

Pengaruh Jenis Bahan Atap Dan Jarak Terhadap Intensitas Medan Elektromagnetik ELF Oleh SUTET 500 KV

Effect of Roof Material Type and Distance on ELF Electromagnetic Field Intensity by 500 KV SUTET

Lisa Listyo Wati^{1*}, Trapsilo Prihandono², Sudarti³

^{1*,2,3}Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Jember, Kab. Jember, Indonesia

Email: trapsilo.fkip@unej.ac.id

ABSTRAK

Berdasarkan observasi awal, Desa Kersikan dilewati oleh saluran transmisi SUTET 500 kV yang jaraknya sangat dekat dengan rumah penduduk. Tujuan penelitian ini ialah untuk menganalisis apakah jenis bahan atap rumah dan jarak pengukuran berpengaruh dalam menurunkan intensitas medan elektromagnetik ELF oleh SUTET 500 kV. Jenis penelitian yang digunakan ialah penelitian kuantitatif dengan menggunakan teknik survey. Pada penelitian ini terdapat 2 variabel dependen yakni intensitas medan magnet ELF dan intensitas medan Listrik ELF. Rumah tiruan digunakan untuk menguji pengaruh jenis atap terhadap intensitas elektromagnetik ELF. Data penelitian diukur mulai pagi hari hingga malam hari dan jarak pengukuran yang semakin jauh dari SUTET. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil intensitas medan listrik dan medan magnet ELF tanpa penghalang atap di sekitar SUTET mengalami penurunan jika dibandingkan dengan pengukuran di bawah atap dan penurunan paling besar terjadi saat di bawah atap galvalum. Pengukuran pada jarak 0 meter diperoleh hasil intensitas yang lebih besar dari pada saat pengukuran jarak 50 dan 100 meter. Adapun pengukuran pada pagi hari menghasilkan intensitas medan magnet dan medan listrik yang lebih kecil dari pada saat pengukuran malam hari karena pada malam hari terjadi beban puncak yang mengakibatkan terjadi peningkatan arus listrik yang cukup besar. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh jenis atap, jarak dan waktu pengukuran terhadap intensitas medan elektromagnetik ELF di sekitar SUTET.

Kata Kunci: SUTET 500 KV; Extremely Low Frequency; Jenis Bahan;

ABSTRACT

Based on initial observations, Kersikan Village is passed by the 500 kV SUTET transmission line which is very close to residents' homes. The purpose of this study is to analyze whether the type of roofing material and the distance of measurement have an effect in reducing the intensity of the ELF electromagnetic field by the 500 kV SUTET. The type of research used is quantitative research using survey techniques. In this study, there are 2 dependent variables, namely ELF magnetic field intensity and ELF electric field intensity. Artificial houses are used to test the effect of roof type on ELF electromagnetic intensity. The research data was measured from morning to night and the measurement distance was getting farther from SUTET. Based on the results obtained, the intensity of the electric field and ELF magnetic field without a roof barrier around the SUTET decreased when compared to measurements under the roof and the biggest decrease occurred when under the galvalume roof. Measurements at a distance of 0 meters obtained greater intensity results than when measuring distances of 50 and 100 meters. The measurements in the morning produce magnetic field intensity and electric field that is smaller than the measurements at night because at night there is a peak load which results in a large increase in electric current. So it can be concluded that there is an effect of roof type, distance and measurement time on the intensity of the electric field.

Keyword: SUTET 500 KV; Extremely Low Frequency; Type Of Material;

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan energi yang paling banyak dimanfaatkan oleh manusia dari sekian

banyak bentuk energi yang ada. Energi listrik dihasilkan dari pusat pembangkit listrik yang ada di berbagai daerah di Indonesia. Pusat-pusat pembangkit listrik biasanya berjarak cukup jauh dari pengguna atau konsumen, sehingga

diperlukan jaringan untuk menyalurkannya atau dapat disebut dengan saluran transmisi, dengan ukuran kapasitas yang ditentukan oleh tingkat tegangan saluran transmisi. Semakin tinggi tingkat tegangan, akan meningkatkan kapasitas penyaluran energi listrik (Joedo & Darmawan, 2020).

Di Indonesia, saluran transmisi udara digunakan untuk menyalurkan tegangan yang tinggi dan dibedakan berdasarkan tingkat tegangan listriknya. Terdapat 2 jenis saluran transmisi udara yakni Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) yang memiliki tegangan antara 245-750 kV dan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) yang memiliki tegangan lebih kecil atau sama dengan 245 kV (Miftakhudin *et al.*, 2022). Tak jarang, pembangunan jaringan transmisi udara ini terpaksa harus melewati daerah pemukiman penduduk karena berbagai alasan seperti ruang untuk pembangunan infrastruktur SUTET semakin terbatas seiring dengan pertambahan kepadatan penduduk dan jalur terdekat antara sumber energi (pembangkit listrik) dan pusat beban (kota besar) jaraknya lebih pendek saat melewati area pemukiman penduduk.

Berdasarkan hasil temuan di lapangan, ada beberapa wilayah Kabupaten Pasuruan yang dilewati oleh saluran transmisi, salah satunya adalah Desa Kersikan, Kecamatan Gondang Wetan. Adapun saluran transmisi yang melewati wilayah tersebut merupakan jenis SUTET yang bertegangan sebesar 500 kV. Hampir sepanjang saluran transmisi di wilayah ini melewati rumah warga dan di desa tersebut dilewati oleh 2 saluran transmisi SUTET 500 kV yang jaraknya berdekatan.

Menurut penelitian yang dilakukan Oersted (dalam Halliday *et al.*, 2008) menyatakan bahwa disekitar kawat konduktor yang dialiri arus listrik akan timbul medan magnet dan jika arus listrik yang mengalir pada kawat konduktor adalah arus bolak-balik (AC) maka medan magnet yang ditimbulkan akan berubah-ubah. Selain itu,

persamaan Maxwell menunjukkan bahwa medan magnet yang berubah menimbulkan medan listrik, dan medan listrik ini selanjutnya akan membangkitkan medan magnet dan seterusnya. Oleh karena itu, medan magnet dan medan listrik tersebut menjalar ke segala arah yang disebut sebagai gelombang elektromagnetik. Energi listrik yang ditransmisikan melalui saluran transmisi baik SUTET maupun SUTT (Saluran Udara Tegangan Tinggi) berasal dari sumber daya PLN adalah berupa gelombang tegangan listrik bolak-balik yang dapat merambatkan arus listrik AC melalui suatu kawat konduktor. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa disekitar kawat konduktor SUTET maupun SUTT akan menimbulkan medan elektromagnetik.

Beberapa penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa terdapat indikasi resiko gangguan kesehatan terhadap orang-orang yang tinggal di bawah saluran transmisi, tetapi tidak sedikit pula ada beberapa pihak yang menyatakan sebaliknya (Swamardika, 2009). Namun sampai saat ini masyarakat masih khawatir tinggal di bawah saluran SUTET. Berdasarkan hasil observasi di lapangan, beberapa warga di Desa Kersikan mengeluhkan adanya gangguan penyakit kulit seperti timbul bercak merah dan gatal. Namun, gangguan tersebut masih belum dipastikan apakah ada pengaruh dari SUTET atau tidak.

Rumah merupakan salah satu kebutuhan primer dalam hidup manusia. Rumah dekat tower SUTET bukan menjadi fenomena aneh. Faktanya, masih banyak bangunan yang dibangun di dekat tower SUTET atau pembangunan tower yang terpaksa harus melewati pemukiman. Pada penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa keberadaan SUTET 500 kV secara nyata berpengaruh terhadap peningkatan intensitas medan listrik di halaman rumah daerah terpapar (jarak 0-50 m) mencapai 21 kali lebih besar dari pada medan listrik di daerah kontrol (jarak 200 m) dan di dalam rumah mencapai 3 kali lebih besar. Sedangkan

peningkatan intensitas medan magnet di dalam dan di halaman rumah mencapai 8-9 kali lebih besar dari medan magnet di daerah kontrol (Sudarti, 2013). Berdasarkan penelitian Dermawan *et al.* (2018), terdapat peningkatan yang sangat signifikan antara besarnya medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) di sekitar SUTET 500 kV dibandingkan dengan besarnya medan magnet alamiah. Kuat medan magnet akan semakin besar jika jarak terhadap kawat penghantar semakin dekat dan semakin melemah jika jarak terhadap kawat penghantar semakin jauh (Nugroho, 2009). Adapun penelitian yang dilakukan oleh Yulia *et al.* (2017), menyatakan bahwa keberadaan penghalang atap di bawah saluran transmisi jenis SUTT 150 kV tidak berpengaruh terhadap penurunan nilai intensitas medan magnet ELF. Penurunan intensitas medan magnet di bawah SUTT 150 kV bukan dipengaruhi oleh jenis atap rumah, melainkan dipengaruhi oleh jarak pengukuran terhadap kawat penghantar. Berdasarkan pemaparan di atas, maka penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis apakah jenis bahan atap rumah dan jarak penelitian berpengaruh dalam menurunkan intensitas medan elektromagnetik ELF oleh sutet 500 kV. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan solusi atau proteksi dalam mengurangi paparan medan elektromagnetik yang diterima oleh masyarakat di sekitar SUTET 500 kV.

METODE PENELITIAN

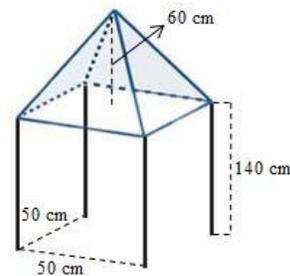
Penelitian ini dilakukan di area SUTET 500 kV yang berada di Desa Kersikan Kecamatan Gondang Wetan, Kabupaten Pasuruan selama bulan Desember 2023. Jenis penelitian yang digunakan ialah penelitian kuantitatif dengan menggunakan teknik survey. Desain penelitian menggunakan penelitian deskriptif, yakni penelitian yang bertujuan untuk mendeskripsikan suatu keadaan fenomena, atau objek secara mendalam menggunakan angka-angka maupun kata-kata (Setyosari, 2016).

Variabel penelitian ini antara lain variabel bebas (jarak, waktu pengukuran, dan bahan atap galvalum, seng, dan plastik), variabel terikat (intensitas medan magnet dan medan listrik ELF yang dihasilkan oleh SUTET 500 kV), dan variabel kontrol (ketebalan atap dan intensitas medan magnet dan medan listrik ELF alamiah).

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode survey di lapangan. Hasil pengumpulan data akan ditulis dalam bentuk tabel dan grafik. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu terdiri dari alat ukur intensitas medan elektromagnetik ELF Survey Meter ETS-Lindgren, alat ukur panjang, prototype (tiruan rumah) untuk menguji jenis bahan atap galvalum, seng dan plastik.



Gambar 1. Alat ELF Survey Meter ETS-Lindgren



Gambar 2. Desain Rumah Tiruan

Atap rumah tiruan dibentuk sedemikian rupa sehingga berbentuk limas segi empat dengan tinggi 200 cm dan lebar 50x50 cm. Sedangkan rangka kaki dibuat menggunakan bahan kayu. Rumah tiruan ini digunakan sebagai simulasi rumah yang menggunakan bahan atap tertentu sesuai dengan sampel yang telah ditetapkan.

Metode analisis data dalam penelitian ini menggunakan bantuan *Microsoft Office Excel*. Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis menggunakan tabel dan grafik untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh dari variabel independen terhadap variabel dependen.

Prosedur penelitian

Adapun bagan prosedur dalam penelitian ini sebagai berikut :



Gambar 3. Bagan Prosedur Penelitian

Tahap Observasi

Tahap ini dilakukan dengan melihat keterangan tegangan SUTET yang ada di Desa Kersikan Kecamatan Gondang Wetan.

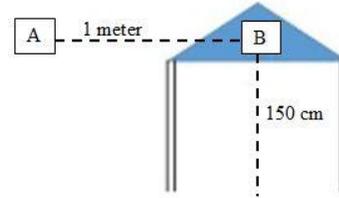
Tahap Penentuan Populasi dan Sampel

Populasi pada penelitian ini adalah jenis bahan atap rumah. Sedangkan sampel dalam penelitian ini adalah jenis bahan atap galvalum, seng, dan plastik dengan ketebalan 0,2 mm. Sampel dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*.

Tahap Penentuan Jarak, Ketinggian dan Waktu Pengukuran

Ketinggian pengukuran medan elektromagnetik ELF yakni 150 cm dari permukaan tanah, sedangkan jarak pengukuran terdiri dari 0 meter (di bawah SUTET), 50 meter dari SUTET, dan 100 meter dari SUTET. Waktu pengukuran dimulai pukul 06.00 WIB dan 19.00, serta dilakukan pengulangan sebanyak 20 kali pengambilan data. Ilustrasi ketinggian saat

mengambil data dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. Ketinggian Alat Ukur

Keterangan :

A = pengukuran tanpa penghalang atap pada ketinggian 150 cm

B = pengukuran di bawah atap pada ketinggian 150 cm

Tahap Pengambilan Data

Pada tahap ini, terdapat 3 data yang akan diukur yaitu intensitas medan elektromagnetik ELF alamiah dan intensitas medan elektromagnetik ELF di bawah atap dan intensitas medan elektromagnetik ELF tanpa atap.

a. Tahap Pengukuran Intensitas Medan Elektromagnetik ELF Alamiah

Pengukuran ini diambil ditempat terbuka hijau yang jauh dari jaringan SUTET maupun SUTT. Proses pengukuran intensitas alamiah dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5. Pengukuran Intensitas Elektromagnetik Alamiah

b. Tahap Pengukuran Intensitas Medan Elektromagnetik ELF Di Bawah Atap

Pengukuran di bawah atap dilakukan dengan menggunakan bantuan rumah tiruan pada ketinggian 150 cm dari tanah dan pada waktu yang telah ditentukan. Proses pengukuran dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 6. pengukuran di bawah atap pada jarak 0 meter



Gambar 7. pengukuran di bawah atap pada jarak 50 meter



Gambar 8. pengukuran di bawah atap pada jarak 100 meter

c. Tahap Pengukuran Intensitas Medan Elektromagnetik ELF Tanpa Atap

Pengukuran tanpa atap dilakukan di samping rumah tiruan dengan jarak 1 meter tanpa penghalang apa pun dengan ketinggian yang sama.



Gambar 9. Pengukuran Tanpa Atap

Tahap Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan memanfaatkan aplikasi *Microsoft Office Excel*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dibawah tower SUTET 500 kV yang terletak di desa Kersikan Kec. Gondang Wetan, Kab. Pasuruan pada bulan Agustus 2023. Data-data yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu data besar intensitas medan elektromagnetik alamiah, intensitas medan elektromagnetik ELF di bawah atap, dan intensitas medan elektromagnetik ELF tanpa atap pada masing-masing jarak yang telah ditentukan. Gelombang elektromagnetik merupakan gelombang yang terdiri dari medan listrik dan medan magnet, sehingga pada penelitian ini terdapat 2 variabel dependen yakni intensitas medan magnet ELF dan intensitas medan Listrik ELF.

Hasil Pengukuran Intensitas Medan Elektromagnetik ELF Alamiah

Pengukuran intensitas medan elektromagnetik ELF alamiah dilakukan di lapangan terbuka yang jauh dari jaringan SUTET maupun SUTT dengan titik pengukuran di tengah lapangan dan ketinggian 150 cm dari tanah.

Pengambilan data dilaksanakan di desa Bayeman, Kec. Gondang Wetan.

Tabel 1. Rata-Rata Intensitas Medan Elektromagnetik ELF Alamiah

Intensitas	Waktu WIB				
	06.00	09.00	12.00	15.30	19.00
Medan Magnet ELF (μT)	0,046	0,045	0,045	0,046	0,047
Medan Listrik ELF (V/m)	1,25	1,26	1,25	1,26	1,26

Tabel 1. menunjukkan nilai rata-rata pengukuran intensitas medan elektromagnetik ELF alamiah. Intensitas medan magnet dan medan listrik ELF relatif sama pada setiap jam pengukuran. Terdapat perbedaan hasil, namun selisihnya tidak signifikan. Data intensitas medan elektromagnetik ELF alamiah ini digunakan sebagai variabel kontrol dalam penelitian ini.

Hasil dan Analisis Pengukuran Intensitas Medan Elektromagnetik ELF Di Bawah Atap

Pengukuran intensitas medan elektromagnetik ELF di bawah atap dilakukan dengan mengukur intensitas medan magnet ELF dan intensitas medan listrik ELF pada jarak 0 meter, 50 meter, dan 100 meter dari SUTET dengan perlakuan tanpa atap dan di bawah atap.

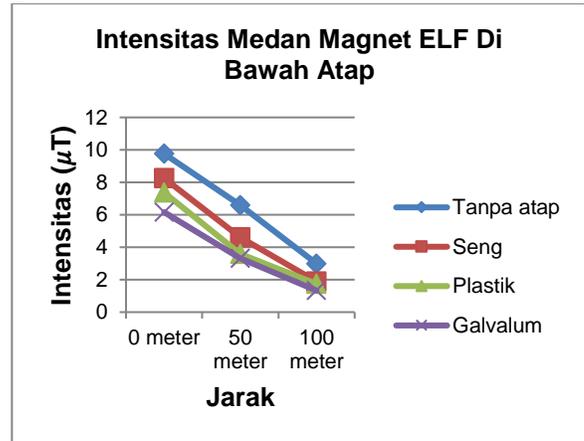
Berikut ini merupakan rata-rata besar intensitas medan magnet ELF dan medan listrik ELF di bawah atap dengan jarak pengukuran semakin jauh.

Tabel 2. Rata-Rata Intensitas Medan Magnet ELF Dan Medan Listrik ELF Di Bawah Atap

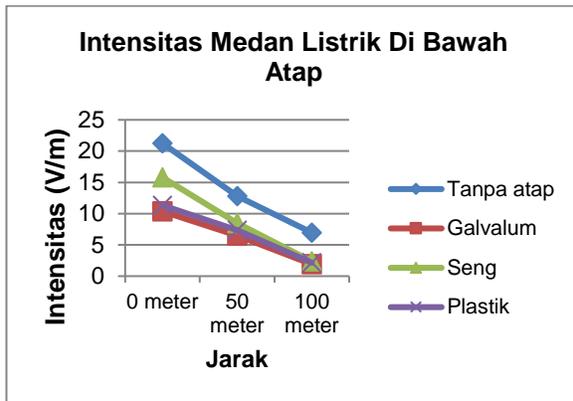
Jarak	Intensitas	Tanpa Atap	Galvalum	Seng	Plastik
0 meter	Medan Magnet ELF (μT)	9,76	6,16	8,25	7,37
	Medan Listrik ELF (V/m)	21,24	10,36	15,79	11,33
50 meter	Medan Magnet ELF (μT)	6,58	3,32	4,60	3,59

100 meter	Medan Listrik ELF (V/m)	12,80	6,49	8,46	7,33
	Medan Magnet ELF (μT)	2,99	1,33	1,89	1,74
100 meter	Medan Listrik ELF (V/m)	6,96	1,90	2,36	2,14

Berdasarkan tabel 2. dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata intensitas medan magnet ELF dan medan listrik ELF yang diperoleh saat di bawah atap dan saat jarak semakin jauh. Rata-rata nilai intensitas medan magnet ELF dan medan listrik ELF semakin kecil saat jarak pengukuran semakin jauh. Adapun rata-rata nilai intensitas di bawah atap juga mengalami penurunan jika dibandingkan dengan rata-rata nilai intensitas pengukuran tanpa atap. Hal tersebut dapat dilihat melalui diagram batang gambar 10. Dan 11. Berikut.



Gambar 10. Diagram Rata-Rata Intensitas Medan Magnet ELF Di Bawah Atap



Gambar 11. Diagram Rata-Rata Intensitas Medan Listrik ELF Di Bawah Atap

Berdasarkan gambar 10. Dan 11. Menunjukkan bahwa intensitas medan magnet ELF dan medan listrik ELF terbesar diperoleh saat pengukuran pada jarak 0 meter lalu menurun saat jarak pengukuran semakin jauh. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa jarak pengukuran berpengaruh terhadap intensitas medan magnet ELF dan medan listrik ELF di sekitar SUTET 500 kV.

Selain itu, intensitas medan magnet ELF dan medan listrik ELF tanpa atap mengalami penurunan saat dilakukan pengukuran di bawah atap. Semua jenis atap berpengaruh dalam menurunkan intensitas tanpa atap, namun penurunan yang paling signifikan ialah saat pengukuran di bawah atap galvalum.

Hal tersebut terjadi karena intensitas elektromagnetik semakin melemah jika semakin jauh dari sumbernya (Suhatin et al., 2017). Hasil penelitian juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Dermawan. Berdasarkan hasil penelitian Dermawan et al. (2018) menyimpulkan bahwa pola distribusi medan magnet pada jarak lateral kanan dan lateral kiri SUTET 500 kV diperoleh hasil semakin jauh jaraknya dengan posisi SUTET 500 kV maka akan semakin kecil radiasi yang di timbulkan oleh SUTET tersebut.

Nugraheny menjelaskan bahwa dalam hukum Brewster jika gelombang datang pada sebuah bidang maka sebagian akan dipantulkan

dan sebagian lagi akan diteruskan (Nugraheny et al., 2018). Pada penelitian ini gelombang elektromagnetik datang dari udara (n_1) dan mengenai permukaan atap (n_2) sehingga sebagian gelombang dipantulkan dan sebagian lagi akan diteruskan akibatnya terjadi penurunan intensitas gelombang elektromagnetik saat di bawah atap. Penurunan di bawah bahan atap galvalum merupakan penurunan yang paling besar di antara semua bahan, sehingga dapat disimpulkan bahwa bahan galvalum paling banyak memantulkan gelombang elektromagnetik.

Selain itu berdasarkan teori faraday, muatan listrik pada sangkar konduktor hanya terkumpul pada bagian luarnya saja dan tidak berpengaruh terhadap bagian dalam sangkar (Nenny Angraeni, 2010:42-44). Pada penelitian ini, atap rumah dibentuk menjadi sebuah limas tertutup yang dapat dianggap sebagai sebuah sangkar faraday sehingga ketika ada medan listrik yang mengenai sangkar atau atap rumah maka akan ada gaya yang menyebabkan partikel bermuatan mengalami perpindahan tempat. Gerakan perpindahan tempat partikel bermuatan akan menghasilkan medan listrik yang berlawanan dengan medan listrik yang mengenainya akibatnya tidak ada medan listrik yang masuk kedalam sangkar (Bandri, 2014).

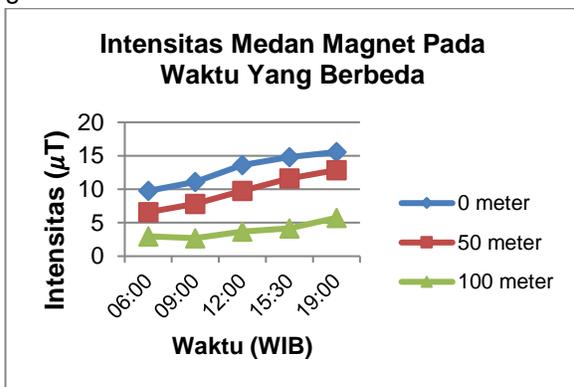
Hasil dan Analisis Pengukuran Intensitas Medan Elektromagnetik ELF Pada Waktu Yang Berbeda

Pengukuran intensitas medan elektromagnetik ELF pada waktu yang berbeda dilakukan dengan mengukur intensitas medan magnet ELF dan intensitas medan listrik ELF tanpa penghalang atap pada waktu 06.00, 09.00, 12.00, 15.30 dan 19.00 WIB pada jarak 0 meter, 50 meter, dan 100 meter dari SUTET. Berikut ini merupakan rata-rata besar intensitas medan magnet ELF dan medan listrik ELF dengan waktu pengukuran yang berbeda.

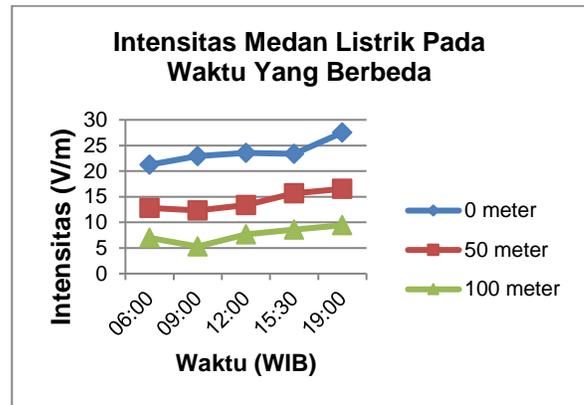
Tabel 5. Rata-Rata Intensitas Medan Magnet ELF Dan Medan Listrik ELF dengan Waktu yang Berbeda

Jarak Intensitas		Waktu (WIB)				
		06.00	09.00	12.00	15.30	19.00
0 meter	Medan Magnet ELF (μT)	9,76	11,11	13,64	14,81	15,56
	Medan Listrik ELF (V/m)	21,24	22,95	23,56	23,35	27,51
50 meter	Medan Magnet ELF (μT)	6,58	7,84	9,75	11,62	12,86
	Medan Listrik ELF (V/m)	12,80	12,33	13,38	15,65	16,53
100 meter	Medan Magnet ELF (μT)	2,99	2,7	3,7	4,16	5,74
	Medan Listrik ELF (V/m)	6,96	5,29	7,69	8,56	9,44

Berdasarkan tabel 2. dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata intensitas medan magnet ELF dan medan listrik ELF yang diperoleh pada waktu yang berbeda. Perbedaan tersebut dapat dilihat melalui diagram batang gambar 12. Dan 13. Berikut.



Gambar 12. Diagram Rata-Rata Intensitas Medan Listrik ELF Oleh Sutet Dengan Waktu Yang Berbeda



Gambar 13. Diagram Rata-Rata Intensitas Medan Listrik ELF Oleh Sutet Dengan Waktu Yang Berbeda

Berdasarkan gambar 12. Dan 13. Menunjukkan bahwa nilai intensitas saat pengukuran pagi hari lebih kecil dari pada nilai intensitas saat pengukuran malam hari, hal tersebut dapat dilihat pada grafik dimana garis menunjukkan semakin naik. Rata-rata nilai intensitas medan magnet dan medan listrik terkecil diperoleh saat pengukuran jam 06.00 dan 09.00 lalu mengalami peningkatan hingga yang paling besar terjadi saat pengukuran jam 19.00. Pada malam hari arus yang mengalir pada kawat penghantar jaringan listrik lebih besar daripada siang hari (Anies, 2007). Septian et al. (2016) menyebutkan bahwa nilai medan magnet yang rendah pada pagi hari disebabkan karena beban rendah sehingga arus yang mengalir pada kawat penghantar jaringan listrik lebih rendah, sedangkan pada malam hari terjadi beban puncak akibatnya terjadi peningkatan arus listrik yang cukup besar sehingga medan magnet yang dihasilkan juga meningkat. Pada pengukuran jam 19.00 diperoleh nilai intensitas sebesar 15,56 μT dan 27,51 V/m (0 meter), 12,86 μT dan 16,53 V/m (50 meter), serta 5,74 μT dan 9,44 V/m (100 meter), nilai ini jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan intensitas yang diperoleh saat jam 06.00 dan 09.00. Dermawan et al. (2018) menjelaskan besarnya nilai rata-rata medan magnet

dipengaruhi oleh penggunaan tenaga listrik pada malam hari yang meningkat, sehingga besarnya nilai rata-rata medan magnet yang dihasilkan dari SUTET 500 kV pada jam 19.00 WIB menunjukkan nilai yang paling tinggi.

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan di daerah kontrol yang jauh dengan jaringan SUTET maupun SUTT menunjukkan adanya peningkatan besarnya intensitas medan elektromagnetik ELF alamiah dibandingkan dengan pengukuran di sekitar SUTET 500 kV. Berdasarkan tabel 1. dan 2. diperoleh nilai rata-rata intensitas medan magnet dan medan listrik ELF tanpa penghalang atap dan di bawah atap lebih tinggi dari pada intensitas medan magnet dan medan listrik alamiah. Selain itu, berdasarkan tabel 1. dan 3. diperoleh nilai rata-rata intensitas medan magnet dan medan listrik ELF pada waktu yang berbeda juga lebih tinggi dari pada intensitas medan magnet dan medan listrik ELF alamiah. Menurut *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (ICNIRP) dan WHO, menjelaskan bahwa batas paparan medan listrik dan medan magnet untuk kelompok umum sebesar $100 \mu\text{T}$ dan 5 Kv/m (WHO, 2007). Dengan demikian, intensitas medan magnet dan medan listrik dibawah SUTET lebih besar dibandingkan intensitas medan magnet dan medan listrik alamiah, serta dapat dikatakan masih jauh dari ambang batas paparan radiasi untuk kelompok umum.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengukuran yang telah dilakukan di sekitar SUTET 500 kV yang berlokasi di desa Kersikan, Kecamatan Gondang Wetan dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan yang signifikan antara besarnya medan elektromagnetik alamiah dengan besarnya medan elektromagnetik ELF di sekitar SUTET 500 kV. Dapat dilihat dari grafik bahwa jarak, jenis atap dan waktu pengukuran

berpengaruh terhadap intensitas medan elektromagnetik ELF yang dihasilkan di sekitar SUTET 500 kV. Besarnya intensitas medan elektromagnetik ELF yang diukur menunjukkan nilai tertinggi pada jarak 0 meter (di bawah SUTET) dan mengalami penurunan saat jarak pengukuran semakin jauh, sehingga semakin jauh jarak tempat tinggal masyarakat dengan SUTET 500 kV maka akan semakin aman dari radiasi elektromagnetik. Jenis atap yang digunakan dalam penelitian ini berpengaruh dalam menurunkan intensitas medan elektromagnetik ELF dari SUTET 500 kV, namun penurunan yang paling besar terjadi pada pengukuran di bawah atap jenis galvalum. Dengan demikian, jenis galvalum dapat direkomendasikan untuk penggunaan atap rumah sebagai proteksi terhadap radiasi elektromagnetik SUTET 500 kV. Adapun intensitas elektromagnetik ELF yang diukur menunjukkan nilai yang tinggi pada saat pengukuran jam 19.00 dan nilai yang rendah pada saat pengukuran jam 06.00 dan 09.00. Dengan demikian, waktu yang direkomendasikan saat melintas atau berkegiatan di bawah SUTET 500 KV ialah pada saat pagi hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Anies. (2007). *Mengatasi Gangguan Kesehatan Masyarakat Akibat Radiasi Elektromagnetik Dengan Manajemen Berbasis Lingkungan*. Diponegoro University Press.
- Bandri, S. (2014). Sistem Proteksi Internal dan Eksternal. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 3(1), 51–56.
- Dermawan, R., Sudarti, & Harijanto, A. (2018). Analisis Intensitas Paparan Medan Magnet ELF Oleh Saluran Udara Ekstra Tinggi (SUTET) 500 KV Di Kabupaten Pasuruan. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2018*, 3.
- Halliday, Resnick, & Walker, J. (2008). *Fundamental of Physics 8th Ed*. Clearance Center Inc.
- Joedo, L. A., & Darmawan, I. P. (2020).

- Peningkatan Batas Aman Induksi Elektromagnetik Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 500 KV Bagi Kesehatan Manusia Berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No. 18 Tahun 2015 Juncto No. 2 Tahun 2019. *Kilat*, 9(1), 49–56. <https://doi.org/10.33322/KILAT.V9I1.780>
- Miftakhudin, Wahjudi, D., & Watiningsih, T. (2022). Analisis Pengaruh Kuat Medan Listrik Terhadap Lingkungan Dibawah Transmisi Sutel 500 KV Penghantar Pedan-Kesugihan. *TEODOLITA: Media Komunikasi Ilmiah Dibidang Teknik*, 3(2).
- Nenny Angraeni. (2010). *Faraday Dan Kelistrikan*. PT Elex Media Komputindo.
- Nugraheny, I., Nurfauzi, W., Fausta, D. E., Supurwoko, & Pambuka, R. N. (2018). Polarisasi Cahaya dan Penentuan Nilai Indeks Bias dengan Metode Sudut Brewster. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 14(3), 78. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v14i3.3867>
- Nugroho, D. (2009). Pengaruh Perubahan Konfigurasi Saluran Jaringan SUTET 500 kV Terhadap Medan Magnet. *Media ElektriKa*, 2(1), 9 – 17.
- Septian, R., Pauz, G. A., Warsito, & Handriyanto, W. (2016). Analisis Distribusi Medan Magnet Pada Daerah Sekitar Gardu Induk (GI) PT PLN (Persero) P3B Sumatra Teluk Betung Selatan Bandar Lampung Menggunakan Surfer. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 4(77–82).
- Setyosari, P. (2016). *Metode Penelitian Pendidikan Dan Pengembangan* (4th ed.). Prenadamedia Group.
- Sudarti. (2013). Analisis Faktor Penyebab Timbulnya Keluhan Kesehatan Masyarakat Di Sekitar SUTET-500 kV. *Seminar Nasional FKIP Universitas Jember*, 1, 46–54.
- Suhatin, D., Sudarti, & Prihandono, T. (2017). Analisis Intensitas Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) Di Sekitar Peralatan Elektronik Dengan Daya ≥ 1000 W. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 6(2), 203–209.
- Swamardika, I. B. A. (2009). Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Terhadap Kesehatan Manusia. *Jurnal Teknologi Elektro*, 8(1), 106–109.
- WHO. (2007). *Environmental Health Criteria 238, Extremely Low Frequency Fields*. WHO Press.
- Yulia, E., Sudarti, & Yushardi. (2017). Pengaruh Jenis Atap Rumah Terhadap Penurunan Intensitas Medan Magnet Di Bawah SUTT 150 KV. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 6(1), 80–88.