

STUDI INTENSITAS MEDAN LISTRIK SUTT 150 KV KONFIGURASI HORIZONTAL UNTUK LINGKUNGAN PEMUKIMAN

I.G.N. Adi Kurniawan¹, A.A.N.Amrita², I Nyoman Budiastira³

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

Email : kempooi@yahoo.co.id¹, ngr_amrita@ee.unud.ac.id², budiastira@ee.unud.ac.id³

Tegangan pada kawat penghantar SUTT akan membangkitkan medan listrik di sekitar kawat penghantar SUTT tersebut. Paparan intensitas medan listrik yang diijinkan oleh SNI terhadap manusia yang berada di sekitarnya yaitu tidak boleh melebihi 5 kV untuk pemaparan dalam jangka waktu 24 jam. Studi intensitas medan listrik SUTT 150 kV konfigurasi horizontal untuk lingkungan pemukiman dilakukan untuk menganalisa intensitas medan listrik di sepanjang saluran transmisi berdasarkan tinggi konduktor ke permukaan tanah yang nantinya akan dibangun sebagai rumah tinggal. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan pengukuran tinggi konduktor ke permukaan tanah di sepanjang saluran antara dua tiang transmisi. Hasil pengukuran tinggi konduktor dijadikan dasar untuk menghitung dan menganalisa intensitas medan listrik di sepanjang saluran transmisi 150 kV. Berdasarkan hasil perhitungan yang mengacu pada standar SNI, pembangunan rumah dengan ketinggian lantai 3 meter di atas permukaan tanah dengan asumsi ketinggian manusia tertinggi yang berdiri di atasnya adalah 2 meter hanya boleh di bangun di titik perhitungan A,B,C,G,H dan I atau jarak 0,10,20,60,70 dan 80 meter dari tiang, sedangkan pembangunan rumah dengan ketinggian lantai 4 meter di atas permukaan tanah dapat dibangun di titik A dan I saja. Pembangunan rumah dengan ketinggian lantai 1 sampai dengan 2 meter dari permukaan tanah dapat dibangun di semua titik perhitungan. Hasil dari perhitungan intensitas medan listrik tersebut akan dijadikan sebagai rekomendasi untuk pembangunan rumah tinggal di bawah saluran transmisi 150 kV.

Kata Kunci : Saluran Transmisi, Medan Listrik, Jarak Konduktor ke Tanah, Lingkungan Pemukiman

1. PENDAHULUAN

Tegangan pada kawat penghantar SUTT akan membangkitkan medan listrik di sekitar kawat penghantar SUTT tersebut. Semakin tinggi tegangan, maka intensitas medan listrik yang dipaparkan di sekitar konduktor juga akan semakin tinggi. Belum ada penelitian pasti tentang paparan intensitas medan listrik dapat menimbulkan penyakit bagi makhluk hidup yang berada di sekitar kawat penghantar SUTT, tetapi berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Arbi (2012) menyatakan bahwa gangguan kesehatan tidak hanya berupa penyakit, tetapi berbagai keluhan atau gejala fisik yang dialami oleh seseorang juga merupakan bentuk gangguan kesehatan, karena sebagian warga yang tinggal di bawah jaringan SUTT merasa khawatir dapat terganggu kesehatannya akibat dari

munculnya berbagai fenomena pada kabel jaringan listrik tegangan tinggi, seperti munculnya percikan api atau biasa disebut korona yang terlihat jelas pada malam hari, tespen dapat menyala redup tanpa disentuh pada benda apapun dan lain lain [1].

SNI 04-6918-2002 menyatakan, demi keselamatan manusia atau makhluk hidup serta untuk menghindari terganggunya operasional dari SUTT dan SUTET telah ditetapkan adanya ruang bebas yang menyatakan tidak boleh ada bangunan atau makhluk hidup sepanjang 5 meter dari konduktor sampai titik tertinggi bangunan di bawahnya. SNI 04-6918-2002 ini juga mengatur nilai ambang batas pemaparan intensitas medan listrik. Paparan intensitas medan listrik yang

dijijinkan untuk waktu 24 jam adalah 5kV/m dihitung 1 meter dari permukaan tanah [2].

Penelitian besarnya intensitas medan listrik di bawah SUTT 150 kV konfigurasi horizontal dilakukan oleh Hendera Wahyudi (2015), dengan menghitung dan mengukur intensitas medan listrik di 7 titik di bawah SUTT 150 kV konfigurasi horizontal. Hasilnya ditampilkan dalam bentuk grafik yang menunjukkan bahwa karakteristik perhitungan dan pengukuran intensitas medan listrik memiliki bentuk yang sama yaitu medan listrik tertinggi didapatkan pada titik nomor 2 dan 6 yang berada di bawah fasa R dan T [3].

Salah satu variabel yang digunakan untuk menentukan intensitas medan listrik adalah tinggi konduktor ke permukaan tanah. Tinggi konduktor yang dijadikan acuan pada SNI 04-6918-2002 adalah andongan atau lendutan dari konduktor yang dapat dihitung menggunakan persamaan yang ada, sedangkan pembangunan rumah penduduk di bawah jaringan transmisi tidak semuanya berada pada andongan atau titik terendah dari konduktor ke tanah, sehingga pada penelitian ini perhitungan intensitas medan listrik dilakukan dengan cara mengukur tinggi konduktor ke permukaan tanah tidak hanya di andongan saja, tetapi di sepanjang konduktor antara dua tiang transmisi SUTT 150 kV konfigurasi horizontal. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hendera (2015) dan hasil dari pengukuran tinggi konduktor ke permukaan tanah di sepanjang saluran di antara dua tiang transmisi maka perhitungan intensitas medan listrik dihitung di titik intensitas medan listrik tertinggi yaitu di fasa R atau T saja di sepanjang saluran di antara dua tiang transmisi. Hasil dari perhitungan intensitas medan listrik nantinya dapat dijadikan sebagai rekomendasi bagi orang yang akan membangun rumah tinggal di bawah SUTT 150 kV konfigurasi horizontal agar paparan medan listriknya sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan SNI.

2. KAJIAN PUSTAKA
2.1 Kuat Medan Listrik

Kuat medan listrik adalah gaya elektrostatik yang dialami oleh suatu muatan positif yang diletakkan di titik tertentu setiap satuan muatannya. Didefinisikan sebagai hasil bagi gaya listrik

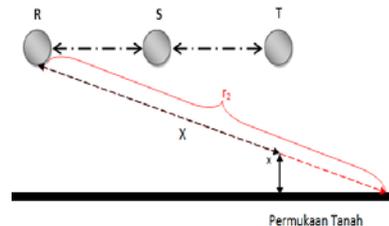
yang bekerja pada suatu muatan uji dengan besar muatan uji tersebut. Sehingga kuat medan listrik dibawah saluran transmisi dapat menggunakan Persamaan 1 [4].

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

Dengan:

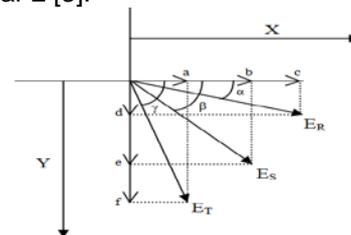
- E_x = Kuat medan listrik di titik x (kV/m)
- V_{21} = Tegangan (kV)
- X = Jarak titik x terhadap konduktor (m)
- r_2 = Jarak konduktor terhadap tanah (m)
- r_1 = Jari-jari kawat konduktor (m)

Ilustrasi titik perhitungan intensitas medan listrik di bawah saluran transmisi SUTT konfigurasi horizontal dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi titik perhitungan intensitas medan listrik.

Intensitas medan listrik yang diakibatkan oleh kawat penghantar R,S dan T dapat dihitung dengan menjumlahkan secara vektor kuat medan listrik dari masing-masing muatan titik seperti pada Gambar 2 [3].



Gambar 2. Perhitungan vektor berdasarkan intensitas medan listrik yang dihasilkan oleh tiga konduktor.

Keterangan :

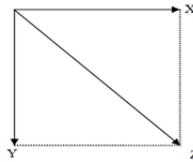
- $a = E_R \cos \alpha$
- $b = E_S \cos \beta$
- $c = E_T \cos \gamma$
- $d = E_R \sin \alpha$
- $e = E_S \sin \beta$
- $f = E_T \sin \gamma$

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

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

$$E_Y = d + e + f$$

Intensitas medan listrik yang dipengaruhi ketiga konduktor ditunjukkan pada Gambar 3 dan persamaan 3.



Gambar 3. Perhitungan vektor

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

3. METODE PENELITIAN

3.1 Instrument Penelitian

Instrument atau alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Clinometer* sederhana yang digunakan untuk mengukur tinggi konduktor sampai ke permukaan tanah di antara dua tiang transmisi SUTT 150 kV konfigurasi horizontal seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Clinometer* sederhana

3.2 Langkah-langkah Pengukuran Menggunakan *Clinometer* Sederhana

Langkah-langkah pengukuran menggunakan *Clinometer* dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Tentukan jarak pengamat dengan objek yang akan diukur ketinggiannya.
2. Sebelum melakukan pengamatan, letakkan *waterpass* di atas *clinometer* sederhana untuk menunjukkan bahwa kayu sebagai penunjuk sudut pada busur sudah benar-benar tegak lurus dengan tongkat seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Meletakkan *waterpass* di atas *clinometer* sederhana

3. Setelah kayu penunjuk sudut pada busur derajat sejajar, tongkat diatur sedemikian rupa sehingga tongkat berdiri tegak diatas permukaan tanah seperti terlihat pada Gambar 6, hal ini dilakukan agar pengamatan yang dilakukan dapat memberikan nilai yang akurat.



Gambar 6. Meletakkan *waterpass* di atas *clinometer* sederhana

4. Setelah kayu penunjuk sudut dan tongkat tegak lurus, maka sekarang dapat dilakukan pengamatan objek yang akan diukur ketinggiannya seperti terlihat pada Gambar 7.



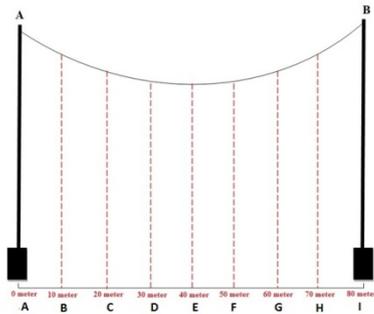
Gambar 7. Ilustrasi mendapatkan nilai sudut dari objek yang diamati.

5. Hasil dari pengukuran berupa jarak pengamat dengan objek, tinggi tongkat dari permukaan tanah sebagai tempat pengamat membidik objek, sudut elevasi yang dibentuk oleh jarak pengamat dengan tinggi objek yang diamati. Setelah data-data tersebut diketahui, maka sekarang dapat di tentukan tinggi objek yang diamati.

3.3 Tahapan Penelitian

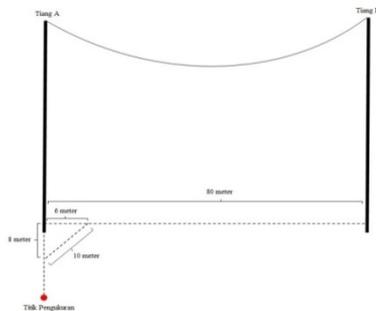
Tahapan penelitian dalam penelitian ini yaitu :

1. Menentukan titik pengukuran tinggi konduktor di 9 titik di antara dua tiang transmisi yaitu dari titik A sampai titik I dengan jarak konduktor antara dua tiang transmisi dari 0 meter sampai 80 meter sesuai dengan Gambar 8.



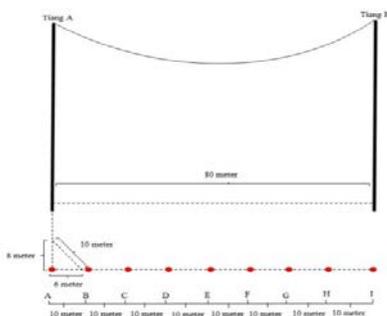
Gambar 8. Titik pengukuran ketinggian konduktor di antara 2 tiang transmisi.

- Menentukan titik pengukuran tinggi konduktor dengan menggunakan persamaan trigonometri agar pengamat tegak lurus terhadap konduktor seperti terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Penentuan titik pengukuran agar tegak lurus dengan konduktor.

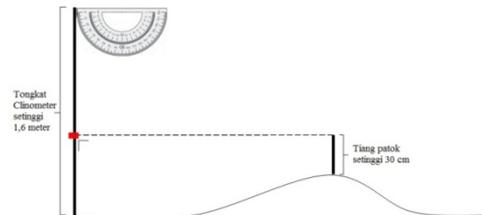
- Menentukan titik pengukuran selanjutnya dengan cara menarik garis lurus terhadap titik sebelumnya dan tetap menggunakan persamaan trigonometri agar titik pengukuran selanjutnya juga tegak lurus terhadap konduktor seperti terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Penentuan titik pengukuran agar tegak lurus dengan konduktor di titik pengukuran selanjutnya.

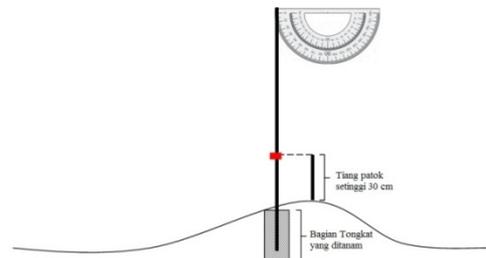
- Menentukan permukaan tanah tertinggi di antara dua tiang transmisi, kemudian pada titik tertinggi tersebut dipasang

tiang patok setinggi 30 cm dari permukaan tanah, kemudian dari patok tersebut ditarik garis lurus ke tongkat *clinometer* sederhana dan pada tongkat tersebut diberi tanda seperti terlihat pada Gambar 11. Hal ini dilakukan agar permukaan tanah tempat melakukan pengukuran dapat dianggap rata.



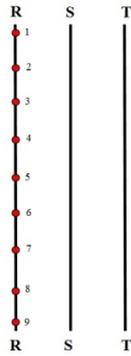
Gambar 11. Memasang tiang patok di permukaan tanah tertinggi dan memberi tanda pada *clinometer* sederhana.

Gambar 12 merupakan gambar ilustrasi pengukuran di permukaan tanah tertinggi. Pada gambar tersebut terlihat tongkat ditanam ke dalam tanah untuk menyesuaikan tiang patok dengan tanda yang sudah dibuat pada tongkat *clinometer* sederhana.

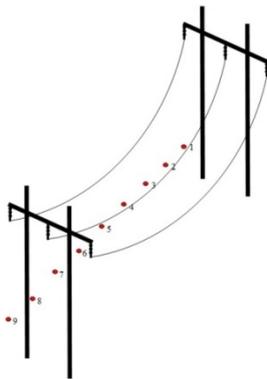


Gambar 12. Ilustrasi pengukuran di permukaan tanah tertinggi.

- Mengukur ketinggian konduktor di sepanjang saluran di antara dua tiang transmisi sesuai dengan titik perhitungan yang sudah ditentukan menggunakan *clinometer* sederhana.
- Hitung kuat medan listrik tertinggi yaitu di bawah fasa R menggunakan data spesifikasi konduktor dan data tinggi konduktor ke permukaan tanah. Intensitas medan listrik dihitung 1 meter dari permukaan tanah seperti terlihat pada Gambar 13 dan Gambar 14.

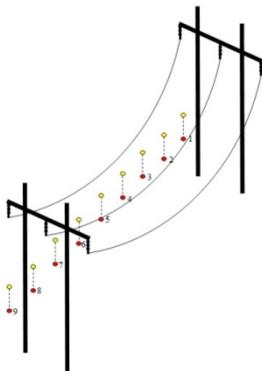


Gambar 13. Tampak atas lokasi titik perhitungan.



Gambar 14. Tampak samping lokasi titik perhitungan intensitas medan listrik.

7. Melakukan perhitungan kembali terhadap kuat medan listrik untuk perubahan variasi jarak secara vertikal di bawah konduktor seperti terlihat pada Gambar 15. Variasi jarak secara vertikal dilakukan setinggi 1 meter dari titik sebelumnya. Perhitungan dengan variasi jarak secara vertikal terus dilakukan sampai pada suatu titik perhitungan yang intensitas medan listriknya melebihi standar yang ditetapkan SNI.



Gambar 15. Variasi jarak secara vertikal dari titik perhitungan.

8. Membuat rekomendasi pembangunan rumah tinggal dibawah konduktor di antara dua tiang transmisi SUTT 150 kV berdasarkan hasil perhitungan intensitas medan listrik dalam bentuk tabel dan grafik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengukuran Ketinggian Konduktor ke Permukaan Tanah

Pengukuran tinggi konduktor ke tanah di lakukan di bawah konduktor di antara dua tiang transmisi yaitu tiang No. 109-110 yang terletak di areal persawahan Jalan Pantai Purnama, Kecamatan Sukawati, Kabupaten Gianyar. Jarak antar gawang yang diukur adalah 80 meter. Pengukuran dibagi menjadi 9 titik yaitu titik 0 meter, 10 meter, 20 meter, 30 meter, 40 meter, 50 meter, 60 meter, 70 meter dan 80 meter. Pengukuran tinggi konduktor di 1 titik pengukuran dilakukan oleh 3 orang sekaligus dengan pengulangan pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali. Seluruh hasil pengukuran pada 1 titik pengukuran kemudia dicari nilai rata-rata dan kesalahan relatifnya. Kesalahan relatif adalah suatu tingkat kesalahan pada suatu pengujian yang berulang, dimana hasil pengujian pada tiap nomor pengujian tidak mungkin akan selalu berada pada garis lurus atau nilai tetap, melainkan pasti ada suatu penyimpangan hasil pengujian atau dengan nama lain adalah standar deviasi [5]. Hasil nilai rata-rata dan nilai kesalahan relative dari pengukuran tinggi konduktor ke permukaan tanah dapat dilihat pada Tabel1.

Tabel1. Nilai Rata-rata Hasil Pengukuran Tinggi Konduktor ke Permukaan Tanah dan Nilai Kesalahan Relatif.

No	Titik Pengukuran (meter)	Nilai Rata-rata Hasil Pengukuran Tinggi Konduktor ke Permukaan Tanah (meter)	Nilai Kesalahan Relatif (%)
1	0	12,87	1,16
2	10	12,5	1,15
3	20	12,09	1,34
4	30	11,68	1,28
5	40	11,32	1,30
6	50	11,62	0,74
7	60	11,94	1,28
8	70	12,40	0,92
9	80	12,81	1,38

Kesalahan relatif pengukuran menunjukkan nilai kepresisian dalam satu pengukuran, semakin tinggi nilai kesalahan

relatif maka pengukuran semakin tidak presisi. Hasil nilai kesalahan relatif pengukuran tinggi konduktor ke permukaan tanah dari titik 0 sampai 80 meter yaitu berkisar 0,74% sampai 1,38%. Terdapat persentase kesalahan relatif pengukuran yang cukup kecil sehingga pengukuran ketinggian konduktor ke permukaan tanah menggunakan *clinometer* sederhana cukup presisi.

Berdasarkan Tabel 1 grafik hasil pengukuran ketinggian konduktor ke tanah antara dua tiang transmisi dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Nilai Rata-rata Hasil Pengukuran Tinggi Konduktor ke Permukaan Tanah dan Nilai Kesalahan Relatif.

Gambar grafik hasil pengukuran tinggi konduktor di antara 2 tiang menunjukkan titik terendah konduktor berada di tengah-tengah saluran transmisi diantara dua tiang yang menunjukkan bahwa dua tiang transmisi tersebut dibangun di daerah yang datar.

4.2 Hasil Perhitungan Kuat Medan Listrik

Perhitungan intensitas medan listrik menggunakan penghantar jenis ACSR Hawk, dengan data seperti pada Tabel 2 [6].

Tabel 2. Data konduktor ACSR hawk

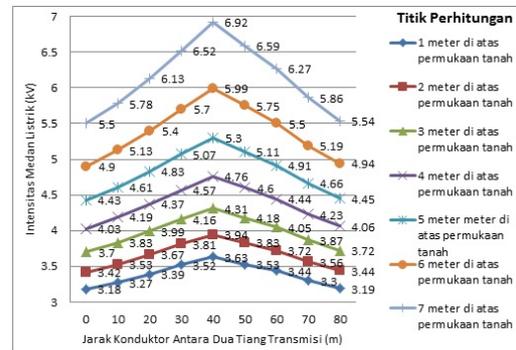
Parameter	Nilai	Satuan
Luas Penampang Konduktor	240	mm ²
Jari-jari Konduktor	8,74	mm

Hasil perhitungan kuat medan listrik di titik 0 sampai 80 meter dengan variasi jarak ketinggian titik uji dari 1 sampai 7 meter dari permukaan tanah dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai intensitas medan listrik berdasarkan tinggi konduktor dan tinggi titik uji di antara dua tiang transmisi.

Titik Uji di Atas Permukaan Tanah (Meter)	Tinggi Konduktor (Meter)								
	12.87	12.5	12.09	11.68	11.32	11.62	11.94	12.40	12.81
1	3,18	3,27	3,39	3,52	3,63	3,53	3,44	3,30	3,19
2	3,42	3,53	3,67	3,81	3,94	3,83	3,72	3,56	3,44
3	3,70	3,83	3,99	4,16	4,31	4,18	4,05	3,87	3,72
4	4,03	4,19	4,37	4,57	4,76	4,60	4,44	4,23	4,06
5	4,43	4,61	4,83	5,07	5,30	5,11	4,91	4,66	4,45
6	4,90	5,13	5,40	5,70	5,99	5,75	5,50	5,19	4,94
7	5,50	5,78	6,13	6,52	6,92	6,59	6,27	5,86	5,54
Jarak Konduktor Antara 2 Tiang (Meter)	0	10	20	30	40	50	60	70	80
Titik Perhitungan	A	B	C	D	E	F	G	H	I

Berdasarkan Tabel 3, grafik hasil perhitungan intensitas medan listrik di antara dua tiang transmisi dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Grafik hasil perhitungan intensitas medan listrik.

Tabel 3 dan Gambar 17 menunjukkan besarnya intensitas medan listrik berdasarkan pengukuran tinggi konduktor ke permukaan tanah di sepanjang saluran transmisi di antara dua tiang. Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 17 pembangunan rumah dengan ketinggian lantai 3 meter diatas permukaan tanah dengan asumsi ketinggian manusia tertinggi adalah 2 meter yang berdiri diatas lantai, jadi pembangunan rumah yang sesuai dengan standar SNI dapat dibangun di titik A,B,C,G,H dan I, sedangkan pembangunan rumah dengan ketinggian lantai 4 meter di atas permukaan tanah dapat di bangun di titik A dan I saja. Pembangunan rumah dengan ketinggian lantai 1 sampai dengan 2 meter dari permukaan tanah dapat dibangun di semua titik perhitungan. Ketinggian bangunan dari permukaan tanah sampai dengan atap harus tetap mengikuti aturan ruang bebas yang sudah ditetapkan oleh SNI yaitu tidak boleh ada bangunan di bawah konduktor sepanjang 5 meter. Hasil dari pengukuran

ketinggian konduktor dan hasil perhitungan intensitas medan listrik yang diperoleh dapat dijadikan acuan bagi orang yang akan membangun rumah tinggal di bawah saluran transmisi 150 kV konfigurasi horizontal. Hanya dengan orang mengetahui tinggi konduktor di daerah yang akan dibangun rumah tinggal, maka dapat ditentukan sampai ketinggian berapa rumah tersebut dapat dibangun dengan melihat Tabel 3 agar paparan intensitas medan listriknya tetap di bawah SNI. Pada penelitian ini juga diberikan langkah-langkah untuk mengukur ketinggian konduktor ke permukaan tanah dengan menggunakan alat dan cara yang sederhana, sehingga semua orang dapat melakukan pengukuran ketinggian konduktor ke permukaan tanah dengan mudah. Hasil yang didapatkan nanti belum tentu sama dengan yang ada Tabel 3. Hasil tersebut hanya menjadi acuan untuk mengetahui berada di *range* berapakah intensitas medan listrik berdasarkan pengukuran ketinggian konduktor yang dilakukan.

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil analisis, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Pengukuran tinggi konduktor di tiang transmisi konfigurasi horizontal nomor 109-110 yang terletak di areal persawahan Jalan Pantai Purnama, Kecamatan Sukawati, Kabupaten Gianyar menggunakan *clinometer* sederhana dilakukan di 9 titik di antara dua tiang transmisi, titik terendah konduktor didapatkan di tengah-tengah saluran dengan jarak 40 meter dari tiang yang menunjukkan bahwa dua tiang transmisi tersebut dibangun di daerah yang rata.
2. Berdasarkan hasil perhitungan intensitas medan listrik dengan mengacu pada standar SNI untuk paparan intensitas medan listrik untuk waktu 24 jam, pembangunan rumah dengan ketinggian lantai 3 meter di atas permukaan tanah dengan asumsi ketinggian manusia tertinggi yang berdiri di atas lantai adalah 2 meter hanya boleh di bangun di titik perhitungan A,B,C,G,H dan I atau jarak 0,10,20,60,70 dan 80 meter dari tiang, sedangkan pembangunan rumah dengan ketinggian lantai 4 meter di

atas permukaan tanah dapat di bangun di titik A dan I saja. Pembangunan rumah dengan ketinggian lantai 1 sampai dengan 2 meter dari permukaan tanah dapat dibangun di semua titik perhitungan.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya, perhitungan intensitas medan listrik untuk rekomendasi pembangunan rumah tinggal dapat dilakukan pada daerah di antara tiang transmisi konfigurasi horizontal dan vertikal.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arbi, M. 2012. *Identifikasi Prilaku Dan Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Yang Bermukim Di Sekirar Jaringan Sutt Transmisi Palembang, Sumatera Selatan*: Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- [2] 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.
- [3] Wahyudi, Hendera. 2015. *"Kajian Kuat Medan Listrik Pada Konfigurasi Horizontal Saluran Transmisi 150 kV"* (tugas akhir). Jimbaran: Universitas Udayana.
- [4] Hardika, I. 2005. *Analisa Pengaruh Konfigurasi Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi 500 Kv Terhadap Kuat Medan Listrik* : Jurnal Teknik Elektro Universitas Diponegoro. Pp 3-9.
- [5] Darajat, Ibnu Sab'at. 2008. *"Analisis Pengaruh Waktu Pemanasan Awal Dan Massa Sampel Terhadap Hasil Indeks Alir Lelehan Polipropilena"* (tugas akhir). Depok: Universitas Indonesia.
- [6] PT.PLN Persero – Penyaluran dan Pusat PengaturBeban (P3B) Jawa Bali – Area Pelaksana Pemeliharaan Beban (APB) Bali.
- [7] Hayt, William. H (Houw Liong Pentj), *Elektromagnetika Teknologi*, Jakarta, Erlangga, 1991.