

KAJIAN KUAT MEDAN LISTRIK PADA KONFIGURASI HORIZONTAL SALURAN TRANSMISI 150 KV

I.P.H. Wahyudi¹, A.A.N.Amrita², W.G. Ariastina³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Email : tuendera@gmail.com¹, ngr_amrita@ee.unud.ac.id², w.ariastina@unud.ac.id³

Kajian kuat medan listrik pada konfigurasi horisontal saluran transmisi 150 kV dilakukan untuk menganalisis karakteristik hasil pengukuran kuat medan listrik yang ditimbulkan saluran transmisi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dengan melakukan perhitungan kuat medan listrik dan melakukan pengukuran langsung di lokasi pengukuran. Perhitungan dan pengukuran kuat medan listrik menggunakan 7 titik yang berada di bawah konduktor saluran transmisi 150 kV. Selanjutnya, dilakukan analisis karakteristik hasil perhitungan dan pengukuran kuat medan listrik. Hasil perhitungan kuat medan listrik tertinggi berada di lokasi 3 sebesar 4040 V/m dan hasil pengukuran tertinggi kuat medan listrik terjadi di lokasi 3 sebesar 5387 V/m. Hasil perhitungan dan pengukuran tertinggi di lokasi ini disebabkan oleh jarak konduktor terhadap tanah lebih dekat dari lokasi yang lain. Karakteristik bentuk hasil perhitungan kuat medan listrik dengan jarak yang sama dari pusat titik perhitungan sama, disebabkan tegangan masing-masing fase tetap. Karakteristik hasil pengukuran kuat medan listrik pada masing-masing titik pengukuran berbeda. Perbedaan karakteristik tersebut disebabkan oleh waktu pengukuran kuat medan listrik di masing-masing titik pengukuran berbeda, sehingga tegangan pada masing-masing fase berubah-ubah.

Kata Kunci : Saluran Transmisi, Medan Listrik, Konfigurasi Horisontal.

1. PENDAHULUAN

Penyaluran tegangan tinggi ini dimaksudkan untuk mengurangi rugi-rugi yang terjadi saat penyaluran tenaga listrik yang disebabkan oleh jarak yang jauh dari pusat pembangkit ke beban. Saluran transmisi memiliki dampak terhadap lingkungan, seperti: timbulnya medan listrik. Sri Soewasti Soesanto (1996) meneliti tentang kemungkinan adanya resiko akibat pemajanan medan elektromagnetik terhadap kesehatan dengan melakukan kajian dan membuat evaluasi tentang resiko kesehatan akibat pemajanan medan elektromagnetik dengan frekuensi rendah. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dengan jangka pendek pada sukarelawan dengan terpajan medan listrik sampai 20 kV mengakibatkan adanya perubahan kecil pada populasi sel darah periferi dan biokimia darah, *in vitro*, percobaan pada binatang, dan pengaruhnya pada manusia [1].

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan hasil pengukuran kuat medan listrik dan mengetahui pengaruh lingkungan terhadap pendistribusian medan listrik. Pengukuran kuat medan listrik dengan menggunakan *AC Electric Field Meter* [2].

Medan listrik yang ditimbulkan oleh saluran transmisi memiliki nilai ambang batas.

Berdasarkan Rekomendasi SNI 04-6950-2003, kuat medan yang diperbolehkan untuk daerah yang berhubungan dengan pekerjaan sebesar 10 kV/m, sedangkan untuk jangka pendek sebesar 30 kV/m dengan ketentuan lama pemaparan dapat dihitung dengan rumus $t \leq 80/E$, dengan t merupakan lama pemaparan dan E merupakan kuat medan listrik (kV/m). Sedangkan lama pemaparan kuat medan listrik untuk daerah yang berhubungan dengan masyarakat umum sebesar 5 kV/m untuk daerah dimana masyarakat menghabiskan waktu sepanjang hari. Pemaparan kuat medan listrik sebesar 10 kV/m untuk yang berhubungan dengan masyarakat umum hanya diperbolehkan beberapa jam per hari [3].

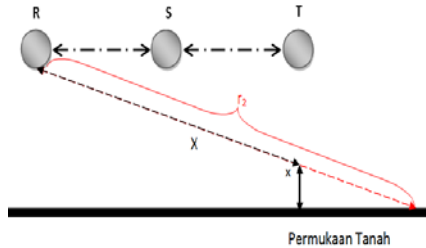
Berdasarkan Pasal 3 tentang ambang batas kuat medan listrik dan induksi medan magnet untuk melindungi manusia bahwa ambang batas nilai efektif kuat medan listrik (E_b) secara terus menerus sebesar 10 kV/m. Kuat medan listrik diukur pada ketinggian 1 meter di atas permukaan

tanah pada medan yang tidak terganggu [4].

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Medan Listrik

Besarnya intensitas medan listrik E_1 merupakan penjumlahan intensitas kuat medan listrik pada saluran horisontal dan intensitas medan listrik tersebut dihitung bersamaan dengan suatu koordinat tertentu pada suatu titik, yaitu X. Gambar 1 merupakan ilustrasi letak titik pengukuran kuat medan listrik.



Gambar 1. Ilustrasi letak titik pengukuran kuat medan listrik

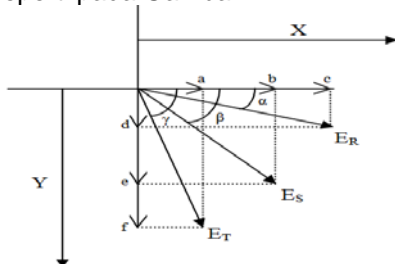
Kuat medan listrik adalah gaya elektrostatis yang dialami oleh suatu muatan positif yang diletakkan di titik tertentu setiap satuan muatannya. Didefinisikan sebagai hasil bagi gaya listrik yang bekerja pada suatu muatan uji dengan besar muatan uji tersebut. Sehingga kuat medan listrik di bawah saluran transmisi dapat menggunakan Persamaan 1 [5].

$$E_x = \frac{V_{21}}{X \ln \frac{r_2}{r_1}} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan:

- E_x = Kuat medan listrik di titik x (kV/m)
- V_{21} = Tegangan (kV)
- X = Jarak titik x terhadap konduktor (m)
- r_2 = Jarak konduktor terhadap tanah (m)
- r_1 = Jari-jari kawat konduktor (m)

Besarnya kuat medan listrik yang diakibatkan ketiga saluran dapat dihitung dengan menjumlahkan secara vektor kuat medan listrik dari masing – masing muatan titik seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Perhitungan vektor sudut berdasarkan kuat medan listrik tiga konduktor

Keterangan :

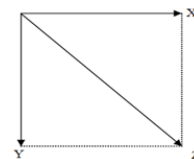
- a = $E_R \cos \alpha$
- b = $E_S \cos \beta$
- c = $E_T \cos \gamma$
- d = $E_R \sin \alpha$
- e = $E_S \sin \beta$
- f = $E_T \sin \gamma$

Resultan kuat medan listrik yang dipengaruhi tiga konduktor menggunakan Persamaan 2.

$$E_x = a + b + c \dots\dots\dots(2)$$

$$E_y = d + e + f$$

Kuat medan listrik yang dipengaruhi ketiga konduktor ditunjukkan pada Gambar 3 dan Persamaan 3.



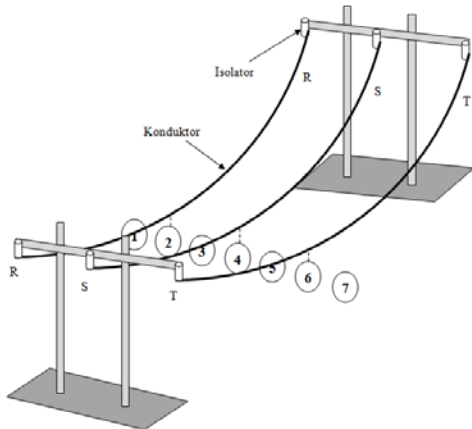
Gambar 3. Perhitungan vektor

$$Z = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} \dots\dots\dots (3)$$

3. METODE PENELITIAN

Analisis dalam penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Pengumpulan data spesifikasi konduktor, dan single line diagram SUTT antara GI Sanur – GI Gianyar dan GIS Bandara – Nusa Dua.
2. Perhitungan dan pengukuran kuat medan listrik dilakukan dengan tinggi titik pengukuran 1 meter diatas permukaan tanah.
3. Perhitungan dan pengukuran kuat medan listrik menggunakan 7 titik perhitungan dan pengukuran. Titik perhitungan dan pengukuran nomor 1 berada diluar fase R, titik nomor 2 berada di bawah fase R, titik pengukuran nomor 3 berada diantara fase R dan S, titik pengukuran nomor 4 berada di bawah fase S, titik pengukuran nomor 5 berada di antara fase S dan T, titik pengukuran nomor 6 berada di bawah fase T dan titik pengukuran nomor 7 berada diluar fase T. Letak titik perhitungan dan pengukuran kuat medan listrik ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Ilustrasi letak titik pengukuran di bawah konduktor saluran transmisi 150 kV

4. Melakukan pengukuran tinggi konduktor dan kuat medan listrik saluran transmisi dengan konfigurasi horisontal.
5. Melakukan perhitungan tinggi konduktor dan kuat medan listrik saluran transmisi dengan konfigurasi horisontal dengan menggunakan Persamaan 1.
6. Menganalisis karakteristik hasil pengukuran kuat medan listrik saluran transmisi 150 kV dengan konfigurasi horisontal

4. HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1 Hasil Perhitungan Kuat Medan Listrik

Perhitungan kuat medan listrik menggunakan penghantar jenis *ACSR Hawk*, dengan data seperti pada Tabel 1 [6].

Tabel 1. Data konduktor *ACSR Hawk*

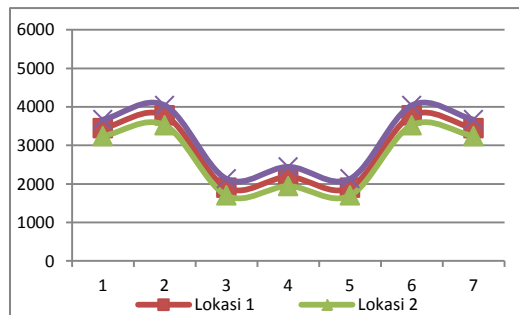
Parameter	Nilai	Satuan
Luas Penampang Konduktor	240	mm ²
Jari-jari Konduktor	8,74	mm

Hasil perhitungan kuat medan listrik di Lokasi 1, 2 dan 3 ditunjukkan pada Tabel 2. Tinggi konduktor terhadap permukaan tanah di lokasi 1 setinggi 11,35 meter, di lokasi 2 setinggi 12,30 meter dan di lokasi 3 setinggi 10,48 meter.

Tabel 2. Hasil perhitungan kuat medan listrik di lokasi 1, 2 dan 3

Lokasi	1	2	3	
Titik Pengukuran	1	3445	3241	3668
	2	3778	3525	4040
	3	1903	1701	2131
	4	2180	1941	2443
	5	1903	1701	2131
	6	3778	3525	4040
	7	3445	3241	3668

Berdasarkan Tabel 2, kuat medan listrik tertinggi di lokasi 1, 2, dan 3 terdapat di titik perhitungan 2 dan 6 yaitu sebesar 3778 V/m, 3525 V/m dan 4040 V/m. Gambar 5 merupakan grafik hasil perhitungan kuat medan listrik di lokasi 1, 2 dan 3.



Gambar 5. Grafik hasil perhitungan kuat medan listrik di lokasi 1, 2 dan 3

Pada Gambar 5 dapat dilihat bentuk karakteristik hasil perhitungan kuat medan listrik di bawah konduktor saluran transmisi 150 kV. Besar kuat medan listrik di titik perhitungan nomor 1 sama dengan besar kuat medan listrik di titik perhitungan nomor 7. Kuat medan listrik yang berada di bawah konduktor fase S lebih kecil daripada kuat medan listrik yang ada di bawah konduktor R dan T. Hal tersebut disebabkan oleh pengaruh penjumlahan vektor dari masing-masing konduktor, sehingga kuat medan listrik di bawah konduktor S dipengaruhi oleh vektor yang berasal dari konduktor R dan T.

4.2 Hasil Pengukuran Kuat Medan Listrik

Pengukuran kuat medan listrik saluran transmisi dengan konfigurasi horisontal dilakukan di bawah konduktor terendah. Pengukuran dilakukan dengan

tinggi alat ukur 1 meter diatas permukaan tanah.

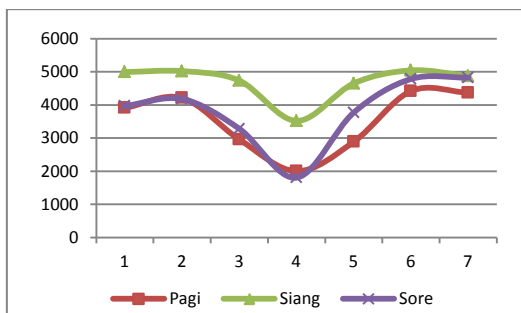
4.2.1 Hasil pengukuran kuat medan listrik di lokasi 1

Hasil pengukuran kuat medan listrik di lokasi 1 dengan tinggi konduktor dari permukaan tanah 11,35 meter dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengukuran kuat medan listrik (V/m) di lokasi 1

Waktu	Pagi	Siang	Sore	
Titik Pengukuran	1	3910	4992	3968
	2	4210	5020	4179
	3	2959	4734	3281
	4	2001	3520	1805
	5	2889	4651	3771
	6	4419	5043	4783
	7	4369	4876	4825

Berdasarkan Tabel 3, hasil pengukuran tertinggi kuat medan listrik di lokasi 1 sebesar 5043 V/m saat siang hari. Kuat medan listrik terendah sebesar 1805 V/m saat sore hari. Gambar 6 merupakan grafik hasil pengukuran kuat medan listrik saat pagi, siang dan sore hari.



Gambar 6. Grafik hasil pengukuran kuat medan listrik di lokasi 1 antara tiang 67 – 68 saat pagi, siang dan sore hari

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat karakteristik hasil pengukuran kuat medan listrik di lokasi 3. Hasil pengukuran kuat medan listrik di titik pengukuran nomor 1 dan 7, nomor 2 dan 6 serta nomor 3 dan 5 yang seharusnya sama, akan tetapi kuat medan listrik yang terukur berbeda. Perbedaan hasil pengukuran ini disebabkan saat pengukuran dilakukan tidak pada saat yang bersamaan, sehingga terdapat perubahan tegangan di antara fase R, fase S dan fase T. Perubahan tegangan tersebut menyebabkan, hasil pengukuran kuat

medan listrik di titik pengukuran nomor 1 dan 7, nomor 2 dan 6 serta nomor 3 dan 5 berbeda. Hasil pengukuran tertinggi terjadi saat siang hari, karena tegangan pada masing-masing fasa berada pada tegangan tertinggi. Sehingga kuat medan listrik yang terukur saat siang hari lebih tinggi daripada kuat medan listrik yang terukur saat pagi dan sore hari.

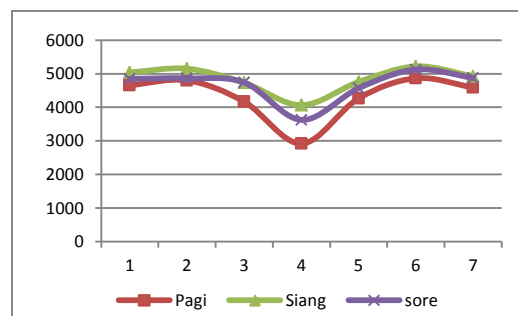
4.2.2 Hasil pengukuran kuat medan listrik di lokasi 2

Hasil pengukuran kuat medan listrik di lokasi 2 dengan tinggi konduktor dari permukaan tanah 12,30 meter dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengukuran kuat medan listrik (V/m) di lokasi 2

Waktu	Pagi	Siang	Sore	
Titik Pengukuran	1	4658	5039	4850
	2	4800	5151	4863
	3	4168	4730	4739
	4	2919	4065	3626
	5	4269	4757	4571
	6	4865	5219	5125
	7	4590	4925	4875

Berdasarkan Tabel 4, hasil pengukuran kuat medan listrik tertinggi sebesar 5219 V/m saat siang hari. Kuat medan listrik terendah sebesar 2919 V/m saat pagi hari. Gambar 7 merupakan grafik hasil pengukuran kuat medan listrik saat pagi, siang dan sore hari.



Gambar 7. Grafik hasil pengukuran kuat medan listrik di Lokasi 2 antara tiang 47 – 48 saat pagi, siang dan sore hari

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat karakteristik hasil pengukuran kuat medan listrik di lokasi 2. Hasil pengukuran kuat medan listrik di titik pengukuran nomor 1 dan 7, nomor 2 dan 6 serta nomor 3 dan 5 yang seharusnya sama, akan tetapi kuat

medan listrik yang terukur berbeda. Perbedaan hasil pengukuran ini disebabkan saat pengukuran dilakukan tidak pada saat yang bersamaan, sehingga terdapat perubahan tegangan di antara fase R, fase S dan fase T. Perubahan tegangan tersebut menyebabkan, hasil pengukuran kuat medan listrik di titik pengukuran nomor 1 dan 7, nomor 2 dan 6 serta nomor 3 dan 5 berbeda. Hasil pengukuran tertinggi terjadi saat siang hari, karena tegangan pada masing-masing fasa berada pada tegangan tertinggi. Sehingga kuat medan listrik yang terukur saat siang hari lebih tinggi daripada kuat medan listrik yang terukur saat pagi dan sore hari.

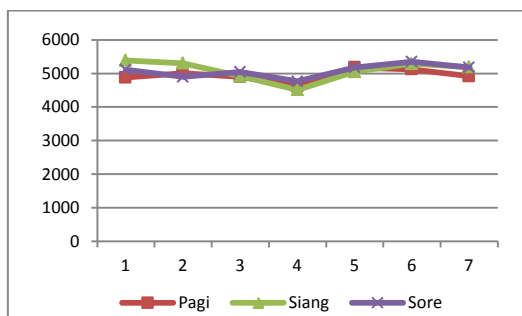
4.2.3 Hasil pengukuran kuat medan listrik di lokasi 3

Hasil pengukuran kuat medan listrik di lokasi 3 dengan tinggi konduktor dari permukaan tanah 10,48 meter dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengukuran kuat medan listrik (V/m) di Lokasi 3

Waktu	Pagi	Siang	Sore	
Titik Pengukuran	1	4878	5387	5112
	2	5010	5305	4900
	3	4900	4916	5048
	4	4610	4510	4765
	5	5178	5050	5181
	6	5120	5290	5253
	7	4917	5189	5180

Berdasarkan Tabel 5, hasil pengukuran kuat medan listrik tertinggi sebesar 5387 V/m saat siang hari. Kuat medan listrik terendah sebesar 4510 V/m saat siang hari. Gambar 8 merupakan grafik hasil pengukuran kuat medan listrik saat pagi, siang dan sore hari.



Gambar 8. Grafik hasil pengukuran kuat medan listrik di lokasi 3 antara tiang 112 – 113 saat pagi, siang dan sore hari

Berdasarkan Gambar 8 dapat dilihat karakteristik hasil pengukuran kuat medan listrik di lokasi 3. Hasil pengukuran kuat medan listrik di titik pengukuran nomor 1 dan 7, nomor 2 dan 6 serta nomor 3 dan 5 yang seharusnya sama, akan tetapi kuat medan listrik yang terukur berbeda. Perbedaan hasil pengukuran ini disebabkan saat pengukuran dilakukan tidak pada saat yang bersamaan, sehingga terdapat perubahan tegangan di antara fase R, fase S dan fase T. Perubahan tegangan tersebut menyebabkan, hasil pengukuran kuat medan listrik di titik pengukuran nomor 1 dan 7, nomor 2 dan 6 serta nomor 3 dan 5 berbeda. Hasil pengukuran tertinggi terjadi saat siang hari, karena tegangan pada masing-masing fasa berada pada tegangan tertinggi. Sehingga kuat medan listrik yang terukur saat siang hari lebih tinggi daripada kuat medan listrik yang terukur saat pagi dan sore hari.

5. Simpulan dan Saran

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil analisis, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan kuat medan listrik tertinggi di lokasi 1 sebesar 3778 V/m, di lokasi 2 sebesar 3525 V/m, di lokasi 3 sebesar 4040 V/m.
2. Karakteristik hasil perhitungan kuat medan listrik di bawah konduktor saluran transmisi 150 kV yang berada di titik pengukuran nomor 1 sama dengan kuat medan listrik di titik perhitungan nomor 7. Hal ini disebabkan oleh tegangan yang digunakan saat perhitungan tetap.
3. Berdasarkan hasil pengukuran, kuat medan listrik tertinggi terjadi saat siang hari, yaitu: di lokasi 1 sebesar 5043 V/m, di lokasi 2 sebesar 5219 V/m, di lokasi 3 sebesar 5387 V/m.
4. Perbedaan karakteristik hasil pengukuran kuat medan listrik di masing-masing titik pengukuran pada saluran transmisi 150 kV dengan konfigurasi horisontal disebabkan oleh waktu pengukuran di masing-masing titik pengukuran berbeda, sehingga tegangan pada masing-masing fase berubah-ubah.
5. Hasil pengukuran tertinggi terjadi saat siang hari, dimana tegangan pada masing-masing fasa berada pada tegangan tertinggi. Sehingga kuat medan listrik yang terukur saat siang

hari lebih tinggi daripada kuat medan listrik yang terukur saat pagi dan sore hari.

[7] Hayt, William. H. (Houw Liong, Pentj), *Elektromagnetika Teknologi*, Jakarta, Erlangga, 1991.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambah jumlah alat ukur kuat medan listrik, sehingga pengukuran kuat medan listrik yang di bawah konduktor saluran transmisi dapat dilakukan pada saat yang bersamaan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soewasti S. "*Medan Elektromagnetik*", Edisi 03, Volume VI, Artikel Ilmiah Media Litbangkes, 1996, pp. 6 – 12.
- [2] AlphaLab. Inc.2009. AC Electric Field Meter Product Details. tersedia di <http://www.globalspec.com/specsearch/partspecs?partId={6424B8585FF5-4264-BDCEAE2EB403483C}&vid=110625&comp=2204®event=new#>. diakses tanggal 17 Juli 2009.
- [3] SNI 04-6950-2003 Tentang Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) Nilai Ambang Batas Medan Listrik Dan Medan Magnet, 2003- 1-5.
- [4] SPLN 112 : 1994 Tentang Ambang Batas Kuat Medan Listrik dan Induksi Medan Maknit di Bawah Saluran Tegangan, 1994- 2-3.
- [5] Hardika, I. 2005. *Analisa Pengaruh Konfigurasi Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi 500 Kv Terhadap Kuat Medan Listrik* : Jurnal Teknik Elektro Universitas Diponogoro. Pp 3-9.
- [6] PT.PLN Persero – Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban (P3B) Jawa Bali – Area Pelaksana Pemeliharaan Beban (APB) Bali.