



Analisis Pemasangan *Multirod Grounding* Pada Ruas SUTT 70 kV Sunyaragi-Kuningan

Nurul Maghfiroh Mucharomah*, Agung Nugroho, Sumardi Sumardi

Program Studi Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

*)Corresponding author: nurulmm30@gmail.com

(Received: February 5, 2024; Accepted: February 27, 2024)

Abstract

Analysis of Multirod Grounding Installation on the 70 kV SUTT Sunyaragi-Kuningan Section. Grounding at the leg of the tower is used to transmit overvoltage to the ground so as to reduce the possibility of disturbances caused by overvoltage such as disturbances due to lightning strikes. One of the efforts to speed up the distribution of lightning current to the ground is to add a rod at the leg of the tower so that if a lightning strike occurs the tower will quickly be grounded. Besides that, adding a rod at the leg of the tower also has the potential to reduce the grounding value on the High Boltage Power Lines (SUTT) 70 kV Sunyaragi-Kuningan section is installing a multi-rod grounding. Multirod grounding is the planting of three additional electrodes installed so that they are then connected to each leg of the tower. The measurement results for the installation of multi-rod grounding were processed using the Paired Samples t-Test method and resulted in the conclusion that the installation of multi-rod grounding on the SUTT 70 kV Sunyaragi-Kuningan section had a significant effect on decreasing the value of grounding with an accuracy of more than 95%.

Keywords: *multirod grounding, SUTT 70 kV, Paired Samples t-Test*

Abstrak

Pentanahan pada kaki *tower* digunakan untuk menyalurkan tegangan lebih ke tanah sehingga dapat mereduksi kemungkinan terjadinya gangguan yang diakibatkan oleh tegangan lebih, seperti gangguan akibat sambaran petir. Salah satu upaya untuk mempercepat penyaluran arus petir ke tanah adalah dengan menambah *rod* pada kaki *tower* sehingga apabila terjadi sambaran petir pada *tower* akan cepat untuk diketanahkan. Selain itu, menambah *rod* pada kaki *tower* juga berpotensi untuk menurunkan nilai resistansi pada *tower* sehingga dapat memperkecil tegangan petir yang melewati *tower* transmisi. Sehingga pada ruas SUTT 70 kV Sunyaragi-Kuningan dilakukan pemasangan *multirod grounding* sebagai upaya untuk menurunkan nilai pentanahan kaki *tower* pada ruas tersebut. *Multirod grounding* merupakan penanaman tiga buah elektroda tambahan yang dipasang sedemikian rupa kemudian dihubungkan dengan setiap kaki *tower*. Hasil pengukuran pemasangan *multirod grounding* diolah menggunakan metode *Paired Samples t-Test* dan menghasilkan kesimpulan bahwa pemasangan *multirod grounding* pentanahan pada ruas SUTT 70 kV Sunyaragi-Kuningan berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan nilai pentanahan dengan akurasi lebih dari 95%.

Kata kunci: *multirod grounding, SUTT 70 kV, Paired Samples t-Test*

How to Cite This Article: Mucharomah, N. M., Nugroho, A., Sumardi, S. (2024). Analisis Pemasangan *Multirod Grounding* Pada Ruas SUTT 70 kV Sunyaragi-Kuningan. *JPII*, 2(1), 26-31. DOI: <https://doi.org/10.14710/jpii.2024.23916>

PENDAHULUAN

Pentanahan pada kaki *tower* merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam sebuah desain menara transmisi. Pentanahan digunakan untuk menyalurkan tegangan lebih ke tanah sehingga dapat mereduksi kemungkinan terjadinya gangguan yang diakibatkan oleh tegangan lebih, seperti gangguan akibat sambaran petir.

Meskipun telah terpasang pentanahan kaki *tower* pada ruas SUTT, ternyata masih berpotensi terjadi gangguan akibat sambaran petir, salah satu penyebabnya adalah tingginya tingkat kerapatan petir pada suatu wilayah sehingga diperlukan perkuatan pentanahan yaitu dengan menambah jumlah elektroda yang dapat memperkecil nilai resistansi kaki *tower* dan dapat digunakan untuk mempercepat proses pembuangan arus petir ke tanah. (Luntungan et al., 2018). Seperti yang terjadi pada ruas SUTT 70 kV Sunyaragi-Kuningan, ruas ini berada di wilayah Cirebon dengan kerapatan petir rata-rata pada tahun 2021 adalah sebesar 6,77 dengan kerapatan petir tertinggi terjadi pada bulan April yaitu sebesar 19,28 (BMKG, 2021). Sehingga dampak yang ditimbulkan akibat tingginya jumlah sambaran petir pada ruas SUTT 70 kV Sunyaragi-Kuningan adalah tingginya kemungkinan potensi gangguan akibat sambaran petir. Adapun histori gangguan yang terjadi selama tahun 2016 sampai dengan tahun 2022 sudah terjadi 11 kali gangguan yang mengakibatkan terganggunya pasokan listrik pada wilayah tersebut (PT PLN (Persero), 2022).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi frekuensi gangguan akibat petir pada ruas SUTT 70 kV Sunyaragi-Kuningan adalah dengan melakukan pemasangan *multirod grounding*, yaitu dilakukan penambahan tiga buah elektroda per kaki *tower* untuk menurunkan nilai resistansi kaki *tower* agar mendapatkan nilai yang jauh lebih kecil dari standar resistansi yang diizinkan sesuai dengan SPLN 2020 yaitu maksimal 10 ohm pada *tower* SUTT 70 kV pada umumnya dan ≤ 3 ohm untuk lima *tower* pertama dari Gardu Induk (PT PLN (Persero), 2020).

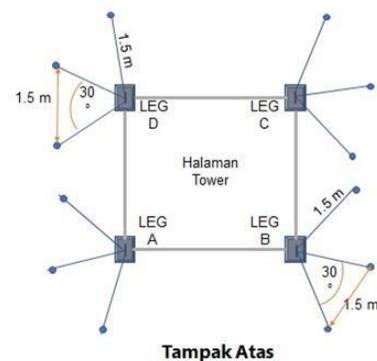
Penambahan *rod* pada kaki *tower* berfungsi untuk menurunkan nilai resistansi sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu upaya untuk mempercepat penyaluran arus petir ke tanah apabila terjadi sambaran petir ke *tower*. Penurunan nilai resistansi pada *tower* juga dapat memperkecil tegangan petir yang melewati *tower* transmisi sehingga diharapkan dapat menurunkan potensi gangguan yang diakibatkan oleh sambaran petir.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui desain, kebutuhan anggaran, proses

pemasangan, serta pengaruh pemasangan *multirod grounding* pada ruas SUTT 70 kV Sunyaragi-Kuningan.

METODE PENELITIAN

Desain yang digunakan untuk memasang *multirod grounding* pada ruas SUTT 70 kV Sunyaragi-Kuningan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain *multirod grounding*

Material yang dibutuhkan untuk membuat *multirod grounding* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Material pemasangan *multirod grounding*

No	Material	Satuan	Jumlah
1	EW GSW 55 mm ²	meter	30
2	Besi siku (50 x 50 mm)	meter	1,4
3	Pipa Galvanis Medium 1,5 SNI (diameter 1,5", tebal 3,2 mm)	batang	3
4	Sepatu Kabel Aluminium (ukuran menyesuaikan ukuran EW, lubang baut 12 mm)	buah	24
5	Mut Baut Galvanis Full Drat M12 x 60 (diameter baut 12 mm, panjang 60 mm)	buah	28

Tahapan proses pemasangan *multirod grounding* pada ruas SUTT 70 kV Sunyaragi-Kuningan dibagi menjadi tiga tahap, yaitu:

a. Persiapan

Tahapan persiapan meliputi survei kondisi di lapangan dan pembuatan JSA (*Job Safety Analysis*) untuk memetakan risiko yang mungkin terjadi selama proses pelaksanaan pekerjaan (Mathis & Jackson, 2002; Bhastary & Suwardi, 2018). Tahapan pembuatan JSA dibagi menjadi tiga tahap yaitu menyusun deskripsi

risiko, penilaian risiko dan pengendalian risiko. Deskripsi risiko pada proses pekerjaan pemasangan *multirod grounding* di ruas SUTT 70 kV Sunyaragi-Kuningan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Deskripsi risiko

No	Tahap Pekerjaan	Potensi Bahaya
1	Persiapan pekerjaan	Personil tertimpa peralatan saat mempersiapkan peralatan kerja, saat perjalanan ke lokasi kerja dapat terpeleset/tergelincir, jatuh, tertabrak kendaraan yang lewat dan dapat membuat peralatan rusak
2	Pemasangan rod pipa ke dalam tanah	Terbentur, tertimpa alat kerja, dehidarsi, terpapar sinar matahari secara langsung dalam waktu yang lama, merusak tanaman warga, tergigit hewan liar, peralatan berfungsi kurang maksimal
3	Pemasangan GSW dari rod yang sudah tertanam ke <i>body tower</i>	Ketika pemasangan GSW dari rod ke <i>body tower</i> berpotensi terjepit peralatan kerja, kejatuhan material, terbentur material kerja, tersandung material
4	Perapihan peralatan, area kerja dan selesai pekerjaan	Berpotensi terpeleset karena kondisi tanah licin, tersandung batu atau material

Dari deskripsi risiko yang terdapat pada Tabel 2 dapat digunakan untuk menentukan skoring dan upaya pengendalian risiko setelah dilakukan penilaian. Metode penilaian risiko yang digunakan pada pekerjaan pemasangan *multirod grounding* adalah metode semikuantitatif, di mana deskripsi dari parameter yang digunakan dinyatakan dalam bentuk nilai (Kinney & Wiruth, 1976). Metode penilaian risiko yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Penilaian risiko

No	Tahap Pekerjaan	Nilai Risiko			Nilai Risiko
		Peluang	Pemaparan	Akibat	
1	Persiapan pekerjaan	Mungkin terjadi (6)	Tidak sering (2)	Perawatan medis (3)	Menengah (36)
2	Pemasangan rod pipa ke dalam tanah	Mungkin terjadi (6)	Tidak sering (2)	Perawatan medis (3)	Menengah (36)
3	Pemasangan GSW dari rod yang sudah	Mungkin terjadi (6)	Tidak sering (2)	P3K (1)	Rendah (12)

4	Perapihan peralatan, area kerja dan selesai pekerjaan	Mungkin terjadi (6)	Tidak sering (2)	P3K (1)	Rendah (12)
---	---	---------------------	------------------	---------	-------------

Setelah dilakukan penilaian risiko pada pekerjaan pemasangan *multirod grounding* yang ditampilkan pada Tabel 3, maka dapat disusun pengendalian risiko yang dapat dilakukan sebagai upaya untuk meminimalisir maupun mengeliminasi terjadinya risiko dalam proses pelaksanaan pekerjaan. Pengendalian risiko dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengendalian risiko

No	Tahap Pekerjaan	Upaya Pengendalian
1	Persiapan pekerjaan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Waspada dan hati-hati, gunakan jalur yang aman 2. Pengawasan K3 lebih intens 3. Menggunakan APD yang layak pakai 4. Menggunakan helm safety 5. Melakukan <i>briefing</i>
2	Pemasangan rod pipa ke dalam tanah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Waspada dan hati-hati 2. Pengawasan K3 lebih intens 3. Menggunakan <i>safety shoes</i>, helm <i>safety</i>, <i>wearpack</i> 4. Bekerja sesuai SOP/IK 5. Menggunakan <i>Tool Set</i> yang sesuai untuk memasang rod ke dalam tanah 6. Konsumsi makanan yang cukup dan banyak minum air putih 7. Hindari bekerja terpapar sinar matahari langsung terlalu lama 8. Menggunakan <i>sun block</i>
3	Pemasangan GSW dari rod yang sudah tertanam ke <i>body tower</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Waspada dan hati-hati 2. Pengawasan K3 lebih intens 3. Menggunakan <i>safety shoes</i>, helm <i>safety</i>, <i>wearpack</i> 4. Bekerja sesuai SOP/IK 5. Menggunakan <i>Tool Set</i> yang sesuai untuk memasang GSW dari rod ke <i>body tower</i>

4	Perapihan peralatan, area kerja dan selesai pekerjaan	1. Waspada dan hati-hati 2. Pengawasan K3 lebih intens 3. Menggunakan <i>safety shoes, warepack</i> , helm 4. Melakukan <i>closing briefing</i> 5. Memastikan tidak ada peralatan kerja yang tertinggal 6. Memasukkan sisa pekerjaan (sarung tangan, masker dan majun) ke dalam <i>trash bag</i>
---	---	---

- b. Proses pelaksanaan pekerjaan
 Proses pelaksanaan pekerjaan terdiri dari empat tahap, yaitu:
 - 1) Persiapan lokasi pekerjaan.
 - 2) Proses penanaman *rod* ke dalam tanah dengan kedalaman 2 meter.
 - 3) Proses pemasangan koneksi *earth wire* dari *rod* ke *body tower*.
 - 4) Pekerjaan *finishing*, meliputi perapihan dan pembersihan lokasi pekerjaan.
- c. Pembuatan Berita Acara Serah Terima Pekerjaan BAST)

BAST merupakan dokumen legal untuk menyerahkan hasil pekerjaan yang telah selesai dilaksanakan oleh penyedia barang/jasa kepada pemberi kerja sebagai syarat pembayaran kontrak.

Metode analisis data pada penelitian ini dilakukan secara kuantitatif untuk menentukan apakah hasil pemasangan *multirod grounding* berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan resistansi pada SUTT 70 kV Sunyaragi-Kuningan. Metode yang digunakan untuk mengolah data pada penelitian ini adalah metode *Paired Samples t-Test* (Widyanto, 2013).

Metode *Paired Samples t-Test* merupakan alat bantu untuk menguji hipotesis pada dua sampel yang sama tetapi memiliki perlakuan yang berbeda. Sehingga dalam satu sampel memiliki dua data yang dapat diolah yaitu data sebelum dilakukan *treatment* dan data setelah dilakukan *treatment*.

Persamaan untuk menentukan nilai *Paired Samples t-Test* adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan nilai t hitung

$$t_{hit} = \frac{\bar{D}}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} \tag{1}$$

$$SD = \sqrt{var}$$

$$var(s^2) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Dimana :

t_{hit} = nilai t hitung

\bar{D} = rata-rata selisih pengukuran 1 dan 2

SD = standar deviasi selisih pengukuran 1 dan 2

n = jumlah sample

- b. Menentukan nilai signifikansi α

Nilai signifikansi dinotasikan dengan $100(1-\alpha)\%$.

Standar yang dipakai untuk menentukan tingkat signifikansi adalah 5% (tingkat kepercayaan 95%) atau 10% (tingkat kepercayaan 90%), yang berarti nilai α yang digunakan adalah 0,05 atau 0,10.

- c. Membandingkan t_{hit} dengan $t_{tab} = a; n-1$

Wilayah kritik dalam metode *Paired Samples t-Test* dibagi menjadi dua yaitu:

- 1) $T_{hit} < t_{a;(n-1)}$ yang berarti tidak terdapat perbedaan secara signifikan (terima H_0)
- 2) $T_{hit} > t_{a;(n-1)}$ yang berarti terdapat perbedaan secara signifikan (tolak H_0)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pekerjaan pemasangan *multirod grounding* kegiatan pengukuran dilakukan sebanyak dua kali, yaitu sebelum dan setelah dilakukan pemasangan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar perubahan resistansi pada tiap kaki *tower* yang dilakukan pemasangan *multirod grounding*. Hasil pengukuran pentanahan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengukuran resistansi kaki *tower* sebelum dan sesudah dilakukan pemasangan *multirod grounding*

No Tower	Kondisi Sebelum (Ω)				Kondisi Sesudah (Ω)			
	A	B	C	D	A	B	C	D
T.1	0,41	15,07	7,23	4,89	0,95	0,35	3,3	0,56
T.2	0,41	15,07	7,23	4,89	0,38	1,08	0,58	1,7
T.3	2,89	2,45	4,74	6,68	0,61	0,81	0,72	0,51
T.4	2,38	2,47	5,19	5,07	0,46	0,7	0,66	0,84
T.5	1,91	5,61	2,97	1,29	0,47	0,52	0,59	0,15
T.6	14,74	2,35	3,63	8,5	1,06	0,4	0,64	0,77
T.7	17,06	5,04	9,85	7,07	0,63	1,44	0,9	1,28
T.8	2,73	4,85	2,79	11,54	0,24	0,46	1,08	0,44
T.12B	2,26	4,09	2,67	2,86	0,91	0,83	0,91	0,61
T.13	4,22	3,21	3,02	5,19	3,04	1,85	1,83	1,23
T.14	1,31	4,76	12,68	7,26	0,4	1,27	0,82	1,7
T.15	3,71	4,21	3,73	1,7	0,31	0,14	0,2	0,53
T.16	4,85	3,5	2,23	2,36	0,35	0,16	0,65	0,61
T.17	4,71	3,3	4,07	2,75	0,94	0,6	1,12	0,9
T.18	3,14	2,68	3,98	4,26	0,84	0,71	0,88	0,87
T.19	2,59	2,29	2,08	13,76	1,07	1,27	1,63	1,26
T.20	6,42	3,08	4,99	6,84	0,67	1,02	0,85	1,61
T.21	7,22	3,92	3,98	5,45	0,88	1,35	1,05	1,06
T.22	10,21	3,64	2,8	2,2	0,81	1,22	1,36	1,09
T.23	4,6	3	1,26	5,99	0,67	0,28	0,27	0,15
T.24	4,56	4,09	3,58	3,08	0,36	0,38	0,25	0,36
T.25	7,75	3,4	6,15	5,15	0,95	1,98	1,65	1,56
T.26	5,34	2,52	3,7	2,97	2,43	3,21	2,58	2,91
T.37	4,24	6,55	3,19	3,45	2,13	1,84	2,05	2,38
T.38	7,72	6,2	7,14	6,03	4,12	4,55	3,13	3,77
T.39	2,57	2,57	7,15	4,87	0,81	0,76	0,73	0,18
T.59	2,09	2,43	5,71	2,1	0,57	0,78	0,45	0,47
T.60	1,97	2,95	3,37	8,04	0,53	0,38	0,57	0,88
T.72	1,95	2,4	1,19	1,19	0,54	0,72	0,65	0,53
T.73	2,09	1,11	1,01	1,02	1,15	0,99	0,84	0,69
T.74	1,43	2,18	1,08	1,24	0,66	1,67	0,58	0,34
T.75	1,81	1,06	1,07	1,05	0,62	0,56	0,35	0,3
T.76	1,49	1,36	1,54	1,63	0,15	0,12	0,12	0,78
T.77	1,24	1,17	1,09	1,7	0,14	0,13	0,32	0,08
T.78	2,48	2,58	2,76	3,18	0,35	0,38	0,18	0,32
T.79	3,36	3,59	2,68	2,66	1,74	1,3	0,77	0,97
T.80	6,38	8,62	4,53	6,32	1,74	0,36	0,75	0,86
T.81	3,2	3,23	2,63	2,2	0,38	0,69	0,91	0,45
T.82	11,59	10,36	8,12	9,71	1,01	0,57	0,45	0,45
T.83	7,01	8,91	2,32	8,13	0,88	0,73	1,01	0,78
T.84	5,3	5,29	3,22	3,01	0,77	0,35	1,888	0,93
T.85	2,95	4,05	5,42	8,64	0,71	0,79	0,36	0,89
T.86	8,29	3,85	5,64	5,64	0,72	0,51	0,48	0,89
T.87	2,46	2,56	2,02	2,02	1,08	1,64	1,12	1,16
T.88	2,51	2,06	3,35	3,41	1,09	1,07	0,85	1,91

T.89	1,23	1,37	2,22	2,44	0,01	0,12	0,05	0,04
T.90	2,49	2,5	2,56	2,66	0,65	0,41	0,6	0,36
T.91	2,57	1,55	1,09	1,07	0,23	0,7	0,44	0,12
T.92	3,36	3,1	7,15	3,07	0,76	0,83	0,73	0,9

Perbandingan hasil pengukuran pentanahan kaki tower pada Tabel 5 akan digunakan untuk menghitung efektivitas dari pemasangan MRG pada ruas SUTT 70 kV Sunyaragi-kuningan menggunakan metode *paired samples t-Test* yang tersedia pada Ms. Excel. Hasil simulasi yang didapatkan dari Ms. Excel tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengolahan data menggunakan metode *paired samples t-Test*

Uraian	Kondisi Sebelum	Kondisi Sesudah
Mean	4,173282051	0,903015385
Variance	8,816566492	0,547105005
Observations	195	195
Pearson Correlation	0,168011369	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	194	
t Stat	15,5490516	
P(T<=t) one-tail	3,09836E-36	
t Critical one-tail	1,652745977	
P(T<=t) two-tail	6,19672E-36	
t Critical two-tail	1,972267533	

Kesimpulan yang didapat dari hasil pengolahan data pada Ms Excel yang terdapat pada Tabel 6, dapat dilihat pada Tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7. Kesimpulan hasil *paired sample t-Test*

Uraian	Nilai
df/derajat kebebasan (n-1)	194
Alpha	0,05
kriteria pengujian	
tolak H0 jika nilai [t hitung] > t table	
t hitung (t start)	15,5490516
t tabel (t critical)	1,972267533
atau	
Nilai P-Value (sig) < alpha	
P value	6,19672E-36
Alpha	0,05
Kesimpulan :	tolak H0

Hasil yang ditampilkan pada Tabel 7 menunjukkan bahwa pemasangan *multirod grounding* pada ruas SUTT 70 kV Sunyaragi-Kuningan memiliki pengaruh penurunan resistansi yang signifikan dengan tingkat akurasi lebih dari 95%.

KESIMPULAN

Multirod grounding pada ruas SUTT 70 kV Sunyaragi-Kuningan didesain menggunakan tiga buah rod yang dikoneksikan secara paralel terhadap kaki tower dengan sudut ideal 30° dan jarak antar rod sepanjang 1,5

meter. Pada proses pemasangan *multirod grounding* memiliki empat tahap pekerjaan meliputi: persiapan, pemasangan rod ke tanah, pengkoneksian rod ke kaki tower, dan pekerjaan pembersihan lokasi pekerjaan. Hasil pengukuran setelah dilakukan pemasangan *multirod grounding* diuji menggunakan metode *paired samples t-Test* dan didapatkan hasil bahwa pemasangan *multirod grounding* pada ruas SUTT 70 kV Sunyaragi-Kuningan memiliki pengaruh yang signifikan untuk menurunkan nilai resistansi tower dengan tingkat akurasi lebih dari 95%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada PT. PLN (Persero) UPT Cirebon atas data-data yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan jurnal ini dengan baik dan tepat waktu.

DAFTAR PUSTAKA

Arfianto, T., & Salam, A. I. (2019). Analisis Tahanan Pentanahan Kaki Tower SUTT 70 kV Rute Cigereleng-Majalaya. *PROtek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 06. doi:http://dx.doi.org/10.33387/protk.v6i1.777

Badan Standar Nasional. (2000). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*. Jakarta: Badan Standar Nasional.

Bhastary, M. D., & Suwardi, K. (2018). Analisis Pengaruh Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dan Lingkungan Kerja terhadap Kinerja Karyawan di PT. Samudera Perdana. *Jurnal manajemen dan Keuangan*, 7, 47-60. doi:10.33059/jmk.v7i1.753

BMKG. (2021). *Analisis Sambaran Petir di Jawa Barat Bulan Januari 2021 - Desember 2021*. Bandung: Stasiun Geofisika Bandung.

Kinney, G. F., & Wiruth, A. D. (1976). *Practical Risk Analysis for Safety Management. Technical Publication 5865*.

Luntungan, R. P., Patras, L. S., & Mangindaan, M. C. (2018). Analisa Daerah Lindung Grounding Pada Tower Transmisi Akibat Terjadinya Back Flashover. *Journal Teknik Elektro*, 7(3), 2301-8402. Retrieved Mei 10, 2023, from https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdanko m/article/download/20766/20444

Mathis, R., & Jackson, J. (2002). *Human Resource management: Manajemen Sumber Daya Manusia*. (D. Angelia, Trans.) Jakarta: Salemba Empat.

Pranatali, D., Gunawan, & Nugroho, D. (2022). Analisa Kelayakan Pentanahan Tower Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV Jelok - Bringin Menggunakan Metode Komparasi. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasi)*, 8, 370-381. doi:https://doi.org/10.24036/jtev.v8i2.114321

- PT PLN (Persero). (2020). SPLN T5.012: 2020. In P. P. (Persero), *Peraturan Direksi PT PLN (persero) No. 0053.P/DIR/2020* (pp. 10-11). Jakarta: PT PLN (Persero).
- PT PLN (Persero). (2022). *DATA SAMBARAN PETIR DI WILAYAH UPT CIREBON TAHUN 2016-2022*. Cirebon: PT PLN (Persero) UPT Cirebon.
- Tamahullah, G., & Fauziah, D. (2021). Analisis Tahanan Pentanahan pada Kaki Tower SUTT 150 kV Jatiluhur-Padalarang Institut Teknologi Nasional. *Prosiding Seminar Nasional Energi, Telekomunikasi dan Otomasi (SNETO)* (pp. 346-353). Bandung: Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Widodo, M. S., Suyanto, M., & Santoso, G. (2019). Sistem Perbaikan Nilai Tahanan Pentanahan Kaki Menara Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 kV Kentungan-Medari. *Jurnal Elektrikal*, 5(1), 72-80. Retrieved April 12, 2023, from <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/elektrikal/article/view/2576>
- Widyanto, M. A. (2013). *Statistika Terapan. Konsep dan Aplikasi dalam Penelitian Bidang Pendidikan, Psikologi dan Ilmu Sosial Lainnya*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.