan Program Etap." *Jurnal Elektrikal* 1, No. 1 (2014): 58-68.
- 8) Adif, Mohamad. "Analisis Arus Inrush Saat Switchingkapasitor Bank Di Gardu Induk (Gi) Manisrejo Madiun." Phd Diss., Universitas Brawijaya, 2014.
- 9) Putra, Nandha Pamadya. "Analisis Koordinasi Rele Arus Lebih Pada Incoming Dan Penyulang 20 Kv Gardu Induk Sengkaling Menggunakan Pola Non Kaskade." Phd Diss., Universitas Brawijaya, 2015.
- 10) Teles, Reinaldo Soriano, Wiwik Handajadi, And Slamet Hani. "Pemeliharaan Transformator Daya 60 Mva Di Gardu Induk Bantul 150 Kv Dan Analisis Minyak Transformator Dengan Menggunakan Dissolved Gas Analysis (Dga)." *Jurnal Elektrikal* 2, No. 1 (2015): 95-108.