

SKRIPSI

ANALISIS PEMASANGAN *ARCHING HORN*

PADA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI (SUTT) 150 kV

PUUWATU-KENDARI

MILIK PERPUSTAKAAN
UNISMUH MAKASSAR



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

TAHUN 2022

ANALISIS PEMASANGAN ARCHING HORN

PADA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI (SUTT) 150 kV PUUWATU-KENDARI

MILIK PERPUSTAKAAN
UNISMUH MAKASSAR

Skripsi

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Dntuk Memperoleh Gelar Sarjana

Program Studi Teknik Elektro

Jutusan Telnuk Elektro

Fakultas Terknik

Oleh :

IVAN GADING PRAYOGI

MUH. ANIS

105821112416

105821109416

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2022

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR LEMBAGA PERPUSTAKAAN & PENERBITAN	
Tgl terima	23/05/2022
Nomor surat	:
Jumlah exp	: 1 exp
H a r g a	: Sub Aluno II
Nomor Induk	:
No. Klasifikasi	: P/0035/ELT/224
	PRE
	a7



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: <https://teknik.unismuh.ac.id>, e_mail: teknik@unismuh.ac.id



HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS PEMASANGAN ARCHING HORN PADA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI (SUTT) 150 KV PUUWATU-KENDARI**

Nama : 1. Ivan Gading Prayogi

2. Muh. Anis

Stambuk : 1. 105 82 11124 16

2. 105 82 11094 16

Makassar, 7 Maret 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Pembimbing II

Adriani, S.T., M.T.

Rizal Ahdiyat Duyo, S.T., M.T

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro



Adriani, S.T., M.T.

NBM : 1044 202



PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Ivan Gading Prayogi** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 11124 16 dan **Muh. Anis** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 11094 16, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0004/SK-Y/20201/091004/2022, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu, 26 Februari 2022.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

Makassar,

04 Sya'ban 1443 H

07 Maret 2022 M

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, M.T

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

b. Sekertaris : Rahmania, S.T., M.T

3. Anggota

1. Dr. Umar Katu, S.T., M.T

2. Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

3. Dr. Ir. Hj. Hafsa Nirwana, M.T

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Adriani, S.T., M.T.

Rizal Ahdiyat Duyo, S.T., M.T

Dekan



Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T., IPM

NBM : 795 108

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik mungkin. Selawat dan salam semoga senantiasa dicurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan para pengikutnya.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan yang harus ditempuh dalam rangka penyelesaian program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul skripsi kami adalah: **“ANALISIS PEMASANGAN ARCHING HORN PADA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI (SUTT) 150 KV PUUWATU-KENDARI “**

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini mendapat banyak bantuan, bimbingan, saran-saran dari berbagai pihak, sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T., IPM. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Adriani, S.T., M.T Selaku Ketua Prodi Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Ibu Adriani, S.T., M.T selaku Pembimbing I dan bapak Rizal Ahmad Duyo, S.T., M.T selaku Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
5. Bapak/Ibu Dosen serta Staf Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Ayah dan ibu tercinta, kami mengucapkan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
7. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik terkhususnya angkatan 2016 dan selemaga Fakultas Teknik yang dengan keakraban dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan, untuk itu kritik dan saran sangat penulis harapkan demi perbaikan skripsi ini. Akhirnya penulis harap semoga dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca umumnya.

Makassar, Januari 2022

Penulis

**ANALISIS PEMASANGAN *ARCHING HORN*
PADA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI (SUTT) 150 kV PUUWATU-
KENDARI**

Ivan Gading Prayogi, Muh. Anis
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Makassar
E-MAIL : muhamis094@gmail.com
Ivangading11124@gmail.com

ABSTRAK

Abstrak: Muh. Anis, Ivan Gading Prayogi, (2022); Penelitian tahun pertama ini bertujuan untuk menganalisis Pemasangan *Arching Horn* (tanduk api) pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kv di puuwatu kendari yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh PT. PLN (persero), sehingga *Arching Horn* (tanduk api) tidak berfungsi secara maksimal dalam mengamankan peralatan listrik dari surja petir (*flash over*). Dalam penelitian yang dilakukan pada saluran udara tegangan tinggi (SUTT) 150 KV Puuwatu-Kendari yang berjumlah 47 tower, tetapi perbaikan *Arching Horn* hanya akan dilakukan pada tower 15. Hal ini berdasarkan dengan gangguan sambara petir yang pernah terjadi yang menyebabkan isolator pecah. Posisi *arching* yang tidak bertegangan tidak mengikuti posisi konduktor sehingga membuat *Arching Horn* tidak bekerja maksimal menyalurkan surja petir ke tanah sehingga terjadi back flashover dan merusak isolator. Pemasangan *Arching Horn* harus sesuai dengan standar PLN, yaitu sisi bagian konduktor yang bertegangan dan sisi bagian tower yang tidak bertegangan harus simetris, artinya sisi *Arching Horn* yang bertegangan dan yang tidak bertegangan harus mengikuti arah konduktor. Misalnya konduktor dari arah timur ke barat maka pemasangan *Arching Horn* juga dari timur ke barat.

Kata kunci: *arching horn*, saluran udara tegangan tinggi (SUTT), *flash over*, konduktor

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Saluran Transmisi.....	6
2.2 Penghantar Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT).....	9
2.2.1 Konduktor ACSR (<i>Aluminium Conductor Steel Reinforced</i>).....	10
2.2.2 Konduktor TACSR (<i>Thermal Aluminium Conductor Steel Reinforced</i>).....	11

2.2.3	Konduktor ACCC (<i>Alluminium Conductor Composite Core</i>).....	11
2.2.4	Isolator	12
2.3	Isolasi Udara.....	13
2.4	Pengaman Gangguan Petir.....	14
2.5	Gangguan Akibat Petir.....	15
BAB III METODE PENELITIAN.....		16
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	16
3.2	Alat dan Bahan.....	16
3.3	Pengumpulan Data.....	16
3.4	Prosedur Penelitian.....	18
3.5	Flow Chart.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		21
4.1	Lokasi Perbaikan <i>Arching Horn</i>	21
4.2	Pengukuran jarak isolator dan <i>Arching Horn</i>	22
4.3	Analisis Hasil Perbaikan Pemasangan <i>Arching Horn</i>	24
4.4	Analisis Hasil Pengukuran Pentanahan Pada Tower.....	27
BAB V PENUTUP.....		29
5.1	Kesimpulan.....	29
5.2	Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA.....		31
LAMPIRAN.....		32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konduktor ACSR	10
Gambar 2. 2 Konduktor TACSR.....	11
Gambar 2. 3 Konduktor ACCC	11
Gambar 2. 4 Isolator Keramik.....	12
Gambar 2. 5 Isolator Kaca.....	12
Gambar 2. 6 Isolator Polimer.....	13
Gambar 2. 7 Arching Horn pada Isolator Tension.....	15
Gambar 4. 1 Isolator pecah akibat sambaran petir.....	21
Gambar 4. 2 Ukuran Isolator SUTT 150 KV Puywatu-Kendari.....	22
Gambar 4. 3 Pergeseran Arching Horn sebesar 20 °.....	23
Gambar 4. 4 Arah pemasangan Arching dan Konduktor.....	24
Gambar 4. 5 Isolator dan Arching Horn setelah perbaikan.....	26
Gambar 4. 6 Proses penggantian isolator pecah dan perbaikan Arching Horn.....	26
Gambar 4. 7 Isolator dan Arching Horn setelah perbaikan.....	27
Gambar 4. 8 Proses Pengukuran Pentanahan.....	28

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data Pentanahan SUTT Kendari-Puuwatu.....	7
Tabel 2.2 Standar Jarak Aman	14
Tabel 4.1 Saluran Udara Tegangan Tinggi Puuwatu-Kendari	21
Tabel 4.2 Data pemasangan Arching Horn Eksisting	23
Tabel 4.3 Data Pemasangan <i>Arching Horn</i> setelah perbaikan	25
Tabel 4.4 Data Hasil Pentanahan Tower.....	27



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kantor PT.PLN (Persero) ULTG Kendari.....	32
Lampiran 2 Lokasi PT. PLN (Persero) ULTG Kendari.....	32
Lampiran 3 Struktur Organisasi PT PLN (Persero)Ultg Kendari	33
Lampiran 4 Data Pengukuran Pentanahan SUTT 150 KV Puuwatu-Kendari	34
Lampiran 5 Data Sambaran Petir yang pernah terjadi SUTT 150 KV Puuwatu .	35



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini yang begitu pesat menuntut kita untuk memperoleh energi listrik yang memadai untuk peralatan listrik yang kita gunakan baik untuk kebutuhan industri maupun untuk kebutuhan kita sehari-hari. Listrik merupakan kebutuhan utama bagi kehidupan manusia saat ini, untuk memenuhi kebutuhan setiap kegiatan individu maupun kelompok dalam suatu negara. Oleh karena itu untuk memenuhi segala kebutuhan tersebut diperlukan pembangkit listrik dengan kapasitas yang memadai, demikian pula dalam menyalurkan tenaga listrik kepada masyarakat rumah tangga dan industri dibutuhkan jaringan transmisi tegangan tinggi yang handal agar bisa mengalirkan tenaga listrik dari sistem pembangkit hingga sampai ke gardu induk.

Saluran transmisi merupakan bagian yang sering mendapat gangguan. Gangguan tersebut bisa berasal dari dalam atau dari peralatan itu sendiri, juga terdapat gangguan dari luar atau gangguan yang disebabkan oleh alam, misalnya pohon, binatang dan sambaran petir.

Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dari pusat pembangkit ke pusat gardu induk apabila melewati daerah yang potensi terkena sambaran petirnya tinggi, tentu peluang terkena sambaran petir cukup besar. Dalam kasus yang sama biasa juga gangguan pada saluran transmisi disebabkan surja petir, dengan demikian dibutuhkan korelasi antara isolasi alat rangkaian listrik dengan

pengamanannya agar bisa terlindungi dari tegangan lebih dan tidak terjadi gangguan pada peralatan.

Peralatan proteksi listrik saluran udara tegangan tinggi dari surja petir adalah *Arching Horn* (taduk api) yang mampu memotong tegangan impuls petir secara pasif. Pada saluran udara tegangan tinggi (SUTT) *Arching Horn* terpasang pada isolator yang terletak pada ujung konduktor saluran yang bertegangan dengan ujung tower yang tidak bertegangan.

Pemasangan *Arching Horn* (tanduk api) pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) kadang tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh PT. PLN (persero) sehingga *Arching Horn* (tanduk api) tidak berfungsi secara maksimal dalam mengamankan peralatan listrik dari surja petir (*flash over*). Hal ini dapat mengakibatkan kerusakan pada peralatan dan gangguan operasional penyaluran tenaga listrik.

Gangguan sambaran petir dapat merusak peralatan seperti yang terjadi pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 KV Puuwatu-Kendari yang menyebabkan isolator pecah, akibat dari terjadinya *back flashover*. Penelitian kali ini untuk menganalisis pemasangan *Arching Horn* pada isolator Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) sebagai proteksi tegangan lebih dari sambaran petir pada saluran transmisi Kendari-Puwatu.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana fungsi dan prinsip kerja *Arching Horn*

2. Bagaimana pengaruh pemasangan *Arching Horn* pada isolator Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT)
3. Bagaimana menentukan jarak *Rod Gap Arching Horn* untuk mencegah lompatan api di saluran transmisi

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Memahami fungsi dan prinsip kerja *Arching Horn* di saluran transmisi
2. Memahami pengaruh pemasangan *Arching Horn* pada isolator saluran transmisi
3. Mengetahui penentuan jarak *Arching Horn* dengan isolator untuk mencegah lompatan api

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini membahas tentang jarak sela batang (*Rod Gap Arching Horn*) sesuai standar PLN, namun untuk mencapai tujuan penelitian ini, maka pembahasan akan di uraikan sebagai berikut :

1. Menjelaskan *Arching Horn* pada isolator transmisi
2. Meneliti pengaruh pemasangan *Arching Horn* pada saluran transmisi
3. Menghitung jarak *Rod Gap Arching Horn* pada saluran transmisi sesuai standar PLN

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari kegiatan penelitian tugas akhir ini yaitu :

1. Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan tentang fungsi dan prinsip kerja *Arching Horn* di saluran transmisi
2. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui pengaruh pemasangan *Arching Horn* pada isolator saluran transmisi
3. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan tentang jarak *Arching Horn* dengan isolator untuk mencegah bunga api bergerak ke isolator yang dapat merusak isolator.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang akan digunakan pada penelitian ini disusun seperti dibawah ini :

Bab 1 Pendahuluan, pada bab ini akan menjelaskan latar belakang masalah dan memberikan Batasan yang jelas permasalahan yang akan dibahas, menentukan rumusan masalah, dan juga menjelaskan tujuan serta manfaat yang akan dicapai dari penelitian serta menguraikan sistematika penulisan penelitian.

Bab II tinjauan pustaka, pada bab ini akan menjelaskan teori-teori yang berasal dari literatur-literatur baik jurnal maupun buku yang mendukung dalam penyusunan penelitian ini.

Bab III Metode Penelitian, pada bab ini akan menjelaskan kerangka pemikiran dengan diagram alur yang merupakan seluruh kegiatan penelitian mulai dari tahap perencanaan sampai dengan pengumpulan data.

Bab IV Hasil dan Pembahasan, pada bab ini akan membahas data hasil penelitian yang diambil dari lokasi penelitian kemudian diolah berdasarkan literatur dari berbagai sumber dan standarisasi dari PLN.

Bab v pentutup pada bab ini berisikan kesimpulan dari keseluruhan penelitian yang dilakukan, serta saran yang berguna untuk informasi dalam perbaikan dan pemeliharaan *arching horn*.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Saluran Transmisi

Saluran transmisi terdiri dari dua jenis yaitu saluran bawah tanah (*underground*) dan saluran udara (*overhead line*). Sistem transmisi menyalurkan daya dengan tegangan tinggi untuk mengurangi rugi-rugi akibat jatuh tegangan. Daya listrik yang dialirkan melalui saluran udara tegangan tinggi umumnya menggunakan kawat yang tidak diisolasi sehingga mengandalkan udara sebagai media isolasinya, baik isolasi antar penghantar maupun dengan lingkungan sekitar. Untuk menyanggah kawat penghantar pada ketinggian dan mengamankan bagian yang bertegangan dengan body menara maka digunakan isolator (sumber : Buku Pedoman SPLN).

Sistem transmisi tenaga listrik yang handal memiliki peranan yang sangat penting dalam menyalurkan daya listrik dari pusat-pusat pembangkit hingga ke gardu induk-gardu induk. Oleh karena itu saluran udara tegangan tinggi harus memiliki perlindungan yang memadai, salah satunya adalah *arching horn* dan *arrester* untuk melindungi peralatan dari gangguan surja petir. Sehingga ketika terjadi sambaran petir *arching horn* dan *arrester* bisa langsung bekerja menyalurkan arus gangguan ke tanah.

Secara umum sistem pembumian adalah suatu rangkaian / jaringan mulai dari kutub pembumian / elektroda, hantaran penghubung / conductor sampai terminal pembumian yang berfungsi untuk menyalurkan arus lebih ke bumi sehingga dapat memberikan proteksi terhadap manusia dari sengatan listrik

(shock), dan mengamankan komponen-komponen instalasi agar dapat terhindar dari bahaya arus dan tegangan asing, serta perangkat dapat beroperasi sesuai dengan ketentuan teknis yang semestinya.

Sistem pentanahan adalah hubungan penghantar listrik yang menghubungkan sistem, badan peralatan dan instalasi dengan bumi/tanah sehingga dapat mengamankan manusia dari sengatan listrik, dan mengamankan komponen-komponen instalasi dari bahaya tegangan/arus abnormal. Oleh karena itu, sistem pentanahan menjadi bagian yang sangat penting pada sistem tenaga listrik. Secara umum, tujuan sistem pentanahan adalah menjamin keselamatan orang dari sengatan listrik baik dalam keadaan normal atau tidak dari tegangan sentuh dan tegangan langkah, menjamin kerja peralatan listrik/elektronik, mencegah kerusakan peralatan listrik/elektronik, dan menyalurkan energi serangan petir ke tanah (sumber : PUIL, 2011).

Berikut data pentanahan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) Kendari-Puuwatu 150 kV :

Tabel 2.1 Data Pentanahan SUTT Kendari-Puuwatu
(sumber : PLN ULTG Kendari)

No Tower	Pentanahan (Ω)	Lokasi	Kondisi
1	2,78	Hutan	Kering
2	2,7	Hutan	Kering
3	6,8	Hutan	Kering
4	3,26	Hutan	Kering
5	1,74	Hutan	Kering



6	1,46	Hutan	Kering
7	1,71	Hutan	Kering
8	1,87	Hutan	Kering
9	3,9	Hutan	Kering
10	2,45	Hutan	Kering
11	9,62	Hutan	Kering
12	5,3	Hutan	Kering
13	4,1	Hutan	Kering
14	2,06	Hutan	Kering
15	5,54	Hutan	Kering
16	0,76	Hutan	Kering
17	2,86	Pemukiman	Kering
18	2,41	Pemukiman	Kering
19	2,17	Pemukiman	Kering
20	4,4	Hutan	Kering
21	2,81	Hutan	Kering
22	2,15	Hutan	Kering
23	1,82	Hutan	Kering
24	8,9	Hutan	Kering
25	6,89	Hutan	Kering
26	4,32	Hutan	Kering
27	4,42	Hutan	Kering



28	5,2	Hutan	Kering
29	6,36	Hutan	Kering
30	5,58	Hutan	Kering
31	0,71	Hutan	Kering
32	1,01	Pemukiman	Kering
33	6,7	Hutan	Kering
34	3,6	Hutan	Kering
35	2,83	Hutan	Kering
36	3,9	Hutan	Kering
37	5,4	Pemukiman	Kering
38	5,86	Pemukiman	Kering
39	2,83	Pemukiman	Kering
40	3,47	Pemukiman	Kering
41	1,74	Pemukiman	Kering
42	1,57	Pemukiman	Kering
43	2,65	Pemukiman	Kering
44	1,42	Pemukiman	Kering
45	1,35	Pemukiman	Kering
46	0,68	Pemukiman	Kering
47	0,62	Pemukiman	Kering

2.2 Penghantar Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT)

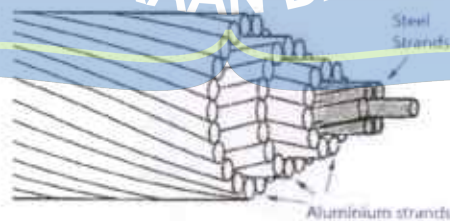
Dalam penyaluran tenaga listrik digunakan konduktor sebagai penghantar serta isolator sebagai media isolasi antara konduktor dengan tiang menara. Pada tower *suspension* konduktor dipegang oleh *suspension clamp*, sedangkan pada tower *tension*, konduktor dipegang oleh *strain clamp* *compression dead end clamp*.

Konduktor yang dipakai dalam menyalurkan tenaga listrik umumnya memiliki sifat :

- a. Ekonomis
- b. Lentur atau tidak mudah patah
- c. Rendahnya beban jenis
- d. Konduktivitas tinggi
- e. Kekuatan tarik mekanik yang tinggi

2.2.1 Konduktor ACSR (*Aluminium Conductor Steel Reinforced*)

Merupakan penghantar aluminium yang memiliki konduktivitas tinggi. Bagian dalam kawat berupa *steel* yang mempunyai kuat mekanik tinggi, pada saluran udara tegangan tinggi dan ekstra tinggi kebanyakan memakai konduktor jenis ini (sumber : SK Dir 0520 PT. PLN).



Gambar 2. 1 Konduktor ACSR (sumber : SK Dir 0520 PT. PLN).

2.2.2 Konduktor TACSR (*Thermal Aluminium Conductor Steel Reinforced*)

Merupakan penghantar yang memiliki muatan yang lebih tinggi, berpengaruh terhadap sagging namun berat konduktor tidak mengalami perubahan yang banyak (sumber : SK Dir 0520 PT. PLN).



Gambar 2. 2 Konduktor TACSR (sumber : SK Dir 0520 PT. PLN).

2.2.3 Konduktor ACCC (*Aluminium Conductor Composite Core*)

Merupakan penghantar yang memiliki kuat mekanik yang tinggi dan bagian dalamnya berupa *composite*, tidak mengalami korosi, cocok untuk daerah pinggir pantai dan udara yang berdebu tinggi. Bahan ini tidak mengalami pemuaian saat dibebani tegangan maupun dialiri arus (sumber : SK Dir 0520 PT. PLN).



Gambar 2. 3 Konduktor ACCC (sumber : SK Dir 0520 PT. PLN).

2.2.4 Isolator

Isolator pada saluran udara tegangan tinggi berfungsi untuk mengisolasi bagian yang bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan baik dalam kondisi normal maupun pada kondisi gangguan. Pada saluran udara tegangan tinggi terdapat beberapa jenis isolator yang digunakan yaitu isolator keramik, isolator kaca dan isolator polimer.



Gambar 2.4 Isolator Keramik



Gambar 2.5 Isolator Kaca



Gambar 2. 6 Isolator Polimer

2.3 Isolasi Udara

Saluran udara tegangan tinggi menggunakan kawat penghantar tanpa isolasi. Oleh karena itu udara menjadi isolasi bagian yang bertegangan dengan *ground* (tanah) atau lingkungan sekitar. Jarak aman saluran transmisi diatur dalam Peraturan Menteri Pertambangan dan Energi No. 01/P/47/MPE/1992 tanggal 07 Februari 1992, pasal 1 ayat 9.

Tabel 2. 2 Standar Jarak Aman
(sumber : SK Dir 0520 PT. PLN (persero))

No.	Lokasi	SUTT		SUTET	SUTM	SUTR	Saluran kabel	
		66 KV	150 KV	500 KV			SKTM	SKTR
1.	Bangunan beton	20 m	20 m	20 m	2,5 m	1,5 m	0,5 m	0,3 m
2.	Pompa bensin	20 m	20 m	20 m	2,5 m	1,5 m	0,5 m	0,3 m
3.	Penimbunan bahan bakar	50 m	20 m	50 m	2,5 m	1,5 m	0,5 m	0,3 m
4.	Pagar	3 m	20 m	3 m	2,5 m	1,5 m	0,5 m	0,3 m
5.	Lapangan terbuka	6,5 m	20 m	15 m	2,5 m	1,5 m	0,5 m	0,3 m
6.	Jalan raya	8 m	20 m	15 m	2,5 m	1,5 m	0,5 m	0,3 m
7.	Pepohonan	3,5 m	20 m	8,5 m	2,5 m	1,5 m	0,5 m	0,3 m
8.	Bangunan tahan api	3,5 m	20 m	8,5 m	20 m	20 m	20 m	20 m
9.	Rel kereta api	8 m	20 m	15 m	20 m	20 m	20 m	20 m
10.	Jembatan besi/ tangga besi/ kereta listrik	3 m	20 m	8,5 m	20 m	20 m	20 m	20 m
11.	Dari titik tertinggi tiang kapal	3 m	20 m	8,5 m	20 m	20 m	20 m	20 m
12.	Lapangan olah raga	2,5 m	20 m	14 m	20 m	20 m	20 m	20 m
13.	SUTT lainnya penghantar udara tegangan rendah, jaringan telekomunikasi, televisi dan kereta gantung	3 m	20 m	6,5 m	20 m	20 m	20 m	20 m

Keterangan: SUTR = Saluran Udara Tegangan Rendah
SUTM = Saluran Udara Tegangan Menengah
SUTT = Saluran Udara Tegangan Tinggi
SUTET = Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi
SKTR = Saluran Kabel Tegangan Rendah
SKTM = Saluran Kabel Tegangan Menengah

2.4 Pengaman Gangguan Petir

Pada saluran udara tegangan tinggi gangguan akibat sambaran petir sering terjadi, gangguan tersebut bisa berdampak pada sistem penyaluran tenaga listrik dan juga berdampak pada kerusakan peralatan. Oleh karena itu dibuatkan suatu alat yang dapat menahan dan mengalirkan surja petir ke tanah.

Arching Horn merupakan peralatan untuk melindungi isolator dan memotong tegangan impuls secara pasif, harganya ekonomis dan sederhana yang terletak pada konduktor yang bertegangan dan pada tower yang tidak bertegangan.



Gambar 2. 7 Arching Horn pada Isolator Tension

Arching Horn terletak pada ujung kawat penghantar bertegangan dan ujung isolator yang berhubungan langsung dengan ground. Sehingga ketika terjadi surja petir akan menimbulkan loncatan api dan tidak mengenai isolator. Batas antara tanduk atas dan bawah diatur sekitar 75-85 % dari panjang isolator secara keseluruhan (sumber : SK Dir 0520 PT, PLN).

2.5 Gangguan Akibat Petir

Gangguan petir pada saluran udara tegangan tinggi terdiri dari gangguan sambaran langsung dan sambaran tidak langsung. Sambaran langsung merupakan sambaran petir kearah kawat penghantar dan penunjang kawat penghantar, kawat penghantar yang memanjang menyebabkan kemungkinan terkena sambaran lebih tinggi di banding tower atau menara penyangga kawat penghantar.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Proses kegiatan Tugas Akhir ini dilakukan di PT. PLN (Persero) UPT Makassar ULTG Kendari di beberapa tower Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV Puuwatu-Kendari yang berjumlah 47 tower dengan panjang jaringan 14,044 kms. Penelitian ini akan dilaksanakan pada tanggal 11-14 Januari 2022.

3.2 Alat dan Bahan

1. Kunci pas
2. Kunci sheck
3. Helm panjat
4. Full body harness
5. Meteran
6. Sepatu safety
7. Sarung tangan

3.3 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh dari PT. PLN (Persero) Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk Kendari. Adapun data-data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Data *historical* sambaran petir (vaisala) PT. PLN (persero) ULTG Kendari pada saluran udara tegangan tinggi (SUTT) 150 kv Puuwatu-Kendari
- 2) Data hasil pengukuran pentanahan kaki tower pada saluran udara tegangan tinggi (SUTT) 150 kv Puuwatu-Kendari
- 3) Data *historical* gangguan pada saluran udara tegangan tinggi (SUTT) 150 kv Puuwatu-Kendari
- 4) Data teknis isolator dan *Arching Horn* pada saluran udara tegangan tinggi (SUTT) 150 kv Puuwatu-Kendari

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

1. Studi Literatur

Data penelitian diperoleh dari berbagai referensi seperti buku, jurnal, artikel dan sumber lain yang berhubungan dengan judul laporan Tugas Akhir ini.

2. Studi Lapangan

Merupakan metode untuk mengumpulkan data secara langsung dari tempat objek penelitian, dimana pengambilan data dilaksanakan dengan cara sebagai berikut :

- a) Dokumentasi, dilakukan dengan mengamati secara langsung dilapangan dan mengumpulkan data terkait dengan permasalahan yang dibahas

- b) Wawancara, dilakukan dengan menanyakan langsung kepada petugas pegawai PLN di lapangan, berkaitan dengan kasus yang akan di kaji.
- c) Metode Observasi, yaitu dengan cara mengamati secara langsung untuk mendapatkan data-data primer yang lebih akurat mengenai hal-hal yang menjadi objek penelitian.

3.4 Prosedur Penelitian

Dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, penulis mengikuti langkah-langkah yang terstruktur agar laporan Tugas Akhir dapat dikerjakan secara sistematis dan terarah. Berikut merupakan langkah yang menjadi acuan :

1. Studi literatur

Penelitian secara tidak langsung dengan mencari dan mengumpulkan data-data dari buku, jurnal, artikel, dan sumber pustaka lainnya yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas dalam laporan Tugas Akhir ini.

2. Pengambilan data

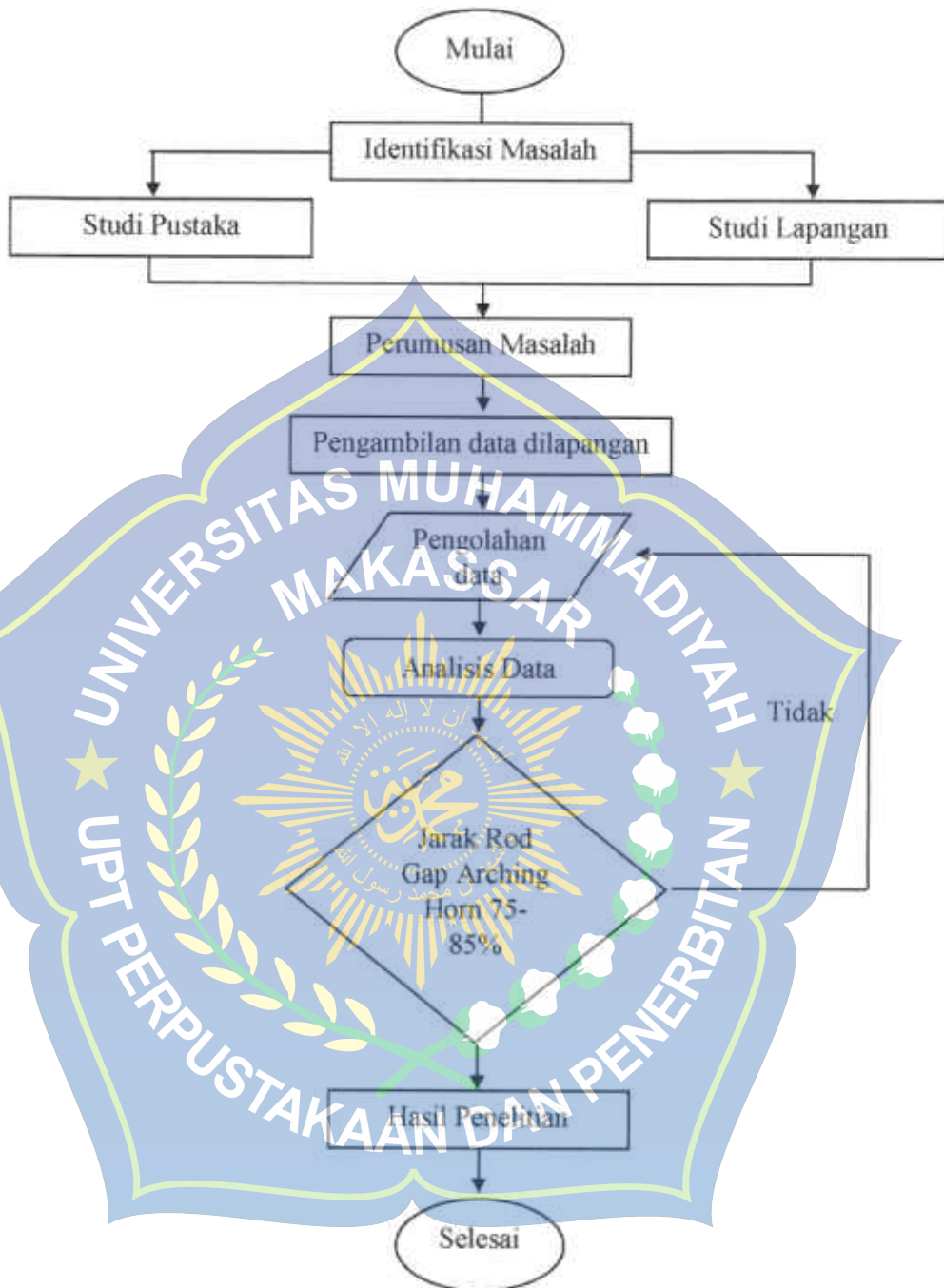
Penelitian langsung dengan mengambil data langsung dilapangan yang dilakukan di PT. PLN (Persero) ULTG Kendari yang kemudian dijadikan bahan dan acuan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Pada penelitian tugas akhir ini akan menganalisis pengaruh pemasangan *Arching Horn* pada isolator Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV

Puuwatu-Kendari agar ketika terjadi gangguan surja petir *Arching Horn*, isolator, pentanahan tower dan *recloser* bisa berkerja maksimal untuk mengamankan sistem dan peralatan dari gangguan. Penelitian akan dilakukan pada tower yang terkena dampak sambaran petir berdasarkan data sambaran petir PT. PLN (Persero) ULTG Kendari yaitu pada tower 15 Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV Puuwatu-Kendari. Setelah lokasi penelitian ditentukan, kemudian dilakukan pengukuran pada jarak isolator dan jarak celah batang *Arching Horn* dan pengecekan pemasangan *Arching Horn* di tower transmisi. Setelah itu kemudian *Arching Horn* akan dilakukan perbaikan berdasarkan standar PT. PLN (persero) yaitu 75-85 % dari panjang isolator dan pemasangan *Arching Horn* bagian yang bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan dipasang lurus mengikuti arah konduktor.



3.5 Flow Chart



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Perbaikan *Arching Horn*

Perbaikan dilakukan pada saluran udara tegangan tinggi (SUTT) 150 KV Puuwatu-Kendari yang berjumlah 47 tower, tetapi perbaikan *Arching Horn* hanya akan dilakukan pada tower 15. Hal ini berdasarkan dengan gangguan sambara petir yang pernah terjadi pada tanggal 09-01-2022 yang menyebabkan isolator pecah.



Gambar 4.1 Isolator pecah akibat sambaran petir

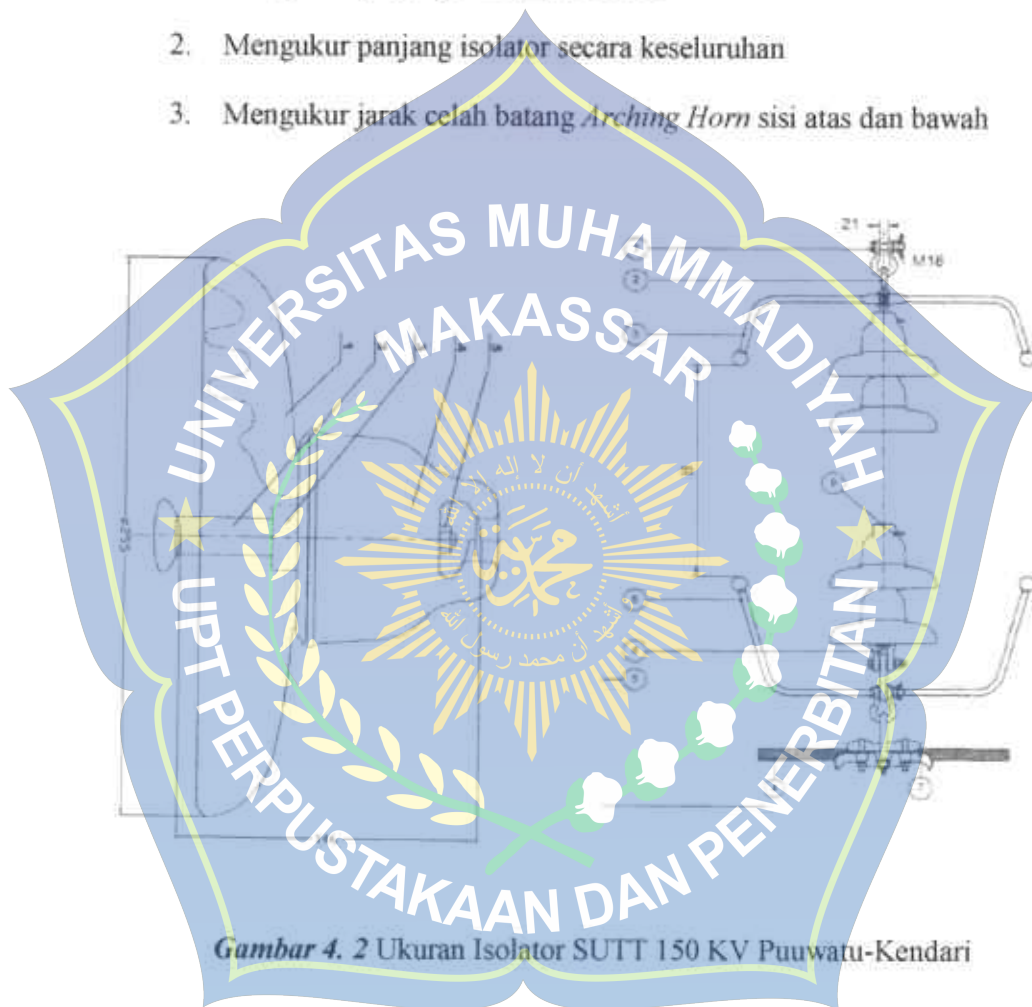
Tabel 4.1 Saluran Udara Tegangan Tinggi Puuwatu-Kendari

No	Jenis	Keterangan
1	Konstruksi	Baja <i>Galvanish</i>
2	Konduktor	ACSR
3	Panjang Penghantar	14,044 kms
4	Jumlah Tower	47
5	Sirkuit/Line	2 Sirkuit/Line

4.2 Pengukuran jarak isolator dan *Arching Horn*

Pengukuran dilakukan pada tanggal 12 Januari 2022 pada tower 15 jalur transmisi Puuwatu-Kendari, pengukuran dilakukan dengan menggunakan meteran rol. Pengukuran dilakukan dengan cara sebagai berikut :

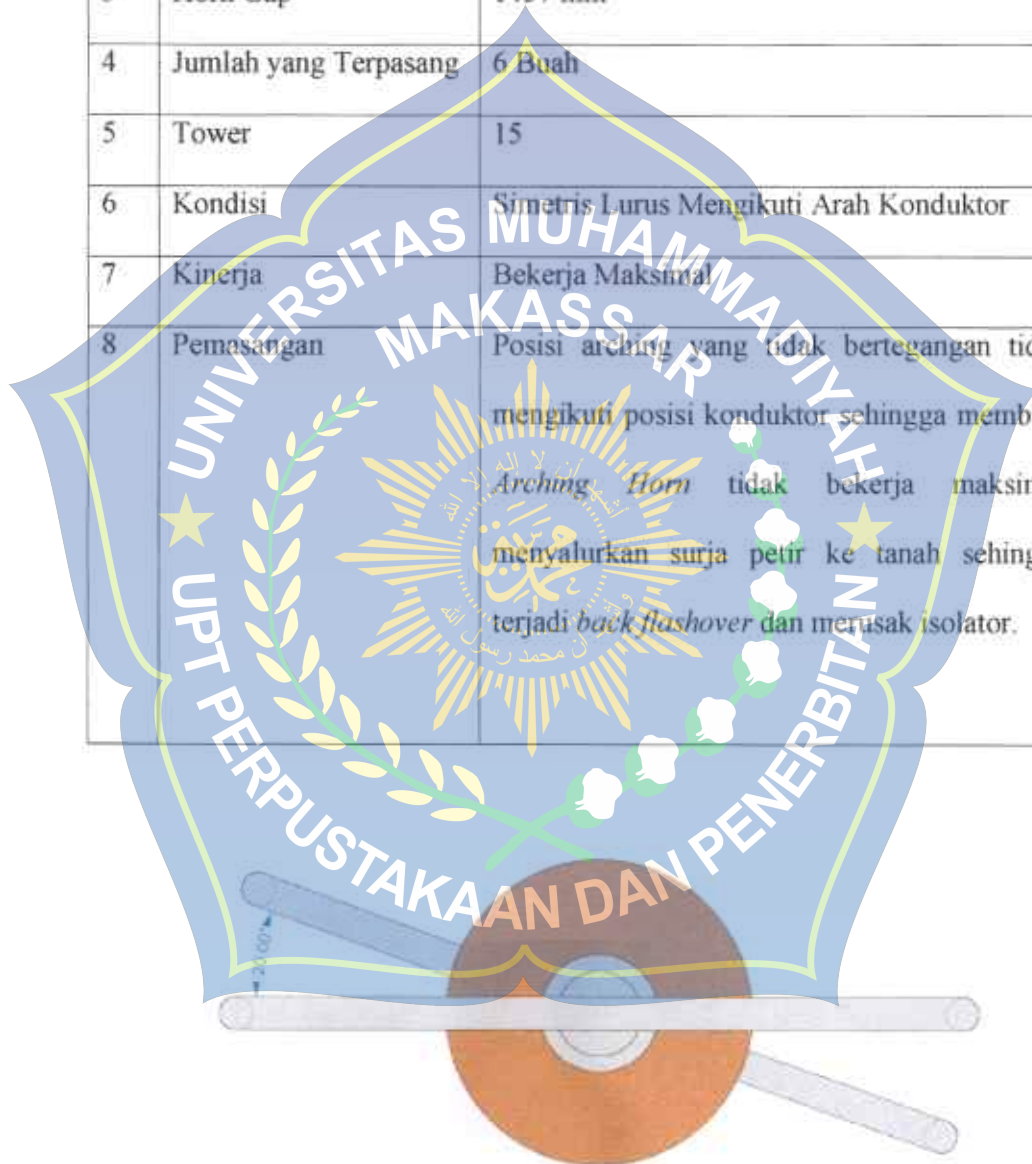
1. Mengukur panjang 1 keping isolator
2. Mengukur panjang isolator secara keseluruhan
3. Mengukur jarak celah batang *Arching Horn* sisi atas dan bawah



Gambar 4. 2 Ukuran Isolator SUTT 150 KV Puuwatu-Kendari

Tabel 4. 2 Data pemasangan Arching Horn Eksisting

No	Item	Keterangan
1	Pabrikan	PT. PREFORMED LINE PRODUCT INDONESIA
2	Material	Baja <i>Galvanish</i>
3	Horn Gap	1457 mm
4	Jumlah yang Terpasang	6 Buah
5	Tower	15
6	Kondisi	Simetris Lurus Mengikuti Arah Konduktor
7	Kinerja	Bekerja Maksimal
8	Pemasangan	Posisi arching yang tidak bertegangan tidak mengikuti posisi konduktor sehingga membuat Arching Horn tidak bekerja maksimal menyalurkan surja petir ke tanah sehingga terjadi <i>back flashover</i> dan merusak isolator.



Gambar 4. 3 Pergeseran Arching Horn sebesar 20 °

4.3 Analisis Hasil Perbaikan Pemasangan Arching Horn

Arching Horn terdapat pada ujung isolator yang bertegangan dengan ujung isolator yang tidak bertegangan dengan tujuan menyalurkan tegangan lebih ke tanah ketika terjadi sambaran petir/loncatan api. Jarak antara sisi *Arching Horn* atas dan sisi bawah diatur 75-85% dari panjang isolator (berdasarkan SPLN 121:1996).

$$1 \text{ keping isolator} \times \text{jumlah keping isolator} \times 75-85\% \quad (4.1)$$

Pemasangan *Arching Horn* harus sesuai dengan standar PLN, yaitu sisi bagian konduktor yang bertegangan dan sisi bagian tower yang tidak bertegangan harus simetris, artinya sisi *Arching Horn* yang bertegangan dan yang tidak bertegangan harus mengikuti arah konduktor. Misalnya konduktor dari arah timur ke barat maka pemasangan *Arching Horn* juga dari timur ke barat.



Gambar 4. 4 Arah pemasangan Arching dan Konduktor

Dengan menggunakan persamaan 4.1 dapat dihitung sebagai berikut :
 Isolator dengan jarak 1 keping 14,6 cm dengan jumlah 12 keping maka
 panjang isolator adalah 175,2 cm.

Jarak batas minimum untuk 12 keping isolator adalah :

$$= 75\% \times 1,752 \text{ m} = 1,314 \text{ m}$$

Jarak batas maksimum untuk untuk 12 keping isolator adalah :

$$= 85\% \times 1,752 \text{ m} = 1,489 \text{ m}$$

Jadi jarak batas yang diizinkan untuk pemasangan pada isolator adalah
 1,314 m – 1,489 m.

Tabel 4.3. Data Pemasangan Arching Horn setelah perbaikan

No	Item	Keterangan
1	Pabrikan	PT. PREFORMED LINE PRODUCT INDONESIA
2	Material	Baja Galvanish
3	Horn Gap	1457 mm
4	Jumlah yang Terpasang	6 Buah
5	Tower	15
6	Kondisi	Simetris Lurus Mengikuti Arah Konduktor
7	Kinerja	Bekerja Maksimal
8	Pemasangan	Bagian Arching Horn dengan konduktor yang bertegangan dan bagian Arching Horn sisi

		tower yang tidak bertegangan mengikuti arah konduktor sehingga <i>Arching Horn</i> bekerja maksimal
--	--	--



Gambar 4.5 Isolator dan *Arching horn* setelah perbaikan



Gambar 4.6 Proses penggantian isolator pecah dan perbaikan *Arching Horn*



Gambar 4. 7 Isolator dan Arching Horn setelah perbaikan

4.4 Analisis Hasil Pengukuran Pentanahan Pada Tower

Tabel 4.4 Data Hasil Pentanahan Tower (sumber: PLN ULTG Kendari)

No	Tower	Pentanahan (Ω)	Lokasi	Kondisi
1	10	2,45	Darat	Kering
2	11	9,62	Darat	Kering
3	12	5,3	Darat	Kering
4	13	4,1	Darat	Kering
5	14	2,06	Darat	Kering
6	15	5,54	Darat	Kering
7	16	0,76	Darat	Kering
8	17	2,86	Darat	Kering
9	18	2,41	Darat	Kering
10	19	2,17	Darat	Kering
11	20	4,4	Darat	Kering

Berdasarkan data hasil pengukuran pentanahan dari 5 tower di depan dan 5 tower dibelakang tower yang gangguan (tower 15) didapatkan hasil pentanahan yang cukup baik yaitu dibawah 10 Ω (standar PLN dibawah 10 Ω untuk SUTT 150 KV menurut SK Dir 0520 2014).



Gambar 4.8 Proses Pengukuran Pentanahan



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisa perhitungan yang dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemasangan *Arching Horn* pada bagian yang bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan harus lurus mengikuti arah konduktor (simetris) agar ketika terjadi sambaran petir maka akan dialirkan secara maksimal ke tanah
2. Jarak celah batang *Arching Horn* bagian atas dan bawah antara 75% - 85% dari panjang isolator. Panjang 1 keping isolator SUTT 150 KV Puuwatu-Kendari 14,6 cm dengan jumlah 1 rengeng 12 keping, maka jarak celah batang *Arching Horn* yang diizinkan adalah 1,314 meter – 1,489 meter.
3. Dari hasil pengukuran pentanahan SUTT 150 KV Puuwatu-Kendari rata-rata hasilnya baik dibawah $10\ \Omega$ sehingga membuat penyaluran tegangan lebih ke tanah bias maksimal dan tidak terjadi *back flashover*.
4. Standar pentanahan kaki tower untuk tegangan 150 KV adalah kurang dari atau sama dengan $10\ \Omega$, berdasarkan SK Dir 0520 tahun 2014 yang diterbitkan oleh PT. PLN (persero).

5.2 Saran

Adapun saran pada penelitian ini mengenai analisis pemasangan *Arching Horn* pada SUTT 150 KV Puuwatu-Kendari adalah :

1. Diharapkan setiap pemasangan *Arching Horn* pada isolator agar simetris mengikuti arah konduktor
2. Diharapkan agar setiap pemasangan *Arching Horn* jarak antara celah batang pada isolator agar sesuai dengan standar PLN yaitu 75% - 85% dari panjang isolator
3. Diharapkan agar nilai pentanahan kaki tower memenuhi standar PLN yaitu kurang dari atau sama dengan 10 Ω untuk saluran udara tegangan tinggi (SUTT) 150 KV
4. Diharapkan agar dilakukan inspeksi rutin peralatan isolator serta *arching horn* agar dapat dibenahi lebih awal ketika terjadi kerusakan dan tidak menyebabkan gangguan yang lebih luas

DAFTAR PUSTAKA

1. Permen Menteri Pertambangan dan Energi No. 01.P/47/MPE/1992 Tentang Jarak Keselamatan Manusia dan Makhluk Hidup
2. Buku pedoman SPLN Saluran Udara Tegangan Tinggi dan Ekstra Tinggi
3. SPLN 121:1996, "Konstruksi Saluran Udara Tegangan Tinggi dengan Tiang Beton/Baja"
4. SK DIR 0520:2014, "Buku Pedoman Pemeliharaan Tegangan Tinggi dan Ekstra Tinggi (SUTT/SUTET)"
5. Buku Pengawasan dan Assesment SUTT/SUTET
6. PUIL 1987 (Peraturan Umum Instalasi Listrik Indonesia 187)
7. <http://izal.wordpress.com>
8. SPLN 692:1987, "Standarisasi Peralatan Alat Uji Aksesoris SUTT-SUTET"
9. Tobing I Bonggas "Peralatan Tegangan Tinggi" Medan Desember 2003
10. T.S Hutaauruk "Gelombang Berjalan dan Proteksi Surja Erlangga" Jakarta 1989

LAMPIRAN



Lampiran 1 Kantor PT. PLN (Persero) ULTG Kendari



Lampiran 2 Lokasi PT. PLN (Persero) ULTG Kendari

PT. PLN (PERSERO) PEMBANGKITAN DAN PENYALURAN SULAWESI
UNIT PELAYANAN TRANSMISI SULSELBAR
STRUKTUR ULTG KENDARI

www.pln.co.id

Lampiran 3 Struktur Organisasi PT PLN (Persero)Utg Kendari





PT PLN (PERSERO) | UNIT INDIK PEMANISIRAN DAN PENYALURAN SURABAYA

UPT MAKASSAR

ULU KENDARI

PENTANAHAN KAKI TOWER RUTE KENDARI - PUUWATU

NO. TOWER	Stub A	Stub C
1	2.78 Ω	4.70 Ω
2	3.40 Ω	2.70 Ω
3	6.80 Ω	8.20 Ω
4	3.26 Ω	2.40 Ω
5	2.46 Ω	1.74 Ω
6	2.20 Ω	1.46 Ω
7	1.71 Ω	2.22 Ω
8	1.87 Ω	2.34 Ω
9	3.90 Ω	5.20 Ω
10	2.45 Ω	3.59 Ω
11	9.26 Ω	9.25 Ω
12	5.30 Ω	6.50 Ω
13	6.20 Ω	4.10 Ω
14	2.06 Ω	2.50 Ω
15	5.54 Ω	5.60 Ω
16	0.99 Ω	0.78 Ω
17	2.90 Ω	2.95 Ω
18	2.55 Ω	2.41 Ω
19	2.42 Ω	2.17 Ω
20	5.90 Ω	4.40 Ω
21	2.81 Ω	3.11 Ω
22	2.15 Ω	4.39 Ω
23	3.81 Ω	1.82 Ω
24	9.90 Ω	8.90 Ω
25	7.30 Ω	6.89 Ω
26	5.26 Ω	4.32 Ω
27	4.42 Ω	4.52 Ω
28	6.00 Ω	5.20 Ω
29	6.36 Ω	6.82 Ω
30	6.16 Ω	5.58 Ω

NO. TOWER	Stub A	Stub C
31	0.71 Ω	1.56 Ω
32	1.86 Ω	1.01 Ω
33	8.60 Ω	6.70 Ω
34	4.00 Ω	3.60 Ω
35	3.28 Ω	2.83 Ω
36	5.80 Ω	3.90 Ω
37	5.40 Ω	5.70 Ω
38	5.86 Ω	8.67 Ω
39	7.44 Ω	2.83 Ω
40	4.23 Ω	3.47 Ω
41	4.29 Ω	1.74 Ω
42	1.95 Ω	1.57 Ω
43	3.65 Ω	2.65 Ω
44	1.42 Ω	2.06 Ω
45	2.40 Ω	1.35 Ω
46	0.92 Ω	0.68 Ω
47	0.62 Ω	0.71 Ω

KET:

Nilai Pentanahan diatas 10 Ohm

UPDATE 2021

Lampiran 4 Data Pengukuran Pentanahan SUTT 150 KV Puuwatu-Kendari



Lampiran 5 Data Sambaran Petir yang pernah terjadi SUTT 150 KV Puuwatu
Kendari