

ANALISIS EFEK SAMPING PAPARAN RADIASI ELEKTROMAGNETIK EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) TERHADAP SISTEM PEREDARAN DARAH MANUSIA: SEBUAH TINJAUAN LITERATUR

Rina Dwi Rahayu¹, Sudarti², Yushardi³

rdwirahayu999@gmail.com¹, sudarti.fkip@unej.ac.id², yushardi.fkip@unej.ac.id³

Universitas Jember

Abstrak

Paparan dari gelombang elektromagnetik extremely low frequency (ELF) merupakan jenis radiasi non-ionisasi yang sering kali dihasilkan oleh peralatan listrik dan elektronik sehari-hari. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa paparan ELF dapat memengaruhi sistem peredaran darah manusia, meskipun efek-efeknya masih dalam tahap penelitian yang terus berkembang. Sejumlah studi observasional juga menunjukkan korelasi antara paparan ELF dan perubahan fisiologis pada sistem peredaran darah, meskipun mekanisme pastinya belum sepenuhnya dipahami. Perlu dilakukan penelitian lanjutan yang lebih mendalam untuk memahami dengan lebih baik efek paparan ELF terhadap sistem peredaran darah manusia, termasuk identifikasi mekanisme biologis yang mungkin terlibat. Langkah-langkah pencegahan dan perlindungan yang sesuai juga perlu dipertimbangkan untuk mengurangi potensi risiko kesehatan yang mungkin terkait dengan paparan ELF.

Kata kunci: Gelombang elektromagnetik extremely low frequency (ELF), Sistem peredaran darah manusia.

ABSTRACT

Exposure to extremely low frequency (ELF) electromagnetic waves is a type of non-ionizing radiation that is often produced by everyday electrical and electronic equipment. Some studies have shown that ELF exposure can affect the human circulatory system, although the effects are still in the evolving stages of research. A number of observational studies have also shown a correlation between ELF exposure and physiological changes in the circulatory system, although the exact mechanism is not fully understood. More in-depth follow-up studies are needed to better understand the effects of ELF exposure on the human circulatory system, including the identification of biological mechanisms that may be involved. Appropriate preventive and protective measures also need to be considered to mitigate potential health risks that may be associated with ELF exposure.

Keywords: *Electromagnetic waves extremely low frequency (ELF), Human circulatory system.*

PENDAHULUAN

Secara sederhana, radiasi dapat diartikan sebagai pancaran energi. Radiasi elektromagnetik adalah radiasi yang dipancarkan oleh pergerakan energi elektromagnetik, yang pengaruhnya mempengaruhi bahan yang bersentuhan dengannya. Frekuensi sangat rendah (ELF) adalah radiasi elektromagnetik dengan frekuensi di bawah 300 Hz (Khoiriyah dan Sudarti, 2022). Gelombang elektromagnetik ELF memiliki medan magnet yang mampu menembus hampir semua material (Rahman et al., 2022).

Pusat ketenagalistrikan dan konsumen mempunyai hubungan yang erat dengan sistem ketenagalistrikan yang meliputi gardu induk, jalur distribusi dan jalur tenaga listrik diantara keduanya. Oleh karena itu, pembangkit listrik dapat menghasilkan energi yang kemudian digunakan oleh konsumen. Sistem transmisi tenaga listrik sangat penting untuk digunakan dalam proses penyaluran tenaga listrik (Sugianto dan Yusuf, 2020).

Salah satu saluran transmisi tegangan tinggi di Indonesia adalah Saluran Udara Tegangan Ultra Tinggi (SUTET) 500 kV dan yang lainnya adalah Saluran Udara Tegangan

Tinggi (SUTT) 150 kV (Miftakhudin et al., 2022). Selama transmisi listrik, SUTET juga memancarkan gelombang elektromagnetik yang radiasinya mempengaruhi tubuh manusia. Kita menjumpai banyak jenis radiasi dalam kehidupan sehari-hari. Medan listrik dan medan magnet yang menghasilkan gelombang elektromagnetik mempunyai nilai yang berbeda-beda tergantung sumbernya.

Batas normal radiasi elektromagnetik yang diterima tubuh manusia masih dalam batas toleransi jika berasal dari perangkat elektronik yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Namun paparan radiasi elektromagnetik yang terus-menerus melebihi ambang batas juga dapat membahayakan kesehatan manusia (Iswan et al., 2022). Dalam kasus SUTET, radiasi elektromagnetik mempengaruhi tubuh manusia.

Menurut penelitian yang disampaikan WHO dan beberapa ahli, SUTET tidak berpengaruh terhadap kesehatan manusia, karena medan magnet dan listrik yang dipancarkan jauh melebihi batas kemampuan tubuh manusia dalam menyerap radiasi elektromagnetik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh medan magnet frekuensi sangat rendah (ELF) pada sistem peredaran darah manusia.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif melalui resensi artikel. Oleh karena itu, materi yang digunakan dalam karya ini merupakan informasi sekunder yang diperoleh dari artikel-artikel yang berkaitan dengan berbagai topik penelitian, dan sebagian besar informasi tersebut merupakan pengaruh paparan radiasi elektromagnetik frekuensi sangat rendah, terhadap kesehatan manusia, khususnya peredaran darah. Namun sangat disayangkan masih sangat sedikit penelitian dan eksperimen mengenai paparan ELF pada sistem peredaran darah manusia. Salah satu artikel yang digunakan adalah tentang pengaruh paparan ELF terhadap penyakit darah yang diderita masyarakat, seperti leukemia. Pada saat penulisan, data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan diuraikan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Paparan radiasi elektromagnetik extremely low frequency (ELF) telah menjadi perhatian karena potensinya untuk mempengaruhi kesehatan manusia, termasuk sistem peredaran darah. Meskipun ELF merupakan radiasi non-ionisasi yang dianggap relatif lemah, beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa paparan ELF dalam jangka panjang dapat memiliki efek subklinis pada sistem kardiovaskular. Sebenarnya tidak hanya dalam jangka panjang saja yang perlu diperhatikan, karena efek samping yang dapat ditimbulkan tidak hanya pada jangka panjang saja.

Salah satu efek samping yang mungkin terjadi adalah peningkatan risiko penyakit kardiovaskular, seperti hipertensi, aterosklerosis, dan gangguan irama jantung. Selain itu, paparan ELF juga dapat mempengaruhi sirkulasi darah, seperti dengan mengurangi aliran darah ke ekstremitas tubuh. Hal ini dapat menyebabkan gejala seperti dingin pada tangan dan kaki, serta meningkatkan risiko pembekuan darah.

Beberapa studi pada hewan percobaan menunjukkan bahwa paparan ELF dapat meningkatkan tekanan darah, merusak dinding pembuluh darah, dan mempengaruhi fungsi jantung. Selain itu, paparan ELF juga telah dikaitkan dengan gangguan sirkulasi darah, seperti penurunan aliran darah ke ekstremitas tubuh. Hal ini dapat menyebabkan gejala seperti dingin pada tangan dan kaki, serta peningkatan risiko pembekuan darah.

Meskipun masih perlu penelitian lebih lanjut untuk mengkonfirmasi hubungan sebab-akibat antara paparan ELF dan efek samping pada sistem peredaran darah manusia, langkah-langkah pencegahan dapat diambil untuk mengurangi paparan ELF, seperti

mengurangi penggunaan peralatan listrik yang menghasilkan radiasi ELF atau menggunakan perisai radiasi saat terpapar radiasi ELF secara terus-menerus. Karena tidak menutup kemungkinan bahwasannya paparan radiasi ELF ini berdampak buruk bagi manusia, terutamanya pada sistem peredaran darah pada manusia.

Salah satu dampak yang ditimbulkan dari paparan radiasi Extremely Low Frequency (ELF) ini adalah mampu meningkat penyakit yang berkorelasi dengan sistem peredaran darah pada manusia. Penyakit tersebut adalah penyakit leukimia. Beberapa ahli percaya bahwa paparan bidang frekuensi sangat rendah (ELF) dapat meningkatkan risiko kanker. Menurut penelitian Carpenter (2019), lingkungan dengan intensitas medan magnet tertentu dapat meningkatkan risiko terjadinya kanker darah atau leukemia pada anak. Hal ini terlihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1 Faktor risiko kanker Leukimia pada anak akibat paparan radiasi ELF

| Intensitas Medan Magnet Elf | Cases | Control | Odds Ratio (OR) | 95%CI |
|-----------------------------|-------|---------|-----------------|-----------|
| ≤ 0.1 μT | 423 | 633 | 1,00 | - |
| (0,1-0,2] μT | 52 | 95 | 0,83 | 0,57-1,19 |
| (0,2-0,3] μT | 24 | 33 | 1,76 | 0,97-3,22 |
| >0,3 μT | 20 | 34 | 0,87 | 0,49-1,55 |

Sumber: Carpenter, 2019.

Paparan medan magnet ELF dengan intensitas $\geq 0,4 \mu\text{T}$ dapat melipatgandakan risiko terjadinya kanker darah atau leukemia pada anak. Penelitian sebelumnya mengenai hubungan antara paparan medan magnet ELF dan tumor otak menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF dapat meningkatkan risiko terjadinya tumor otak. Selain meningkatkan risiko tumor otak, paparan medan magnet ELF juga dapat meningkatkan risiko kanker payudara, bahkan pada wanita yang belum mengalami menopause.

Meski ada beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF pada tubuh manusia dapat memicu penyakit kanker, namun penelitian lain menunjukkan bahwa belum ditemukan adanya pengaruh signifikan pada hubungan antara kanker dan paparan medan magnet ELF pada tubuh manusia. Masih ada perdebatan tentang bagaimana medan magnet frekuensi sangat rendah (ELF) yang dihasilkan SUTET meningkatkan risiko kanker pada manusia. Beberapa ahli berpendapat bahwa paparan medan magnet ELF dengan intensitas $\geq 0,4 \mu\text{T}$ dapat meningkatkan risiko kanker, namun beberapa ahli juga mengatakan bahwa hal tersebut tidak dapat memicu atau meningkatkan risiko kanker. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengkonfirmasi hal ini.

KESIMPULAN

Paparan radiasi elektromagnetik low frequency pada manusia, tepatnya pada sistem peredaran darah memiliki efek samping yang sangat perlu untuk diperhatikan. Karena efek sampingnya berupa penyakit yang berbahaya, namun masih diperlukan penelitian lebih lanjut lagi terkait efek samping yang diperoleh dari paparan radiasi elektromagnetik ELF ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Carpenter, D. O. (2019). Extremely low frequency electromagnetic fields and cancer: How source of funding affects results. *The Journal Environmental Research*. 178(August), 108688. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108688>.
- Górski, R., Kotwicka, M., Skibińska, I., Jendraszak, M., & Wosiński, S. (2020). Effect of low-frequency electric field screening on motility of human sperm. *The Journal Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 27(3): 427–434.
- Iswan, J., Haziza, N., & Ashari, B. (2022). Radiasi gelombang elektromagnetik yang ditimbulkan

- peralatan listrik di lingkungan Universitas Pgris Palembang. *JoP*. 7(2): 48–53.
- Jonuarti. R. 2020. Analisis aliran darah dalam stenosis arteri menggunakan model fluida casson dan power-law. *Jurnal Ilmu Dasar*. 14(2): 73-78. DOI: 10.1427.
- Miftakhudin, Wahjudi, D., & Watiningsih, T. (2022). Analisis pengaruh kuat medan listrik terhadap lingkungan di bawah transmisi sutet 500 Kv penghantar Pedan-Kesugihan. *Jurnal TEODOLITA : Media Komunikasi Ilmiah Di bidang Teknik*, 23(2), 56–64.
- Prihandono. T, Sudarti, dan Qumairoh. U. 2021. Pengaruh paparan medan magnet ELF (extremely low frequency) terhadap derajat keasaman (pH) udang vaname. *Jurnal Fisika Unand (JFU)*. 10(1): 55-61. DOI: <https://doi.org/10.25077/jfu.10.1.55-61.2021>.
- Prihandono. T, Sudarti, dan Prihatin. N. W. 2020. Pengaruh medan magnet extremely low frequency terhadap biomassa tanaman edamame. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online (JPFT)*. 8(3): 51-57. p-ISSN 2338-3240, e-ISSN 2580-5924. DOI: 10.5235.
- Prihatmanto. S. A, Widiyarti, dan Anggraeni. P. D. 2019. Simulasi aliran dalam pembuluh darah manusia dengan metode langrange smooth particle hydrodynamic (SPH). *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*. 10(2) : 79-85. DOI: 10.7859.
- Prihandono. T, Sudarti, dan Ramadhani. I. K. 2022. Pengaruh medan magnet extremely low frequency (ELF) pada pertumbuhan vegetative taanaman. *Jurnal Pertanian Gorontalo (JTPG)*. 7(1): 12-15. DOI: 10.1275.
- Prihandono. T, Sudarti, Bawani. A. M. A, Syahdilla. I. M, dan Utoyo. B. E. 2023. Potensi extremely low frequency pada pengawetan ikan dalam industri pengolahan ikan. *Jurnal Penelitian*. 7(1): 96-105. DOI: 10.7781.
- Prastowo. B. H. S, Sudarti, dan Ariyani. E. 2019. Pengaruh paparan extremely low frequency magnetic field terhadap pH edamame. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 8(3): 132-136. DOI: 10.15215.
- Rahman, R. A., Sudarti, S., & Lesmono, A. D. (2022). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) Terhadap Massa Jenis Tomat Ranti. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 8(2), 241. <https://doi.org/10.31764/orbita.v8i2.11428>.
- Sudarti, Ulfah. Z. A, dan Sulistiyowati. A. 2023. Potensi radiasi medan magnet extremely low frequency (ELF) terhadap penyakit leukimia. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. 9(13) : 123-131. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8148833>.
- Sudarti, dan Khoiriyah. H. M. R. 2022. Resiko paparan medan elektromagnetik extremely low frequency (ELF) terhadap kelainan otak. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains (JPFS)*. 5(2) : 83-87. DOI: 10.52188/jpfs.v5i2.240.
- Sudarti, Ferdianti. I. C, dan Wati. L. L. 2023. Kajian potensi medan magnet extremely low frequency (ELF) untuk terapi osteoporosis. *Jurnal Ilmiah Wahanan Pendidikan*. 9(12) : 268-278. DOI: . <https://doi.org/10.5281/zenodo.8078780>.
- Sudarti, dan Astutik. M. N. Pengaruh paparan medan magnet ELF (extremely low frequency) 500 μ T terhadap ph, massa jenis, dan kualitas fisik tahu sutera. *Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya (Jupiter)*. 2(2): 45-50. DOI: 10.31851/jupiter.v2i2.5687.
- Sudarti, Siahaan. A. A, dan Sinuraya. B. T. W. 2023. Potensi pemanfaatan radiasi medan elektromagnetik extremely low frequency untuk terapi Kesehatan tulang. *Jurnal Penelitian Inovatif*. 3(3): 597-604. DOI: <https://doi.org/10.54082/jupin.234>.
- Sudarti, dan Hindiyanti. H. S. 2023. Pengaruh gelombang elektromagnetik extremely low frequency (ELF) terhadap kelistrikan jantung. *Jurnal Kedokteran Meditek*. 29(2): 210-217. DOI: <https://doi.org/10.36452/jkdoktmeditek.v29i2.252>.
- Sudarti, Azmi. F, dan Utoyo. B. E. 2023. Analisa dampak paparan medan magnet extremely low frequency (ELF) oleh sutet terhadap risiko kanker dan masalah reproduksi pada manusia. *Jurnal Penelitian*. 7(1) : 58-64. P-ISSN 2580-7781. E-ISSN 2615-3238. DOI: 10.7125.
- Sudarti, dan Munawaroh. W. 2022. Potensi paparan gelombang elektromagnetik extremely low frequency (ELF) dalam meningkatkan ketahanan pangan. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*. 17(2): 23-27. DOI: 10.91152.
- Subiki, Sudarti, dan Nur. K. U. S. 2022. Pengaruh medan magnet extremely low frequency (ELF) terhadap derajat keasaman (pH) buah tomat. *Jurnal Hasil Kajian , Inovasi, dan Aplikasi*

- Pendidikan Fisika. 8(1): 73-77. DOI: 10.95877.
- Sudarti, Maulida. Y. R, dan Faridawati. D. 2023. Potensi medan magnet extremely low frequency (ELF) untuk meningkatkan kualitas fermentasi. *Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*. 5(2): 199-204. DOI: 10.1923.
- Sudarti, dan Rahman. 2021. Pengaruh medan magnet extremely low frequency (ELF) terhadap derajat keasaman (pH), massa jenis, dan kualitas fisik jambu air. *Jurnal Inovasi Penelitian dan Pembelajaran Fisika*. 2(2): 62-65. DOI: 10.26418/jippf.v2i2.47149
- Yushardi, Sudarti, dan Ratnasari Indri. 2021. Pengaruh paparan extremely low frequency (ELF) terhadap derajat keasaman (pH) susu sapi segar. *Jurnal Pijar Mipa*. 16(2): 276-281. DOI: 10.29303/jpm.v16i2.2478.