

Analisa Daerah Lindung dan *Grounding* Pada Tower Transmisi Akibat Terjadinya *Back Flashover*

Renaldi P. Luntungan, Lily S. Patras, Glanny M.Ch. Mangindaan.

Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado 95115

Email: renaldy_powel@yahoo.com, lilys_patras@yahoo.com, glanny_m@unsrat.ac.id,

Abstract – *Lightning is a natural phenomenon caused by the presence of electric charges in the atmosphere that has a very large current and a very short time, thus causing fatal damage especially on electrical equipment in the open air. Any lightning discharge occurring within the cloud, between clouds and clouds to the ground, will generate electrical radiation with a very wide frequency spectrum (in the order of kHz to MHz order). Therefore, lightning often causes interference in the transmission line. The disturbance caused by direct stroke on SUTT ground wire is a back flashover phenomenon. Back flashover phenomenon occurs when the voltage on the channel isolator is greater than or equal to the critical voltage of flashover (critical flashover) so that a flashover occurs in the isolator.*

From the analysis of grounding conditions on the tower No. 62 SUTT 70KV transmission Tomohon - Teling direction impacted Back Flashover, because the value of grounding measurement resistance is 7.1Ω has a difference exceeding the standard value of grounding resistance of $\leq 5 \Omega$ of the default value set.

Keywords – *Back Flashover, Ground wire, Grounding resistance*

Abstrak – Petir adalah suatu fenomena alam yang disebabkan karena adanya muatan elektrik di atmosfer yang memiliki arus sangat besar dan waktu yang sangat singkat, sehingga menimbulkan kerusakan yang fatal terutama pada peralatan listrik di udara terbuka. Setiap peluahan petir yang terjadi di dalam awan, antar awan maupun dari awan ke tanah, akan memunculkan radiasi elektrik dengan spektrum frekuensi sangat lebar (dalam orde kHz hingga orde MHz). Oleh sebab itu, petir seringkali menyebabkan gangguan pada saluran transmisi. Gangguan yang disebabkan oleh sambaran langsung (*direct stroke*) pada kawat tanah SUTT adalah fenomena *back flashover*. Fenomena *back-flashover* terjadi bila tegangan pada isolator saluran lebih besar atau sama dengan tegangan kritis lompatan api (*critical flashover*) sehingga lompatan api terjadi pada isolator tersebut.

Dari hasil analisa kondisi grounding pada tower No.62 SUTT 70KV transmisi jurusan Tomohon – Teling berdampak terjadi *Back Flashover*, karena Nilai resistansi pengukuran pentanahan adalah sebesar $7,1 \Omega$ memiliki perbedaan melebihi nilai standar resistansi pentanahan sebesar $\leq 5 \Omega$ dari nilai standar yang di tetapkan.

Kata kunci – *Back Flashover, Kawat tanah, Tahanan pentanahan.*

I. PENDAHULUAN

Petir adalah suatu fenomena alam yang disebabkan karena adanya muatan elektrik di atmosfer yang memiliki

arus sangat besar dan waktu yang sangat singkat sehingga menimbulkan kerusakan yang fatal terutama pada peralatan listrik di udara terbuka. Fenomena alam ini ditandai dengan suara guruh dan kilatan cahaya yang diakibatkan oleh adanya peluahan muatan dalam jumlah besar dan cepat. Ada dua tipe umum peluahan petir yaitu : Petir yang terjadi antara awan dan permukaan tanah dan petir yang terjadi didalam awan dan antar awan.

Setiap peluahan petir yang terjadi di dalam awan, antar awan maupun dari awan ke tanah, akan memunculkan radiasi elektrik dengan spektrum frekuensi sangat lebar (dalam orde kHz hingga orde MHz).

Oleh sebab itu, petir seringkali menyebabkan gangguan pada saluran transmisi. Gangguan petir pada saluran transmisi dapat berupa sambaran langsung (*direct stroke*) dan sambaran tak langsung (*indirect stroke*) yang dapat menyebabkan terganggunya saluran transmisi dalam menghantarkan daya listrik. Pada saluran udara tegangan tinggi gangguan petir umumnya disebabkan oleh sambaran langsung (*direct stroke*) sedangkan sambaran tak langsung (*indirect stroke*) sangat kecil pengaruhnya terhadap sistem kerja saluran udara tegangan tinggi. Sambaran tak langsung (*indirect stroke*) lebih berpengaruh terhadap saluran udara tegangan menengah.

Untuk melindungi kawat-kawat fasa dari sambaran petir pada tower dipasang kawat tanah (*ground wire*). Gangguan yang disebabkan oleh sambaran langsung (*direct stroke*) pada kawat tanah saluran udara tegangan tinggi adalah fenomena *back flashover*. Arus petir yang menyambar pada tower atau kawat tanah akan menyebabkan gelombang berjalan sepanjang kawat tanah kemudian arus surja petir akan mengalir ketanah melalui tower transmisi. Tower transmisi yang pada keadaan normal mempunyai potensial yang sama dengan potensial bumi akan mengalami kenaikan tegangan karena mengalirnya arus surja petir pada impedansi surja tower, impedansi surja kawat, dan resistansi pentanahan. Fenomena *back-flashover* terjadi bila tegangan pada isolator saluran lebih besar atau sama dengan tegangan kritis lompatan api (*critical flashover*) sehingga lompatan api terjadi pada isolator tersebut.

Dari permasalahan tersebut sehingga penulis mengangkat judul “Analisa Daerah Lindung dan *Grounding* Pada Tower Transmisi Akibat Terjadinya *Back Flashover*.”

II. LANDASAN TEORI

Gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrik sangat beragam besaran dan jenisnya. Gangguan dalam sistem tenaga listrik adalah keadaan tidak normal dimana keadaan ini dapat mengakibatkan terganggunya kontinuitas pelayanan tenaga listrik. Secara umum klasifikasi gangguan pada sistem tenaga listrik disebabkan oleh gangguan dari dalam dan dari luar.

Dimana gangguan yang berasal dari dalam merupakan gangguan yang berasal dari dalam sistem itu sendiri, contohnya kerusakan material peralatan akibat proses penuaan, sedangkan gangguan yang berasal dari luar merupakan gangguan dari luar sistem tersebut seperti sambaran petir. Untuk gangguan akibat sambaran petir akan mengakibatkan tegangan lebih pada jaringan.

A. Tegangan Lebih

Dalam pengoperasian sistem tenaga listrik perlu perhatian khusus pada sistem proteksi terhadap tegangan lebih. Tegangan lebih adalah tegangan yang hanya dapat ditahan untuk waktu yang terbatas.

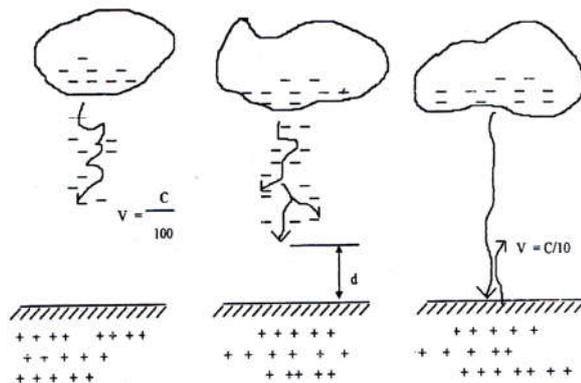
Tegangan lebih berdasarkan sumbernya, ditimbulkan oleh :

- 1) Tegangan lebih petir (*lightning over voltage*) pada peralatan listrik baik sambaran langsung, tidak langsung, maupun secara induksi.
- 2) Tegangan lebih surja hubung (*switching over voltage*) baik akibat operasi penutupan maupun operasi pembukaan saklar.
- 3) Tegangan lebih sementara (*temporary over voltage*) disebabkan gangguan disistem

B. Mekanisme terjadinya petir

Petir merupakan proses alam yang terjadi diatmosfir pada waktu hujan. Muatan akan terkonsentrasi didalam awan atau bagian dari awan dan muatan yang berlawanan akan timbul pada permukaan tanah bawahnya.

Jika muatan bertambah, beda potensial antara awan dan tanah akan naik, maka kuat medan diudara pun akan naik. Jika kuat medan ini melebihi kuat medan di antara awan-awan tersebut maka akan terjadi pelepasan muatan. Lihat gambar 1



Gambar 1 Pelepasan Muatan Listrik

Kuat medan yang diperlukan untuk memulai aliran (*streamer*) adalah $E_B = 10-40$ kV/m, pada awan yang mempunyai ketinggian 1 - 2 km di atas tanah dapat Menghasilkan tegangan 100 MV.

C. Sistem Pentanahan

Pentanahan merupakan salah satu faktor kunci dalam usaha pengamanan (perlindungan) instalasi listrik. Agar sistem pentanahan dapat bekerja dengan efektif, sistem pentanahan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- 1) Membuat jalur impedansi rendah ke tanah untuk pengamanan personil dan peralatan, menggunakan rangkaian yang efektif.
- 2) Dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibat surja hubung (*surge current*).
- 3) Menggunakan bahan tahan korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah, untuk menyakinkan kontinuitas penampilannya sepanjang umur peralatan yang dilindungi.
- 4) Menggunakan sistem mekanik yang kuat namun mudah dalam pelayanan.

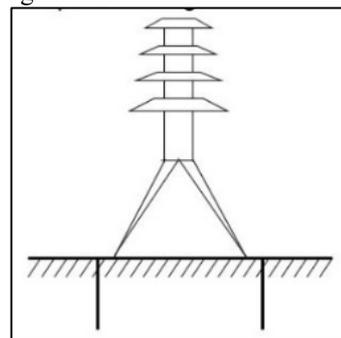
Sistem pentanahan yang baik akan memberikan keandalan pada sistem tenaga listrik, disamping keamanan yang terjaga pada sistem tenaga listrik juga peralatan lain yang mendukungnya.

D. Metode Sistem Pentanahan

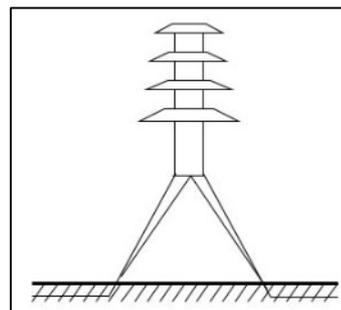
Ada beberapa metode sistem pentanahan yaitu dijelaskan sebagai berikut :

1) Pentanahan dengan *driven ground*

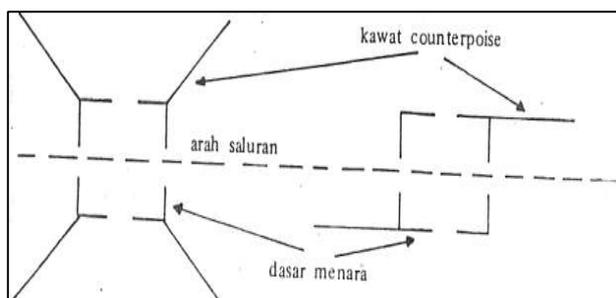
Pentanahan dengan *driven ground* adalah pentanahan yang dilakukan dengan cara menancapkan batang elektroda ke tanah. Lihat gambar 2



Gambar 2 Pentanahan dengan *driven ground*



Gambar 3 Pentanahan dengan *counterpoise*



Gambar 4 Pentanahan menara dengan counterpoise

2) Pentanahan dengan counterpoise

Pentanahan dengan counterpoise adalah pentanahan yang dilakukan dengan cara menanam kawat elektroda sejajar atau radial, beberapa cm dibawah tanah (30 cm – 90 cm). Lihat gambar 3

Pentanahan counterpoise biasanya digunakan apabila resistansi tanah terlalu tinggi dan tidak dapat dikurangi dengan cara pentanahan driven ground, biasanya karena resistivitas tanah terlalu tinggi. Seperti pada gambar 4

3) Pentanahan dengan mesh atau grid

Pentanahan dengan mesh atau grid adalah cara pentanahan dengan jalan memasang kawat konduktor elektroda membujur dan melintang dibawah tanah, yang satu sama lain dihubungkan disetiap tempat sehingga membentuk jala (mesh/grid). Lihat gambar 5

Sistem pentanahan mesh/grid biasanya dipasang di gardu induk dengan tujuan mendapatkan nilai resistansi tanah yang sangat kecil (kurang dari 1 Ω)

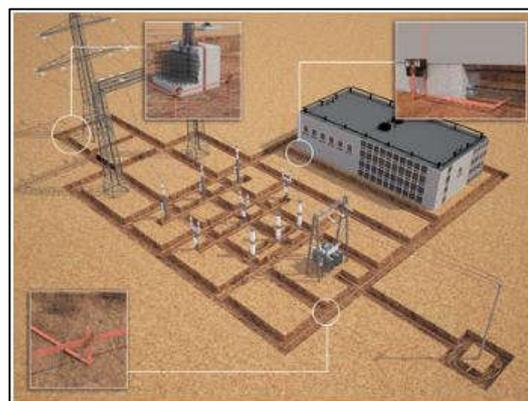
E. Resistansi Kaki Tower

Untuk melindungi kawat fasa terhadap sambaran langsung dari petir digunakan satu atau dua kawat tanah yang terletak di atas kawat fasa dengan sudut perlindungan lebih kecil 18°. Dengan demikian kemungkinan terjadinya loncatan api karena sambaran petir secara langsung dapat diabaikan. Kemungkinan terjadinya locatan balik (back flashover) karena sambaran kilat secara langsung pada puncak tower atau kawat tanah tetap masih ada, dan untuk mengurangnya resistansi kaki tower harus dibuat tidak melebihi 10 Ohm.

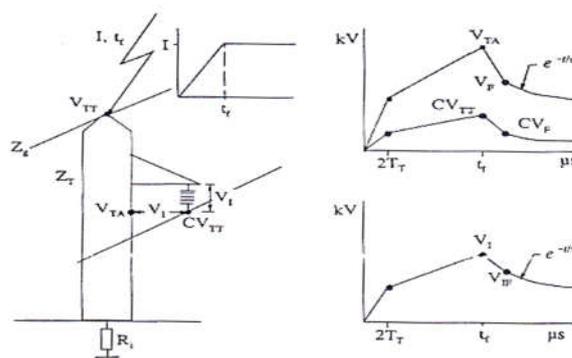
Resistansi kaki tower 10 ohm dapat diperoleh dengan menggunakan satu atau lebih batang pentanahan (ground rod) atau dengan sistem counterpoise. Pemilihan penggunaan batang pentanahan dan atau sistem counterpoise tergantung dari resistansi jenis tanah di mana Tower transmisi tersebut berada.

F. Backflashover

Pada poin ini, kabel tanah atau kawat perisai yang terletak di atas telah terpasang sehingga dapat meminimalkan jumlah sambaran petir yang terjadi pada konduktor fasa. Dan sisanya sebagian besar sambaran dan kilatan sekarang jatuh pada kabel tanah yang terletak di atas.



Gambar 5 Pentanahan Grid / mesh pada gardu induk



Gambar 6 Lonjakan tegangan di tower dan di isolasi.

Sebuah sambaran yang begitu besar aliran tenaga mengalir ke bawah tower dan keluar pada kabel tanah. Sehingga tegangan muncul di saluran isolasi. Jika tegangan ini sama atau melebihi saluran CFO maka, flashover akan muncul. Peristiwa ini disebut backflash. Untuk backflash, tegangan tertinggi adalah di tower bukan pada konduktor dan flashover biasanya terjadi dari tower atau tanah ke konduktor. Lihat gambar 6

$$\begin{aligned}
 V_{TT} &= (K_{SP}K_{TT})I \\
 V_{TA} &= (K_{SP}K_{TA})I \\
 V_F &= R_e I
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

dimana :

- V_{TT} = Tegangan Periode Tower
- V_{TA} = Tegangan Tower A
- V_F = Tegangan Flash

G. Daerah Lindung Tower Transmisi

Sistem proteksi eksternal yang lebih dikenal orang awam dengan sebutan “penangkal petir” adalah instalasi yang dipasang untuk mencegah, menghindari atau mengurangi dampak dari sambaran petir langsung pada objek yang dilindunginya. Secara umum komponen sistem proteksi ini adalah : (1) air terminal/finial, (2) down conductor dan (3) sistem pentanahan.

Ketiga komponen ini ditemukan pada gardu induk dan tower transmisi, sebagai salah satu peralatan proteksi

terhadap tegangan lebih petir. Sambaran langsung pada peralatan gardu atau tower transmisi dapat menyebabkan kerusakan atau penuaan isolasi peralatan yang dapat berdampak pada terhentinya pelayanan daya dalam waktu lama. Untuk itu pada gardu atau tower transmisi dilengkapi oleh kawat tanah / finial dan sistem pentanahan yang baik.

Bentuk *air terminal* adalah batang tegak yang dikenal dengan *franklin rod* atau batang mendatar/kawat tanah. Keduanya dipasang sedemikian rupa agar sambaran petir “mengenainya dan bukan peralatan yang harus dilindunginya” untuk kemudian disalurkan ke tanah melalui *down conductor*.

Down conductor adalah saluran arus petir ke tanah. Biasanya penghantar turun ini mengikuti konstruksi tower atau busbar yang ada pada gardu yang. Ada juga yang menggunakan konduktor lain baik *bare conductor* atau kabel untuk keamanan dan mengurangi tegangan jatuh pada konduktor tersebut.

Sedangkan bentuk sistem pentanahan adalah pentanahan vertikal/*rod*, pentanahan horizontal yang ditanam 50 cm dibawah permukaan tanah atau kombinasi keduanya. Dalam standar ini juga disebutkan bahwa bentuk dan dimensi sistem *grounding* lebih penting dari pada nilai pentanahannya, namun nilai pentanahan yang kecil sangat direkomendasikan. Sistem pentanahan ini dibuat sedemikian rupa dengan tujuan keamanan personil, proteksi arus gangguan, proteksi petir dan untuk kesesuaian elektromagnetik peralatan elektronik.

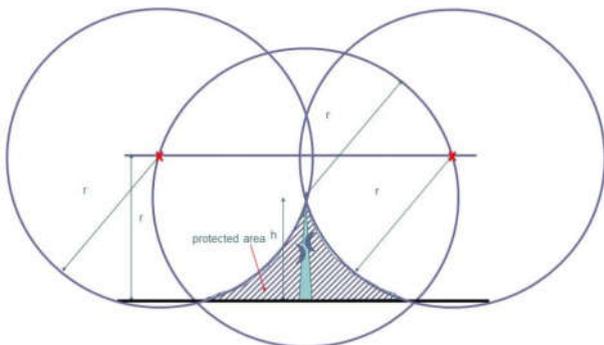
Sudut lindung sebuah *air terminal* dapat diukur dengan menggambarkan daerah lindung dengan metoda bola gelinding dimana sudut lindung adalah sudut diantara garis singgung bola gelinding yang mengenai *air terminal* dengan permukaan tanah. Lihat gambar 7 dan gambar 8. Sudut lindung juga dapat didekati dengan dengan persamaan Hasse dan Wiesinger berikut ini :

$$\varphi = \arcsin \left(1 - \frac{h}{hb} \right) \quad (2)$$

Dimana:

Tinggi struktur (*h*) dalam meter

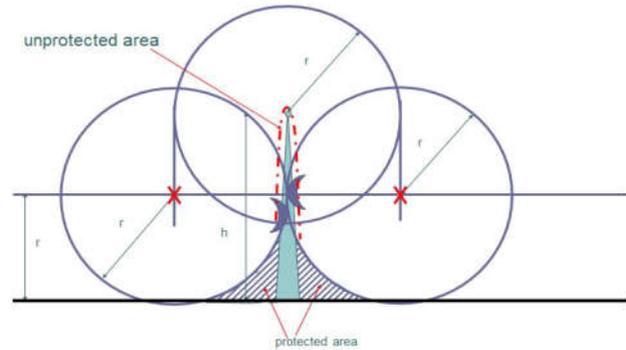
Jarak sambar (*hb*) dalam meter



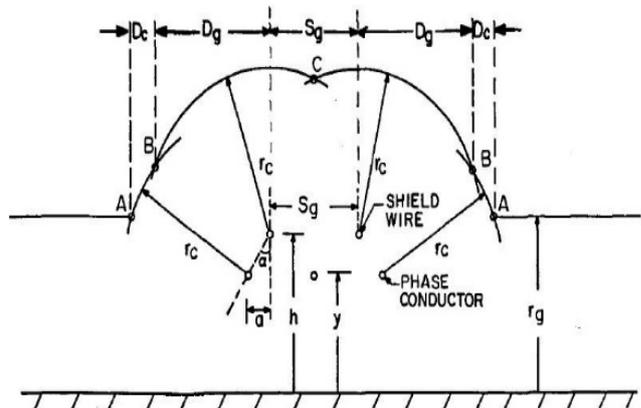
Gambar 7 Daerah lindung finial tegak dengan : $h_B > h$

H. *Perlindungan Menara Transmisi dari Sambaran Langsung*

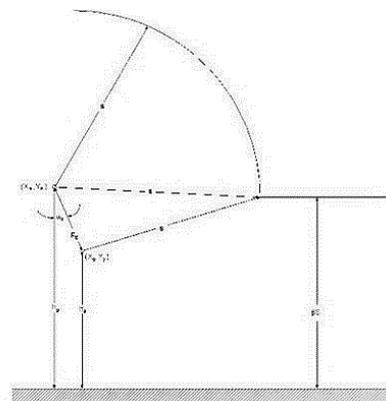
Menara Transmisi adalah target yang mudah untuk disambar petir. Strukturnya yang tinggi dan berada ditempat terbuka adalah penyebabnya. Kawat tanah adalah salah satu komponen sistem proteksi petir yang awam terpasang pada menara transmisi. Idealnya kawat tanah inilah yang akan dikenai sambaran petir, bukan kawat konduktornya. Berikut ini model elektrogeometris dari menara transmisi. Lihat gambar 9



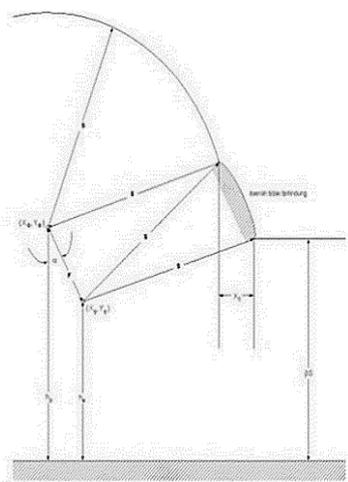
Gambar 8 Daerah lindung finial tegak dengan : $h_B < h$



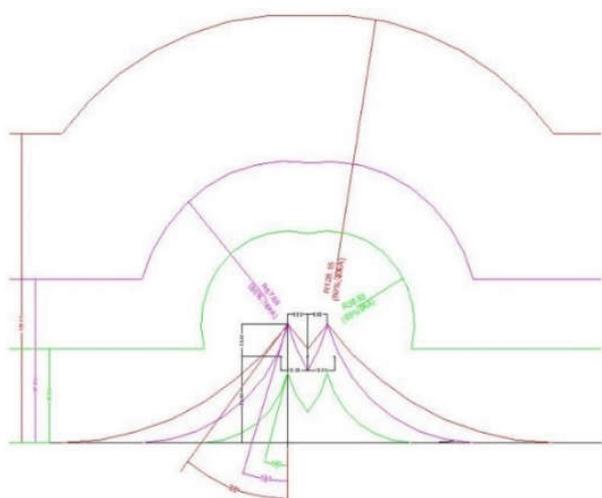
Gambar 9 Model geometris, definisi sudut dan jarak



Gambar 10 Perlindungan kawat tanah sempurna



Gambar 11 Perlindungan kawat tanah tidak sempurna



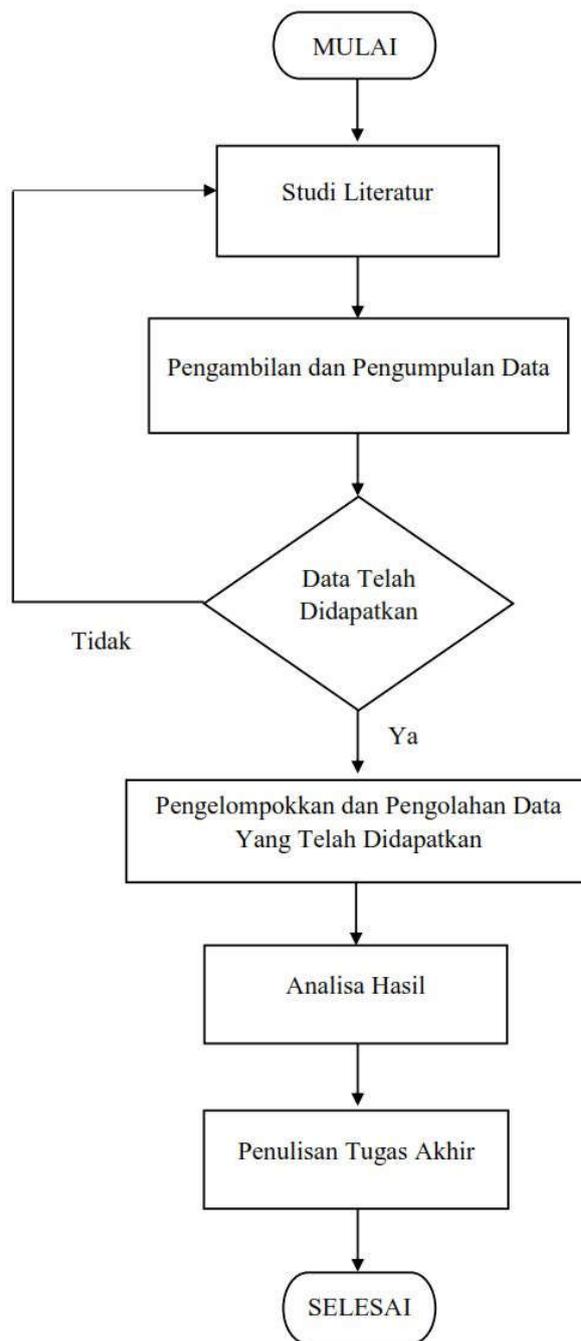
Gambar 12 Sudut lindung pada menara transmisi

Pada perhitungan unjuk kinerja terhadap petir (*lighting performance*) sebuah saluran udara tegangan tinggi, jumlah dan posisi kawat tanah sangat berpengaruh pada laju lewat denyar kegagalan perlindungan (*shielding failure flashover rate*) dan memberikan kontribusi pada laju lewat denyar balik (*back flashover rate*)

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan tahapan-tahapan yang dikaji dengan melakukan pertimbangan studi literatur, pengambilan data, pengolahan data, proses eksekusi/penentuan keputusan, perbaikan atau modifikasi dan eksekusi akhir

Adapun tahapan-tahapan penelitian “Analisa Daerah Lindung dan *Grounding* Pada Tower Transmisi Akibat Terjadinya *Back Flashover*” dapat dilihat pada gambar 13 diagram alir.



Gambar 13 Flowchart Penelitian

TABEL I SAMBARAN PETIR PADA TOWER TRANSMISI

Sambaran Petir	Nomor Tower (dalam radius)			Terdek at
	< 2 km	< 1 km	< 0,5 km	
	51,52,53,5			
2	4,56,57,58, 59,60,61	55,62	-	55

Sumber : PT. PLN (Persero) Wilayah Suluttenggo, AP2B Sistem Minahasa

TABEL II PENGUKURAN NILAI PENTANAHAN TOWER SUTT 70 KV JURUSAN TOMOHON-TELING, NOMOR TOWER 62

Tahanan Pentanahan (ohm)				
A	B	C	D	Paralel
21,2	31,7	17,1	9,2	7,1

Sumber : Pengukuran pentanahani tower pada tower SUTT 70 kV Tomohon-Teling

TABEL III DATA KONSTRUKSI TOWER TRANSMISI 70 KV TYPE SUSPENSION TOWER

Parameter Tower Transmisi	Nilai (m)
Panjang isolator	1,9
Tinggi tower	40,16
Lebar dasar tower	6,28
Jarak Puncak Tower ke :	
1. Lengan atas	3,97
2. Lengan tengah	8,1
3. Lengan bawah	12,16
Panjang Lengan Tower :	
1. Atas	3,8
2. Tengah	3,8
3. Bawah	3,8
Jarak antar konduktor pada :	
1. Lengan tower atas	7,6
2. Lengan tower tengah	7,6
3. Lengan tower bawah	7,6

Sumber : PT. PLN (Persero) Wilayah Suluttenggo, AP2B Sistem Minahasa



Gambar 14 Peta Petir Jaringan Transmisi Tomohon-Teling

TABEL IV JARAK SAMBAR PETIR

No.	Jarak sambar (<i>hb</i>)
1	900 m
2	800 m
3	700 m
4	600 m
5	500 m

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah lindung dan *grounding* pada tower transmisi memiliki peran penting, sehingga dapat mencegah terjadinya *back flashover*. Dimana *back flashover* terjadi akibat sambaran petir yang menyambar kawat perisai yang berada dibagian atas tower transmisi, tegangan yang besar itu mengalir ke bawah menara melalui kawat tanah ke *grounding*. Apabila *grounding* melebihi batas nilai standar yang di tetapkan maka *flashover* akan muncul, peristiwa ini disebut *back flashover*.

A. Menghitung Daerah Lindung Dari Tower Transmisi.

Daerah lindung menyatakan sudut yang dilindungi akibat tower yang terkena sambaran langsung petir. Dalam menghitung daerah lindung suatu tower transmisi maka diperlukan beberapa data atau parameter-parameter yang digunakan untuk menghitungnya.

Untuk menghitung daerah lindung dapat menggunakan rumus pada persamaan 3 :

$$\varphi = \arcsin \left(1 - \frac{h}{hb} \right) \tag{3}$$

Dimana:

1. Tinggi struktur (*h*) = 40.16 meter
2. Jarak sambar petir (*hb*). Tabel IV

maka:

- 1) Dengan jarak sambar 900 meter

$$\begin{aligned} \varphi &= \arcsin \left(1 - \frac{h}{hb} \right) \\ &= \arcsin \left(1 - \frac{40.16}{900} \right) \\ &= \arcsin (0,955) \\ &= 72,819^\circ \end{aligned}$$

- 2) Dengan jarak sambar 800 meter

$$\begin{aligned} \varphi &= \arcsin \left(1 - \frac{h}{hb} \right) \\ &= \arcsin \left(1 - \frac{40.16}{800} \right) \\ &= \arcsin (0,949) \\ &= 71,768^\circ \end{aligned}$$

3) Dengan jarak sambar 700 meter

$$\begin{aligned} \varphi &= \arcsin \left(1 - \frac{h}{hb}\right) \\ &= \arcsin \left(1 - \frac{40,16}{700}\right) \\ &= \arcsin (0,942) \\ &= 70,497^\circ \end{aligned}$$

4) Dengan jarak sambar 600 meter

$$\begin{aligned} \varphi &= \arcsin \left(1 - \frac{h}{hb}\right) \\ &= \arcsin \left(1 - \frac{40,16}{600}\right) \\ &= \arcsin (0,933) \\ &= 68,918^\circ \end{aligned}$$

5) Dengan jarak sambar 500 meter

$$\begin{aligned} \varphi &= \arcsin \left(1 - \frac{h}{hb}\right) \\ &= \arcsin \left(1 - \frac{40,16}{500}\right) \\ &= \arcsin (0,919) \\ &= 66,879^\circ \end{aligned}$$

B. Fenomena Back Flashover

Back flashover terjadi akibat sambaran petir yang menyambar kawat perisai yang berada dibagian atas tower transmisi, tegangan yang besar itu mengalir ke bawah menara melalui kawat tanah ke grounding.



Gambar 15 Sambaran Langsung



Gambar 16 Arus gangguan ditanahkan

Apabila *grounding* melebihi batas nilai standar yang di tetapkan maka *flashover* akan muncul dan menyebabkan gangguan pada saluran transmisi. Dapat dilihat pada gambar 15,16,17,18 fenomena terjadinya *back flashover*

C. Pengukuran Dengan Earth Tester

Dari hasil pengukuran yang dapat dilihat bahwa nilai tahanan yang didapatkan melebihi standar nilai *grounding* dari *IEEE Std 80-2000*

Dimana nilai resistansi pengukuran pada Tabel V sebesar 7,1 Ω memiliki perbedaan melebihi nilai standar resistansi pentanahan sebesar ≤ 5 Ω, jika terdapat perbedaan dari nilai tersebut maka akan terjadi peristiwa yang dinamakan *back flashover* yang dikarenakan akibat sambaran petir yang menyambar kawat perisai yang berada dibagian atas tower transmisi.

TABEL V PENGUKURAN TAHANAN PENTANAHAN TOWER

Tahanan Pentanahan (ohm)				
A	B	C	D	Paralel
21,2	31,7	17,1	9,2	7,1



Gambar 17 Terjadinya backflash over



Gambar 18 Gangguan pada saluran transmisi

D. Akibat dan Pencegahan *Back Flashover*

Apabila keadaan *grounding* melebihi batas nilai standar yang ditetapkan yaitu kurang dari 10 Ω maka *flashover* akan muncul, peristiwa ini disebut *back flashover*. Jika peristiwa ini terjadi akan mengakibatkan gangguan pada sistem transmisi antara lain sebagai berikut :

- 1) Gangguan Beban Lebih
- 2) Gangguan Hubung Singkat (*Short Circuit*)
- 3) Gangguan Tegangan Lebih
- 4) Gangguan kurangnya daya
- 5) Gangguan ketidakstabilan (*instability*)

Untuk pencegahan *Back Flashover* dapat dilakukan dengan cara perawatan rutin. Kerusakan yang terjadi akibat sambungan pada baut-baut yang kendur dan bagian elektroda yang sudah korosi. Untuk mempertahankan kondisi optimal kinerja *system grounding*, tahanan *grounding* menara diukur dengan metode yang telah dijelaskan sebelumnya, apabila tahanan tower bernilai tinggi akan masuk dalam daftar perbaikan. Solusi untuk pentanahan *grounding* yang masih tinggi dapat diperkecil dengan cara memperdalam batang pentanahan atau menambah jumlah batang pentanahan agar memenuhi standar resistansi pentanahan sebesar $\leq 5 \Omega$.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisa dan pembahasan diperoleh kesimpulan adalah sebagai berikut :

- 1) Dari hasil analisa kondisi *grounding* pada tower No.62 SUTT 70KV transmisi jurusan tomohon – teling berdampak terjadi *Back Flashover*.
- 2) Dari hasil perhitungan sudut lindung dengan perbandingan jarak sambar apabila semakin pendek jarak sambar petir terhadap tower transmisi, maka semakin kecil sudut lindung tower tersebut.
- 3) Nilai resistansi pengukuran pentanahan adalah sebesar 7,1 Ω memiliki perbedaan melebihi nilai standar resistansi pentanahan sebesar $\leq 5 \Omega$.

B. Saran

Setelah melakukan penelitian ini dapat diberikan saran sebagai berikut :

- 1) Pada tugas akhir ini, resistansi pentanahan suatu tower transmisi mempunyai dampak yang besar terhadap terjadinya gangguan pada saluran transmisi khususnya gangguan akibat sambaran petir. Oleh karena itu nilai dari resistansi pentanahan dari tower transmisi perlu diperhatikan.
- 2) Untuk memperkecil resistensi tanah sebaiknya kalau ada rumput ilalang yang ada dipermukaan tanah sebaiknya dibersihkan terlebih dahulu karena rumput tersebut dapat menambah jumlah resistensi tanah.

KUTIPAN

- [1] A. R. Hileman. *Insulation Coordinate for Power System*. New York: Marcel Dekker Inc.
- [2] Dr. Ir. D. D. Gitokarsono. Konsep Dasar Sistem Penangkal Petir Eksternal & Internal Terintegrasi (*Integrated Lightning Protection System-ILPS*). Teknik Tegangan dan Arus Tinggi, Elektro ITB.
- [3] K. Abdul. *Transmisi Tenaga Listrik*. Jakarta: UI-Press. 1998.
- [4] M. Syariffuddin. *Teknik Tegangan Tinggi : Petir dan Permasalahannya*. Diktat Kuliah. Jurusan Teknik Elektro ITS, Surabaya. 2007.
- [5] M. Syariffuddin. *Teknik Tegangan Tinggi*. Handout Kuliah, Jurusan Teknik Elektro ITS, Surabaya. 2007.
- [6] PUIL (Peraturan Umum Instalasi Listrik). 2000.
- [7] Z. H. Reynaldo. *Proteksi Terhadap Tegangan Lebih Petir Pada Sistem Tenaga Listrik*. Catatan Kuliah, Departemen Teknik Elektro ITB, Bandung. 2004.



Renaldi Powel Luntungan lahir di Manado, 14 Agustus 1993, memulai pendidikan Strata 1 pada tahun 2011. Di Universitas Sam Ratulangi, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro mengambil konsentrasi minat Tenaga Listrik.

Penulis pernah mengambil kerja praktek di PT. Industri Kapal Indonesia selama 2 bulan.