

**LAPORAN KERJA PRAKTEK**  
**PEMELIHARAAN DUA(2) TAHUNAN TRANSFORMATOR**  
**DAYA II 60 MVA PADA GARDU INDUK 150 KV TITI**  
**KUNING PT. PLN (PERSERO) UPT MEDAN**

**Disusun Oleh:**

**AGUNG REVIVAL SEMBIRING**

**(188120063)**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MEDAN AREA**  
**MEDAN**  
**2020/2021**

LEMBAR PENGESAHAN  
LAPORAN AKHIR PELAKSANAAN KERJA PRAKTEK  
PEMELIHARAAN DUA(2) TAHUNAN TRANSFORMATOR  
DAYA II 60 MVA PADA GARDU INDUK 150 KV TITI KUNING  
PT. PLN (PERSERO) UPT MEDAN

Disusun Oleh :

Nama : Agung Revival Sembiring

NPM : 188120063

Program Studi : Teknik Elektro

Dosen Pembimbing Kerja Praktek

Dosen Pembimbing Lapangan



(Habib Satria, S.Pd., MT)



(Rudy Irwanto)

Ketua Program Studi Teknik Elektro



(Habib Satria, S.Pd., MT)

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusunan Laporan Kerja Praktek (KP) di PLN TRAGI TITI KUNING dapat diselesaikan.

Laporan Kerja Praktek ini disusun sebagai bentuk tanggung jawab atas kegiatan kerja praktek yang telah dilaksanakan dan digunakan sebagai laporan akhir untuk penilaian dari mata kuliah kerja praktek yang sudah diselesaikan dengan sangat baik.

Laporan kerja praktek ini diharapkan dapat membantu mahasiswa/i dalam mempersiapkan dan melaksanakan riset mengenai Pemeliharaan Dua (2) Tahunan Transformator Daya 60 MVA dengan lebih baik, terarah, dan terencana. Laporan ini terdiri dari beberapa bagian, yaitu Latar belakang dan obyektif, Ruang lingkup, Metodologi, Studi kasus, Pengumpulan data, Analisis, Kesimpulan, Saran, dan Daftar pustaka.

Penulis menyadari bahwa di dalam proses penyusunan laporan ini memiliki beberapa hambatan baik yang bersifat akademik maupun non akademik, oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih, kepada :

1. Keluarga yang telah mensupport baik dari segi materi dan moral hingga selesainya penyusunan Laporan Kerja Praktek ini.
2. Ibu Dr. Rahmatsyah S.kom, M.Kom, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Habib Satria, S.Pd, MT, selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.
4. Bapak Habib Satria, S.Pd .,MT selaku dosen Pembimbing Kerja Praktek Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.

5. Bapak Rudi Irwanto, selaku Supervisor Dan Pembimbing Lapangan Kerja Praktek
6. Keluarga Besar PT. PLN (PERSERO) UPT MEDAN
7. Pimpinan, pegawai, operator, dan karyawan PT. PLN (PERSERO) Tragi Titi Kuning yang telah memberikan izin dan bantuan selama penulis melakukan kegiatan kerja praktek.
8. Teman-teman seperjuangan yang telah melaksanakan kegiatan Kerja Praktek yaitu Norman Siambaton dan Rupindo Naiggolan di PT. PLN (PERSERO), dan terakhir
9. Pihak - pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis dan membantu dalam proses penyusunan laporan kerja praktek ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Laporan Kerja Praktek ini mungkin masih ada kekurangan. Hal ini dikarenakan terbatasnya kemampuan yang penulis miliki, oleh karena itu penulis juga menerima kritik dan saran yang bersifat membangun. Semoga penyusunan Laporan Kerja Pratek ini dapat bermanfaat untuk semua pihak terutama mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area

Medan, 10 Januari 2022



Agung Revival Sembiring

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Ruang Lingkup.....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Tujuan .....	3
1.6 Metodologi .....	3
<b>BAB II STUDI KASUS</b> .....	<b>5</b>
2.1 Landasan Teori.....	5
2.1.1 PMS Bus .....	5
2.1.2 PMT (Pemutus Tenaga) .....	6
2.1.3 LA (Lightning Aresster) .....	8
2.1.4 Trafo (Daya, CT, PT).....	9
2.1.5 NGR (Neutral Grounding Resistance).....	15
2.1.6 Rel (Busbar) .....	16
2.1.7 Isolator .....	17
2.1.8 Kubikel Incoming 20 KV.....	18
2.1.9 Penyulang.....	18

<b>BAB III PENGUMPULAN DATA .....</b>	<b>20</b>
3.1 Pemeliharaan Transformator Daya.....	20
3.1.1 Pengertian dan tujuan Pemeliharaan.....	20
3.1.2 Jenis – jenis Pemeliharaan .....	20
3.2 SOP Pemeliharaan Transformator Daya II dan Cubikel 20 KV.....	21
3.2.1 Persiapan .....	21
3.2.2 Pelaksanaan pekerjaan .....	22
<b>BAB IV ANALISA DATA.....</b>	<b>25</b>
4.1 Transformator daya .....	25
4.2 Pengecekan dan Pengukuran Pentanahan.....	25
4.2.1 Faktor – faktor yang mempengaruhi perubahan nilai tahanan.....	27
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>28</b>
5.1 Kesimpulan.....	28
5.2 Saran.....	28
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>29</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>30</b>
<b>Lampiran 1. Lembar Kegiatan .....</b>	<b>30</b>
<b>Lampiran 2. Dokumentasi Kegiatan Kerja Praktek.....</b>	<b>37</b>
<b>Lampiran 3. Profil Perusahaan.....</b>	<b>49</b>
<b>Lampiran 4. Single – Line Diagram Konfigurasi GI Titi Kuning .....</b>	<b>51</b>
<b>Lampiran 5. Daftar Nilai Mahasiswa Dari Perusahaan.....</b>	<b>52</b>
<b>Lampiran 6. Surat Balasan Pelaksanaan Kerja Praktek.....</b>	<b>53</b>

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1. PMS Bus.....	6
Gambar 2. PMT VACUUM.....	7
Gambar 3. PMT SF6.....	8
Gambar 4. LA (Lightning Aresster).....	9
Gambar 5. Transformator Daya.....	10
Gambar 6. Inti Besi.....	11
Gambar 7. Indicator Transformator Daya.....	14
Gambar 8. NGR.....	15
Gambar 9. Rel (Busbar).....	16
Gambar 10. Isolator.....	17
Gambar 11. Kubikel Incoming 20 kV.....	18
Gambar 12. Penyulang.....	19
Gambar 13. Pelaksanaan Pelepasan PMS Bus.....	22
Gambar 14. Pelaksanaan Pemasangan Grounding Pentanahan.....	23
Gambar 15. Pelaksanaan Pemasangan Warning Cross Line Area.....	23
Gambar 16. Name Plate Transformator Daya.....	25
Gambar 17. Pengecekan dan Pengukuran Pentanahan.....	26
Gambar 18. Pengecekan dan Pengukuran Pentanahan.....	26
Gambar 19. Warning Cross Line Area.....	37
Gambar 20. Penempatan Alat Uji Kubikel.....	38
Gambar 21. Pemasangan Grounding Pentanahan.....	39
Gambar 22. Pengujian Circuit Breaker Pada Penyulang.....	40
Gambar 23. Pengecekan PMT SF6.....	41
Gambar 24. Manuver Pelepasan PMS Bus.....	42
Gambar 25. Kondisi Density Meter SF6.....	43
Gambar 26. Kondisi dan Pengecekan Kebocoran Gas SF6.....	44
Gambar 27. Pengecekan Generator dan Pengecasan Baterai Generator.....	45
Gambar 28. Pengisian Gas SF6 Pada PMT Sei Rotan.....	46
Gambar 29. Pengecekan PMT UGC.....	47

Gambar 30. Pengecekan Rele .....	47
Gambar 31. Pengambilan KWH pada setiap Bay Penghantar .....	48
Gambar 32. Pengambilan KWH Pada Setiap Penyulang .....	48



## ABSTRAK

GI (Gardu Induk) merupakan kumpulan peralatan listrik tegangan ekstra tinggi yang memiliki peran penting sebagai pusat pengaturan (control centre) untuk melakukan koordinasi antara sistem pembangkit dan sistem distribusi. Salah satu peralatan listrik utama yang terdapat pada gardu induk adalah transformator tenaga. Transformator tenaga merupakan peralatan statis dimana rangkaian magnetik dan belitan yang terdiri dari 2 atau lebih belitan, secara induksi elektromagnetik mentransformasikan daya (arus dan tegangan) sistem AC ke sistem arus dan tegangan lain pada frekuensi yang sama. Dalam suatu gardu induk terdapat suatu peralatan penting yaitu Transformator Daya merupakan salah satu jenis Transformator yang digunakan untuk menaikkan tegangan (Step Up) dan menurunkan tegangan (Step Down) yang berasal dari generator mau pun pembangkit, Dan selanjutnya tegangan yang sudah dinaikkan atau pun diturunkan tersebut akan di salurkan ke Switchyard dan di distribusi kepada konsumen. Pemeliharaan transformator daya dilakukan untuk menjaga efektivitas dan daya tahan peralatan sistem tenaga listrik, khususnya transformator daya agar dapat bekerja sebagaimana mestinya sehingga kontinuitas penyaluran tetap terjaga dengan baik. Oleh karena itu diperlukan pemeliharaan secara terjadwal sesuai dengan buku panduan dari pabrik. Jika terjadi ketidaknormalan dari suatu hasil pemeliharaan transformator maka perlu dilakukan investigasi lebih lanjut agar tidak terjadi gangguan pada saat transformator beroperasi.

**Kata Kunci : Gardu Induk, Transformator Daya, Pemeliharaan.**

## PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia usaha dan industri (DUDI) membuat pemakaian konsumsi energi listrik semakin besar yang berdampak ketidakseimbangan pemakaian sumber energi listrik, Sehingga di perlukannya pemeriksaan mau pun pemeliharaan di gardu induk pada komponen penghantar itu sendiri. Gardu Induk merupakan suatu instalasi listrik yang berfungsi untuk menerima dan menyalurkan tenaga listrik dalam kuantitas yang besar, gardu listrik yang mendapatkan daya dari satuan transmisi atau sub-transmisi sistem tenaga listrik kemudian menyalurkan tenaga listrik ke daerah beban ( Industri, Kota, Rumah Sakit dan Sebagainya) melalui saluran distribusi primer. Pada Gardu kumpulan peralatan listrik tegangan tinggi yang mempunyai fungsi dan kegunaan dari masing-masing peralatan yang satu sama lain saling terkait sehingga penyaluran energi listrik dapat terlaksana dengan baik. (*Gardu-Induk.Pdf*, n.d.)

Salah satu peralatan utama yang terdapat di Gardu Induk adalah transformator daya. Transformator Daya adalah suatu peralatan tenaga listrik yang terdapat pada gardu induk, Berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah begitu juga sebaliknya. Dalam operasi penyaluran tenaga listrik transformator dapat dikatakan sebagai jantung dari transmisi mau pun distribusi. Pada kondisi ini suatu transformator diharapkan dapat beroperasi secara maksimal (jika bisa di operasikan secara terus menerus tanpa berhenti). (Alamajibuwono 2010)

Mengingat kinerja kerja keras dari suatu transformator seperti itu, maka cara pemeliharaan juga dituntut sebaik mungkin. Oleh karena itu tranformator harus dipelihara dengan menggunakan system dan peralatan yang benar, baik dan tepat. Untuk itu regu pemeliharaan harus mengetahui bagian-bagian tranformator dan bagian-bagian mana yang perlu diawasi melebihi bagian lainnya. Berdasarkan tegangan operasinya dapat dibedakan menjadi tranformator 500/150 kV dan 150/70 kV biasa disebut Interbus Transformator (IBT). Transformator 150/20 kV dan 70/20 kV disebut juga trafo distribusi.

Agung Revival Sembiring - LKP Pemeliharaan Dua Tahunan Transformator Daya....

Titik netral transformator ditanahkan sesuai dengan kebutuhan untuk system pengamanan / proteksi, sebagai contoh transformator 150/70 kV ditanahkan secara langsung di sisi netral 150 kV dan transformator 70/20 kV ditanahkan dengan tahanan rendah atau tahanan tinggi atau langsung disisi netral 20 kV nya. Pemeliharaan dan pengoperasian yang tidak benar terhadap transformator daya akan memperpendek umur transformator daya dan akan menimbulkan gangguan – gangguan pada saat beroperasi sehingga kontinuitas penyaluran menjadi tidak lancar.

## 1.2 Ruang Lingkup

Laporan Kerja Praktek ini memiliki pembatasan dalam membahas ruang lingkup antara lain sebagai berikut :

1. Mengerti bagaimana proses pemeliharaan transformator daya di PT. PLN (PERSERO) TRAGI TITI KUNING UPT MEDAN
2. Memahami bagaimana standart Operasional (SOP) yang di lakukan pihak PT. PLN (PERSERO) TRAGI TITI KUNING UPT MEDAN dalam melakukan pemeliharaan transformator transmisi
3. Membahas seputar komponen penghantar dan peralatan yang digunakan pada gardu induk 150 kV pada saat melakukan pemeliharaan mau pun pengecekan rutin pada penghantar dan peralatan

## 1.3 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah di paparkan, maka perumusan masalah sebagai berikut :

1. Mengetahui dan mempelajari komponen penghantar apa saja di sekitaran transformator daya pada gardu induk.
2. Komponen – komponen apa saja yang terdapat dalam transformator daya.

## 1.4 Batasan Masalah

Terkait dalam pelaksanaan kerja praktek (KP) ini, permasalahan tentang “Pemeliharaan Transformator Daya”dirasa sangat terlalu luas. Untuk menghindari terlalu luasnya masalah yang dibahas maka perlu dibatasi sesuai dengan kemampuan penulis, antara lain adalah sebagai berikut:

## 1. Komponen atau Peralatan di Transformator

Laporan Kerja Praktek ini disusun untuk mempelajari komponen atau peralatan yang terdapat pada gardu induk 150 Kv Titi Kuning terkhususnya di sekitaran traformator daya (didalam switchyard)

## 2. Pemeliharaan Transformator Daya

Untuk mempersempit masalah, maka yang dibahas hanya mengenai pemeliharaan pada transformator daya, Komponen dan jenisnya.

### 1.5 Tujuan

Yang menjadi tujuan dalam penyusunan laporan kerja praktek ini adalah untuk lebih paham dan mengerti mengenai apa itu gardu induk, komponen atau peralatan di transformator dan pemeliharaan transformator daya. secara mendalam tujuan yang akan dicapai dalam pembahasan ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai sarana mahasiswa berlatih dalam mengimplementasikan dan menerapkan teori yang telah peroleh di bangku perkuliahan
2. Melatih mahasiswa untuk disiplin dan bertanggung jawab atas tugasnya dalam bekerja di lapangan
3. Sebagai media dalam pembelajaran mahasiswa
4. Mengembangkan wawasan, pengetahuan dan pengalaman mahasiswa dalam melakukan pekerjaan sesuai dengan keahlian yang dimiliki
5. Agar mahasiswa memperoleh keterampilan, pengetahuan, ilmu dan pengalaman kerja praktis sehingga secara langsung dapat memecahkan permasalahan dalam bidang kelistrikan
6. Meningkatkan hubungan kerja yang baik antara perguruan tinggi, perusahaan, pemerintah, dan instansi yang terkait.

### 1.6 Metodologi

Metodologi atau metode pelaksanaan kegiatan kerja praktek yang dilakukan penulis didalam penyusunan laporan ini yaitu :

1. Penulis melakukan studi literature yang berasal dari e-book, laporan atau jurnal online penulisan yang pernah dibuat maupun dari media internet mengenai Pemeliharaan Dua (2) Tahunan Transformator Daya II 60 MVA

Pada Gardu Induk 150 kV

2. Mempelajari buku SOP Pemeliharaan Transformator Daya yang dimiliki pihak PLN yang dapat memberikan kontribusi bagi masalah yang dapat menunjang pendapat penulis dalam penyusunan laporan kerja praktek ini
3. Penulis melaksanakan observasi, pengamatan dan wawancara secara langsung yang didampingi oleh pembimbing lapangan, operator, pengawas dilapangan dan staf pada Pemeliharaan Dua (2) Tahunan Transformator Daya II 60 MVA Pada Gardu Induk 150 kV Titi Kuning PT. PLN (PERSERO) UPT Medan yang berada didalam Switchyard.
4. Pengumpulan data - data mengenai hasil dari Pemeliharaan Dua (2) Tahunan Transformator Daya II 60 MVA Pada Gardu Induk 150 kV Titi Kuning PT. PLN (PERSERO) UPT Medan.



## BAB II STUDI KASUS

### 2.1 Landasan Teori

Komponen atau Peralatan di Transformator Daya yang terdapat di dalam area switchyard adalah sebagai berikut :

**Tabel 1. Komponen di Transformator Daya**

NO	KOMPONEN
1	PMS BUS
2	PMT (PEMUTUS TENAGA)
3	LA (LIGHTNING ARESSTER)
4	TRAFO (DAYA, CT, PT)
5	NGR (NEUTRAL GROUNDING RESISTANCE)
6	REL (BUSBAR)
7	ISOLATOR
8	KUBIKEL INCOMING 20 KV
9	PENYULANG

#### 2.1.1 PMS Bus

##### a. Pemisah Tanah

Memiliki fungsi untuk mengamankan peralatan dari sisa tegangan yang muncul sesudah SUTT di putuskan atau induksi tegangan pada penghantar. Hal ini perlu untuk keamanan dari mereka yang berkerja pada instalasi.

##### b. Pemisah Peralatan

Berfungsi sebagai mengisolasi peralatan listrik dari peralatan yang bertegangan (pemisah di operasikan tanpa beban). Pada peralatan pemisah ini sering digunakan pada gardu induk konvensional yang pengoperasiannya dan pengendaliannya menggunakan SCADA maupun Manual.



Gambar 1. PMS Bus

### 2.1.2 PMT (Pemutus Tenaga)

Pemutus Tenaga (PMT) circuit breaker (CB) adalah suatu saklar yang bekerja secara otomatis memutus hubungan listrik pada jaringan dalam keadaan berbeban pada saat mengalami gangguan yang disebabkan baik dari luar/external maupun dari dalam/internal. Dalam sistem pengoperasiannya, alat ini dilengkapi dengan rele arus Over Current Relay (OCR) yang berfungsi sebagai pengaman jaringan dari arus lebih. Pemutus tenaga listrik dalam keadaan gangguan akan menimbulkan arus yang lebih besar, Pada saat itu juga PMT bekerja dengan sangat berat. Bila kondisi peralatan PMT menurun karena kurangnya suatu pemeliharaan. (“Analisa\_sistem\_tenaga\_PERT-1,” n.d.)

Sehingga akan menimbulkan kurangnya kemampuan PMT dengan daya yang akan di putuskannya, maka PMT tersebut akan rusak (Meledak). Pada saat bekerja Pemutus Tenaga (PMT) mengeluarkan (menyebabkan timbulnya) busur api, maka pada PMT dilengkapi dengan pemadam busur api yaitu :

a. OIL

- Keuntungannya adalah tidak dipengaruhi udara luar dan minyak adalah isolasi yang baik.

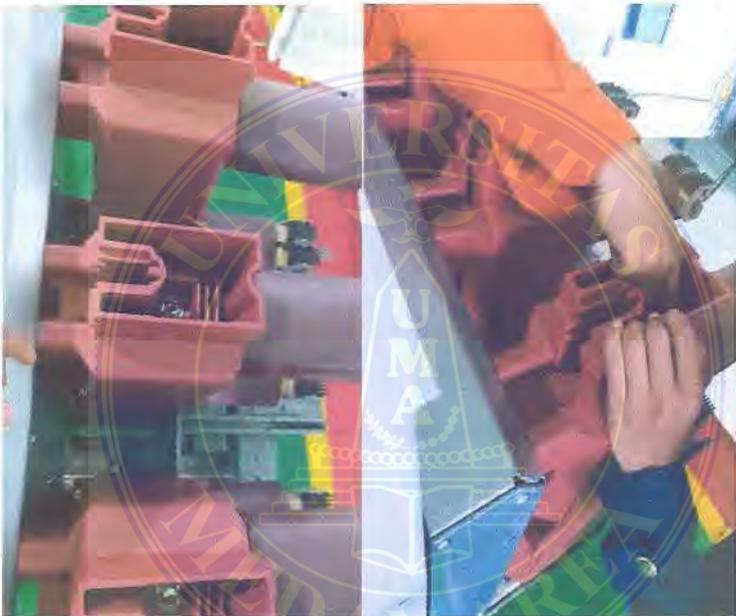
- Kerugiannya adalah dapat meledak dan terbakar, pemeliharaan yang periodik, ukurannya relatif besar karena minyak mengisi ruang PMT

**b. AIR BLAST**

- Keuntungannya adalah bebas resiko kebakaran dan pemeliharaan yang ringan
- Kerugiannya adalah dipengaruhi oleh atmosfer, memerlukan peralatan untuk udara bertekanan dan suaranya cukup keras.

**c. VACUUM**

- Keuntungannya adalah kekuatan isolasi yang tinggi, suara yang tidak keras dan pemeliharaan yang ringan.
- Kerugiannya adalah perlu pengecekan kebocoran tekanan udara



**Gambar 2. PMT VACUUM**

**d. SF<sub>6</sub> (SULFUR HEKSAFLUORIDE)**

- Keuntungannya adalah kekuatan isolasi yang sangat tinggi dan lebih baik dari isolasi minyak, tidak terbakar, tidak beracun, pemeliharaannya ringan.
- Kerugiannya adalah lebih mahal dari minyak.



Gambar 3. PMT SF6

### 2.1.3 LA (Lightning Aresster)

Arrester petir atau disingkat arrester adalah suatu alat pelindung bagi peralatan system tenaga listrik terhadap surya petir. Alat pelindung terhadap gangguan surya ini berfungsi melindungi peralatan system tenaga listrik dengan cara membatasi surja tegangan lebih yang datang dan mengalirkannya ketanah. Berhubung dengan fungsinya itu ia harus dapat menahan tegangan system 50 Hz untuk waktu yang terbatas dan harus dapat melewati surja arus ke tanah tanpa mengalami kerusakan. Ia berlaku sebagai jalan pintas sekitar isolasi. Arrester membentuk jalan yang mudah untuk dilalui oleh arus kilat atau petir, sehingga tidak timbul tegangan lebih yang tinggi pada peralatan. (Ir. Komari 2003)

Selain melindungi peralatan dari tegangan lebih yang diakibatkan oleh tegangan lebih external, arrester juga melindungi peralatan yang diakibatkan oleh tegangan lebih internal seperti surja hubung, selain itu arrester juga merupakan kunci dalam koordinasi isolasi suatu system tenaga listrik. Bila surja datang ke gardu induk arrester bekerja melepaskan muatan listrik serta mengurangi tegangan abnormal yang akan mengenai peralatan dalam gardu induk. (Tenaga, n.d.)



**Gambar 4. LA (Lightning Aresster)**

#### **2.1.4 Trafo (Daya, CT, PT)**

##### **a. Power Tranformator ( Tranformator Daya )**

Transformator Daya adalah suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya. Dalam operasi penyaluran tenaga listrik transformator dapat dikatakan jantung dari transmisi dan distribusi. Dalam kondisi ini suatu transformator diharapkan dapat beroperasi secara maksimal (kalau bias secara terus menerus tanpa berhenri). Mengingat kerja keras dari suatu transformator seperti itu, maka cara pemeliharaan juga dituntut sebaik mungkin. Oleh karena itu transformator harus dipelihara dengan menggunakan system dan peralatan yang benar, baik dan tepat. Untuk itu regu pemeliharaan harus mengetahui bagian-bagian tranformator dan bagian-bagian mana yang perlu diawasi melebihi bagian lainnya. Berdasarkan tegangan operasinya dapat dibedakan menjadi tranformator 500/150 kV dan 150/70 kV biasa disebut Interbus Transformator (IBT). Transformator 150/20 kV dan 70/20 kV disebut juga trafo distribusi. Titik netral transformator ditanahkan sesuai dengan kebutuhan untuk system pengamanan / proteksi, sebagai contoh transformator 150/70 kV ditanahkan secara langsung di sisi netral 150 kV dan transformator 70/20 kV ditanahkan dengan thanan rendah atau tahanan tinggi atau langsung disisi netral 20 kV nya. (Ii, Daya, and Dan, n.d.)

Prinsip kerja dari transformator adalah dengan prinsip elektromagnetik. Pada saat kumparan primer dihubungkan dengan sumber AC, arus listrik pada kumparan primer akan menimbulkan perubahan medan magnet. Medan magnet yang telah berubah akan diperkuat oleh adanya inti besi. Inti besi yang fungsinya untuk mempermudah jalannya fluksi yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melalui kumparan, sehingga fluksi yang ditimbulkan akan mengalir ke kumparan sekunder, sehingga pada ujung kumparan sekunder akan timbul GGL induksi. Efek ini sering disebut dengan induksi timbal balik pada saat rangkaian sekunder ditutup. Bila efisiensi sempurna (100%), seluruh daya listrik pada lilitan primer akan dialirkan kepada lilitan sekunder.

Bagian utama transformator adalah dua kumparan yang keduanya di lilit pada sebuah inti besi. Kedua kumparan tersebut memiliki kumparan yang berbeda. Kumparan yang dihubungkan dengan sumber tegangan AC disebut kumparan primer dan kumparan yang lain disebut kumparan sekunder.

Jika kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan AC, inti besi akan menjadi elektromagnet. Karena arus yang mengalir tersebut adalah arus AC, garis-garis gaya elektromagnet selalu berubah-ubah. Perubahan garis gaya itu menimbulkan GGL induksi pada kumparan sekunder. Hal itu menyebabkan pada kumparan sekunder mengalir arus AC (arus induksi).



**Gambar 5. Transformator Daya**

Komponen transformator terdiri dari dua bagian, yaitu peralatan utama

dan peralatan bantu. Peralatan transformator terdiri dari:

➤ Bagian Utama

- Kumparan Trafo

Kumparan trafo terdiri dari beberapa lilitan kawat tembaga yang dilapisi dengan bahan isolasi (karton, pertinax, dll) untuk mengisolasi baik terhadap inti besi maupun kumparan lain. Untuk trafo dengan daya besar lilitan dimasukkan dalam minyak trafo sebagai media pendingin. Banyaknya lilitan akan menentukan besar tegangan dan arus yang ada pada sisi sekunder. Kadang kala transformator memiliki kumparan tertier.

Kumparan tertier diperlukan untuk memperoleh tegangan tertier atau untuk kebutuhan lain. Untuk kedua keperluan tersebut, kumparan tertier selalu dihubungkan delta. Kumparan tertier sering juga untuk dipergunakan penyambungan peralatan bantu seperti kondensator synchrone, kapasitor shunt dan reactor shunt.

- Inti besi

Dibuat dari lempengan - lempengan feromagnetik tipis yang berguna untuk mempermudah jalan fluksi yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melalui kumparan. Inti besi ini juga diberi isolasi untuk mengurangi panas (sebagai rugi-rugi besi) yang ditimbulkan oleh arus eddy "Eddy Current".



Gambar 6. Inti Besi

- Minyak trafo

Berfungsi sebagai media pendingin dan isolasi. Minyak trafo mempunyai sifat media pemindah panas (disirkulasi) dan mempunyai daya tegangan tembus tinggi. Pada power transformator, terutama yang

berkapasitas besar, kumparan-kumparan dan inti besi transformator direndam dalam minyak-trafo. Syarat suatu cairan bisa dijadikan sebagai minyak trafo adalah sebagai berikut :

1. Ketahanan isolasi harus tinggi ( $>10\text{kV/mm}$ ).
2. Berat jenis harus kecil, sehingga partikel-partikel inert di dalam minyak dapat mengendap dengan cepat.
3. Viskositas yang rendah agar lebih mudah bersirkulasi dan kemampuan pendinginan menjadi lebih baik.
4. Titik nyala yang tinggi, tidak mudah menguap yang dapat membahayakan.
5. Tidak merusak bahan isolasi padat.
6. Sifat kimia yang stabil.

#### - Bushing

Sebuah konduktor (porselin) yang menghubungkan kumparan transformator dengan jaringan luar. Bushing diselubungi dengan suatu isolator dan berfungsi sebagai konduktor tersebut dengan tangki transformator. Selain itu juga bushing juga berfungsi sebagai pengaman hubung singkat antara kawat yang bertegangan dengan tangki trafo.

#### - Tangki dan konservator

Pada umumnya bagian-bagian dari trafo yang terendam minyak trafo ditempatkan di dalam tangki baja. Tangki trafo-trafo distribusi umumnya dilengkapi dengan sirip- sirip pendingin ( cooling fin ) yang berfungsi memperluas permukaan dinding tangki, sehingga penyaluran panas minyak pada saat konveksi menjadi semakin baik dan efektif untuk menampung pemuaiannya minyak trafo, tangki dilengkapi dengan konservator.

#### ➤ Peralatan Bantu

#### - Pendingin

Pada inti besi dalam kumparan – kumparan akan timbul panas akibat rugi besi dan rugi tembaga. Apabila panas tersebut mengakibatkan kenaikan suhu yang berlebihan, akan merusak isolasi di dalam trafo. Untuk mengurangi kenaikan suhu transformator yang berlebihan, maka perlu dilengkapi dengan alat pendingin/sistem pendingin untuk menyalurkan panas keluar

Media yang dipakai pada pendingin dapat berupa :

- Udara/gas
- Minyak
- Air

- Tap Changer (Perubah Tap)

Tap changer adalah alat perubah perbandingan transformasi untuk mendapatkan tegangan operasi sekunder yang diinginkan dari jaringan tegangan primer yang berubah – ubah. Tap changer yang bisa beroperasi untuk memindahkan tap transformator dalam keadaan transformator tidak berbeban disebut Off Load Tap Changer dan hanya dapat dioperasikan secara manual. Tap changer yang dapat beroperasi untuk memindahkan tap transformator dalam keadaan berbeban disebut On Load Tap Changer dan dapat dioperasikan secara manual maupun otomatis.

- Alat Pernafasan (Dehydrating Breather)

Akibat pernafasan transformator tersebut maka permukaan minyak akan selalu bersinggungan dengan udara luar. Udara luar yang lembab akan menurunkan nilai tegangan tembus minyak transformator, maka untuk mencegah hal tersebut pada ujung pipa penghubung udara luar harus dilengkapi dengan alat pernafasan berupa tabung berisi kristal zat higroskopis.

- Indikator

Untuk mengawasi selam transformator beroperasi, maka perlu adanya indikator pada transformator sebagai berikut :

- Indikator suhu minyak
- Indikator permukaan minyak
- Indikator suhu winding
- Indikator kedudukan tap



**Gambar 7. Indicator Transformator Daya**

Transformator dapat dibagi menurut fungsi / pemakaian seperti :

- Transformator Mesin (Pembangkit)

Transformator Mesin (Pembangkit) adalah suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga/daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya. Dalam operasi penyaluran tenaga listrik transformator dapat dikatakan sebagai jantung dari transmisi dan distribusi. Dalam kondisi ini suatu transformator diharapkan dapat beroperasi secara maksimal (kalau bisa terus menerus tanpa berhenti). Mengingat kerja keras dari suatu transformator seperti itu maka cara pemeliharaan juga dituntut sebaik mungkin. Oleh karena itu transformator harus dipelihara dengan menggunakan sistem dan peralatan yang benar, baik dan tepat. Untuk itu regu pemeliharaan harus mengetahui bagian-bagian transformator dan bagian-bagian mana yang perlu diawasi melebihi bagian yang lainnya.

- Transformator Gardu Induk

Gardu Induk merupakan sub sistem dari sistem penyaluran (transmisi) tenaga listrik, atau merupakan satu kesatuan dari sistem penyaluran (transmisi). Penyaluran (transmisi) merupakan sub sistem dari sistem tenaga listrik. Berarti, gardu induk merupakan sub-sub sistem dari sistem tenaga listrik.

Sebagai sub sistem dari sistem penyaluran (transmisi), gardu induk mempunyai peranan penting, dalam pengoperasiannya tidak dapat dipisahkan dari sistem penyaluran (transmisi) secara keseluruhan.

**b. Transformator Arus (CT)**

Transformator arus berfungsi untuk menurunkan arus besar pada tegangan tinggi / menengah menjadi arus kecil pada tegangan rendah untuk besaran ukur, sesuai alat - alat ukur.

**c. Transformator Tegangan (PT)**

Transformator tegangan berfungsi untuk menurunkan tegangan tinggi / menengah menjadi tegangan rendah untuk besaran ukur sesuai dengan alat – alat ukur.

**2.1.5 NGR (Neutral Grounding Resistance)**

NGR adalah sebuah tahanan yang dipasang serial dengan neutral sekunder pada transformator sebelum terhubung ke ground / tanah. Tujuan di pasang nya NGR sebagai untuk mengontrol besarnya arus gangguan yang mengalir dari sisi neutral ke tanah. Selama kondisi normal metode pentanahan titik netral tidak berpengaruh, akan tetapi jika gangguan khususnya pada 1 fasa ke tanah maka sistem pentanahan netral ini menjadi penting untuk dipertimbangkan.

Adapun tujuan dari sistem pentanahan ini adalah :

- a. Membatasi arus gangguan 1 fasa ke tanah
- b. Membatasi tegangan pada fasa yang tidak terganggu
- c. Membantu pemadam busur api



**Gambar 8. NGR**

## 2.1.6 Rel (Busbar)

Rel (busbar) merupakan titik hubungan pertemuan (connecting) antara transformator daya, SUTT/ SKTT dengan komponen listrik lainnya, untuk menerima dan menyalurkan tenaga listrik. Dalam bidang STL, digunakan untuk menyebut pertemuan antar jaringan. Memiliki fungsi utama sebagai penghubung antar jaringan. Rel terbuat dari bahan tembaga (Bar Copper atau Hollow Conductor)

Pemilihan bahan Busbar :

- Tahanan elektrik rendah.
- Kekuatan mekanik tinggi.
- Tahan terhadap cuaca.
- Tahan terhadap korosi.

Tipe Rel Busbar

- Single Bus
- Double Bus Double Breaker
- Main and Transfer Bus
- Double Bus, Single Breaker
- Ring Bus
- Breaker and a Half



Gambar 9. Rel (Busbar)

## 2.1.7 Isolator

Isolator (menurut jenisnya isolator penyangga, gantungan, tembus) diperlukan untuk mengisolasi bagian – bagian instalasi listrik ( antaran, peralatan dan lain – lainnya) yang bertentangan, satu bagian yang bertegangan terhadap bagian yang lain maupun terhadap tanah. Isolator seharusnya tahan terhadap perubahan (transient) tegangan dari dalam maupun terhadap perubahan tegangan dari luar. Perubahan tegangan dari dalam umumnya terjadi sebagai akibat gejala transient seperti adanya kesalahan antara fasa (bertegangan) maupun antara fasa dan tanah ataupun pada saat memasukkan dan mengeluarkan transformator dan antaran misalnya. Besarnya amplitude tegangan tersebut ditentukan oleh sifat serta jenis kesalahan, konfigurasi system netral, karakteristik pemasukan/pe ngeluaran (switching) dan juga criteria system. Gejala resonansi system misalnya resonansi besi juga dapat menimbulkan gejala tegangan.(Distribusi, n.d.)



**Gambar 10. Isolator**

### 2.1.8 Kubikel Incoming 20 KV

Kubikel Incoming merupakan salah satu peralatan atau perlengkapan listrik yang dapat berfungsi sebagai penghubung dari sisi sekunder trafo daya ke busbar 20 Kv. Tegangan 20 kV dari sisi sekunder trafo masuk ke dalam busbar 20 kV yang berada di dalam kubikel 20 kV.



Gambar 11. Kubikel Incoming 20 kV

Adapun Komponen – komponen di dalam incoming yaitu :

- Busbar
- PMS (Pemisah)
- Earthing Switch
- Heater
- PMT Vacuum

### 2.1.9 Penyulang

Penyulang utama atau primer adalah jaringan yang langsung keluar dari gardu induk yang pada umumnya terdiri atas jaringan fasa dengan fasa tiga, empat kawat dan cabang serta sub cabang dapat berupa jaringan fasa tunggal atau fasa tiga. Ditinjau dari segi konstruksi dan tempat penghantar terpasang, maka jaringan primer (jaringan tegangan menengah) dibedakan menjadi dua macam yaitu :

- a. Saluran udara tegangan menengah
- b. Saluran kabel tegangan menengah di bawah tanah

Saluran udara menyalurkan daya listrik melalui kawat atau kabel yang dipasang atau digantung pada tiang-tiang dengan perantaraan isolator, sedangkan saluran kabel bawah tanah menyalurkan daya listrik melalui kabel tanah yang digelar dibawah permukaan tanah. (“PENERAPAN\_PEMELIHARAAN\_JARINGAN\_PENYULAN,” n.d.)



Gambar 12. Penyulang

## **BAB III**

### **PENGUMPULAN DATA**

#### **3.1 Pemeliharaan Transformator Daya**

Pemeliharaan transformator daya dilakukan untuk menjaga efektivitas dan daya tahan peralatan sistem tenaga listrik, khususnya transformator daya agar dapat bekerja sebagaimana mestinya sehingga kontinuitas penyaluran tetap terjaga dengan baik.

##### **3.1.1 Pengertian dan tujuan Pemeliharaan**

Tujuan pemeliharaan trafo adalah untuk menjaga kondisi trafo agar dapat dibebani secara optimal dan mampu bertahan sampai susut umur sesuai desain.

Adapun tujuan dilakukannya pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi yakni:

1. Meminimalisir terjadinya kegagalan dan kerusakan peralatan listrik.
2. Memperpanjang umur peralatan listrik
3. Meningkatkan kemampuan, ketersediaan serta efisiensi.
4. Meningkatkan keamanan pada peralatan.
5. Meminimalkan Namanya waktu padamkarena sering terjadi gangguan.

##### **3.1.2 Jenis – jenis Pemeliharaan**

Pemeliharaan dibagi menjadi beberapa jenis sebagai berikut :

1. Pemeliharaan preventive (Time base maintenance)

Pemeliharaan preventive adalah kegiatan pemeliharaan yang dilaksanakan untuk mencegah terjadinya kerusakan secara tiba - tiba dan untuk mempertahankan unjuk kerja peralatan yang optimum sesuai umur teknisnya.

2. Pemeliharaan Prediktif (Conditional maintenance)

Pemeliharaan prediktif adalah pemeliharaan yang dilakukan dengan cara memprediksi kondisi suatu peralatan listrik, apakah dan kapan kemungkinannya peralatan listrik tersebut menuju kegagalan. Dengan memprediksi kondisi tersebut dapat diketahui gejala kerusakan secara dini. (Alamajihuwono 2010)

Cara yang biasa dipakai adalah memonitor kondisi secara online baik pada saat peralatan beroperasi atau tidak beroperasi. Untuk ini diperlukan peralatan dan personil khusus untuk analisa. Pemeliharaan ini disebut juga pemeliharaan berdasarkan kondisi (Condition Base Maintenance).

### 3. Pemeliharaan korektif (Corective maintenance)

Pemeliharaan korektif adalah pemeliharaan yang dilakukan secara terencana ketika peralatan listrik mengalami kelainan atau unjuk kerja rendah pada saat menjalankan fungsinya dengan tujuan untuk mengembalikannya pada kondisi semula disertai perbaikan dan penyempurnaan instal. Pemeliharaan ini disebut juga Curative Maintenance, yang bisa berupa Trouble Shooting atau penggantian part/bagian yang rusak atau kurang berfungsi yang dilaksanakan dengan terencana.

### 4. Pemeliharaan darurat (Breakdown maintenance)

Pemeliharaan darurat adalah pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan mendadak yang waktunya tidak tertentu dan sifatnya terurai. Pelaksanaan pemeliharaan peralatan dapat dibagi 2 macam :

- Pemeliharaan yang berupa monitoring dan dilakukan oleh petugas operator atau petugas patroli bagi Gardu Induk yang tidak dijaga (GITO – Gardu Induk Tanpa Operator).
- Pemeliharaan yang berupa pembersihan dan pengukuran yang dilakukan oleh petugas pemeliharaan.

## 3.2 SOP Pemeliharaan Transformator Daya II dan Cubikel 20 KV

Adapun SOP pekerjaan Pemeliharaan Dua Tahunan Transformator Daya II 60 MVA Pada Gardu Induk 150 kV Titi Kuning PT. PLN (Persero) UPT Medan diantaranya adalah sebagai berikut :

### 3.2.1 Persiapan

1. Sesuai perintah kerja Man ULTG Glugur Pemeliharaan Dua Tahunan Transformator Daya II 60 MVA pada Gardu Induk 150 kV Titi Kuning, segera petugas menyiapkan sarana angkutan, peralatan kerja dan peralatan K3.
2. Memberikan informasi kepada Area Pengatur Distribusi (APD) bahwa adanya suatu pekerjaan yang akan dilakukan, sebelum berangkat menuju

lokasi pekerjaan, serta memberikan informasi bahwa tim HAR akan melakukan pekerjaan Pemeliharaan Dua Tahunan Transformator Daya Daya II 60 MVA Pada Gardu Induk 150 kV Titi Kuning.

3. Jika sudah sampai di lokasi tempat pekerjaan, melakukan briefing kerja tentang langkah – langkah pengerjaan. Setelah melakukan briefing kerja, maka segera lakukan persiapan yaitu menata peralatan-peralatan kerja yang dibutuhkan, seperti alat ukur dan material-material lainnya dan jangan lupa tetap memperhatikan keselamatan kerja (K3).
4. Informasikan kepada Area Pengatur Distribusi (APD) bahwasanya team pemeliharaan sudah siap melakukan pekerjaan yaitu Pemeliharaan Dua Tahunan Transformator Daya II 60 MVA Pada Gardu Induk 150 kV Titi Kuning tersebut.

### 3.2.2 Pelaksanaan pekerjaan

#### A. Pembebasan tegangan pada Trafo Daya

1. Semua penyulang Trafo Daya II ≠ (Dilepas)
2. Bus Riser Trafo Daya II ≠ (Dilepas)
3. Incoming 20 kV Trafo Daya II ≠ (Dilepas)
4. PMT Line 20 kV Trafo Daya II ≠ (Dilepas)
5. PMT 150 kV Trafo Daya II ≠ (Dilepas)
6. PMS Bus 2 Trafo Daya II ≠ (Dilepas)



Gambar 13. Pelaksanaan Pelepasan PMS Bus

**B. Pemasangan Grounding Pentanahan setiap peralatan penghantar seperti CT, LA, PMT dan PMS BUS 1 dan 2**



**Gambar 14. Pelaksanaan Pemasangan Grounding Pentanahan**

**C. Pemasangan Warning Cross Line Area yang memberitahukan bahwa area sudah tidak bertegangan atau bertegangan**



**Gambar 15. Pelaksanaan Pemasangan Warning Cross Line Area**

D. Pemulihan tegangan Pada Trafo Daya

1. PMS Bus 2 Trafo Daya II = (Dimasukan)
2. PMT 150 kV Trafo Daya II = (Dimasukan)
3. PMT Line 20 kV Trafo Daya II = (Dimasukan)
4. Incoming 20 kV Trafo Daya II = (Dimasukan)
5. Bus Riser Trafo Daya II = (Dimasukan)
6. Semua penyulang Trafo Daya II = (Dimasukan)



## BAB IV ANALISA DATA

### 4.1 Transformator daya

Transformator Daya ini memiliki nameplate atau label yang berisi spesifikasi dari trafo tersebut. Spesifikasi ini isinya mulai dari tegangan kerja, efisiensi, pengasutan/metode koneksi, class, merek dll. Dari berbagai macam spesifikasi yang akan menentukan metode yang akan dipakai berdasarkan nameplate dari trafo tersebut. (Fahnani. and Karnoto ST 2011)



Gambar 16. Name Plate Transformator Daya

### 4.2 Pengecekan dan Pengukuran Pentanahan

Pentanahan pada umumnya adalah sebagai pengaman peralatan pada penghantar yang apabila terjadi gangguan surya petir bisa di grounding atau di tanahkan. Tujuan dari pengecekan dan pengukuran pentanahan ini berguna untuk mengetahui tahanan sisa atau induksi pada penghantar dengan

menggunakan alat pengukuran yaitu Earth Tester. Earth Tester adalah alat uji untuk mengukur tahanan pentanahan, agar mengetahui tahanan sisa pada pentanahan di masing – masing peralatan penghantar.



**Gambar 17. Pengecekan dan Pengukuran Pentanahan**



**Gambar 18. Pengecekan dan Pengukuran Pentanahan**

Semakin kecilnya hambatan pada kabel konduktor pentanahan maka semakin baik pentanahan / grounding yang dapat di alirkan ke tanah. Namun, jika hambatan pada kabel konduktor pentanahan semakin tinggi maka akan menimbulkan efek yang serius, seperti mengalirkan gangguan surja petir ke peralatan lainnya yang saling terhubung.

Apabila setelah dilakukan pengukuran hambatan penghantar pentanahan masih saja tinggi, maka akan dilakukan penambahan titik – titik pentanahan baru.

**Tabel 2. Pengukuran Pentanahan**

NAMA PERALATAN PEHANTAR	R	S	T
PMT	0,4 □		
CT	0,6 □	0,4 □	0,6 □
LA	0,6 □	0,4 □	0,4 □
PMS BUS 1	0,2 □	0,2 □	0,2 □
PMS BUS 2	0,2 □	0,2 □	0,2 □
BODY TRAFO	4 □		

**4.2.1 Faktor – faktor yang mempengaruhi perubahan nilai tahanan**

- Adanya bekas cat pada kabel konduktor pentanahan
- Adanya kotoran pada kabel konduktor pentanahan
- Kurangnya tingkat kedalaman dan kontur tanah sebagai media ditanahkan yang berbatu sehingga mempengaruhi nilai pengukuran

## DAFTAR PUSTAKA

- Alamajibuwono, Hadha. 2010. "PEMELIHARAAN TRANSFORMATOR DAYA PADA GARDU INDUK 150 KV SRONDOL PT. PLN (PERSERO) P3B JAWA BALI REGION JAWA TENGAH DAN DIY UPT SEMARANG."
- "Analisa\_sistem\_tenaga\_PERT-1." n.d.
- Distribusi, Sistem. n.d. "Sistem Distribusi Instalasi Listrik Sistem Distribusi II."
- Fahnani., Gunara Fery, and MT. Karnoto ST. 2011. "Transformator Daya." *Analisis Pengukuran Dan Pemeliharaan Transformator Daya Pada Gardu-Induk.Pdf.* n.d.
- li, B A B, Kontrol Daya, and Aktif Dan. n.d. "Modul Ajar Kontrol Sistem Tenaga | Kontrol Daya Aktif Dan Frekuensi II- 1," 1–51.
- Ir. Komari. 2003. "Proteksi Sistem Tenaga."
- "PENERAPAN PEMELIHARAAN\_JARINGAN\_PENYULAN." n.d.
- Tenaga, Perlengkapan Sistem. n.d. "Pengantar Gardu Induk."