

ANALISIS INTENSITAS PAPARAN MEDAN MAGNET ELF OLEH SALURAN UDARA EKSTRA TINGGI (SUTET) 500 KV DI KABUPATEN PASURUAN

Rio Dermawan

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, UNIVERSITAS JEMBER

riodermawan1996@gmail.com

Sudarti

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, UNIVERSITAS JEMBER

Sudarti.fkip@unej.ac.id

Alex Harijanto

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, UNIVERSITAS JEMBER

Alexharijanto.fkip@unej.ac.id

ABSTRAK

Keberadaan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 500 kV telah menjadi issue yang sejak lama menjadi perdebatan di masyarakat. Hal ini terkait dengan kekhawatiran masyarakat terhadap kemungkinan risiko efek kesehatan oleh radiasi medan magnet ELF yang di pancarkan oleh SUTET-500 kV. Mengingat medan magnet bersifat tidak terhalangi, mampu menembus materi biologis termasuk tumbuhan dan tubuh manusia. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan intensitas paparan medan magnet ELF di sekitar SUTET-500 kV. Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan pengukuran medan magnet ELF di sekitar SUTET-500 kV, baik jarak vertikal 150 cm dari tanah dan pada jarak lateral 0 m, 50 m, 100 m, 150 m, 200 m, 250 m dari sumbu SUTET 500 kV. Sebagai kontrol, adalah medan magnet ELF alamiah, yaitu medan magnet yang diukur di hamparan tanah lapang pada pagi hari sebelum matahari terbit (jam 05.00). Pengukuran intensitas medan magnet ELF dilakukan dengan menggunakan alat ukur EMF-827. Hasilnya penelitian ini membuktikan bahwa intensitas paparan medan magnet ELF tepat di bawah SUTET-500 kV mencapai hampir 195 kali lebih besar di dibandingkan medan magnet alamiah. Sementara intensitas medan magnet ELF pada jarak lateral 250 meter dari sumbu SUTET-500 kV meningkat 20 kali lebih besar di dibandingkan kontrol. Kesimpulan: berdasarkan hasil analisis, dapat di simpulkan bahwa keberadaan SUTET-500 kV berpengaruh secara nyata terhadap peningkatan intensitas medan magnet ELF di sekitarnya.

Kata Kunci: *medan magnet ELF, SUTET 500 kV, jarak lateral*

PENDAHULUAN

Dewasa ini dengan meningkatnya kebutuhan industri dan masyarakat akan tenaga listrik, Maka PLN mengembangkan pembangunan sarana kelistrikan di Indonesia antara lain dengan dibangunnya Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTET) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET). Secara alamiah manusia telah terpapar medan listrik dan medan magnet, mengingat bumi itu sendiri merupakan sumber medan listrik dan medan magnet. Paparan tersebut semakin meningkat seiring dengan peningkatan pemakaian peralatan bertenaga listrik dalam kehidupan. Salah satu sumber paparan medan listrik dan medan magnet di lingkungan adalah jaringan transmisi energi listrik baik saluran udara tegangan tinggi (SUTT)

maupun saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) (Sudarti, 2013:47).

Saluran Transmisi merupakan media yang digunakan untuk mentransmisikan tenaga listrik dari Generator Station/Pembangkit Listrik sampai distribution station hingga sampai pada konsumen pengguna listrik. Dimana tujuannya adalah agar drop tegangan dari penampang kawat dapat direduksi secara maksimal, sehingga diperoleh operasional yang efektif dan efisien. Akan tetapi terdapat permasalahan mendasar dalam pembangunan SUTET ialah konstruksi tiang (tower) yang besar dan tinggi, memerlukan tanah yang luas, memerlukan isolator yang banyak, sehingga memerlukan biaya besar. Masalah lain yang timbul dalam pembangunan SUTET adalah masalah kesehatan yang sering di keluhkan masyarakat yang tinggal disekitarnya. Bahwa keberadaan SUTET-500 kV

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Implementasi Pendidikan Karakter dan IPTEK untuk Generasi Millennial Indonesia dalam Menuju SDGs 2030“

11 MARET 2018

terbukti dapat meningkatkan Intensitas paparan medan listrik dan medan magnet ELF di lingkungan. Peningkatan intensitas paparan medan listrik ELF di wilayah sekitar SUTET-500 kV mencapai 21 kali lebih tinggi dibandingkan wilayah kontrol, sementara peningkatan intensitas medan magnet ELF mencapai 9 kali lebih besar, namun masih berada di bawah nilai ambang batas paparan yang diperkenankan WHO (Sudarti, 2013:51).

Banyak kalangan mengklaim bahwa gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh saluran transmisi dapat mengganggu kesehatan pengguna dan orang-orang yang berdiri di sekitarnya. Anggapan ini dibenarkan oleh para ahli bidang telekomunikasi, namun tidak sedikit pula bantahan-bantahan oleh beberapa pihak yang menyangkal sebaliknya (Swamardika, 2009:106). Awal tahun 2006 merupakan puncak akumulasi protes yang dilakukan oleh masyarakat yang bertempat tinggal di bawah SUTET. Berbagai bentuk protes, mulai dari demo, aksi mogok makan, menjahit mulut, sampai ancaman untuk merobohkan tower SUTET dilakukan untuk menuntut ganti rugi lahan tempat tinggal mereka yang dilintasi SUTET (Anies, 2007:6). Sampai sekarang masyarakat masih khawatir tinggal dibawah Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 500 kV. Ketakutan ini tampaknya berawal dari pernyataan ahli Epidemiologi bahwa SUTET dapat membangkitkan medan listrik dan medan magnet yang berpengaruh buruk terhadap kesehatan manusia. Masyarakat bahkan ada yang mengeluh pusing-pusing walaupun belum dapat dibuktikan penyebabnya. Kehadiran medan listrik dan medan magnet di sekitar kehidupan manusia tidak dapat dirasakan oleh indera manusia, kecuali jika intensitasnya cukup besar dan terasa hanya bagi orang yang hipersensitif saja. Medan listrik dan medan magnet termasuk kelompok radiasi non-pengion. Radiasi ini relatif tidak berbahaya, berbeda sama sekali dengan radiasi jenis pengion seperti radiasi nuklir atau radiasi sinar rontgen.

Dapat diketahui bahwa medan magnet terbesar adalah didekat penghantar, dan semakin jauh jaraknya maka nilainya akan semakin kecil dan perubahan penurunan intensitas medan magnet di bawah saluran transmisi bukan dipengaruhi oleh jenis atap yang digunakan, melainkan hal tersebut terjadi karena pengaruh jarak pengukuran dari penghantar. Bila digunakan acuan kesehatan menurut WHO mengenai batas paparan medan elektromagnetik untuk saluran transmisi maka intensitas radiasi medan magnet di sekitar SUTT 150 kV masih jauh dibawah ambang batas paparan (Yulia, 2016:69). Para ahli telah

sepakat bahwa medan listrik dan medan magnet yang berasal dari jaringan listrik digolongkan sebagai frekuensi ekstrim rendah dengan konsekuensi kemampuan memindahkan energi sangat kecil, sehingga tidak mampu mempengaruhi ikatan kimia pembentuk sel-sel tubuh manusia. Disamping itu sel tubuh manusia mempunyai kuat medan listrik sekitar 10 juta Volt/m yang jauh lebih kuat dari medan listrik luar. Medan listrik dan medan magnet dengan frekuensi ekstrim rendah ini juga tidak mungkin menimbulkan efek panas seperti yang dapat terjadi pada efek medan elektromagnet gelombang mikro, frekuensi radio, dan frekuensi yang lebih tinggi seperti pada telepon seluler. Adanya orang yang tinggal dekat dengan jaringan transmisi listrik melaporkan keluhan-keluhan seperti sakit kepala, pusing, berdebar dan susah tidur serta kelemahan seksual adalah bersifat subyektif, karena persepsi mereka yang kurang tepat.

Berdasarkan uraian di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah medan magnet pada SUTET-500 kV lebih besar dibandingkan dengan medan magnet alamiah?, bagaimana pola distribusi medan magnet pada jarak lateral pada SUTET-500 kV?. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis medan magnet pada SUTET-500 kV lebih besar dibandingkan dengan medan magnet alamiah, menganalisis pola distribusi medan magnet pada jarak lateral pada SUTET-500 kV.

METODE PENELITIAN

Berdasarkan tujuan penelitian, Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif. Penelitian ini dilaksanakan dengan melakukan pengukuran intensitas medan magnet alamiah dan medan magnet pada Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 500 kV

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah EMF tester Benetech GM 3120 yang digunakan untuk mengukur intensitas radiasi medan magnet pada Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 500 kV di Desa Rembang, Kecamatan Rembang, Kabupaten Pasuruan



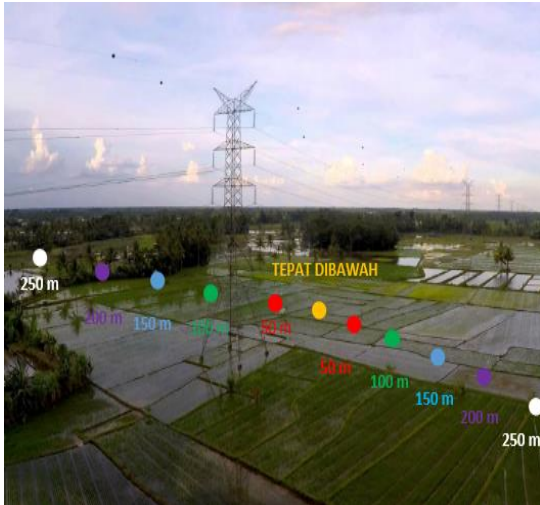
Gambar 1. EMF tester Benetech GM 3120

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Implementasi Pendidikan Karakter dan IPTEK untuk Generasi Millennial Indonesia dalam Menuju SDGs 2030“

11 MARET 2018

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara pengukuran secara langsung di tempat penelitian. Data tersebut diambil saat jam 05.00 WIB, 09.00 WIB, 12.00 WIB, 15.00 WIB, 19.00 WIB pada jarak pada SUTET 500 kV dan jarak sekitar tower



Gambar 2. Ilustrasi titik pengukuran di SUTET 500 kV (Sumber: curvetube.com)

Keterangan gambar:

- = Tepat di bawah SUTET
- = 50 m ke kanan dan ke kiri SUTET
- = 100 m ke kanan dan ke kiri SUTET
- = 150 m ke kanan dan ke kiri SUTET
- = 200 m ke kanan dan ke kiri SUTET
- = 250 m ke kanan dan ke kiri SUTET

HASIL DAN PEMBAHASAN

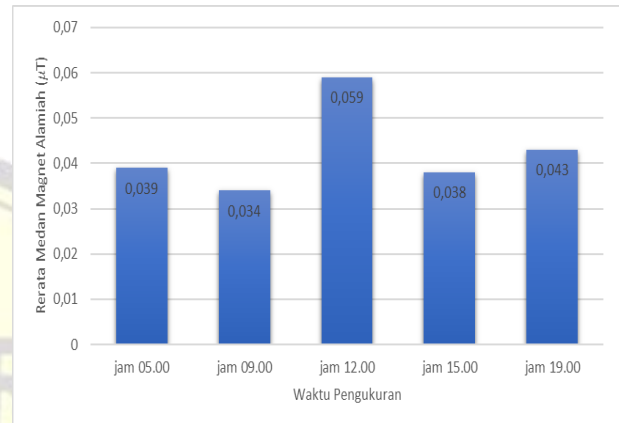
Berdasarkan hasil pengukuran intensitas radiasi medan magnet alamiah menggunakan alat EMF-3120 di lapangan Universitas Jember adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Rerata medan magnet alamiah

Jam pengukuran	jam 05.00 WIB	jam 09.00 WIB	jam 12.00 WIB	jam 15.00 WIB	jam 19.00 WIB
Nilai medan magnet (μT)	0,039	0,034	0,059	0,038	0,043

Tabel 4.1 menunjukkan nilai rata-rata besarnya medan magnet alamiah yang di peroleh dari pengukuran di lokasi lapangan, Universitas Jember. Pengukuran besarnya medan magnet itu sendiri di peroleh dari perbedaan waktu pengukuran yang di mulai dari pukul 05.00 WIB, 09.00 WIB, 12.00 WIB, 15.00 WIB, 19.00 WIB dengan titik pengukuran yang sama dan menunjukkan rata-rata medan magnet

alamiah yang berbeda-beda setiap waktunya, untuk mempermudah menganalisis data yang telah di peroleh maka di lihatkan melalui grafik berikut ini.



Gambar 3. Pola distribusi medan magnet alamiah pada lokasi lapangan Universitas Jember

Gambar 3 menunjukkan nilai rata-rata besarnya medan magnet alamiah Pada pukul 05.00 WIB yaitu 0,038 μT , Pada waktu tersebut tidak ada pengaruh sumber medan magnet yang lain yaitu matahari sama seperti pada jam 19.00 yang tidak di pegaruhi oleh matahari yang menghasilkan nilai 0,043 μT . Sedangkan pada pukul 09.00 WIB, 12.00 WIB dan 15.00 WIB menunjukkan nilai rata-rata besarnya medan magnet yaitu sebesar 0,034 μT , 0,059 μT dan 0,038 μT , dan pada jam-jam tersebut di pengaruhi oleh sumber medan magnet matahari. Pada pola distribusi besarnya medan magnet alamiah di atas menunjukkan bahwa nilai rata-rata besarnya medan magnet alamiah yang paling tinggi yaitu pada pukul 12.00 WIB karena pada waktu ini pengaruh dari medan magnet matahari di titik puncaknya yang menghasilkan nilai rata-rata besarnya medan magnet yaitu 0,059 μT . Maka di dapatkan dari grafik besarnya nilai rata-rata medan magnet almiah tertinggi yaitu pada pukul 12.00 WIB sebesar 0,059 μT dan besarnya nilai rata-rata medan magnet almiah terendah yaitu pada pukul 09.00 WIB sebesar 0,034 μT dengan pengukuran besarnya medan magnet alamiah menunjukkan perbedaan nilai yang berbeda tiap waktu.

Tabel 2. Rerata medan magnet jarak lateral SUTET-500 kV

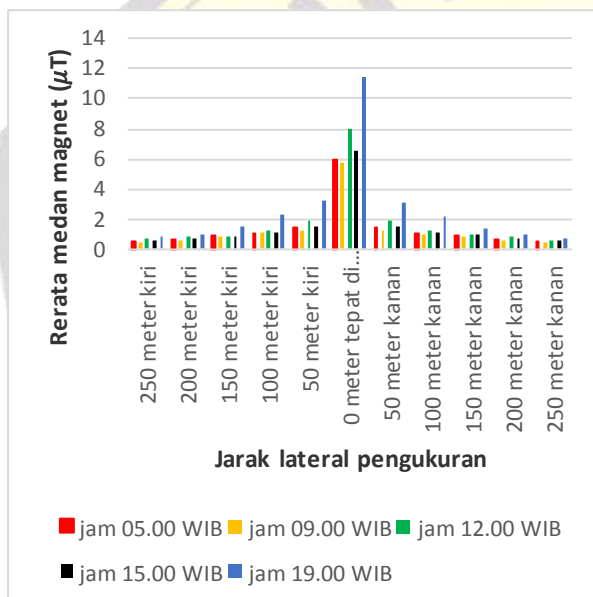
Waktu	jam 05.00 WIB	jam 09.00 WIB	jam 12.00 WIB	jam 15.00 WIB	jam 19.00 WIB
250 meter kiri	0,508	0,395	0,674	0,564	0,895
200 meter kiri	0,68	0,582	0,806	0,691	1,035

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Implementasi Pendidikan Karakter dan IPTEK untuk Generasi Millennial Indonesia dalam Menuju SDGs 2030“

11 MARET 2018

150 meter kiri	0,861	0,828	0,922	0,887	1,493
100 meter kiri	1,007	1,095	1,298	1,163	2,312
50 meter kiri	1,422	1,217	1,95	1,564	3,18
0 meter	6,004	5,73	7,977	6,51	11,503
50 meter kanan	1,443	1,278	1,911	1,547	3,133
100 meter kanan	1,049	0,948	1,193	1,12	2,136
150 meter kanan	0,879	0,861	0,971	0,94	1,37
200 meter kanan	0,704	0,601	0,794	0,735	0,999
250 meter kanan	0,516	0,44	0,643	0,562	0,728



Gambar 4. Pola distribusi medan magnet jarak lateral SUTET-500 kV

Gambar 4 menunjukkan rata-rata besarnya medan magnet ELF di kawah kawat, lateral kanan, dan lateral kiri. Pada posisi tepat di bawah Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 500 kV pada rentang waktu keseluruhan yang telah di tentukan, Dapat di lihat pada gambar grafik menunjukkan rata-rata besarnya medan magnet ELF pada pagi hari pukul 09.00 WIB 0 meter tepat di bawah SUTET-500 kV menunjukkan nilai yang paling kecil yaitu 5,73 μT , Apabila di bandingkan dengan besarnya medan magnet pada pukul 05.00 WIB diperoleh 6,004 μT , 12.00 WIB diperoleh 7,977 μT , 15.00 WIB diperoleh 7,977 μT , 19.00 WIB diperoleh 11,503 μT . Nilai medan magnet pada yang paling tinggi yaitu pada pukul 19.00 WIB mengalami peningkatan yang signifikan besarnya

medan magnet ELF di Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 500 kV sebesar 11,503 μT hal ini disebabkan adanya pengaruh penggunaan tenaga listrik pada malam hari meningkat sehingga pada pukul 19.00 WIB besarnya medan magnet memiliki nilai yang paling tinggi. Pada jam 05.00 WIB, 09.00 WIB, 12.00 WIB, 15.00 WIB, 19.00 WIB posisi lateral ke kanan dan lateral kiri dengan jarak 50 m, 100 m, 150 m, 200 m, 250 m terlihat dari gambar grafik rata-rata besarnya medan magnet terus-menerus mengalami penurunan besarnya medan magnet dibandingkan tepat dibawah kawat. Penyebab dari menurunnya besarnya medan magnet di peroleh dari semakin jauhnya titik pengukuran dengan titik sumber medan magnet yaitu Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 500 kV dan perbedaan waktu pengukuran yang menjadikan besarnya medan magnet berbeda-beda. Apabila dibandingkan medan magnet jarak lateral Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 500 kV dengan medan magnet alamiah maka terdapat perbedaan yang signifikan

Namun banyak faktor yang mempengaruhi besarnya medan magnet yang di hasilkan termasuk pada SUTET-500 kV tersebut, hal ini berasal dari pengaruh lingkungan luar tersebut misalnya dipengaruhi oleh medan magnet yang dihasilkan dari peralatan listrik yang menyala di sekitar lokasi penelitian dan kendaraan bermotor yang berlalu lalang melintasi lokasi penelitian, serta penggunaan alat ukur yang kurang tepat dapat mempengaruhi ketepatan pengukuran, dan lain-lain. Rata-rata medan magnet yang terukur menunjukkan adanya peningkatan yang berbeda pada waktu tertentu. Pada dasarnya tegangan sistem tidak mempengaruhi besarnya medan magnet sebab medan magnet secara signifikan di pengaruhi oleh arus listrik yang mengalir pada saluran, namun dengan semakin tinggi tegangan saluran akan menyebabkan semakin besarnya kapasitas arus yang mengalir pada saluran, hal ini akan berdampak pada meningkatnya medan magnet disekitar saluran tersebut (Nugroho, 2009). Besarnya medan magnet yang terukur berubah-ubah terhadap waktu. Perubahan medan magnet bumi ini juga disebabkan oleh rotasi bumi. Medan magnet juga dipengaruhi oleh angin matahari dan variasi keluaran matahari (Swerdlow, 2008:10).

Rata-rata besarnya medan magnet yang terukur pada pagi hari menunjukkan nilai yang rendah. Berdasarkan penelitian Septiani (2016) bahwa nilai medan magnet yang rendah pada pagi hari disebabkan karena beban rendah, artinya arus yang mengalir pada kawat penghantar jaringan listrik lebih rendah jika dibandingkan dengan siang hari ataupun malam hari,

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Implementasi Pendidikan Karakter dan IPTEK untuk Generasi Millennial Indonesia dalam Menuju SDGs 2030“

11 MARET 2018

sehingga medan magnet yang dihasilkan rendah pula. Pada siang hari terdapat peningkatan arus pada kawat penghantar jaringan listrik dibandingkan pada pagi hari, sehingga nilai medan magnet pada siang hari terukur lebih besar dibandingkan nilai medan magnet pada pagi hari. Pada beberapa titik pengukuran terjadi perbedaan besarnya medan magnet pada jam-jam tertentu, selain disebabkan oleh peningkatan arus listrik pada kawat, faktor lain yang mempengaruhi besarnya medan magnet adalah gangguan matahari (intensitas sinar matahari). Pada siang hari matahari memancarkan lebih banyak radiasi kepada bumi dari pada malam hari, radiasi yang dipancarkan oleh matahari yaitu salah satunya termasuk dalam radiasi ultraviolet. Radiasi ultraviolet matahari menimbulkan ionisasi lapisan ionosfer. Ion-ion yang dihasilkan dari lapisan udara yang terionisasi oleh matahari sehingga menjadi ion-ion yang akan menjadi magnet ketika ada listrik di ionosfer (Rosid, 2008).

Pada hasil pengukuran yang diperoleh pada malam hari menunjukkan nilai yang paling tinggi. Pada malam hari arus yang mengalir pada kawat penghantar jaringan listrik lebih besar daripada siang hari (Anies, 2006:117). Septiani, dkk (2016) menyimpulkan bahwa pada malam hari terjadi beban puncak hal ini disebabkan karena terjadi peningkatan arus listrik yang cukup besar saat beban puncak pada sistem distribusi sehingga medan magnet yang dihasilkan juga meningkat. Pada saat kendaraan bermotor banyak yang melintas pada lokasi pengukuran medan magnet, besarnya medan magnet juga mengalami peningkatan karena di dalam suatu kendaraan bermotor yang bekerja akan terjadi gaya gerak listrik, dengan adanya gaya gerak listrik akan meningkatkan temperatur pembakaran, gaya gerak listrik akan menghasilkan medan listrik ataupun medan magnet (faraday)(Sudibyo, 2016). Pada lokasi penelitian terdapat peralatan listrik yang sedang menyala pada jam tertentu seperti lampu penerangan jalan yang dekat dengan lokasi pengukuran. Pengukuran medan magnet di sekitar peralatan listrik menghasilkan nilai yang paling tinggi pada keadaan alat bekerja (Suhatin, 2017).

Dari hasil penelitian dan pengukuran yang telah dilakukan di sekitar Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 500 kV yang berlokasi di desa Rembang, Kecamatan Rembang disimpulkan bahwa terdapat peningkatan yang signifikan antara besarnya medan magnet alamiah dengan besarnya medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) di sekitar Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 500 kV. Dapat dilihat dari grafik bahwa besarnya medan magnet yang diukur menunjukkan nilai yang tinggi

pada titik pengukuran tepat di bawah SUTET-500 kV dengan waktu 19.00 WIB, akan tetapi nilai medan magnet akan mengalami penurunan jika jarak pengukuran medan magnet pada SUTET-500 kV semakin menjauhi dan nilai medan magnet ELF yang dihasilkan oleh SUTET-500 kV tersebut masih di bawah ambang batas rekomendasi dari WHO dan IRPA yaitu dengan radiasi sebesar 0,5 mili Tesla (mT).

PENUTUP**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh, bahwa besarnya medan magnet yang diukur menunjukkan nilai yang tinggi pada titik pengukuran tepat di bawah SUTET-500 kV dengan waktu 19.00 WIB dan akan mengalami penurunan nilai medan magnet jika jarak pengukuran medan magnet pada SUTET-500 kV semakin menjauhi sedangkan dibandingkan dengan nilai medan magnet alamiah terdapat perbedaan yang signifikan namun masih di bawah ambang batas rekomendasi dari WHO dan IRPA yaitu dengan radiasi sebesar 0,5 mili Tesla (mT).

Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengukuran besarnya medan listrik *Extremely Low Frequency* (ELF) pada SUTET (Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi) 500 kV dengan ketinggian dan jarak titik pengukuran yang lebih dekat dengan kawat konduktor namun pada jarak yang tetap aman.
2. Karena besarnya medan magnet yang terukur lebih tinggi dari pada besarnya medan magnet alamiah maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh yang ditimbulkan medan magnet SUTET (Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi) 500 kV tentang kesehatan pada penduduk sekitar SUTET (Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi) 500 kV

DAFTAR PUSTAKA

- Anies. 2007. *Mengatasi gangguan kesehatan masyarakat akibat radiasi elektromagnetik dengan manajemen berbasis lingkungan*. ISBN: 6
- Nugroho, D. 2009. Pengaruh Perubahan Konfigurasi Saluran Jaringan SUTET 500 kV Terhadap Medan Magnet. *Media ElektriKa*, Vol. 2, No. 1, 2009 : 9 – 17

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Implementasi Pendidikan Karakter dan IPTEK untuk Generasi Millennial Indonesia dalam Menuju SDGs 2030“

11 MARET 2018

- Rosid, S. 2008. Geomagnetic Method Lecture Note. Physic Departement. Depok: FMIPA UI
- Septiani, dkk. 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 Vol. 04, No.01, Januari Tahun 2016.
- Sudarti. 2013. *Analisis faktor penyebab timbulnya keluhan kesehatan masyarakat di sekitar SUTET-500 kV*. FKIP Universitas Jember: 47
- Sudibyo, A. 2016. Pengaruh Besarnya Medan Magnet Dalam Aliran Fluida Bahan Bakar Terhadap Performance Pembakaran. Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri (SENIATI) 2016 ISSN : 2085-4218.
- Suhatin, D, dkk. 2017. Analisis Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) Di Sekitar Peralatan Elektronik dengan Daya ≥ 1000 W. Jurnal Pembelajaran Fisika Vol 6 No. 2, Juni 2017, Hal 208-214
- Swamardika, I. B Alit. 2009. *Pengaruh radiasi gelombang elektromagnetik terhadap kesehatan manusia*. Teknologi Elektro: 106
- Swerdlow, A. J. 2008. *Static Magnetic Field*. London: The Health Protection Agency.
- Yulia, E. 2017. Pengaruh Jenis Atap Rumah Terhadap Penurunan Intensitas Medan Magnet Di Bawah SUTT 150 kV. Jurnal Pembelajaran Fisika, Vol 6 No. 1, Maret 2017, hal 83-91