

LAPORAN KERJA PRAKTEK
PEMELIHARAAN SISTEM PENTANAHAN PADA TRAFODISTRIBUSI DI PT. RAZZA PRIMA TRAFODISTRIBUSI

Disusun Oleh:

Nicola Ventola Nababan

208120016



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 14/2/25

Access From (repository.uma.ac.id)14/2/25

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN AKHIR PELAKSANAAN KERJA PRAKTEK PEMELIHARAAN SISTEM PENTANAHAN PADA TRAFO DISTRIBUSI DI PT. RAZZA PRIMA TRAFO

Disusun Oleh:

Nama : Nicola Ventola Nababan

NPM : 208120016

Program Studi : Teknik Elektro

Dosen Pembimbing Kerja Praktek

(Ir. Habib Satria, MT, IPP)



Pembimbing Lapangan

(Delfi Kurniawan, S.H)

Ketua Program Studi Teknik Elektro



(Ir. Habib Satria, MT, IPP)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan sekaligus menyusun laporan Kerja Praktek (KP) yang berjudul “PEMELIHARAAN SISTEM PENTANAHAN PADA TRAFO DISTRIBUSI di PT. RAZZA PRIMA TRAFO” sebagai salah satu syarat bagi penulis dalam menyelesaikan program studi Sarjana (S1) di jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area.

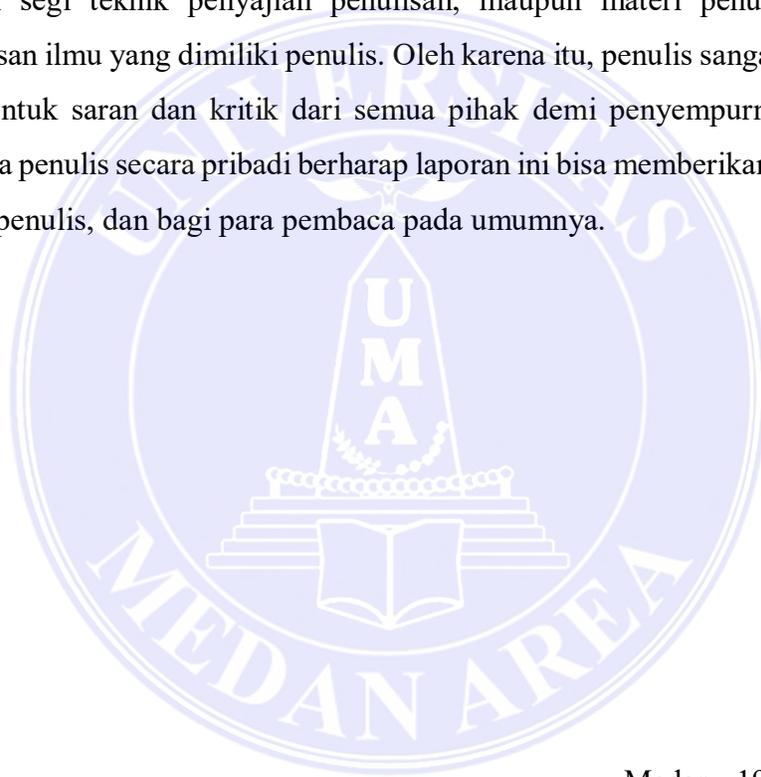
Kerja Praktek ini merupakan salah satu program Universitas Medan Area khususnya prodi Teknik Elektro, yang wajib diikuti oleh seluruh mahasiswa Universitas Medan Area dalam menerapkan ilmu pengetahuan didunia kerja serta untuk menambah ilmu pengetahuan dan pengalaman baru dalam menunjang ilmu yang diperoleh di bangku perkuliahan.

Laporan ini diharapkan dapat menambah kreativitas dan pengetahuan yang baik dan buruk bagi penulis maupun bagi pembaca laporan ini. Akhirnya, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam melaksanakan Kerja Praktek (KP) sampai tersusunnya laporan ini dengan baik. Maka dari itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Keluarga yang telah memberi dukungan dan motivasi sampai selesainya kegiatan.
2. Bapak Dr. Eng., Supriatno, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir. Habib Satria, M. T., IPP selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Medan Area.
4. Bapak Ir. Habib Satria, M. T., IPP selaku Dosen Pembimbing Kerja Praktek.

5. Bapak Delfi Kurniawan,S.H, selaku pembimbing lapangan sekaligus kepala lapangan di PT. RAZZA PRIMA TRAF0.
6. Para pekerja dan tim PT. RAZZA PRIMA TRAF0 yang telah membimbing dan memberi pengalaman yang baik.
7. Teman-teman kelompok Kerja Praktek yang telah bersama-sama mengikuti proses ini.

Penulis sadar bahwa dalam penulisan laporan ini masih terdapat banyak kekurangan baik dari segi teknik penyajian penulisan, maupun materi penulisan mengingat keterbatasan ilmu yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan segala bentuk saran dan kritik dari semua pihak demi penyempurnaan laporan ini. Akhir kata penulis secara pribadi berharap laporan ini bisa memberikan manfaat khususnya bagi penulis, dan bagi para pembaca pada umumnya.



Medan, 19 Januari 2024

NICOLA VENTOLA NABABAN

ABSTRAK

Dalam trafo distribusi sistem pentanahan (grounding) memegang peran penting dalam system proteksi. Sistem pentanahan pada gardu distribusi diperlukan untuk mengatasi terjadinya tegangan sentuh baik pada transformator maupun benda konduktor lain yang melekat padanya. Batas maksimal tegangan sentuh yang masih dianggap belum membahayakan manusia sebesar 50 volt. Tujuan utama sistem pentanahan pada trafo distribusi adalah menciptakan jalur low-impedance (tahanan rendah) terhadap permukaan bumi untuk gelombang bumi dan transient voltage. Menurut fungsinya pentanahan dibedakan menjadi 2, yaitu pentanahan titik netral sistem tenaga dan pentanahan peralatan. Pentanahan netral sistem tenaga berfungsi sebagai pengaman sistem atau jaringan, sedangkan pada pentanahan peralatan berfungsi sebagai pengaman terhadap tegangan sentuh. Pengukuran jenis elektroda pentanahan pada transformator distribusi 20 kV.

Kata kunci: Sistem Pentanahan, Trafo Distribusi, Tahanan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
ABSTRAK.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Ruang Lingkup.....	2
1.2.1 Sejarah PT. RAZZA PRIMA TRAF0.....	2
1.2.2 Logo PT. RAZZA PRIMA TRAF0.....	3
1.3 Metodologi.....	4
BAB II STUDI KASUS.....	3
2.1 Pengertian Transformator.....	3
2.1.1 Prinsip Kerja Transformator.....	3
2.1.2 Fungsi Transformator.....	4
2.1.3 Karakteristik Transformator.....	4
2.1.4 Jenis – Jenis Transformator.....	4
2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	5
2.3 Komponen Jaringan Distribusi Tenaga Listrik.....	7
2.3.1 Gardu Induk.....	7
2.3.2 Fungsi Gardu Induk.....	8
2.3.3 Jenis-Jenis Gardu Induk.....	8
2.4 Gardu Distribusi.....	9
2.4.1 Macam–Macam Gardu Distribusi.....	9
2.4.1.1 Gardu Hubung.....	9
2.4.1.2 Gardu Open Type (Gardn Sel).....	10
2.4.1.3 Gardu Kontrol.....	10
2.4.1.4 Gardu Mobil.....	10

2.5	Peralatan Pengaman Jaringan Distribusi.....	10
2.5.1	Alat Pengaman Celah	10
2.5.1.1	Alat Pengaman Celah Batang (Rod Gap).....	10
2.5.1.2	Alat Pengaman Randuk Api (arcing horn).....	11
2.5.1.3	Alat Pengaman Celah Sekring (fuse rod gap)	12
2.5.1.4	Alat Pengaman Celah Kontrol (control gap).....	12
2.5.1.5	Alat Pengaman Celah Tanduk (horn gap).....	13
2.5.2	Alat Pengaman Tabung Pelindung (protector tube).....	13
2.5.3	Alat Pengaman Lightning Arrester.....	14
2.5.3.1	Lightning Arrester Jenis Oksida Film.....	16
2.5.3.2	Lightning Arrester Jenis Katup.....	17
2.5.3.3	Lightning Arrester Jenis Thyrite.....	18
2.5.3.4	Karakteristik Arrester.....	19
2.5.4	Alat Pengaman Arus Lebih	20
2.5.5	Penempatan Alat Pengaman Pada Jaringan	21
2.6	Sistem Pentanahan Jaringan Distribusi.....	22
2.6.1	Sistem Pentanahan Netral.....	23
2.6.1.2	Sistem Pentanahan Netral Langsung Diketanahkan	23
2.6.1.3	Pentanahan Netral Dengan Tahanan	24
2.6.1.4	Pentanahan Netral Dengan Raktansi.....	25
2.6.2	Tahanan Jenis Tanah.....	25
2.6.2.1	Pengaruh Keadaan Struktur Tanah	25
2.6.2.2	Pengaruh Unsur Kimia	26
2.6.2.3	Pengaruh Iklim.....	26
2.6.2.4	Pengaruh Temperature Tanah.....	27
2.6.3	Metode Pengukuran Tahanan Jenis Tanah.....	27
2.6.3.1	Metode Tiga Titik	27
2.6.3.2	Metode Empat Titik	28
2.6.4	Elektroda Pentanahan	28
2.6.4.1	Elektroda Batang.....	29

2.6.4.2 Elektroda Plat.....	29
2.6.4.3 Elektroda Pita	30
2.6.5 Konduktor Pentanahan.....	30
2.6.6 Sistem Pentanahao Pada Jaringan Distribusi	31
BAB III PENGUMPULAN DATA.....	32
3.1 Waktu dan Lokasi Studi Kasus.....	32
3.2 Metode Pengumpulan Data	32
3.3 Data Lapangan.....	32
3.4 Gaogguan-gaogguan yang Ditemui di Lapangan	33
3.5 Pelaksanaan Pengukuran Tahanan Pentanahan Transformator Daya.....	34
3.6 Kendala yang Dihadapi Dilapangan	36
BAB IV ANALISA.....	38
4.1 Analisa Kelayakan Grounding	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
Lampiran 1: Dokumentasi kegiatan kerja praktek.....	42
Lampiran 2. Lembar Kegiatan Kerja Praktek	43
Lampiran 3. Surat Balasan Kerja Praktek.....	44
Lampiran 4. Daftar Nilai Mahasiswa Dari Perusahaan.....	45
Lampiran 5. Lampiran Form Penilaian Pengawas Lapangan.....	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan kebutuhan utama bagi masyarakat saat ini untuk memenuhi kebutuhan hidup mereka sehari-hari. Dibutuhkan suatu sistem yang dapat memberikan pasokan listrik yang baik agar dapat mendistribusikan energi listrik ke seluruh lapisan masyarakat. Oleh karena itu, pada setiap peralatan-peralatan listrik yang digunakan membutuhkan pemeliharaan rutin untuk menjaga kesehatan dan keefektifan alat tersebut.

PT. RAZZA PRIMA TRAF0 adalah perusahaan yang bertujuan sebagai penyedia usaha bagian pemeliharaan seluruh sistem tenaga listrik bagi kepentingan umum dalam membantu memberi keuntungan dalam melaksanakan penugasan pemerintah di bidang ketenagalistrikan dalam rangka menunjang pembangunan. Kegiatan utama PT. RAZZA PRIMA TRAF0 adalah menjalankan usaha penyediaan pemeliharaan semua sistem tenaga listrik yang mencakup pembangkitan tenaga listrik, penyaluran tenaga listrik dan distribusi tenaga listrik. Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik besar dengan tegangan dari 11 kV sampai 24 kV dinaikkan tegangannya oleh gardu induk dengan transformator penaik tegangan menjadi 70 kV, 150kV, 220kV atau 500kV kemudian disalurkan melalui saluran transmisi. Tujuan menaikkan tegangan ialah untuk memperkecil kerugian daya listrik pada saluran transmisi, dimana dalam hal ini kerugian daya adalah sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir ($I^2 R$). Dengan daya yang sama bila nilai tegangannya diperbesar, maka arus yang mengalir semakin kecil sehingga kerugian daya juga akan kecil pula. Dari saluran transmisi, tegangan diturunkan lagi menjadi 20 kV dengan transformator penurun tegangan pada gardu induk distribusi, kemudian dengan sistem tegangan tersebut penyaluran tenaga listrik dilakukan oleh saluran distribusi primer. Dari saluran distribusi primer inilah gardu-gardu distribusi mengambil tegangan untuk diturunkan tegangannya dengan trafo distribusi menjadi sistem tegangan rendah, yaitu 220/380

Volt. Selanjutnya disalurkan oleh saluran distribusi sekunder ke konsumen-konsumen. Dengan ini jelas bahwa sistem distribusi merupakan bagian yang penting dalam sistem tenaga listrik secara keseluruhan. Sistem distribusi tenaga listrik adalah suatu jaringan tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan.

Transformator adalah peralatan yang paling penting dalam gardu distribusi. Transformator berfungsi untuk menurunkan tegangan tinggi menjadi tegangan rendah yang kemudian disalurkan ke masyarakat agar dapat digunakan sesuai rating peralatan atau beban yang digunakan pada umumnya. Sampai kira-kira tahun 1910, sistem-sistem tenaga listrik pada gardu tidak diketanahkan. Hal ini dapat dimengerti karena pada saat itu sistem-sistem tenaga listrik masih kecil jadi bila ada gangguan fasa ke tanah arus gangguan masih kecil dan biasanya masih kurang dari 5 ampere. Pada umumnya bila arus gangguan itu sebesar 5 ampere atau lebih kecil, busur listrik yang timbul pada kontak-kontak antara kawat yang terganggu dan tanah masih dapat padam sendiri. Tetapi sistem-sistem tenaga itu makin lama makin besar, baik panjangnya maupun tegangannya. Dengan demikian arus yang timbul bila terjadi gangguan tanah makin besar, sehingga dibutuhkan pembumian yang baik pada transformator dengan nilai resistansi sekecil mungkin.

1.2 Ruang Lingkup

Lingkup kerja praktek di PT. RAZZA PRIMA TRAF0 selama melaksanakan kerjak praktek adalah mengikuti kegiatan yang berhubungan tentang pemeliharaan trafo distribusi dari tahap perencanaan, perancangan sampai pelaksanaan. Selama melaksanakan kegiatan kerja praktek diawasi oleh pembimbing lapangan.

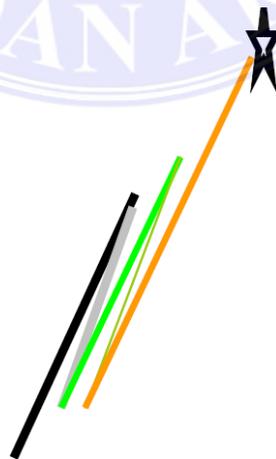
1.2.1 Sejarah PT. RAZZA PRIMA TRAF0

PT. Razza Prima Trafo adalah perusahaan jasa yang bergerak di bidang electrical dan mechanical engineering, contractor supplier instalatuiur C. Class sesuai dengan kemampuan fasilitas maupun sumber daya manusia, perusahaan ini juga mengembangkan usaha meliputi pekerjaan pemeliharaan dan perbaikan (preventive

and corrective) transformator distribusi khusus di daerah Sumatera Utara. Inspirasi dan motivasi oleh keinginan untuk membantu dan bekerja sama dalam mengatasi masalah kelistrikan dengan perusahaan-perusahaan pengguna transformator. Melalui kajian, penelitian secara terus menerus, transformator yang telah rusak yang selama ini dianggap barang rongsokan dapat difungsikan kembali seperti semula sehingga biaya kelistrikan pada perusahaan pengguna transformator dapat dihemat sampai 50% jika dibandingkan dengan membeli yang baru. Pengalaman yang cukup panjang dalam melaksanakan usaha pelayanan pekerjaan electrical dan mechanical engineering ataupun pekerjaan pemeliharaan perbaikan transformator untuk membantu mengatasi krisis kelistrikan yang merupakan modal utama untuk menjadi perusahaan yang unggul dibidangnya. Survey kepuasan pelanggan dan inovasi yang dilakukan secara berkesinambungan diharapkan terbentuknya kesetiaan pelanggan. Dengan dibentuknya team work yang padu, tekad untuk menjadi perusahaan yang unggul dan terpercaya melalui kepuasan pelanggan diwujudkan dalam kemitraan dengan beberapa perusahaan yang mempunyai kompetensi khusus Produk jasa dan pelayanan yang dihasilkan berguna bagi sektor kelistrikan, industri lain dan masyarakat umum.

1.2.2 Logo PT. RAZZA PRIMA TRAF0

Logo PT. Razza Prima Trafo ditunjukkan oleh gambar berikut:



Gambar 1.1. Logo PT. Razza Prima Trafo.

1.3 Metodologi

Dalam menyelesaikan tugas dari kerja praktek ini, prosedur yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut:

1. Tahap persiapan

Mempersiapkan hal-hal yang diperlukan dalam kerja praktek ini antara lain:

- a. Pemilihan perusahaan tempat praktek.
- b. Pengenalan perusahaan baik secara langsung ke tempat ataupun melalui internet.
- c. Permohonan kerja praktek kepada program studi teknik elektro dan perusahaan.
- d. Konsultasi dengan kordinator kerja praktek dan dosen pembimbing.
- e. Penyusunan laporan.
- f. Pengajuan laporan kepada ketua program studi teknik elektro dan perusahaan.

2. Studi literatur

Mempelajari buku-buku dan karya ilmiah yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi di lapangan sehingga diperoleh teori-teori yang sesuai dengan penjelasan dan penyelesaian masalah.

3. Peninjauan lapangan

Melihat langsung metode kerja dari perusahaan sekaligus mempelajari aliran bahan, tata letak kerja di lapangan dan wawancara langsung dengan karyawan dan pemimpin perusahaan.

4. Pengumpulan data

Mengumpulkan data untuk membantu menyelesaikan laporan kerja praktek.

5. Analisa dan evaluasi data

Data yang telah diperoleh akan dievaluasi dan dianalisa dengan metode yang diterapkan.

6. Penulisan laporan kerja praktek

Draft laporan kerja praktek yang telah diasistensi diketik rapi dan dijilid.

BAB II STUDI KASUS

2.1 Pengertian Transformator

Transformator atau trafo adalah komponen elektromagnet yang dapat merubah tegangan tinggi ke rendah atau sebaliknya dalam frekuensi sama. Transformator terdiri atas dua kumparan yang meliliti inti besi. Kumparan-kumparan tersebut umumnya satu sama lain tidak terhubung langsung. Kumparan primer dihubungkan dengan sumber listrik AC, dan kumparan sekunder digunakan untuk mensuplai energi listrik ke beban.



Gambar 2.1. Transformator

2.1.1 Prinsip Kerja Transformator

Transformator bekerja dengan prinsip induksi elektromagnetik. Transformator menggunakan induksi bersama atau mutual induction antara dua rangkaian yang terhubung dengan fluks magnet. Transformator secara sederhana terdiri dari dua buah kumparan yang secara listrik terpisah, tetapi secara magnet dihubungkan oleh alur induksi. Dua kumparan pada transformator tersebut menghasilkan induksi bersama yang tinggi. Apabila salah satu kumparan pada transformator dihubungkan ke sumber tegangan bolak balik, akan timbul fluks bolak balik di dalam inti besi dan kumparan yang lainnya pun akan terhubung, sehingga menimbulkan GGL (gaya gerak listrik) induksi. GGL induksi yang dihasilkan transformator sesuai dengan induksi elektromagnet dari hukum Faraday.

2.1.2 Fungsi Transformator

Fungsi utama transformator adalah untuk menurunkan dan menaikkan listrik AC. Transformator bisa digunakan dalam beberapa keperluan. Di bawah ini adalah beberapa fungsi transformator:

1. Trafo bisa digunakan dalam rangkaian radio dan televisi. Trafo untuk keperluan ini biasanya menggunakan tegangan input 220 volt atau 110 volt dengan tegangan output antara 48 sampai 24 volt step down.
2. Trafo juga dipakai dalam sistem instrumen listrik karena memiliki kemampuan untuk meningkatkan atau menurunkan tegangan dan arus listrik isolasi. Trafo jenis ini umumnya untuk alat listrik tegangan tinggi, misalnya 12,8 kV.
3. Trafo tenaga biasa dipakai dalam pemakaian daya dari rumah tangga, pembangkit, transmisi, dan distribusi tenaga listrik.

2.1.3 Karakteristik Transformator

Berikut ini beberapa karakteristik transformator:

1. Terdiri dari sebuah inti yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder.
2. Kumparan pada transformator terbuat dari tembaga dan melilit kaki inti transformator.
3. Jumlah kumparan dan tegangan pada bagian input dan output transformator berbeda, sesuai dengan fungsinya untuk menaikkan jumlah tegangan atau menurunkan.
4. Pada transformator terdapat inti besi untuk mempermudah jalan fluksi yang ditimbulkan arus listrik melewati kumparan.
5. Dalam transformator juga terdiri dari pendingin trafo, perubah tap, alat pernapasan, dan indikator.

2.1.4 Jenis – Jenis Transformator

Sesuai dengan fungsinya, transformator terdiri dari dua jenis, yaitu transformator step up dan step down. Berikut ini penjelasannya:

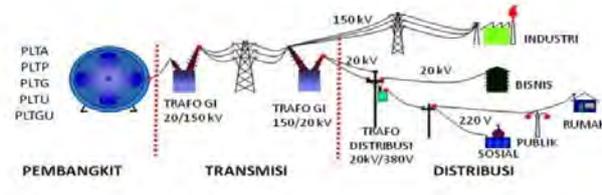
1. Transformator Step Up

Transformator step up berguna untuk menaikkan tegangan. Dengan begitu, tegangan dari kumparan sekunder akan lebih besar dibandingkan tegangan dari kumparan primer atau input. Sehingga bisa ditulis $V_2 > V_1$. Sementara itu, pada lilitannya, kumparan sekunder lebih banyak dibandingkan kumparan primer, dapat ditulis dengan $N_2 > N_1$. Sehingga, pada transformator step up memiliki aliran kuat arus yang lebih besar di bagian kumparan primer daripada di bagian kumparan sekunder ($I_1 > I_2$).

2. Transformator Step Down

Sebaliknya dari transformator step up, transformator step down akan menurunkan tegangan, sehingga tegangan pada kumparan sekunder lebih kecil daripada kumparan primer ($V_2 < V_1$). Dengan begitu, jumlah lilitan pada kumparan sekunder pun akan lebih kecil daripada jumlah lilitan pada kumparan primer ($N_2 < N_1$). Dari hal tersebut bisa disimpulkan bahwa transformator step down memiliki jumlah arus yang lebih kecil di bagian kumparan primernya dibandingkan di bagian kumparan sekundernya ($I_1 < I_2$). Sebaliknya dari transformator step up, transformator step down akan menurunkan tegangan, sehingga tegangan pada kumparan sekunder lebih kecil daripada kumparan primer ($V_2 < V_1$). Dengan begitu, jumlah lilitan pada kumparan sekunder pun akan lebih kecil daripada jumlah lilitan pada kumparan primer ($N_2 < N_1$). Dari hal tersebut bisa disimpulkan bahwa transformator step down memiliki jumlah arus yang lebih kecil di bagian kumparan primernya dibandingkan di bagian kumparan sekundernya ($I_1 < I_2$).

2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik



Gambar 2.2. Saluran Distribusi Listrik

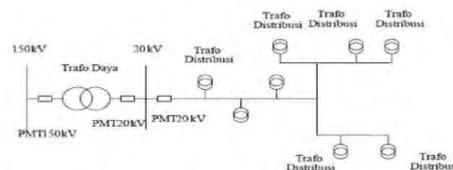
Jaringan Distribusi merupakan awal penyaluran tenaga listrik dari Gardu Induk (GI) ke konsumen untuk sistem pendistribusian langsung. Pada dasarnya jaringan

distribusi mirip dengan jaringan transmisi, yaitu jaringan sistem tenaga listrik yang berfungsi menyalurkan energi listrik melalui konduktor-konduktor, yang membedakan hanyalah bahwa jaringan distribusi adalah jaringan transmisi energi listrik yang lebih ke hilir (konsumen), dimana tegangannya telah diturunkan oleh transformator penurun tegangan hingga mencapai tegangan menengah, pada jaringan transmisi tegangannya cenderung sangat tinggi sekali sampai batas-batas ekstrim (Extra High Voltage). Jaringan distribusi primer atau jaringan distribusi tegangan menengah memiliki tegangan sistem sebesar 20 kV. Untuk wilayah kota tegangan diatas 20 kV tidak diperkenankan, mengingat pada tegangan 30 kV akan terjadi gejala-gejala korona yaitu penghantar tanpa isolasi apabila dalam satu penghantar tersisi dari tujuh belitan, apabila terjadi putus pada salah satu belitan maka menyebabkan loncatan-loncatan electron yang bisa menimbulkan suara desis di jaringan tegangan menengah yang dapat mengganggu frakuensi radio, TV, telekomunikasi, dan telepon.

Sifat pelayanan sistem distribusi sangat luas dan kompleks, karena konsumen yang harus dilayani mempunyai lokasi dan karakteristik yang berbeda. Sistem distribusi harus dapat melayani konsumen yang terkonsentrasi di kota, pinggiran kota dan konsumen di daerah terpencil. Sedangkan dari karakteristiknya, terdapat konsumen perumahan dan konsumen dunia insdustri. Sistem konstruksi saluran distribusi terdiri dari saluran udara dan saluran bawah tanah. Pemilihan konstruksi tersebut didasarkan pada pertimbangan alasan teknis yaitu berupa persyaratan teknis, alasan ekonomis, alasan estetika dan alasan pelayanan yaitu kontinuitas pelayanan sesuai jenis konsumen. Pada jaringan distribusi primer terdapat 4 jenis dasar yaitu:

1. Sistem Radial

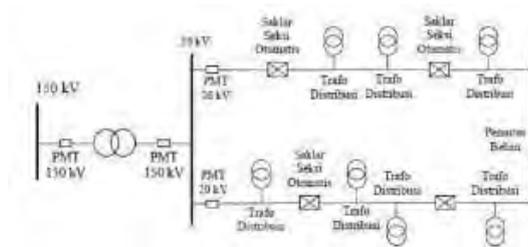
Sistem Radial adalah sistem distribusi yang paling sederhana dan ekonomis. Pada sistem ini terdapat beberapa penyulang yang menyuplai beberapa gardu distribusi secara radial.



Gambar 2.3. Konfigurasi Sistem Radial

2. Sistem Loop

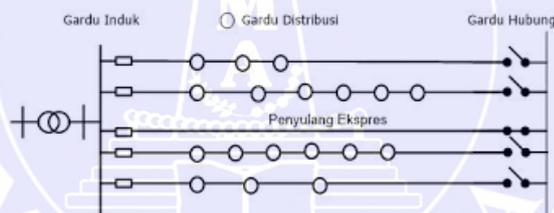
Pada Jaringan Tegangan Menengah Lingkaran (Loop) dimungkinkan pemasoknya dari beberapa gardu induk, sehingga dengan demikian tingkat keandalannya relative lebih baik.



Gambar 2.4. Konfigurasi Sistem Loop

3. Sistem Spindel

Sistem Spindel adalah suatu pola kombinasi jaringan dari pola radiasi dan ring. Spindel terdiri ada beberapa penyulungan (feeder) yang tegangannya diberikan dari Gardu Induk dan tegangan tersebut berakhir pada sebuah Gardu Hubung (GH).



Gambar 2.5. Konfigurasi Sistem Spindel

2.3 Komponen Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

2.3.1 Gardu Induk

Gardu induk merupakan sub sistem dari sistem penyaluran (transmisi) tenaga listrik, atau merupakan satu kesatuan dari sistem penyaluran (transmisi). Berarti gardu induk merupakan sub-sub sistem dari sistem tenaga listrik, sebagai sub sistem dari sistem penyulang (transmisi) gardu induk mempunyai peran penting dalam pengoperasiannya, tidak dapat dipisahkan dari sistem penyaluran (transmisi) secara keseluruhan.



Gambar 2.6. Gardu Induk

2.3.2 Fungsi Gardu Induk

- 1 Mentransformasikan daya listrik:
 - a. Dari tegangan ekstra tinggi ke tegangan tinggi (500 kV/150 kV)
 - b. Dari tegangan tinggi ke tegangan menengah (150 kV/20 kV, 70)..
 - c. kV20 kV) o Dari tegangan tinggi ke tegangan yang lebih rendah.
 - d. (150 kV/70 kV) o Dengan Frekuensi tetap (di Indonesia 50 Hz).
- 2 Untuk pengukuran, pengawasa.11 operasai serta pengaman dari sistem tenaga listrik.
- 3 Pengaturan pelayanan beban ke gardu induk-gardu induk Iain melalui tegangan tinggi dan ke gardu distribusi-gardu distribusi, setelah melalui proses penurunan tegangan meiaiui penyulang-penyulang (feeder-feeder) tegangan mencegah yang ada di gardu induk.
- 4 Untuk sarana telekomunikasi (pada umumnya untuk internal PLN), ya.11 g kita kenal deugau istitah SCADA.

2.3.3 Jenis-Jenis Gardu Induk

Jenis gardu induk bisa dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu:

- a. Berdasarkan besaran tegangannya.
- b. Bedasarkan pemasangan peralatan.
- c. Berdasarkan fungsinya.
- d. Berdasarkan isolasi yang digunakan.
- e. Berdasarkan rel (busbar).

Dilihat dari jenis kompone11 yang digw1akan, secara umum antara GITET dengan GI mempunyai banyak kesamaan, perbedaan mendasar adalab:

- a. Pada GITET transformator daya yang digunakan berupa 3 buah transformator, daya masing-masing 1 fasa (bank transformator) dan dilengkapi peralatan reactor yang berfungsi mengkompensasikan daya reaktif jaringan.
- b. Sedangkan pada GI (150 kV, 70 kV) menggunakan transformator daya 3 fasa dan tidak ada peralatan reactor.

2.4 Gardu Distribusi

Gardu distribusi merupakan suatu bangunan yang di dalamnya terdapat instalasi Transformator, Instalasi Perhubung-pau Hubung Bagi (PHB) tegangan menengah ataupun tegangan rendah dan instalasi pembumian. Fungsi gardu distribusi menurunkan tegangan pelayanan yang lebih tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah.

2.4.1 Macam-Macam Gardu Distribusi

Gardu distribusi dapat dibedakan dari beberapa hal yang diantaranya:

2.4.1.1 Gardu Hubung

Gardu hubung adalah gardu yang berfungsi untuk membagi beban pada sejumlah gardu atau untuk menghubungkan satu feeder TM dengan feeder TM yang lain. Dengan demikian pada gardu ini hanya dilengkapi peralatan hubung dan bila perlu misalnya untuk melayani konsumen TM dilengkapi dengan alat pembatas dan pengukur. Gardu distribusi merupakan salah satu komponen dari suatu sistem distribusi yang berfungsi untuk menghubungkan jaringan ke konsumen.



Gambar 2.7 Gardu Hubung

2.4.1.2 Gardu Open Type (Gardu Sel)

Gardu open type adalah gardu distribusi yang mempunyai peralatan hubung terbuka. Dimana dalam bekerjanya pisau-pisau dalam peralatan hubung, dapat dengan mudah dilihat mata biasa (dapat diawasi) baik pada saat masuk.

2.4.1.3 Gardu Kontrol

Gardu kontrol adalah gardu trafo yang secara keseluruhan instalasinya dipasang pada satu tiang.

2.4.1.4 Gardu Mobil

Pemakaian gardu mobil ini bersifat sementara, hanya untuk mengatasi adanya pemadaman listrik karena adanya kerusakan pada gardu distribusi (trafo tenaga, cubicle dll). Pasokan listriknya menggunakan tegangan rendah 230-400V.



Gambar 2.8 Contoh Gardu Mobil

2.5 Peralatan Pengaman Jaringan Distribusi

2.5.1 Alat Pengaman Celah

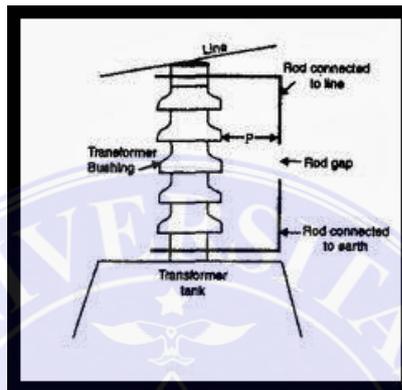
2.5.1.1 Alat Pengaman Celah Batang (Rod Gap)

Alat pengaman celah batang (rod gap) merupakan alat pengaman paling sederhana, yang terdiri dari dua batang logam dengan penampang tertentu. Batang logam bagian atas diletakkan di puncak isolator jenis pos (post type insulator) dihubungkan dengan kawat penghantar jaringan distribusi, sedangkan batang logam bagian bawah diletakkan pada bagian dasar isolator jenis pos yang langsung berhubungan dengan ground. Jarak celah kedua batang logam tersebut disesuaikan dengan tegangan percikan untuk suatu bentuk gelombang tegangan tertentu.

Berikut table dibawah ini memperlihatkan Panjang celah yang diizinkan pada suatu tegangan sistem.

Tegangan Sistem (Kv)	12	33	66	132	275	400
Panjang Cela (m)	0,032	0,32	0,35	0,66	1,25	1,70

Tabel 1. Tegangan Sistem dan Panjang Celah



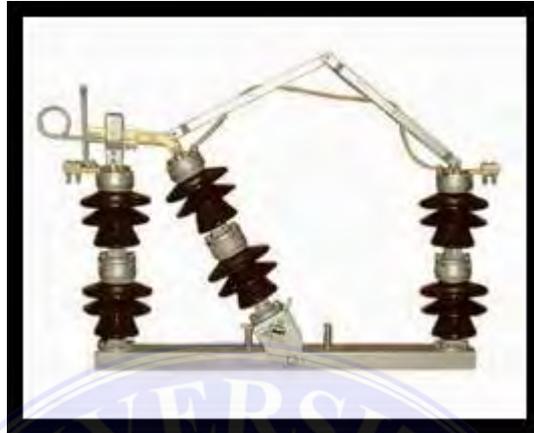
Gambar 2.9 Bentuk Pengaman Celah Batang (rod gap)

Keuntungan alat pengaman celah batang ini selain bentuknya sederhana, juga mudah dibuat dan kuat konstruksinya, sedangkan 1 dari celah batang ini, bila terjadi percikan bunga api akibat tegangan lebih maka bunga api yang ditimbulkan pada celah akan tetap ada walaupun tegangan lebih sudah tidak ada lagi. Untuk memadamkan percikan bunga api yang ditimbulkan, dapat dilakukan dengan memutus jaringan tersebut dengan menggunakan saklar pemutus udara (*air break switch*). Saat gelombang pendek, tegangan gagalnya akan naik lebih tinggi daripada isolasi yang akan dilindunginya, sehingga diperlukan celah yang sempit untuk gelombang yang curam.

2.5.1.2 Alat Pengaman Randuk Api (arcing horn)

Seperti halnya alat pengaman celah batang, alat pengaman tanduk api ini diletakkan di kedua ujung isolator gantung (suspension insulator) atau isolator batang Panjang (long rod insulator). Tanduk api dipasang pada ujung kawat penghantar dan ujung isolator yang berhubungan langsung dengan ground (tanah) yang dibentuk sedemikian rupa, sehingga busur api tidak akan mengenai isolator saat terjadi loncatan api. Jarak antara tanduk atas dan bawah diatur sekitar 75-85%

dari Panjang isolator keseluruhan. Tegangan loncatan api untuk isolator gandingan dengan tanduk api ditentukan oleh jarak tanduk tersebut. Untuk jelasnya lihat gambar di bawah ini.



Gambar 2.10 Pengaman Tanduk Api (arcing horn)

2.5.1.3 Alat Pengaman Celah Sekring (fuse rod gap)

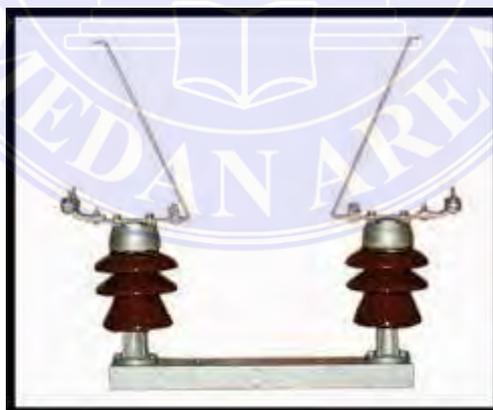
Alat pengaman celah sekring ini merupakan gabungan antara celah batang (rod gap) dengan sekring yang dihubungkan secara seri. Penggabungan ini digunakan untuk menginterupkan arus susulan (power follow current) yang diakibatkan oleh percikan api. Oleh sebab itu celah sekring mempunyai karakteristik yang sama dengan celah batang, dan alat ini dapat menghindarkan adanya pemutusan jaringan sebagai akibat percikan, serta memerlukan penggantian dan perawatan sekring yang telah dipakai. Kecuali itu agar supaya penggunaannya efektif harus diperhatikan juga koordinasi antara waktu leleh sekring dengan waktu kerja rel pengaman.

2.5.1.4 Alat Pengaman Celah Kontrol (control gap)

Alat pengaman celah kontrol terdiri dari dua buab celah yang diatur sedemikian rupa, sehingga karakteristiknya mendekati celah bola ditinjau dari segi lengkung volt-waktu yang mempunyai karakteristik lebih baik dari celah batang. Celah kontrol ini dapat dipakai Bersama atau tanpa sekring, meskipun alat ini dapat dipakai sebagai perlindungan cadangan atau sekunder, dan dianggap sekelas dengan celah batang.

2.5.1.5 Alat Pengaman Celah Tanduk (horn gap)

Alat pengaman ini terbuat dari dua buah batang besi yang masing-masing diletakkan diatas isolator. Celah yang dibuat oleh kedua batang besi itu, satu batang dihubungkan langsung dengan kawat penghantar jaringan sedangkan yang lainnya dihubungkan dengan sebuah resistor yang langsung terhubung ke ground (tanah). Celah tanduk ini biasanya bekerja pada saat terjadi tegangan loncatan api pada celahnya, ketika tegangan surja mencapai 150-200 % dari tegangan nominal jaringan, maka akan terjadi pelepasan langsung pada celah dan langsung diteruskan ke ground melalui resistor. Fungsi dari celah tanduk ini untuk pemutus busur api yang terjadi pada tegangan lebih. Busur api cenderung naik akibat panas yang terlalu tinggi, juga disebabkan peristiwa arus loop sebesar mungkin pada sisi lain membuat tembus rangkaian magnet maksimum. Hanya celah tanduk sebagai arrester jauh dari memuaskannya yang seringkali busur api yang tidak perlu. Pengaman ini tidak cukup karena dapat dibandingkan dari nilai pelepasan yang rendah resistor. Dan ini tidak selalu menahan secara dinamis busur api yang mengikuti pelepasan peralihan (transient discharge). Akibatnya salah satu pada keadaan tetap tanduk ground atau dibinasakan oleh celah. Oleh sebab itu celah tanduk arrester sekarang hampir tidak dipakai lagi sebagai alat pengaman petir.



Gambar 2.11 Pengaman Tanduk (horn gap)

2.5.2 Alat Pengaman Tabung Pelindung (protector tube)

Alat pengaman tabung pelindung ini terdiri dari : (1) tanduk api (arcing horn) yang dipasang dibawah kawat penghantar, yang terhubung dengan tabung fiber. (2) Tabung fiber yang terdiri dari elektroda atas yang berhubungan dengan tanduk api dan elektroda bawah yang berhubungan langsung dengan tanah (ground). Apabila

tegangan petir mengalir ke kawat penghantar, maka akan terjadi percikan api antara kawat penghantar dengan tanduk api. Percikan api akan mengalir dari elektroda atas ke elektroda bawah, karena panas tabung fiber akan menguap disekitar dindingnya sehingga gas yang ditimbulkan akan menyembur ke percikan api dan memadamkannya. Alat pengaman tabung pelindung ini digunakan pada saluran transmisi untuk melindungi isolator dan mengurangi besarnya tegangan surla yang mengalir pada kawat penghantar. Selain itu digunakan juga pada gardu induk untuk melindungi peralatan disconnect switcher, ril bus dan sebagainya.

2.5.3 Alat Pengaman Lightning Arrester

Lightning arrester adalah suatu alat pengamau yang melindungi jaringan dan peralatannya terhadap tegangan lebih abnormal yang terjadi karena sambaran petir (flash over) dan karena surla hubung (switching surge) di suatu jaringan. Lightning arrester ini memberi kesempatan yang lebih besar terhadap tegangan lebih abnormal untuk dilewatkan ke tanah sebelum alat pengaman ini merusak peralatan jaringan seperti transformator dan isolator. Oleh karena itu lightning arrester merupakan alat yang peka terhadap tegangan, maka pemakaiannya harus disesuaikan dengan tegangan sistem.

Arrester petir atau disingkat arrester adalah suatu alat pelindung bagi peralatan sistem tenaga listrik terhadap surla petir. Alat pelindung terhadap gangguan surla berfungsi melindungi peralatan sistem tenaga listrik dengan cara membatasi surla tegangan lebih yang datang dan mengalirkannya ke tanah.

Disebabkan oleh fungsinya, arrester harus dapat menahan tegangan sistem 50 Hz untuk waktu yang terbatas dan harus dapat melewatkan surla arus ke tanah tanpa mengancam keselamatan. Arrester 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.

Selain melindungi peralatan dari tegangan lebih yang diakibatkan oleh tegangan lebih eksternal, arrester juga melindungi peralatan yang diakibatkan oleh tegangan lebih internal seperti surla hubung, selain itu arrester juga merupakan kunci dalam koordinasi isolasi suatu sistem tenaga listrik. Bila surla datang ke gardu induk arrester bekerja melepaskan muatan listrik serta mengurangi

tegangan abnormal yang akan mengenai peralatan dalam gardu induk. Persyaratan yang harus dipenuhi oleh arrester adalah sebagai berikut:

- a. Tegangan percikan (sparkover voltage) dan tegangan pelepasannya (discharge voltage), yaitu tegangan pada terminalnya pada waktu pelepasan, harus cukup rendah, sehingga dapat mengamankan isolasi peralatan. Tegangan percikan disebut juga tegangan gagal sela (gap breakdown voltage) sedangkan tegangan pelepasan disebut juga tegangan sisa (residual voltage) atau jatuh tegangan (voltage drop).

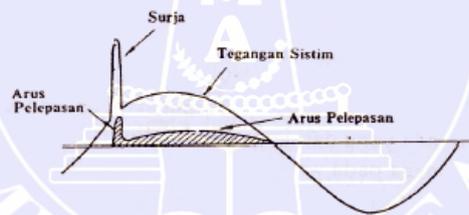
$$\text{Jatuh tegangan pada arrester} = I \times R$$

dimana:

I = arus arrester maksimum (A)

R = tahanan arrester (Ohm)

- b. Arrester harus mampu memutuskan arus dinamik dan dapat bekerja terus seperti semula. Batas dari tegangan sistem dimana arus susulan ini masih mungkin, disebut tegangan dasar (rated voltage) dari arrester.



Gambar 2.12 Arus melalui arrester

Pada prinsipnya arrester membentuk jalan yang mudah dilalui oleh petir, sehingga tidak timbul tegangan lebih yang tinggi pada peralatan. Pada kondisi normal arrester berlaku sebagai isolasi tetapi bila timbul surja arrester berlaku sebagai konduktor yang berfungsi melewatkan aliran arus yang tinggi ke tanah. Setelah arus hilang, arrester harus dengan cepat kembali menjadi isolator. Pada dasar arrester terdiri dari dua bagian yaitu: Sela api (spark gap) dan tahanan kran (valve resistor). Keduanya dihubungkan secara seri. Batas atas dan bawah dari tegangan percikan ditentukan oleh tegangan sistem maksimum dan oleh tingkat isolasi peralatan yang dilindungi. Untuk penggunaan yang lebih khusus an-ester

mempunyai satu bahagian yang disebut dengan Tahanan katup dengan sistem pengaturan atau pembagian tegangan (grading sistem).

Jika hanya melindungi isolasi terhadap bahaya kerusakan karena gangguan dengan tidak memperdulikan akibatnya terhadap pelayanan, maka cukup dipakai sela batang yang memungkinkan terjadinya percikan pada waktu tegangan mencapai keadaan bahaya. Dalam hal ini, tegangan system bolak-balik akan tetap mempertahankan busur api sampai pemutus bebannya dibuka, dengan menyambung sela api ini dengan sebuah tahanan, maka kemungkinan api dapat dipadamkan. Tetapi bila tahanannya mempunyai harga tetap, maka jatuh tegangannya menjadi besar sekali sehingga maksud untuk meniadakan tegangannya lebih tidak terlaksana, dengan akibat bahwa maksud melindungi isolasi pun gagal. Oleh sebab itu disarankan memakai tahanan kran (valve resistor), yang mempunyai sifat khusus, yaitu tahanannya kecil sekali bila tegangannya dan arusnya besar. Proses pengecilan tahanan berlangsung cepat yaitu selama tegangan lebih mencapai harga puncak Tegangan lebih dalam hal ini mengakibatkan penurunan drastis pada tahanan sehingga jatuh tegangannya dibatasi meskipun arusnya besar.

Bila tegangan lebih habis dan tinggal tegangan normal, tahanannya naik lagi sehingga arus susulannya dibatasi kira-kira 50 ampere. Arus susulan ini akhirnya dimatikan oleh sela api pada waktu tegangan sistemnya mencapai titik nol yang pertama sehingga alat ini bertindak sebagai sebuah kran yang menutup arus, dari sini didapatkan nama tahanan kran. Pada arrester modern pemadaman arus susulan yang cukup besar (200-300 A) dilakukan dengan bantuan medan magnet. Dalam hal ini, baik amplitude maupun lamanya arus susulan dapat dikurangi dan pemadaman dapat dilakukan sebelum tegangan system mencapai harga nol.

Tegangan dasar (rated voltage) yang dipakai pada lightning arrester adalah tegangan maksimum sistem, dimana lightning arrester ini harus mampu-uyai tegangan dasar maksimum tak melebihi tegangan dasar maksimum dari sistem, yang disebut dengan tegangan dasar penuh atau lightning arrester 100 %.

2.5.3.1 Lightning Arrester Jenis Oksida Film

Dalam tabung porselin dari alat pengaman lightning arrester tipe oksida film ini memiliki 2 ruang, yaitu : (1) ruang celah (gap chamber) dan (2) ruang butiran oksida

timah hitam. Ruang celah terbuat dari porselin annulus yang berbentuk silinder, yang berisi sebuah pegas, lempengan cakram dan celah elektroda. Lempengan cakram terdiri dari dua lempeng yang disatukan (crimped), yang masing memiliki diameter sebesar 19 cm dan tebal 1,59 cm. Penukuan Lempengan cakram dilapisi dengan film yang diisolasi dengan vemis. Kekuatan tembus untuk setiap lempeng cakram tersebut terjadi pada tegangan 300 V. Jumlah unit lempeng cakram ditentukan oleh tegangan jaringan dan kondisi petir agar dapat menahan tegangan maksimum sistem. Pada ruang celah ini ditempatkan juga sebuah pegas pada bagian atas dan celah elektroda (gap electrode) pada bagian bawah. Sedangkan ruang butiran oksida timah hitam (lead peroxida) berisi dengan butiran-butiran oksida timah hitam. Dimana panjang ruangan kira-kira 5,1 cm (2 inchi) per kV dari tegangan dasar. Satu tabung dapat digunakan untuk tegangan diatas 25 kV ketika titik netral diketanahkan dengan induktansi coil. Butiran-butiran oksida timah hitam mempunyai diameter 2)8 mm dengan kulit berlubang tipis dari litharge. Ketika tegangan pelepasan (discharge voltage) mengalir ke ruang celah melalui pegas, maka tegangan pelepasan akan menembus film yang berlapis vernis diatas lempeng cakram. Apabila tegangan melebihi dari batas kekuatan lempeng cakram per unit, Ioncatan busur api akan diteruskan ke celah elektroda. Dan mengalir langsung ke ruang butiran oksida timah hitam. Panas yang berkembang akibat busur api menyebabkan oksida timah hitam berubah menjadi merah. Sehingga busur api akan padam dan energi yang tersisa akan mengalir ke ground.

2.5.3.2 Lightning Arrester Jenis Katup

Alat pengaman arrester jenis katup (valve) ini terdiri dari sebuah celah api (spark gap) yang dihubungkan secara seri dengan sebuah tahanan non linier atau tahanan katup (valve resistor). Dimana ujung dari celah api dihubungkan dengan kawat fasa, sedangkan ujung dari tahanan katup dihubungkan ke ground (tanah).

Saat terjadi tegangan lebih maka pada celah api akan terjadi percikan yang akan menyebabkan timbulnya bunga api (arc). Api percikan ini akan timbul terus menerus walaupun tegangan lebihnya sudah tidak ada. Untuk menghentikan percikan bunga api pada celah api tersebut maka resistor non linier akan memadamkan percikan bunga api tersebut. Nilai tahanan non linier ini akan turun saat tegangan lebih menjadi besar. Tegangan lebih akan mengakibatkan

penurunan secara drastis nilai tahanan katup, sehingga tegangan jatuh-nya dibatasi walaupun arusnya besar.

Arrester jenis katup ini terdiri dari sela pecik terbagi atau sela seri yang terhubung dengan elemen tahanan yang mempunyai karakteristik tidak linier. Tegangan frekwensi dasar tidak dapat menimbulkan tembus pada sela sen. Apabila sela seri tembus pada saat tibanya suatu surja yang cukup tinggi, alat tersebut menjadi penghantar. Sela seri itu tidak dapat memutus arus susulan. Dalam hal ini dibantu oleh arrester tak linier yang mempunyai karakteristik tahanan kecil untuk arus besar dan tahanan besar untuk arus susulan dari frekwensi dasar terlihat pada karakteristik volt ampere. Arrester jenis katup ini dibagi dalam empat jenis yaitu :

1 Arrester katup jenis saluran

Arrester jenis saluran ini lebih murah dari arrester jenis gardu . kata "saluran" disini bukanlah berarti untuk saluran transmisi. Seperti arrester jenis gardu, arrester jenis saluran ini dipakai untuk melindungi transformator dan pemutus daya serta dipakai pada system tegangan 15 kV sampai 69 kV.

2 Arrester katup jenis gardu

Arrester katup jenis gardu ini adalah jenis yang paling efisien dan juga paling mahal. Perkataan "gardu" di sini berhubungan dengan pemakaiannya secara umum pada gardu induk besar. Umumnya dipakai untuk melindungi alat - alat yang mahal pada rangkaian - rangkaian mulai dari 2400 volt sampai 287 kV dan tinggi.

3 Arrester katup jenis distribusi untuk mesin-mesin

Arrester jenis distribusi ini khusus melindungi mesin- mesin berputar seperti di atas dan juga melindungi transformator dengan pendingin udara tanpa minyak. Arrester jenis ini dipakai pada peralatan dengan tegangan 120 volt sampai 750 volt.

2.5.3.3 Lightning Arrester Jenis Thyrite

Thyrite adalah bahan campuran padat tak organik dari keramik alam, yang mempunyai resistansi lebih cepat untuk mengurangi. Elemen kran (valve) untuk arrester jenis thyrite ini terbuat dari bahan lempengan keramik yang berkualitas baik, yang bertindak sebagai penghantar tegangan tinggi surja dan memperlihatkan tahanan tinggi untuk tenaga jaringan (line energy). Pada arrester "thyrite magnetic valve" melibatkan arus petir lewat langsung celah by-pass seri ke celah utama,

dan oleh elemen thyrite ke ground. Jika energi jaringan berusaha mengikuti energi petir, maka energi jaringan dibuat untuk mengalirkan langsung ke lilitan seri, dan menciptakan medan magnet cukup kuat untuk memadamkan busur api dari pelepasan arus petir. Pemadaman ini bereaksi dengan cepat dan mengambil kedudukan kurang lebih setengah gelombang energi jaringan.

2.5.3.4 Karakteristik Arrester

Oleh karena arrester dipakai untuk melindungi peralatan system tenaga listrik maka perlu diketahui karakteristiknya sehingga arrester dapat digunakan dengan baik dalam pemakaiannya. Arrester mempunyai tiga karakteristik dasar yang penting dalam pemakaiannya yaitu :

- a. Tegangan rated 50 els yang tidak boleh dilampaui.
- b. Mempunyai karakteristik yang dibatasi oleh tegangan (voltage limiting) bila dilalui oleh berbagai macam arus petir.

Sebagaimana diketahui bahwa arrester adalah suatu peralatan tegangan yang mempunyai tegangan raringnya. Maka jelaslah bahwa arrester tidak boleh dikenakan tegangan yang melebihi rating ini: baik pada keadaan normal maupun pada keadaan abnormal. Oleh karena itu menjalankan fungsinya ia menanggung tegangan system normal dan tegangan lebih transiens 50 c/s. Karakteristik pembatasan cegangan impuls dari arrester adalah harga yang dapat ditahan oleh terminal ketika melalukan arus - arus tertentu dan harga ini betbah dengan singkat baik sebelum arus mengalir maupun mulai bekerja. Batas termis ialah kemampuan untuk mengalirkan arus surya dalam waktu yang lama atau terjadi berulang-ulang tanpa menaikkan suhunya. Meskipun kemampuan arrester untuk menyalurkan arus sudah mencapai 65000 - 100.000 ampere, tetapi kemampuannya untuk melalukan surja hubung terutama bila saluran menjadi panjang dan berisi tenaga besar masih rendah. Maka agar tekanan stress nada isolasi dapat dibuat serendah mungkin. suatu system perlindungan tegangan lebih perlu memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Dapat melepas tegangan lebih ke tanah tanpa menyebabkan hubung singkat ke tanah (saturated ground fault)
2. Dapat memutuskan arus susulan.

3. Mempunyai tingkat perlindungan (protection leve 1) yang rendah, artinya tegangan percikan sela dan tegangan pelepasannya rendah.

2.5.4 Alat Pengaman Arus Lebih

Fuse Cut Out (sekring) adalah suatu alat pengaman yang melindungi jaringan terhadap arus beban lebih (aver load current) yang mengalir melebihi dari batas maksimum, yang disebabkan karena hubung singkat (*short sircuit*) atau beban lebih (*over load*). Kostruksi dari fuse cut ini jauh lebih sederhana bila dibandingkan dengan pemutus beban (*circuit breaker*) yang terdapat di gardu induk. Akan tetapi fuse cut out ini mempunyai kemampuan yang sama dengan pemutus beban tadi. Fuse cut out ini hanya dapat memutuskan satu saluran kawat jaringan di dalam satu alat. Apabila diperlukan pemutus saluran tiga fasa maka dibutuhkan fuse cut out sebanyak tiga buah. Penggunaan fuse cut out ini merupakan bagian yang terlemah di dalam jaringan distribusi. Sebab fuse cut out boleh dikatakan hanya berupa sehelai kawat yang memiliki penampang di.sesuaikan dengan besarnya arus maksimum. yang diperkenankan mengalir di dalam kawat tersebut. Pemilihan kawat yang digunakan pada fuse cut out ini didasarkan pada faktor lumer yang rendah dan hams memiliki daya hantar (conduciivity) yang tinggi. Faktor lumer ini ditentukan oleh temperatur bahan tersebut. Biasanya bahan-bahan yang digunakan untuk fuse cut out ini adalah kawat perak, kawat tembaga, kawat seng, kawat timbel atau kawat paduan dari bahan-bahan tersebut. Mengingat kawat perak memiliki konduktivitas 60,6 mho/cm lebih tinggi dari kawat tembaga, dan memiliki temperatur 960°C, maka pada jaringan distribusi banyak digunakan. Kawat perak ini dipasangkan di dalam tabung porselin yang diisi dengan pasir putih sebagai pemadam busur api, dan menghubungkan kawat tersebut pada kawat fasa, sehingga arus mengalir melaluinya. Jenis fuse cut out .ini utnuk jaringan distribusi dugunakan dengan saklar pemisah. Pada ujung atas dilmbungkan dengan kontak-kontak yang berupa pisau yang dapat dilepask:an. Sedangkan pada ujung bawall dihubungkan dengan sebuah engsel.



Gambar 2.13 Pemrosesan Penyambungan Fuse Cut Out

Kalau arus beban lebih melampaui batas yang dipekenankau, maka kawat perak di dalam tabung porselin akan putus dan arus yang membahayakan dapat dihentikan. Pada waktu kawat putus terjadi busur api, yang segera dipadamkan oleh pasir yang berada di dalam tabung porselin. Karena udara yang berada di dalam porselin itu kecil maka kemungkinan timbulnya ledakan akan berkurang karena diredam oleh pasir putih. Panas yang ditimbulkan sebagian besar akan diserap oleh pasir putih tersebut. Apabila kawat perak menjadi lumer karena tenaga arus yang melebihi maksimum, maka waktu itu kawat akan hancur. Karena adanya gaya hentakan, maka tabung porselin akan terlempar keluar dari kontakannya. Dengan terlepasnya tabung porselin ini yang berfungsi sebagai saklar pemisah, maka terhidarlah peralatan jaringan distribusi dari gangguan arus beban lebih atau arus hubung singkat. Umur dari fuse cut out initergantug pada arus yang melaluinya. Bila arus yang melalui fuse cut out tersebut melebihi batas maksimum, maka umur fuse cut out lebih pendek. Oleh karena itu pemasangan fuse cut out pada jaringan distribusi hendaknya yang memiliki kemampuan lebih besar dari kualitas tegangan jaringan, lebih k'llrang tiga sampai lima kali arus nominal yang diperkenankan. Fuse cut out ini biasanya ditempatkan sebagai pengaman tansformator distribusi, dan pengaman pada cabang-cabang saluran feeder yang menuju ke jaringan d.istribusi sekunder.

2.5.5 Penempatan Alat Pengaman Pada Jaringan

Anester petir atau disingkat arrester adalah suatu alat pelindung bagi peralatan system tenaga Jistrik terhadap surya petir. AJat pelindung terhadap gangguan surya

ini berfungsi melindungi peralatan system tenaga listrik dengan cara membatasi surja tegangan lebih yang datang dan mengalirkannya ketanah. Disebabkan oleh fungsinya, Arrester hams dapat menahan tegangan system 50 Hz untuk waktu yang terbatas dan harus dapat melewati surja arus ke tanah tanpa mengalami kerusakan. Arrester 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. 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.

2.6 Sistem Pentanahan Jaringan Distribusi

Sistem pentanahan pada jaringan distribusi digunakan sebagai pengamanan langsung terhadap peralatan dan manusia bila terjadinya gangguan tanah atau kebocoran arus akibat kegagalan isolasi dan tegangan lebih pada peralatan jaringan distribusi. Petir dapat menghasilkan arus gangguan dan juga tegangan lebih dimana gangguan tersebut dapat dialirkan ke tanah dengan menggunakan sistem pentanahan. Sistem pentanahan adalah suatu tindakan pengamanan dalam jaringan distribusi yang langsung rangkaiannya ditanahkan dengan cara mentanahkan badan peralatan instalasi yang diamankan, sehingga bila terjadi kegagalan isolasi, terhambatlah atau bertahannya tegangan sistem karena terputusnya arus oleh alat-alat pengamanan tersebut.

Agar sistem pentanahan dapat bekerja secara efektif harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Membuat jalur impedansi rendah ketanah untuk pengamanan personal dan peralatan menggunakan rangkaian yang efektif.
2. Dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibat surja hubung (surge current).

3. Menggunakan bahan tahan terhadap korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah. Untuk meyakinkan kontinuitas penampilan sepanjang umur peralatan yang dihdungi .
4. Menggunakan sistem mekanik yang kuat namun mudah dalam pelayanannya.

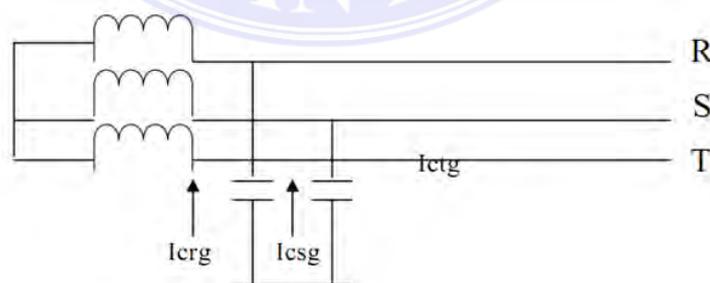
Secara umum tujuan dari sistem pentanalian dan grounding pengaman adalah sebagai berikut :

1. Mencegah terjadinya perbedaan potensial antara bagian tertentu dari instalasi secara aman.
2. Mengalirkan arus gangguan ke tanah sehingga aman bagi manusia dan peralatan.
3. Mencegah timbul bahaya sentuh tidak langsung yang menyebabkan tegangan kejut.

2.6.1 Sistem Pentanahan Netral

2.6.1.1 Sistem Pentanahan Netral Tidak Diketanahkan

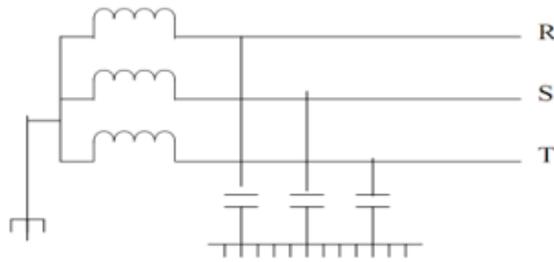
Arus letg yang mengalir dari fasa yang terganggu ketanah, yang mana mendahului tegangan fasa aslinya:enetril dengan sudut 90° . Akan terjadi busur api (arcing) pada titik gangguan karena induktansi dan kapasitansi dari sistem. Tegangan fasa yang sehat akan naik menjadi tegangan line (fasa-fasa) atau 3 kali tegangan fasa, bahkan sampai 3 kali tegangan fasa.



Gambar 2.14 Sistem Netral Tidak Diketanahkan.

2.6.1.2 Sistem Pentanahan Netral Langsung Diketanahkan

Pentanahan netral yang sederhana dimana hubungan Jangsung dibuat antara netral dengan tanah.

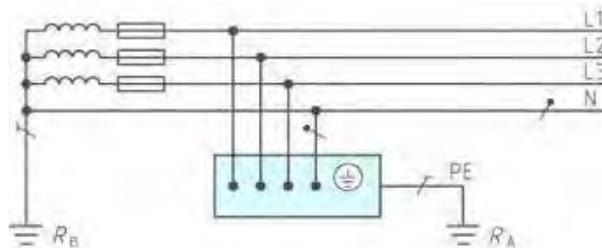


Gambar 2.15 Sistem Netral yang Langsung Diketanahkan,

Jika tegangan seimbang, juga kapasitas fasa ke tanah sama, maka arus-aru.s kapasitan.si fasa tanah akan menjadi sama dan saling berbeda fasa 120° satu sama lainnya. Titik netral dari impedansi adalah pada potensial tanah dan tidak ada arus yang mengalir antara netral impedansi .terhadap netral trafo tenaga.

2.6.1.3 Pentanahan Netral Dengan Tahanan

Untuk membatasi arus gangguan tanah_, alat pembatas arus dipasang antara titik netral dengan tanah. Salah satu dari pembatas arus ini adalah tahanan dan tahanan ada dua yaitu metalik dan cair (liquid). Besar dan hubungan fasa arus gangguan lftg tergantung pada-pada harga reaktansi wutan nol dari sumber daya dan harga tahanan dan pentanaban. Arus gangguan dapat dipecah menjadi dua komponen yaitu yang sefasa dengan tegangan ke netral dari fasa tergan~au yang lain ketinggalan 90° . Komponen yang ketinggalan dari arus gangguan lftg dalam, fasanya akan berlawanan arah dengan arus kapasitif lctg pada lokasi gangguat1. Dengan pemelihan harga tabanan pentanaban yang sesuai, komponen yang logging dari arua gangguan dapat dibuat sama atau lebih besar dari arus kapasitif sehingga tidak ada oscilas transien karena dapat terjadi busur ani. Jika harga tahanan pentatlahan tinggi sehingga komponen logging dari arus gangguan kurang dari arus kasitif, maka kondisi sistem akan mendekati sistem netral yang tidak ditanahkan dengan resiko terjadinya tegangan lebih.



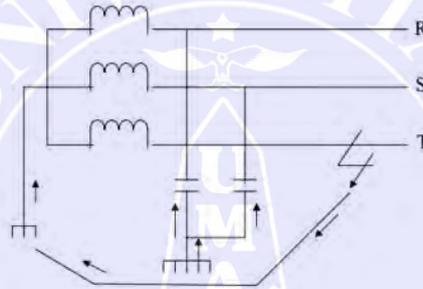
Gambar 2.16 Fasa Tegangan Tanah pada Pentanahan Netral dengan Tahanan.

2.6.1.4 Pentanahan Netral Dengan Reaktansi

Suatu sistem dapat dikatakan ditanahkan reaktansi bila suatu impedansi yang lebih induktif, disisipkan dalam titik netral trafo (generator) dengan tanah. Metode ini mempunyai keuntungan dari pentanahan tahanan:

1. Untuk arus gangguan tanah maksimum peralatan reaktor lebih kecil dari resistor.
2. Energi yang disisipkan dalam reaktor lebih kecil.

Dengan ketiga tegangan fasa yang dipasang seimbang arus dari masing-masing impedansi akan menjadi sama dan sahnng berbeda fasa 120 0 satu sama lainnya. Secara konsekuen t: tidak ada perbedaan pontensial antara titik netral dari suplai trafo tenaga.



Gambar 2.17 Gangguan Fasa T ke Tanah Pada Pentanahan Netral Langsung.'

2.6.2 Tahanan Jenis Tanah

Faktor keseimbangan. antara tahanan pengetanahan dari kapasitansi di sekelilingnya adalah jenis tanah (ρ). Harga jenis tanah pada daerah kedalaman yang terbatas tidaklah sama. Beberapa factor yang mempengaruhi tahanan jenis tanah yaitu:

2.6.2.1 Pengaruh Keadaan Struktur Tanah

Kesulitan yang biasa dijumpai dalarn 1Ht:ngukur tahauanjeuis tanah adal ah bahwa dalam kenyataannya komposisi tanah tidaklah homogen pada seluruh volume tanah, dapat bervariasi secara vertikal maupw1 horizontal, sehingga pada lapisan tertentu mungkin terdapat dua atau lebih jenis tanah dengan tahanan jenis yang berbeda, oleh karena itu tahanan jenis tanab tidak dapat diberikan sebagai suatu nilai yang tetap. Untuk memperoleh harga sebenarnya dari tahanan jenis

tanab, harus dilakukan pengukuran langsung ditempat dengan memperbanyak titik pengukuran.

No.	Jenis Tanah	Tahanan Jenis Tanah (<i>ohm.m</i>)
1	Tanah yang mengandung Garam	5-6
2	Rawa	30
3	Tanah Liat	100
4	Pasir Basah	200
5	Batu Kerikil Basah	500
6	Batu Kerikil kering	1000
7	Batu	3.000

Tabel 2 Nilai Tahanan Tanah

2.6.2.2 Pengaruh Unsur Kimia

Kandungan zat-zat kimia dalam tanah terutama seurn lah zat organik maupun anorganik yang dapat larut perlu untuk diperhatikan pula. Didaerah yang mempunyai tingkat curah hujan tinggi biasanya mempunyai tahanan jenis tanah yang tinggi disebabkan gararn yang terkandung pada lapisan at.as larut Pada daerah yang demikian ini untuk memperoleh pentanahan yang efektif yaitu dengan menanam elektroda pada kedalaman yang lebib dalaml dimana larutan garam masih terdapat. Untuk mendapatkan tahanan jenis tanah yang lebih rendah, sering dicoba dengan mengubah komposisi kimia tanah dengan memberikan garam pada tanah dekat elektroda pembedian ditanam. Cara ini hanya baik untuk sementara sebab proses penggaraman harus dilakukan secara periodik, sedikitnya 6 (enam) bulan sekali.

2.6.2.3 Pengaruh Iklim

Untuk mengurangi variasi tahanan jenis tanah akibat pengaruh musim, pembedian dapat dilakukan dengan menanam elektroda pembedian sampai mencapai kedalaman dimana terdapat air tanah yang konstan. Kadangkala pembedian elektroda pembedian memungkinkan kelembaban dan temperatur

bervariasi sehingga harga tahanan jenis tanah hams diambiJ untuk keadaan yang paling buruk, yaitu tanah kering dan dingin.

Proses mengalirnya arus listrik di dalam tanah sebagian besar akibat dari proses elektrolisa.. oleh karena itu air di dalam tanah akan mempengaruhi konduktivitas atau daya hantar listrik dalam tanah tersebut. Dengan demikian tahanan jenis tanah akan dipengaruhi.i puJa oleh besar kecilnya konsentrasi air tanah atau kelembaban tanah, maka konduktivitas daripada tanah akan seniakin besar sehingga tahanan tanah semakin kecil.

2.6.2.4 Pengaruh Temperature Tanah

Temperatur tanah sekitar elektroda pembumian juga berpeugaruh pada besarnya tahanan jenis tanah. Hal ini terlihat sekaJi pengaruhnya pada temperature di bawah titik beku air (0°C), dibawah harga ini penwunan temperature yang sedikit saja akan menyebabkan kenaikan harga tahanan jenis tanah dengan cepat.

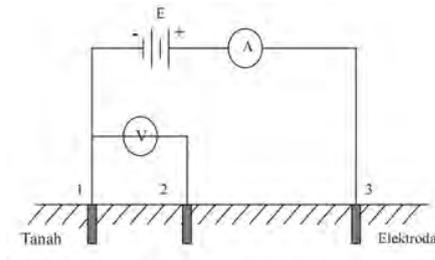
Gejala diatas dapat dijelaskan pada temperature dibawah titik beku air (0°C), air di dalam tanah akan membeku, molekul-molekul air dalam tanah sulit untuk bergerak, sehingga daya hantar listrik tanah menjadi rendah sekali. Bila temperatur naik: air akan berubah menjadi fase cair. molekul-molekul dan ion-ion bebas bergerak sehingga daya hantar listrik tanah menjadi besar atau tahanan jenis tanah turun.

2.6.3 Metode Pengukuran Tahanan Jenis Tanah

Pengukuran tahanan jenis tanah biasanya dilakukan dcngan cara:

2.6.3.1 Metode Tiga Titik

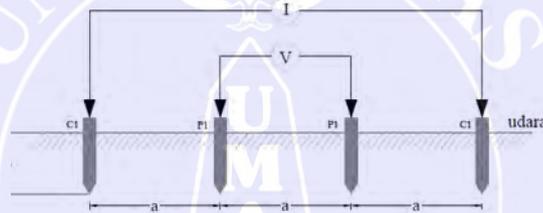
Metode tiga titik (three-point melhode) dimaksudkan untuk mengukur tahanan pentallanan. Misalkan tiga buah batang pentanahan dimana batang 1 yang tahanannya hendak diukur dan batang-batang 2 dan 3 sebagai batang pengentanahan pembantu yang juga belum diketahui tahanannya.



2.18 Rangkaian Pengukuran tahanan Jenis Tanah dengan Metode Tiga Titik.

2.6.3.2 Metode Empat Titik

Metode pengukuran yang dipergunakan adalah metode empat titik. Bila arus I masuk ke dalam tanah melalui salah satu elektroda dan kembali ke elektroda yang lain sehingga pengaruh diameter konduktor dapat diabaikan. Arus masuk ke tanah menyebar secara radial dari elektroda.



Gambar 2.19 Rangkaian Pengukur tahanan Jenis Tanah dengan Metode Empat Titik.

2.6.4 Elektroda Pentanahan

Elektroda pentanahan adalah penghantar yang ditanam dalam tanah dan membuat kontak langsung dengan tanah. Adanya kontak langsung tersebut bertujuan agar diperoleh pelaluan arus yang sebaik-baiknya apabila terjadi gangguan sehingga arus tersebut disalurkan ke tanah.

Menurut PUIL 2000 elektroda adalah penghantar yang ditanamkan ke dalam tanah yang membuat kontak langsung dengan tanah. Untuk bahan elektroda pentanahan biasanya digunakan bahan tembaga, atau baja yang bergalvanis atau dilapisi tembaga sepanjang kondisi setempat tidak mengharuskan memakai bahan lain misalnya pada perusahaan kimia. Jenis-jenis elektroda digunakan dalam pentanahan adalah sebagai berikut.

2.6.4.1 Elektroda Batang

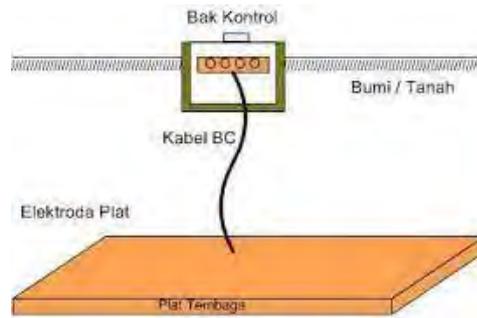


Gambar 2.20 Contoh Pemasangan Elektroda Batang

Elektroda batang adalah elektroda dari pipa besi baja profil atau batangan logam lainnya yang dipancangkan ke dalam tanah secara dalam. Panjang elektroda yang digunakan sesuai dengan pentanahan yang diperlukan. Elektroda rod atau elektroda batang merupakan elektroda yang pertama kali digunakan dan teori-teori berawal dari elektroda jenis rod (Suyanto, 2012). Elektroda rod banyak digunakan pada gardu induk

2.6.4.2 Elektroda Plat

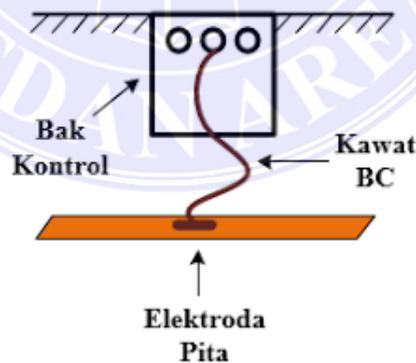
Elektroda plat merupakan elektroda dari bahan pelat logam (utuh atau berlubang) atau dari kawat kasa. Pada umumnya elektroda ini ditanam cukup dalam. Elektroda ini digunakan apabila diinginkan tahanan pentanahan yang kecil dan yang sulit diperoleh dengan menggunakan jenis-jenis elektroda yang lain. Pada pemasangannya elektroda ini dapat ditanam tegak lurus atau mendatar tergantung dari tujuan penggunaannya. Bila digunakan sebagai elektroda pembumian pengaman maka cara pemasangannya adalah tegak lurus dengan kedalaman kira-kira 1 meter di bawah permukaan tanah dihindari dari sisi plat sebelah atas. Bila digunakan sebagai elektroda pengatur yaitu mengatur kecuraman gradien tegangan guna menghindari tegangan langkah yang besar dan berbahaya, maka elektroda plat tersebut ditanam mendatar.



Gambar 2.20 Elektroda Plat

2.6.4.3 Elektroda Pita

Elektroda pita merupakan elektroda yang terbuat dari hantaran berbentuk pita atau berpenampang bulat atau hantaran pilin yang pada umumnya ditanam secara dangkal. Pemancangan dilakukan secara vertikal dengan menanam batang hantaran secara horizontal (mendatar) dan dangkal. Elektroda ini merupakan logam yang mempunyai penampang yang berbentuk pita atau dapat juga berbentuk bulat, pita yang dipilin atau dapat juga berbentuk kawat yang dipilin. Elektroda ini dapat ditanam secara dangkal pada kedalaman antara 0,5 sampai 1 meter dari permukaan tanah, tergantung dari kondisi dan jenis tanah. Dalam pemasangannya elektroda pita ini dapat ditanam dalam bentuk memanjang, radial, melingkar atau kombinasi dari lingkaran dan radial.



Gambar 2.21 Elektroda Pita

2.6.5 Konduktor Pentanahan

Konduktor yang digunakan untuk pentanahan harus memenuhi beberapa persyaratan antara lain:

- a. Memiliki dayahantar jeuis (conductivity) yang cukup besar sehingga tidak akan memperbesar beda potensial local yang berbahaya.
- b. Memiliki kekuatan secara mekanis pada tingkat yang tinggi terutama bila digunakan pada daerah yang tidak terlindung terhadap kerusakan fisik.
- c. Tahan terhadap peleburan dari keburukan sambungan listrik, walaupun konduktor tersebut akan terkena magnitude ams gangguan dalam waktu yang lama.
- d. Tahan terhadap korosi

2.6.6 Sistem Pentanahao Pada Jaringan Distribusi

Sistem jaringan tegangan menengah 20 kV sampai dengan 29 kV hams selalu diketanahkan karena kemungkinan gagal sangat besar oleh tegangan lebih transienyang dikaitkan oleh busur tanah (arcing grounds). Dibawah ini d.itunjukkan konstruksi pentanahan langsung dan pentanahan peralatan jaringan.

Pentanahan ini tidak membatasi ams gangguan tanah, oleh karena itu diperlukan suatu pengaman yang cepat. Tindakan pengaman hams dilakukan sebaik-baiknya agar tegangan sentuh yang terlalu tinggi akibat daii kegagalan isolasi tidak terjadi dan membahayakan manusia serta peralatan itu sendiri . Pada pentanahan peralatan tegangan sentuh yang sering adalall tegangan sentuh tidak langsung sebagaimana dijelaskan dalam PUIL 2000 bahwa tegangan sentuh tidak langsung adalah tegangan sentuh pada bagian konduktor terbuka (BKT) pedengkapan atau instalasi listrik yang menjadi bertegangan akibat kegagalan isolasi.

BAB III

PENGUMPULAN DATA

3.1 Waktu dan Lokasi Studi Kasus

Proses pengumpulan data ini dilaksanakan pada tanggal 19 November 2023 s/d 20 Desember 2023 pada hari kerja Senin s/d Sabtu pukul 08.00-17.00 Wib dan lokasi studi kasus adalah di PT. RAZZA PRIMA TRAF0 yang berada di Jl. Williem Iskandar No. 54/54 Medan.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam melaksanakan studi kasus ini adalah metode eksperimen dengan metode kuantitatif berupa metode:

1. Studi tanya jawab, diskusi dengan pembimbing lapangan, supervisor, dan orang-orang yang berkompeten didalam bidang tersebut.
2. Studi lapangan, merupakan metode untuk mengambil data dan mengumpulkan data secara langsung dari tempat objek, dimana data dilakukan dengan cara:
 - a. Observasi merupakan metode dengan cara mengamati secara langsung untuk mendapatkan data-data yang lebih akurat mengenai tugas kerja praktek ini.
 - b. Menanyakan secara langsung kepada pembimbing tempat melakukan kerja praktek.

Dalam pengumpulan data yang akan diperoleh penulis berkonsultasi dan melakukan pengkajian dan mengikuti pengarahan dari pembimbing Kerja Praktek di PT. RAZZA PRIMA TRAF0 untuk mendapatkan data yang diperlukan dengan menanyakan hal-hal yang perlu diketahui meliputi pengambilan data yang digunakan dan melakukan pengamatan secara langsung pada pengukuran tahanan pentanahan transformator daya di PT .RAZZA PRIMA TRAF0.

3.3 Data Lapangan

Data lapangan adalah berupa data pengukuran nilai pembumian, data tanah, dan data beberapa gangguan temuan dilapangan ketika dilaksanakannya pemeliharaan pembumian trafo distribusi.

3.4 Gaogguan-gaogguan yang Ditemui di Lapangan

Pada saat melaksanakan pemeliharaan gardu distribusi yaitu pengukuran tahanan pentanahan transformator adapula permasalahan yang sering terjadi di PT. RAZZA PRIMA TRAF0 adanya transformator rusak (kontak) yang disebabkan oleh surja petir dan pohon tumbang yang menimpa konstruksi tiang sehingga patah dan menyebabkan jatnh dan rusak. Saat melaksanakan Kerja Praktek penulis memperoleh data transformator kontak pada 19 November sampai 19 Desember 2023 sebanyak 9 kali transformator rusak. Penyebab transformator kontak yang sering terjadi dilapangan pada unumnya indikasi penyebab kontaknya transformator di wilayah kerja PT .RAZZA PRIMA TRAF0 adalah karena sambaran petir, kelayakan tiang, pohon tumbang dan kecelakan internal (kendaraan). Berikut beberapa temuan gangguan yang penulis temukan di lapangan ketika melaksanakan Kerja Praktek, yaitu:

1. Lightning Arrester (LA) yang flash over. Pemasangan Lightning Arrester pada transformator masih belum maksimal salah satu penyebabnya adalah pada saat terjadi sambaran petir pada Lightning Arrester, petugas pemeliharaan tidak segera menggantinya dengan yang baru dan membiarkan putus begitu saja.
2. Keadaan tiang transformator yang menjadi kuda-kuda untuk dudukan transformator sudah tidak layak pakai dan besar mengakibatkan grounding transformator menjadi tidak berfungsi sehingga dilakukan penggantian tiang dengan membongkar transformator dan kabel TR dan kabel TM untuk memudahkan penggantian tiang yang baru.
3. Bebrerapa kejadian tiang transformator dikenai oleh pohon tumbang akibat cuaca ekstrim, sehingga arrester pecah lalu dilakukan penggantian dengan yang baru.
4. Kecelakaan kendaraan terjadi sekali saat penulis melakukan Kerja Praktek yang mengakibatkan tiang dan transformator tumbang beserta kabel TR dan TM dan tim PT. RAZZA PRIMA TRAF0 melakukan pengecekan lokasi dan menaruh tiang dan transformator beserta bagian-bagiannya dengan baik.

3.5 Pelaksanaan Pengukuran Tahanan Pentanahan Transformator Daya

Untuk melaksanakan Pengukuran Pentanahan Transformator Daya khususnya di PT. RAZZA PRIMA TRAF0 mempunyai Standard Operasional Procedure (SOP). Untuk petugas di lapangan dilengkapi dengan peralatan untuk pengukuran maupun keselamatan.

Pelaksanaan Pengukuran Pentanahan yang penulis kerjakan sewaktu melakukan kegiatan Kerja Praktek di PT. RAZZA PRIMA TRAF0 adalah merupakan bagian dari kegiatan survey trafo dimana waktu survei tersebut pekerjaan yang dilakukan adalah:

- a. Mengukur beban gardu
- b. Memeriksa kondisi tiang dan pondasi tiang trafo
- c. Memeriksa kondisi NT Fuse
- d. Memeriksa kondisi panel
- e. Memeriksa Trafo
- f. Memeriksa kondisi CO dan Lightning Arrester pada trafo
- g. Memeriksa kondisi jumper setiap kawat
- h. Memeriksa kondisi kabel optik
- i. Mengukur nilai Pentanahan

Untuk membantu melakukan pengambilan data, penulis memerlukan beberapa peralatan pengujian yang bisa mendukung pengambilan data yang diperlukan, peralatan-peralatan yang diperlukan peralatan yang diperlukan yaitu:

1. Multitester atau Multimeter

Alat ini merupakan pengukur listrik yang sering dikenal sebagai VOM (Volt Ohm Meter) yang bisa mengukur tegangan (Voltmeter), hantaran (ohm-meter) dan arus (amperemeter), alat ini juga bisa mengukur temperature, induktansi, dan frekuensi. Disini penulis menggunakan multi.tester digital, yaitu untuk mengukur tegangan dan arus yang ada pada elektroda pembumihan.

2. Earth Tester

Earth Tester adalah alat untuk mengukur nilai resistansi dari grounding, Besarnya tahanan tanah sangat penting untuk diketahui sebelum

dilakukan pentanahan dan sistem pengamanan dalam instalasi listrik. Perancangan alat ukur tahanan tanah digital ini menggunakan tiga batang elektroda yang ditancapkan yaitu elektroda E (Earth), elektroda P (Potensial) dan elektroda C (Current). Tujuan penggunaan tiga batang elektroda tersebut adalah untuk mengetahui sejauh mana tahanan dapat mengalirkan arus listrik. Alat ukur tahanan tanah ini terdiri dari beberapa blok diagram rangkaian, antara lain rangkaian osilator, rangkaian tegangan input, rangkaian arus input, mikrokontroler dan rangkaian penampil. Sebelum hasil pengukuran ditampilkan ke LCD, data diolah dirangkaian mikrokontroler. Keuntungan dengan menggunakan mikrokontroler ini yaitu keluaran dari rangkaian input ini sebelum masuk ke LCD bisa diatur. Sehingga, perancangan alat ukur tahanan tanah digital ini dapat mengukur tahanan tanah dengan teliti dan akurat. Hasil pengukuran tahanan tanah juga bergantung pada kondisi tanah itu sendiri.

Setelah melihat sejumlah transformator kontak dengan indikasi penyebab kontakannya adalah karena sambaran petir dan pohon tumbang, penulis melakukan pengukuran resistansi pembumian pada beberapa transformator yang kontak tersebut menggunakan Digital Earth Tester. Cara menggunakan earth tester adalah sebagai berikut:

1. Periksa kondisi dan kelengkapan penunjang alat ukur digital earth tester berupa 1 buah digital earth tester, 1 batang angkur, dan 2 kabel dengan warna biru dan merah.
2. Periksa kawat grounding pada gardu yang akan diukur. Bila kotor, bersihkan terlebih dahulu permukaan kabel tersebut agar jepitan kabel probe dapat menyentuh langsung permukaan kawat yang sudah bersih untuk mencegah terjadinya kesalahan pembacaan pada alat ukur.
3. Lakukan pengukuran dengan cara bentangkan kabel warna biru sepanjang 20 meter. Ujung kabel yang menggunakan sepatu kabel adalah untuk dijepit ke batang angkur sedangkan ujung lainnya dihubungkan ke alat ukur pada terminal C, kemudian batang angkur ke dalam tanah.



Gambar 3.1 hasil dari pemasangan kabel biru ke batang angkut

4. Bentangkan kabel warna kuning sepanjang 10 meter. Sama seperti kabel biru, ujung kabel yang menggunakan sepatu kabel jepit ke batang angkut, sedangkan ujung lainnya dihubungkan ke alat ukur pada terminal P, kemudian tancapkan batang angkut ke dalam tanah. Jarak angkut antara kabel antara warna biru dan kuning adalah 5 sampai 10 meter. Hubungkan jepitan ke kawat grounding yang akan diukur, ujung lainnya dihubungkan ke terminal E pada alat ukur.



Gambar 3.2 Proses pemasangan grounding.

3.6 Kendala yang Dihadapi Dilapangan

Kendala yang ditemui dalam pengerjaan pengukuran tahanan pentanahan adalah sebagai berikut:

- a. Nilai resistansi pembumian yang cukup besar .

- b. Sebagian kawat pembumian (baik pentanahan arrester, trafo, dan netral) tidak bisa terbaca oleh alat ukur.
- c. Tidak semua trafo di PT. RAZZA PRIMA TRAF0 yang diukur nilai pentanahannya.
- d. Ketersediaan alat grounding angkut yang kurang.



BAB IV ANALISA

4.1 Analisa Kelayakan Grounding

Pada pelaksanaa Kerja Praktek yang berjudul “PEMELIHARAAN SISTEM PENTANAHAN PADA TRAFODISTRIBUSI di PT. RAZZA PRIMA TRAFODISTRIBUSI” yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan dan kesehatan pada system pentanahan yang ada pada transformator distribusi.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis deskriptif antara lain :

a. Nilai minimum

Nilai minimum adalah suatu nilai data yang setelah diurutkan pada urutan menuju ke arah besar akan mempunyai posisi yang pertama, yaitu nilai yang paling kecil.

b. Nilai Maksimum

Nilai maksimum adalah suatu nilai data yang setelah diurutkan pada urutan menuju ke arah besar akan mempunyai posisi yang paling akhir, yaitu nilai yang paling besar.

c. Mengukur Arus Netral

Mengukur arus yang mengalir di penghantar netral tidak lah susah melainkan dengan mengatur alat ukur ke ampere dan membuka jepitan tang ampere kemudian memasukkan kabel kedalamnya setelah itu menunggu angka dilayar alat tang ampere stabil dan didapatkan nilai arus yang mengalir pada penghantar netral.

d. Pengukuran Tahanan Pentanahan

Pengukuran tahanan pentanahan disini menggunakan metode tiga titik. Metode tiga titik dimaksudkan untuk mengukur tahanan pentanahan. Misalkan tiga buah batang pentanahan dimana batang 1 yang tahananannya hendak diukur dan batang-batang 2 dan 3 sebagai batang pengetanahan pembantu yang juga belum diketahui tahananannya.

Menurut Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000) adalah penghubungan suatu titik sirkuit listrik atau suatu penghantar yang bukan bagian dari sirkuit listrik, dengan bumi menurut cara tertentu dan nilai tabanan pembumian yang

dipersyaratkan adalah kurang lebih 5 ohm, dan dengan berpatokan data hasil pengukuran nilai resistansi pembumian trafo di PT .RAZZA PRIMA TRAF0, maka pembimbing lapangan memberi tanggapan untuk nilai pembumian sudah bagus dan akan melakukan pemeliharaan berlanjut guna untuk memaksirnalkan nilai pembumian tersebut.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil dari Laporan Kerja Praktek ini dapat disimpulkan beberapa hal, sebagai berikut:

- 1 Memiliki nilai resistansi pentanahan yang sesuai dengan standar PLN adalah sangat penting untuk keamanan masyarakat dan petugas PLN serta, keamanan instansi baik pelanggan juga pihak PLN.
- 2 Seluruh hasil pengukuran tahanan pentanahan trafo arus dan trafo jaringan distribusi di PT. RAZZA PRIMA TRAF0 semuanya dalam kondisi baik dan menunjukkan hasil pengukuran pentanahan di bawah.

5.2 Saran

- 1 Mengingat pentingnya peran sistem pentanahan untuk menjaga keselamatan dan kelangsungan penyaluran tenaga listrik maka, penulis menyarankan agar sebaiknya segera dilakukan perbaikan nilai resistansi pentanahan yang belum memenuhi standar PLN.
- 2 Sebaiknya penelitian selanjutnya juga membandingkan nilai tahanan pembumian pada musim hujan dan musim kemarau.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianus Darso Malendes, 2015, *Pengukuran Tahanan Penranahan Transfbrmator Daya*, Manado.
- D., Amalia, R., Hariman, H., Abdulrahman, E., & Raflesia, P. (2022). *Deskripsi Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan Trafo Arus Dan Trafo Tegangan Bay Penghantar Musi, A., Pt Pln Persero Gardu Induk Pekalongan, . (2022). Teknik Elektro Raflesia* P-ISSN. 2(1).
- Fitriyanto, A. (n.d.). ANALISIS SISTEM PENTANAHAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS RIAU. In *Jom FTEKNIK* (Vol. 6).
- Gede Gerry Julius Perdana : *Pemasangan Arrrester Multi Chamber Di Penyulang Pecatu*. Bandung.
- Kamal Hamid, M., Abubakar, S., Pentanahan, S., Kamal Hamid, M., Abubakar Staf Pengajar Politeknik Negeri Lhokseumawe, S., & Utara, A. (2016). *Sistem Pentanahan Pada Transformator Distribusi 20 kV di PT.PLN (Persero) Area Lhokseumawe Rayon Lhoksukon*. In *Journal of Electrical Technology* (Vol. 1, Issue 2).
- Putra, D. E., & Idris, I. (n.d.). PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP NILAI RESISTANSI PENTANAHAN TRANSFORMATOR 250 KVA PADA GARDU BA 0005 PT. PLN (PERSERO) UP3 BENGKULU ULP TELUK SEGARA.
- Rahmawati, 2009, *Perancangan Sistem Pentanahan Netral Trafo Pada Gardu Trafo Tiang 20 kV dengan Menggunakan Tahanan Tinggi*, Malang.
- Zuhal, 1988, *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*, Gramedia, Jakarta

Lampiran 1: Dokumentasi kegiatan kerja praktek



Lampiran 2. Lembar Kegiatan Kerja Praktek



UNIVERSITAS MEDAN AREA

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Kampus I : Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate ☎ (061) 7360166, 7366878, 7364348 ☎ (061) 7368012 Medan 20223
 Kampus II : Jalan Setabudi Nomor 79 / Jalan Sei Serayu Nomor 70 A ☎ (061) 8225602 ☎ (061) 8226331 Medan 20122
 Website: www.teknik.uma.ac.id E-mail: univ_medanarea@uma.ac.id

Nama Mahasiswa : Nicola Ventola Nababan.
 NPM : 808120016.
 Nama Perusahaan/Instansi : PT. RAZZA PRIMA TRAFU
 Pengawas Lapangan : Delfi Kurniawan S.H.

LAPORAN KEGIATAN KERJA PRAKTEK (KP) MAHASISWA

No	Hari/Tanggal	Keterangan	Paraf Pengawas
1.	20 / November 2023.	Pengenalan para pekerja dan kru.	☑
2.	21 / November 2023.	Pengelolaan lapangan	☑
3.	22 / November 2023.	Pembelitan Tiu Lapangan.	☑
4.	23 / November 2023.	Pemeliharaan trafo 20kv.	☑
5.	24 / November 2023.	Pemasangan trafo distribusi	☑
6.	25 / November 2023.	Memindahkan tiang trafo distribusi	☑
7.	26 / November 2023.	Memindahkan tiang Te	☑
8.	27 / November 2023.	Memindahkan tiang Te.	☑
9.	28 / November 2023.	Pemasangan trafo distribusi	☑
10.	29 / November 2023.	Pemasangan trafo.	☑
11.	30 / November 2023.	Memindahkan tiang trafo	☑
12.	1 / Desember 2023.	Memeriksa & quantity pada trafo	☑
13.	2 / Desember 2023.	Memindahkan tiang trafo	☑
14.	3 / Desember 2023.	Menganti tiang trafo	☑
15.	4 / Desember 2023.	Itin.	☑
16.	5 / Desember 2023.	(nyan) dilasung kelengkapan koran huyin	☑
17.	6 / Desember 2023.	Memindahkan tiang Te.	☑
18.	7 / Desember 2023.	Pemasangan kabel distribusi ke konsumen	☑

Medan, 22 Januari 2024.
 Mengetahui,
 Dosen Pembimbing Kerja Praktek

IR. Habib Satria, MT, IPP



Lampiran 3. Surat Balasan Kerja Praktek



PT. RAZZA PRIMA TRAF0
Electrical & Mechanical Engineering Contractor – Supplier
Jl. Willem Iskandar No. 54 / 54 A Medan Telp. 061-6636755 Fax. 061-6636438

Medan, 17 November 2023

Nomor : 017 / PT.RPT / MDN / XI / 2023
Lampiran : -
Perihal : Izin Pelaksanaan PKL

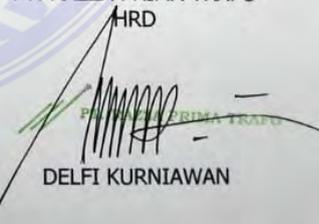
Kepada Yth,
Bapak Dr. Rahmad Syah. S.Kom, M.Kom
Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
Di –
Medan

Dengan hormat,
Sehubungan dengan surat dari Universitas Medan Area Fakultas Teknik Nomor 440 / FT . 2 / 01 . 14 / X / 2023 yang kami terima perihal Kerja Praktek bagi Mahasiswa Fakultas atas nama :

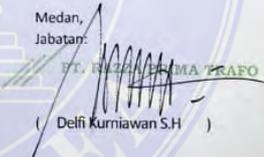
No	NAMA	NPM	PROG. STUDI
1	DANIEL MARASOKI	208120015	Teknik Elektro
2	NICOLA VENTOLA NABABAN	208120016	Teknik Elektro
3	ROBERTUS NATAL PASARIBU	208120002	Teknik Elektro

Maka dengan ini kami bersedia menerima Mahasiswa tersebut untuk melaksanakan Kerja Praktek mulai 20 November 2023 s/d 19 Desember 2023 di PT. RAZZA PRIMA TRAF0 dengan mengikuti ketentuan-ketentuan yang telah diatur oleh Perusahaan.

Demikian Surat ini kami sampaikan untuk dapat digunakan dengan sebaik-baiknya.

PT. RAZZA PRIMA TRAF0
HRD

DELFI KURNIAWAN

Lampiran 4. Daftar Nilai Mahasiswa Dari Perusahaan

UNIVERSITAS MEDAN AREA		
DAFTAR NILAI MAHASISWA DARI PERUSAHAAN		
Yth. Bapak / Ibu Pimpinan Perusahaan		
Kami mohon kepada Bapak / Ibu untuk mengisi formulir dibawah ini guna memudahkan kami dalam mengevaluasi keberhasilan mahasiswa pada mata kuliah Kerja Lapangan. Atas kesediaan dan kerja sama Bapak / Ibu, Kami ucapkan terima kasih.		
PENILAIAN LAPANGAN		
Diisi oleh perusahaan		
NAMA	: Nicola Ventola - N.	
PROGRAM STUDI	: Kerja Praktek	
PERUSAHAAN	: Pr. RAZZA PELINDA TRAFU	
NPM	: 20817006	
NO	KOMPONEN YANG DINILAI	NILAI
1	Kerapian dan kebersihan pakaian, penampilan, dll	10
2	Disiplin kerja	95
3	Tingkat kehadiran	10
4	Tanggung jawab terhadap pekerjaan yang diberikan	75
5	Kemandirian dalam bekerja	88
6	Penguasaan teknik	89
7	Kerjasama dengan sesama pekerja/karyawan dan atasan	99
8	Dapat bekerja sebagaimana diharapkan	90
TOTAL NILAI		728
RATA-RATA NILAI		91,00
Apabila ada saran atau kritik terhadap hasil kerja mahasiswa kami, Bapak/Ibu dapat menuliskannya pada baris dibawah ini.		
.....		
.....		
Medan, Jabatan:  (Delfi Kurniawan S.H)		
Keterangan Nilai		
A	85 - 100	
B+	77.50 - 84.99	
B	70.00 - 77.49	
C+	62.50 - 69.99	
C	55.00 - 62.49	
D	45.00 - 54.99	
E	0.01 - 44.99	

Lampiran 5. Lampiran Form Penilaian Pengawas Lapangan



UNIVERSITAS MEDAN AREA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

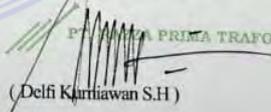
Kampus I : Jalan Kolan Nomor 1 Medan Estate ☎ (061) 7360168, 7366878, 7364348 ☎ (061) 7368012 Medan 20223
 Kampus II : Jalan Setiabudi Nomor 79 / Jalan Sei Serayu Nomor 70 A ☎ (061) 8225602 ☎ (061) 8228331 Medan 20122
 Website: www.teknik.uma.ac.id E-mail: univ_medanarea@uma.ac.id

Nama Mahasiswa : Nicola Ventola Nababan
 NPM : 20812006
 Nama Perusahaan/Instansi : PT. RAZZA PRIMA TRAFU
 Pengawas Lapangan : Delfi Kurniawan S.H

FORM PENILAIAN PENGAWAS LAPANGAN

Aspek Penilaian	Deskripsi Aspek Penilaian	Kurang	Cukup	Baik	Sangat Baik
Komunikasi	Kemampuan untuk menyampaikan informasi, mendengarkan orang lain, berkomunikasi secara efektif, dan memberikan respon positif yang mendorong komunikasi terbuka			✓	
Kerjasama	Kemampuan menjalin kerjasama dalam tim, peka akan kebutuhan orang lain dan memberikan kontribusi dalam aktivitas tim untuk mencapai tujuan dan hasil yang positif		✓		
Inisiatif dan Kreatifitas	Kemampuan merespon masalah secara proaktif dan gigih, menjajaki kesempatan yang ada, melakukan sesuatu tanpa disuruh guna mengatasi hambatan, yang ditampilkan secara motorik/verbal (yang berkonsekuen tindakan)		✓		
Disiplin Kerja dan Adaptasi	Kemauan untuk mematuhi aturan yang berlaku dan dapat menyesuaikan perilaku agar dapat bekerja secara efektif dan efisien saat adanya informasi baru, perubahan situasi atau kondisi lingkungan kerja yang berbeda			✓	
Penyelesaian Tugas	Penyelesaian setiap tugas yang diberikan oleh Pengawas Lapangan. Penilaian berdasarkan persentase penyelesaian tugas			✓	

Berdasarkan aspek penilaian, Mahasiswa tersebut mendapat nilai (90,00)

Medan, 22 Januari 2024
 Pengawas Lapangan Kerja Praktek

 (Delfi Kurniawan S.H)

Kriteria Penilaian :
 ≥ 85.00 s.d <100.00 = A
 ≥ 77.50 s.d < 84.99 = B+
 ≥ 70.00 s.d < 77.49 = B
 ≥ 62.50 s.d < 69.99 = C+
 ≥ 55.00 s.d < 62.49 = C
 ≥ 45.00 s.d < 54.99 = D