

ANALISIS INTENSITAS MEDAN MAGNET ELF (EXTREMELY LOW FREQUENCY) DI SEKITAR PERALATAN ELEKTRONIK DENGAN DAYA ≥ 1000 W

¹⁾Dhana Suhatin, ¹⁾Sudarti, ¹⁾Trapsilo Prihandono

¹⁾Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember

Email: dhanasuhatin@gmail.com

Abstract

Research on the analysis of the magnetic field intensity ELF (Extremely Low Frequency) is essentially an attempt to prevent the impact of disease risks posed by electromagnetic field radiation. Measuring instrument used to measure the magnetic field intensity EMF 827 is capable of measuring magnetic fields up to 2000 μ T. The results of the intensity of exposure to magnetic fields measured by variations in distance of 20, 40, 60, 80 and 100 cm. The distance is selected because the distance is the distance that allows direct interaction with the magnetic field source. Issues to be studied are comparative intensity of the magnetic field around the electronic equipment with natural magnetic field and the magnetic field distribution around the electronic equipment with a power ≥ 1000 W. Results of comparative data are analyzed using One-Way ANOVA aided by SPSS 23 and presented in the profile / contour Surfer application assisted version 11.

Keywords: *Analysis of the magnetic field intensity ELF, EMF 827, One-Way Anova, profile / contour, Surfer application assisted.*

PENDAHULUAN

Era informasi di mana kita hidup saat ini hampir seluruhnya saling terhubung secara global dengan energi listrik, baik untuk kebutuhan rumah tangga, komunikasi, kesehatan, sarana kerja, atau kegiatan lainnya. Namun, peralatan yang menggunakan energi listrik dapat menimbulkan radiasi gelombang elektromagnetik. Radiasi pada dasarnya adalah suatu cara perambatan energi dari sumber energi ke lingkungannya tanpa membutuhkan perantara. Beberapa contoh adalah perambatan cahaya dan gelombang radio (Swamardika, 2009:106).

Gelombang elektromagnetik merupakan interaksi antara medan listrik dan medan magnet. Selama abad ke delapan

belas, banyak filsuf alam yang mencoba menemukan hubungan antara listrik dan magnet. Muatan listrik yang stasioner dan magnet tampak tidak saling mempengaruhi. Tetapi pada tahun 1820, Hans Christian Oersted (1777-1851) menemukan bahwa ketika jarum kompas diletakkan di dekat kawat berarus listrik, jarum mengalami penyimpangan. Apa yang ditemukan Oersted adalah bahwa arus listrik menghasilkan medan magnet (Giancoli, 2001:136).

Jika perubahan medan magnetik dapat menghasilkan medan listrik, maka sebaliknya perubahan medan listrik dapat menghasilkan medan magnet (Tipler, 2001:398). Semakin meningkatnya pemanfaatan listrik dalam segala aspek kehidupan manusia semakin meningkatkan radiasi elektromagnetik khususnya intensitas

paparan medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*). Di Indonesia, medan magnet ELF yang memiliki frekuensi hingga 300 Hz (Soesanto, 1996), sebagian besar berasal dari listrik yang didistribusikan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) yaitu listrik arus bolak-balik (AC) dengan frekuensi 50 Hz. Penggunaan listrik dengan frekuensi tersebut pada peralatan elektronik akan menghasilkan paparan medan magnet ELF di sekitarnya.

Karakteristik medan magnet yaitu mampu menembus sebagian besar bahan material seperti bangunan, pepohonan, dan objek lainnya lebih baik dibandingkan medan listrik (Soesanto, 1996). Berdasarkan karakteristik yang dimiliki medan magnet, dikhawatirkan akan menimbulkan dampak negative bagi kesehatan manusia. Adapun peraturan Standar PLN (SPLN No.112/1994) dalam Udiklat Bogor PT PLN menetapkan ambang batas medan magnet berdasarkan rekomendasi INIRC, IRPA, dan WHO 1990 secara terus menerus adalah 100 μT dan selama jam kerja sebesar 500 μT .

Budijanto dan Sudarti (2000) meneliti dampak saluran listrik tegangan tinggi terhadap kecenderungan keluhan kesehatan. Berdasarkan hasil analisis secara keseluruhan terlihat bahwa pajanan medan listrik dan medan magnet berkaitan erat dengan beberapa keluhan kesehatan, diantaranya: jantung sering berdebar, sakit kepala dan vertigo. Sri Soeswati Soesanto pada artikelnya menyatakan bahwa penelitian yang dilakukan pada 20 orang sukarelawan yang terpapar medan listrik dari 5 kV –20 kV untuk jangka pendek pada keadaan laboratorium, membenarkan adanya perubahan pada sel darah periferi, biokimia darah, sedikit peningkatan kerusakan genetik atau kehamilan abnormal (Ugustra, 2015). Laporan hasil penelitian tersebut mengindikasikan bahwa medan magnet memiliki efek biologis bagi manusia.

Peralatan elektronik rumah tangga menghasilkan medan magnet yang

bervariasi. Dalam Udiklat PT PLN di Bogor disebutkan alat elektronik rumah tangga mampu menghasilkan medan magnet sebesar 0,5 – 2000 μT pada jarak penggunaan 3 cm. Sukar (2008) meneliti paparan medan magnet yang ada di lingkungan kerja industri. Hasilnya menunjukkan medan magnet di lingkungan kerja industri berada dalam kisaran 1 - 16 μT . Jika diasumsikan peralatan elektronik rumah tangga yang memiliki daya sedang mampu menghasilkan medan magnet sampai 2000 μT , maka peralatan elektronik yang digunakan untuk industri dengan daya yang lebih tinggi akan menghasilkan medan magnet yang tinggi pula. Sehingga akan lebih berisiko bagi pekerja industri yang sehari-hari bekerja di sekitar alat elektronik berdaya tinggi.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka dilakukan penelitian tentang Analisis Intensitas Medan Magnet ELF (*Extremely Low Frequency*) di Sekitar Peralatan Elektronik dengan Daya ≥ 1000 W. Penelitian ini diharapkan memberikan dampak nyata dan bermanfaat pada bidang-bidang terkait.

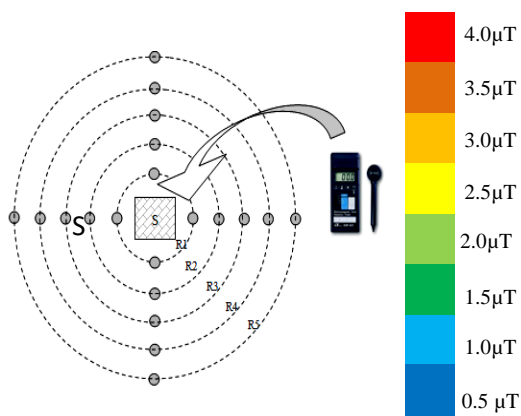
METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Langkah awal pengukurannya itu mengukur medan magnet alamiah. Proses ini dilakukan untuk memperoleh nilai intensitas medan magnet alamiah. Pengukuran dilakukan di tempat terbuka sebelum matahari terik dan setelah matahari terbenam.

Langkah selanjutnya adalah mengukur intensitas medan magnet di sekitar peralatan elektronik. Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mesin fotokopi, pendingin ruangan, generator (6 kW, 20 kW, dan 50 kW), amplifier 3 kW, dan mesin percetakan. Untuk mengukur kuat medan magnet diperlukan sensor magnetik. Pada saat ini sensor magnetik berkembang

pesat seiring dengan kemajuan teknologi (Suseno, 2009). Salah satunya adalah alat ukur medan magnet yang digunakan dalam penelitian ini yaitu EMF-827.

Desain alat penelitian merupakan gambaran tata letak skematis alat dan bahan agar diperoleh data penelitian yang diinginkan. Desain ini akan digunakan untuk menyajikan data berupa profil/diagram distribusi intensitas medan magnet yang merupakan gambaran dua dimensi intensitas medan magnet di sekitar peralatan elektronik yang diteliti. Profil ini dapat digunakan sebagai upaya proteksi radiasi medan magnet ELF di lingkungan khususnya di sekitar peralatan elektronik dengan daya ≥ 1000 Watt. Adapun desain alat penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Desain Penelitian

Keterangan:

- S : Alat elektronik yang diukur
- R1 : Jarak pengukuran pertama (20 cm)
- R2 : Jarak pengukuran ke-dua (40 cm)
- R3 : Jarak pengukuran ke-tiga (60 cm)
- R4 : Jarak pengukuran ke-empat (80 cm)
- R5 : Jarak pengukuran ke-lima (100 cm)

Adapun langkah-langkah pengukuran adalah sebagai berikut.

- 1) Mengukur intensitas medan magnet di sekitar alat elektronik saat masih belum dinyalakan,
- 2) Menyalakan alat yang akan diukur,

- 3) Beberapa saat kemudian, Mengukur intensitas medan magnet saat alat elektronik dalam keadaan *stand by*.
- 4) Mengukur intensitas medan magnet pada saat alat elektronik bekerja/digunakan.
- 5) Mematikan alat elektronik setelah selesai melakukan pengukuran.

Pengukuran di atas masing-masing dilakukan di lima titik yaitu 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm, dan 100 cm di keempat sisi alat elektronik sebanyak tiga kali pengukuran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa *One-Way Anova* digunakan untuk menguji komparasi antara intensitas medan magnet di sekitar peralatan elektronik dengan intensitas medan magnet alamiah. Analisa *One-Way Anova* dilakukan sebanyak tiga kali yaitu pada keadaan alat mati (*off*), *stand by*, dan bekerja.

Tabel 1. Analisa komparasi medan magnet dengan medan magnet alamiah pada keadaan alat *off*

	Komparasi	Sig.	Keterangan
Jarak 20 cm	Jarak 40 cm	,572	Tidak berbedasignifikan
	Jarak 60 cm	,258	Tidak berbeda signifikan
	Jarak 80 cm	,117	Tidak berbeda signifikan
	Jarak 100 cm	,013	Tidak berbeda signifikan
	Alamiah	,000	Berbeda signifikan
Alamiah	Jarak 20 cm	,000	Berbeda signifikan
	Jarak 40 cm	,000	Berbeda signifikan
	Jarak 60 cm	,001	Berbeda signifikan
	Jarak 80 cm	,005	Berbeda signifikan
	Jarak 100 cm	,060	Tidak berbeda signifikan

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa intensitas medan magnet pada jarak 100 cm secara nyata lebih rendah dibandingkan intensitas medan magnet pada jarak 20 cm dengan nilai signifikansi $p = 0,013$, namun

tidak berbeda nyata dengan intensitas medan magnet pada jarak 40 cm, 60 cm, dan 80 cm.

Adapun perbedaan signifikan intensitas medan magnet terjadi pada jarak 20 cm terhadap intensitas medan magnet di jarak 100 cm dan intensitas medan magnet alamiah ($p = 0,0$), jarak 40 cm terhadap intensitas medan magnet alamiah ($p = 0,0$), jarak 60 cm terhadap intensitas medan magnet alamiah ($p = 0,001$), dan jarak 80 cm terhadap intensitas medan magnet alamiah dengan nilai signifikansi $p = 0,005$. Sebaliknya, intensitas medan magnet alamiah berbeda secara nyata terhadap intensitas medan magnet pada jarak 20 cm, 40 cm, 60 cm, dan 80 cm.

Tabel 2. Analisa komparasi medan magnet dengan medan magnet alamiah pada keadaan alat *stand by*.

	Komparasi	Sig.	Keterangan
20 cm	40 cm	.019	Berbedasignifikan
	60 cm	.003	Berbedasignifikan
	80 cm	.002	Berbedasignifikan
	100 cm	.001	Berbedasignifikan
	Alamiah	.000	Berbedasignifikan
40 cm	20 cm	.019	Berbedasignifikan
	60 cm	.540	Tidakberbedasignifikan
	80 cm	.405	Tidakberbedasignifikan
	100 cm	.340	Tidakberbedasignifikan
	Alamiah	.230	Tidakberbedasignifikan
Alamiah	20 cm	.000	Berbedasignifikan
	40 cm	.230	Tidakberbedasignifikan
	60 cm	.556	Tidakberbedasignifikan
	80 cm	.712	Tidakberbedasignifikan
	100 cm	.806	Tidakberbedasignifikan

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa intensitas medan magnet pada jarak 40 cm, 60 cm, 80 cm, 100 cm, dan medan magnet alamiah secara nyata lebih rendah dibandingkan intensitas medan magnet pada jarak 20 cm dengan nilai signifikansi $p = 0,019$; $0,003$; $0,002$; $0,001$; dan $0,0$. Adapun perbedaan intensitas medan magnet alamiah terhadap intensitas medan magnet di jarak 20 cm yaitu berbeda secara nyata dengan

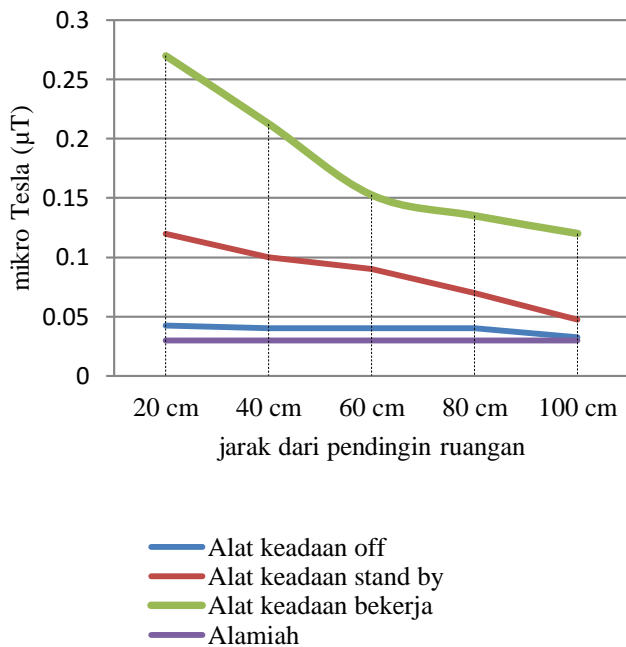
signifikansi $p = 0,0$. Sedangkan medan magnet alamiah terhadap medan magnet pada jarak 40 cm tidak berbeda secara nyata dengan signifikansi $p = 0,230$, begitu juga pada jarak 60 cm, 80 cm, dan jarak 100 cm tidak berbeda secara nyata dengan nilai signifikansi $p > 0,05$.

Tabel 3. Analisa komparasi medan magnet dengan medan magnet alamiah pada keadaan alat bekerja.

	Komparasi	Sig.	Keterangan
20 cm	40 cm	.001	Berbedasignifikan
	60 cm	.000	Berbedasignifikan
	80 cm	.000	Berbedasignifikan
	100 cm	.000	Berbedasignifikan
	Alamiah	.000	Berbedasignifikan
40 cm	20 cm	.001	Berbedasignifikan
	60 cm	.624	Tidakberbedasignifikan
	80 cm	.485	Tidakberbedasignifikan
	100 cm	.418	Tidakberbedasignifikan
	Alamiah	.285	Tidakberbedasignifikan
Alamiah	20 cm	.000	Berbedasignifikan
	40 cm	.285	Tidakberbedasignifikan
	60 cm	.562	Tidakberbedasignifikan
	80 cm	.711	Tidakberbedasignifikan
	100 cm	.795	Tidakberbedasignifikan

Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa intensitas medan magnet pada jarak 40 cm, 60 cm, 80 cm, 100 cm, dan medan magnet alamiah secara nyata lebih rendah dibandingkan intensitas medan magnet pada jarak 20 cm dengan nilai signifikansi $p = 0,001$; $0,0$; $0,0$; $0,0$; dan $0,0$. Adapun perbedaan intensitas medan magnet alamiah terhadap intensitas medan magnet di jarak 20 cm yaitu berbeda secara nyata dengan signifikansi $p = 0,0$. Sedangkan medan magnet alamiah terhadap medan magnet pada jarak 40 cm tidak berbeda secara nyata dengan signifikansi $p = 0,285$, begitu juga pada jarak 60 cm, 80 cm, dan jarak 100 cm tidak berbeda secara nyata dengan nilai signifikansi $p = 0,562$; $p = 0,711$; dan $p = 0,795$.

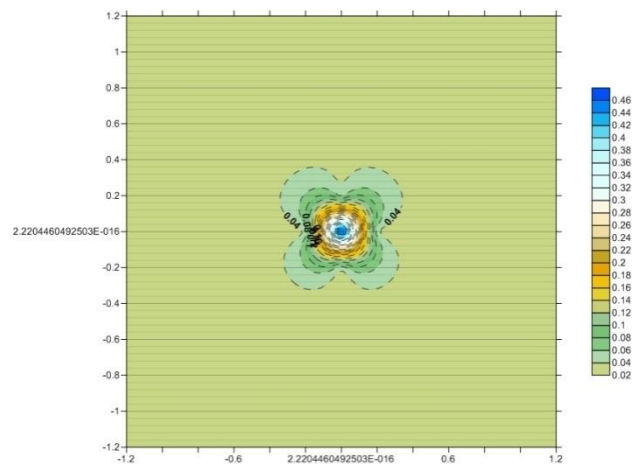
Profil/kontur digunakan sebagai upaya proteksi radiasi medan magnet ELF di lingkungan khususnya di sekitar peralatan elektronik. Adapun analisa pola distribusi intensitas medan magnet dijelaskan melalui grafik yang berbasis Microsoft Excel serta peta kontur dua dimensi berbantuan aplikasi Surfer versi 11. Berikut ini salah satu analisa distribusi intensitas medan magnet yaitu di sekitar pendingin ruangan *fanquill*.



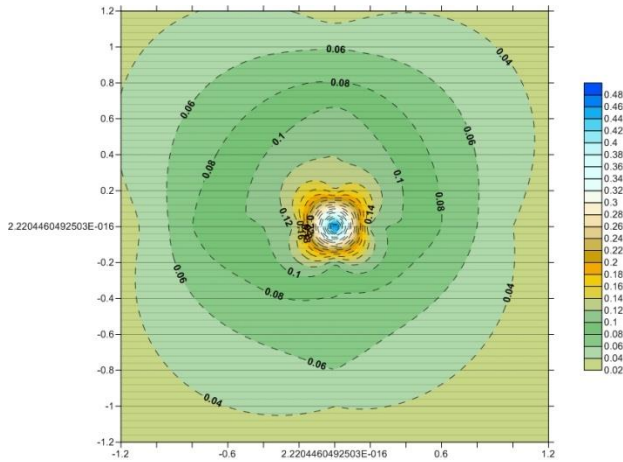
Gambar 2. Distribusi medan magnet pada pendingin ruangan

Alat pendingin ruangan yang diukur dalam penelitian ini adalah mesin pendingin ruangan *floor fanquill* yaitu bagian system pendingin ruangan *portable* yang biasanya diletakkan di dalam ruangan pertemuan, pesta, keluarga, dan lain-lain. Alat pendingin ruangan dalam keadaan *stand by* merupakan keadaan dimana perangkat elektronik dan layar digital sudah dalam keadaan menyala namun belum dilakukan proses pendinginan atau dengan kata lain *blower* belum bekerja. Intensitas medan magnet yang dihasilkan

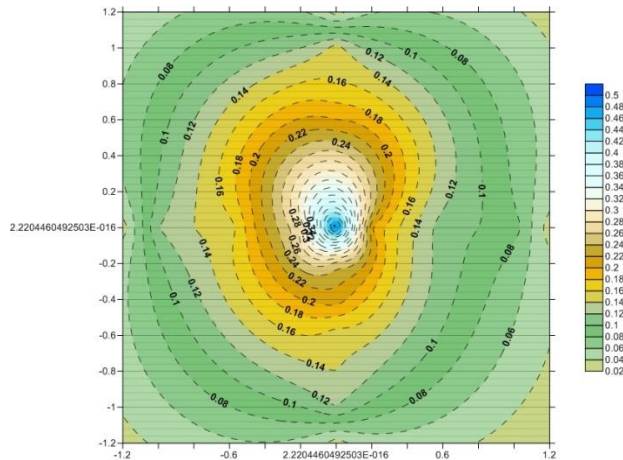
oleh pendingin ruangan mengalami peningkatan pada saat alat *stand by* dan bekerja. Hal tersebut dapat dilihat pada grafik di atas dimana garis hijau dan merah lebih tinggi di setiap titik pengukuran dibandingkan dengan keadaan *off*. Sedangkan pada jarak 100 cm nilai intensitas medan magnet pada keadaan *stand by* hanya berada sedikit di atas nilai medan magnet alamiah. Intensitas medan magnet pada keadaan *off* sampai jarak 80 cm masih berada di atas medan magnet alamiah yaitu pada nilai 0,04 μT. Grafik tersebut sesuai dengan hasil penelitian Athena (1999) bahwa medan magnet akan semakin melemah dengan bertambahnya jarak.



Gambar 3. Peta kontur intensitas medan magnet pendingin ruangan pada keadaan *off*



Gambar 4. Peta kontur intensitas medan magnet pendingin ruangan pada keadaan *stand by*



Gambar 5. Peta kontur intensitas medan magnet pendingin ruangan pada keadaan bekerja

Dari gambar 5 tampak bahwa pada jarak 20 cm hingga 40 cm nilai intensitas medan magnet pada keadaan bekerja lebih tinggi dibandingkan intensitas medan magnet pada keadaan *stand by* pada jarak yang sama yang ditunjukkan pada gambar 4. Hal tersebut dapat dilihat dari warna yang ditunjukkan pada gambar 5 dimana pada jarak 20 cm hingga 40 cm warna indikator putih kebiruan, sedangkan pada gambar 4

warna putih kebiruan hanya berada di sekitar jarak 20 cm. Begitu juga dari gambar 5 kita dapat melihat adanya peningkatan intensitas medan magnet dibandingkan gambar 4 dan 3. Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa medan magnet relatif sama di setiap sisinya. Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa medan magnet sedikit lebih tinggi di bagian belakang alat. Sedangkan dari gambar 5 dapat dilihat bahwa sampai jarak 40 cm medan magnet lebih tinggi di bagian belakang alat.

Pengukuran medan magnet di sekitar peralatan elektronik menghasilkan nilai yang bervariasi pada kisaran $0,03 \mu\text{T} - 0,1 \mu\text{T}$ pada keadaan alat mati, $0,03 \mu\text{T} - 8,0 \mu\text{T}$ pada keadaan alat *stand by*, dan $0,03 \mu\text{T} - 12,3 \mu\text{T}$ pada keadaan alat bekerja.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

- Intensitas magnet yang diperoleh dari pengukuran menunjukkan nilai yang bervariasi pada keadaan alamiah, dan di sekitar peralatan elektronik. Pengukuran medan magnet alamiah menghasilkan nilai intensitas medan magnet sebesar $0,03 \mu\text{T}$. Pengukuran medan magnet di sekitar peralatan elektronik menghasilkan nilai yang bervariasi pada kisaran $0,03 \mu\text{T} - 0,1 \mu\text{T}$ pada keadaan alat mati, $0,03 \mu\text{T} - 8,0 \mu\text{T}$ pada keadaan alat *stand by*, dan $0,03 \mu\text{T} - 12,3 \mu\text{T}$ pada keadaan alat bekerja,
- Intensitas medan magnet di sekitar peralatan elektronik walaupun dalam keadaan mati (*off*) pada jarak sampai 80 cm secara nyata lebih tinggi dibandingkan medan magnet alamiah dengan nilai p (signifikansi) kurang dari 0,05 ($p < 0,05$). Intensitas medan magnet di sekitar peralatan elektronik dalam keadaan *stand by* pada jarak 20 cm secara nyata lebih tinggi dibandingkan medan magnet pada jarak 40 cm, 60 cm, 80 cm, dan medan magnet alamiah dengan nilai p (signifikansi) kurang dari 0,05 ($p < 0,05$). Intensitas medan magnet

di sekitar peralatan elektronik dalam keadaan *bekerja* pada jarak 20 cm secara nyata lebih tinggi dibandingkan medan magnet pada jarak 40 cm, 60 cm, 80 cm, dan medan magnet alamiah dengan nilai p (signifikansi) kurang dari 0,05 ($p < 0,05$), c). Intensitas medan magnet yang dihasilkan oleh mesin pemotong kertas, mesin fotokopi, mesin cetak *banner*, pendingin ruangan *floor fancoil*, genset 20 kW, genset 50 kW, *power amplifier* 3 kW, dan *gasoline generator* 6 kW berada di bawah ambang batas aman menurut Peraturan Standar PLN (SPLN No.112/1994) dalam Udiklat Bogor PT PLN yang menetapkan ambang batas medan magnet berdasarkan rekomendasi INIRC, IRPA, dan WHO 1990 secara terus menerus adalah 100 μT dan selama jam kerja sebesar 500 μT sehingga tidak berisiko dan aman untuk kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Athena, A. 1999. Kuat Medan Listrik dan Medan Magnet pada Peralatan Rumah Tangga dan Kantor. *Buletin Penelitian Kesehatan*. e-ISSN: 2338-3453. Vol. 27 No. 1. <http://ejournal.litbang.depkes.go.id/index.php/BPK/article/view/267>
- Budijanto dan Sudarti. 2000. Analisis Kecenderungan Keluhan Kesehatan pada Paparan Medan Elektromagnetik. *Buletin Penelitian Kesehatan*. e-ISSN: 2338-3453. Vol 27, No 2. <http://ejournal.litbang.depkes.go.id/index.php/BPK/article/view/304>
- Giancoli, D. C. 2001. *Fisika Jilid 2*. Jakarta : Erlangga.
- PT. PLN (Persero), (SPLN 112 : 1994), *Ambang Batas Kuat Medan Listrik Dan Induksi Medan Magnet di Bawah Saluran Tegangan Tinggi Dan Ekstra Tinggi*, Jakarta.
- Soesanto, S. S. 1996. Medan Elektromagnetik. *Media Litbangkes*. ISSN: 2338-3445. Vol. VI, No. 03. <http://ejournal.litbang.depkes.go.id/index.php/MPK/article/view/958>
- Sukar, S. 2008. Radiasi Medan Listrik Dan Medan Magnet Dalam Kaitannya Dengan Kejadian Hipertensi Dan Distres Di Lingkungan Kerja. *Jurnal Ekologi Kesehatan*. e-ISSN: 2354-8754. Vol 7, No. 3. <http://ejournal.litbang.depkes.go.id/index.php/jek/article/view/1661>
- Suryono, Agus Riyanti, Jatmiko Endro Suseno. 2009. Karakterisasi Sensor Magnetik Efek Hall UGN3503 Terhadap Sumber Magnet dan Implementasinya pada Pengukuran Massa. *Berkala Fisika*. ISSN: 1410-9662. Vol 12, No.1. <http://eprints.undip.ac.id/2074/>
- Swamardika, I. B. Alit. 2009. Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Terhadap Kesehatan Manusia. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. e-ISSN: 2503-2372. Vol. 8, No.1. <http://ojs.unud.ac.id/index.php/JTE/article/view/1585>
- Tipler, P. A. 2001. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Alih bahasa oleh Bambang Soegijono. Jakarta: Erlangga.
- Ugustra, M. S. 2015. Kajian Kuat Medan Listrik Saluran Transmisi 150 kV Pada Konfigurasi Vertikal. *Jurnal Ilmiah SPEKTRUM*. ISSN: 2302-3163. Vol. 2, No. 2. <http://ojs.unud.ac.id/index.php/spektrum/article/view/20002>