



Pengaruh Medan Elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Kelistrikan Jantung

Vivian Muzayyadah¹, Sudarti², Yushardi³

¹²³Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Jember

Abstract

Received: 3 September 2024
Revised: 13 September 2024
Accepted: 29 September 2024

Extreme low frequency (ELF) electromagnetic fields are a type of non-ionizing radiation produced by various electrical devices and infrastructure. Research has shown that exposure to ELF fields can affect the body's physiological functions, including the electrical activity of the heart. Exposure to extreme low frequency (ELF) electromagnetic fields has long been of concern due to its potential effects on human health. One area of research focus is the effect of ELF exposure on the electrical activity of the heart. This study aims to conduct a systematic literature review regarding the impact of exposure to ELF fields on the characteristics of electrocardiogram (ECG) signals as an indicator of heart function. The research method used is a literature review by collecting and analyzing relevant scientific articles from various databases. The search was carried out using keywords related to ELF field, exposure, and cardiac activity. Articles that met the inclusion criteria were then reviewed in depth to identify patterns and trends in research findings. The results of the literature review show that exposure to ELF fields can influence several important parameters in the ECG signal, such as heart rate, QT interval, and heart rate variability.

Keywords: *ELF, heart electricity, electromagnetic radiation*

(*) Corresponding Author: vivianmuzayyadah6@gmail.com

How to Cite: Randa, M. G., & Jalil, A. (2024). Pernikahan Sesuku di Kelurahan Langgam Kabupaten Pelalawan. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(24.2), 782-789. Retrieved from <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/11324>

PENDAHULUAN

ELF Radiasi elektromagnetik adalah medan yang terdiri dari medan magnet dan listrik. Medan listrik yang dihasilkan oleh ELF merupakan medan yang rentan dilemahkan oleh semua jenis material, termasuk bahan bangunan. Radiasi elektromagnetik dari arus listrik antara 30 dan 300 Hz disebut gelombang elektromagnetik frekuensi sangat rendah, atau "Frekuensi Sangat Rendah" dalam bahasa Inggris, ELF (Herenda & Sugayanto, 2023). Spektrum gelombang elektromagnetik berkisar dari gelombang elektromagnetik frekuensi sangat rendah (frekuensi sangat rendah) hingga gelombang elektromagnetik frekuensi tinggi (sinar gamma). Gelombang elektromagnetik merambat melalui ruang dalam bentuk medan listrik dan magnet. Elektromagnetisme terdiri dari dua kombinasi medan listrik dan magnet yang tidak terlihat oleh manusia. Gelombang elektromagnetik ELF banyak digunakan di berbagai bidang seperti kesehatan, pertanian, dan nutrisi. Salah satu keunggulan gelombang elektromagnetik di bidang pangan adalah sebagai acuan pertumbuhan mikroba dan pH (Munawaroh & Sudarti, 2022).

Aktivitas listrik jantung merupakan perubahan permeabilitas membran sel yang menyebabkan pergerakan ion masuk dan keluar melalui saluran ion khusus pada membran sel (Gunanti et al., 2020). Jantung adalah organ otot berongga yang

bertanggung jawab untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Fungsi utamanya adalah memompa darah yang mengandung oksigen dan nutrisi ke seluruh tubuh melalui arteri dan mengembalikan darah yang mengandung karbon dioksida dan sisa metabolisme melalui vena. Jantung memiliki sistem kelistrikan internal yang mengatur ritme dan koordinasi kontraksi miokard. Ketika kita berbicara tentang paparan jantung terhadap radiasi elektromagnetik frekuensi rendah (ELF), yang kita maksud adalah kemungkinan dampak paparan tersebut terhadap aktivitas listrik jantung. Aktivitas listrik ini penting untuk mengatur detak jantung dan menjaga ritme normal. Paparan medan elektromagnetik yang sering atau dalam jangka panjang dapat memengaruhi aktivitas listrik ini dan, dalam beberapa kasus, menyebabkan aritmia jantung, seperti aritmia. Hal ini merupakan aspek kesehatan yang perlu dipahami lebih baik dalam konteks paparan lingkungan terhadap radiasi elektromagnetik (Hindiyati & Sudarti, 2023).

Paparan gelombang elektromagnetik intensitas rendah secara terus menerus dapat mempengaruhi perkembangan sel-sel dalam tubuh. Potensial membran tubuh manusia sebesar -70 mV dan dapat diubah oleh rangsangan luar baik medan listrik maupun magnet (Tortora & Derrickson, 2009). Jantung adalah salah satu organ paling kuat di tubuh. Dengan memberikan rangsangan pada jantung, misalnya dengan medan magnet, jantung dapat melalui beberapa tahapan. Ketika jantung terus menerus distimulasi, tahapan jantung membuat miokardium bekerja lebih keras (Luthfiyah et al., 2021). Penyakit jantung yang membesar (bengkak) menimbulkan penyakit karena otot jantung bekerja lebih keras dan menebal. Akibatnya, darah tidak terpompa dengan baik. Berat jantung menurun akibat melemahnya otot, yang juga berdampak pada arteri koroner (Kabo, 2008). Sebaliknya, takikardia terjadi ketika detak jantung melebihi batas normal, dan denyut nadi pendek terjadi ketika detak jantung melebihi batas normal. Kedua kelainan ini menyebabkan kelainan jantung yang lebih akut (Muttaqin, 2009).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan sebuah penelitian secara deskriptif menggunakan pendekatan kualitatif. Penelitian ini berfokus pada metode tinjauan, dimana dikumpulkan beberapa jurnal atau penelitian yang berhubungan dengan dampak paparan radiasi elektromagnetik ELF terhadap kelistrikan jantung, kemudian mengkaji dan mencari literatur yang relevan dari beberapa sumber yang telah ditelaah.

Data dikumpulkan dengan cara studi literatur atau studi pustaka berdasarkan artikel-artikel yang terbit pada jurnal tahun 2012 hingga 2024 sejumlah 20 artikel. Sebagian besar data yang digunakan adalah data sekunder dari beberapa artikel penelitian terkait mengenai medan magnet ELF dan paparan radiasi elektromagnetik. Adapun penyajian data dengan menggunakan tabel. Variabel yang ada pada penelitian ini bersifat tidak baku. Data yang didapatkan dituang pada subbab yang nantinya bisa menjawab rumusan masalah penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap kelistrikan jantung

Radiasi merupakan suatu metode perpindahan energi dari sumber listrik ke lingkungan tanpa memerlukan media. Radiasi elektromagnetik berasal dari berbagai sumber pada tingkat frekuensi yang berbeda dan dapat dijelaskan dalam spektrum elektromagnetik. Spektrum elektromagnetik memiliki rentang frekuensi yang luas, mulai dari medan elektrostatis pada frekuensi terendah hingga sinar-X pada frekuensi tertinggi. Gelombang radio, sinyal televisi, radiasi radar, cahaya tampak, sinar-X, dan sinar gamma adalah contoh gelombang elektromagnetik. Dalam ruang hampa, semua gelombang ini merambat dengan kecepatan yang sama, 3×10^8 m/s (Swamardika, 2009).

Listrik dalam sistem jantung berasal dari ion kalsium dan kalium yang disebut ion konduksi. Ion ini berperan penting dalam mengatur detak jantung normal. Ada berbagai ion konduktif yang dapat berinteraksi dengan molekul pemberi sinyal dan memicu jalur potensial aksi. Potensi orbital adalah sinyal listrik yang merambat melalui jantung dan menyebabkan otot jantung berkontraksi. Potensi orbital dapat menyebar dengan cepat di dalam miokardium karena adanya jembatan khusus yang disebut jembatan celah. Jembatan celah berfungsi untuk menghubungkan kardiomyosit yang berdekatan dan memungkinkan potensi jalur merambat melalui jantung. Seiring berkembangnya sistem jantung yang kompleks, sinyal listrik yang dihasilkan terus meningkat. Selain itu, sistem sinus nodal, suatu jaringan yang kompleks, juga berperan dalam mengatur mekanisme kelistrikan jantung. Sistem ini berfungsi sebagai sumber utama sinyal listrik yang menyebabkan jantung berdetak. Denyut jantung dikendalikan oleh neuron yang disebut sinus, yang mengatur sinyal listrik yang dihasilkan. Tergantung pada aktivitas yang dilakukan, sinus mengubah pergerakan sinyal listrik melalui jantung, yang pada akhirnya mengendalikan detak jantung. Hal ini menyebabkan detak jantung Anda berubah tergantung aktivitas di sekitar Anda. Oleh karena itu, seluruh mekanisme jantung dapat berfungsi dengan baik dengan bantuan ion penghantar dan sinyal listrik yang dihasilkan oleh sistem sinus nodal (Sumber: Good Doctor ID).

Ketika intensitas yang lebih rendah digunakan pada jantung untuk mengukur aritmia dan detak jantung, hasil elektrokardiogram (EKG) memberikan lebih sedikit informasi tentang apakah jantung sehat. Hal ini memerlukan penelitian lebih lanjut mengenai paparan intensitas yang berbeda untuk mengetahui perubahan detak jantung makhluk tersebut. Teori kardiometabolik menyatakan bahwa ada beberapa fase yang terjadi dalam terapi jantung, antara lain fase 0 yaitu fase potensial istirahat. Fase 1 kemudian terjadi, suatu repolarisasi singkat yang terjadi ketika saluran natrium menutup dan K^+ mengalir keluar. Fase 2 adalah dataran tinggi potensial aksi yang terjadi ketika Ca^{2+} masuk melalui saluran kalsium. Fase 3, atau repolarisasi lebih lanjut, terjadi ketika saluran kalsium tertutup dan pompa natrium berfungsi optimal. Dan fase terakhir adalah fase 4, dimana ion-ion kembali ke keadaan sel semula dan mulai kembali ke fase 0. Jika pengobatan luar dilanjutkan sehingga jantung merespons dengan cepat, detak jantung berubah dan berat badan jantung bertambah atau berkurang. Oleh karena itu, penelitian terhadap jantung atau listrik jantung yang terkena medan magnet ELF intensitas rendah tidak memberikan hasil yang signifikan. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa nilai tertentu medan magnet ELF intensitas rendah tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap detak jantung yang sehat (Sudarti *et al.*, 2022).

Contoh tabel pengamatan paparan radiasi elektromagnetik ELF terhadap jantung

Penulis	Media yang digunakan	Aritmia terhadap jantung	Metabolisme
Nugroho, 2014.	Manusia 14 jantung sehat laki-laki menggunakan frekuensi 50 Hz	Elektromagnetik ELF tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai elektrokardiogram	Paparan radiasi elektromagnetik ELF dapat meningkatkan aliran darah sebesar 13,4 %, di lengan bawah bisa meningkat sebesar 4,6 %
Irawati <i>et al.</i> , 2015.	Sampel manusia sehat menggunakan sistem aerobik	Terbukti paparan radiasi elektromagnetik ELF tidak signifikan berpengaruh terhadap denyut jantung manusia	Aritmia rentan terjadi dipengaruhi hipertrofi (peningkatan volume organ atau jaringan akibat pembengkakan komponen sel).
Sukar & Riyadina 2018.	Sampel jantung sehat yang diinduksi infark miokard dengan intensitas EM-ELF 4,5mT/15Hz selama 3 jam	EM-ELF dibuktikan dapat meningkatkan viabilitas kardiomyosit setelah cedera IR pada media tikus yang mana LF-EMF melemahkan penekanan sel yang diinduksi menggunakan IR	Pada jantung yang rusak akibat IR, sel-sel apoptosis berkurang setelah pengobatan LF-EMF. Pada saat yang sama, EM-ELF telah terbukti mengurangi kerusakan jantung akibat IR dengan mengatur produksi ROS dan menyeimbangkan NO/ONOO.

Meskipun beberapa penelitian menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF mempengaruhi listrik jantung pada manusia, penelitian lain belum menemukan efek yang signifikan mengenai hubungan antara listrik jantung dan paparan medan magnet ELF pada manusia (Qi *et al.*, 2016). Berdasarkan beberapa penelitian dan makalah yang diulas, efek medan magnet ELF pada kesehatan jantung tampaknya tidak signifikan terhadap metabolisme atau aritmia jantung. Mengenai kelistrikan pada jantung yang sehat, dapat dikatakan bahwa medan magnet ELF berkekuatan rendah tidak berpengaruh signifikan terhadap kelistrikan pada jantung yang sehat. Namun, bagi penyakit jantung atau jantung yang terkena IR atau cedera arteri koroner, ELF dapat membantu pemulihan jantung yang sakit dengan melindungi sistem metabolisme jantung secara baik. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut dengan menggunakan mesokardium yang sakit diperlukan untuk menyelidiki lebih lanjut dampak ELF sebagai rekomendasi pengobatan jantung yang rusak.

SIMPULAN

Berdasarkan seluruh jurnal yang direview, dapat disimpulkan bahwa efek paparan radiasi elektromagnetik ELF terhadap kelistrikan jantung, khususnya aritmia jantung, memiliki relevansi yang rendah dengan teori yang ada. Oleh karena itu, penelitian dengan intensitas tinggi masih perlu dilakukan untuk mencapai respons jantung yang sehat. Namun, ditemukan bahwa pada kelompok penderita penyakit jantung, medan elektromagnetik ELF dapat melindungi metabolisme jantung. Hal ini dapat menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut mengenai efek

paparan radiasi elektromagnetik intensitas rendah pada jantung yang sakit atau rusak.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhiles, Budi B, Jamil M, Ristanto R. 2018. *Cara mudah belajar EKG*. Edisi Satu. Malang: Literasi Nusantara.
- Agustina, S., Prasutowo, S., & Sudarti, S. (2018). Analisis intensitas medan magnet extremely low frequency (elf) di sekitar laptop. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7 (3), 286-292.
- C.Giancoli, D. (2014). *Fisika Edisi Ketujuh Jilid 2* (M. D. Ade (ed.); Edisi 7). Erlangga.
- Furqon, M. F., & J, J. (2017). Bahaya Medan Elektromagnetik di Kehidupan Sehari-hari. *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*. 1(2), 161.
- Hasyim D, Samodro R, Sasongko H, Leksana E. *Jurnal Anestesiologi Indonesia*. J anestesi [Internet]. 2012;8(2):22–33. Available from: <http://janesti.com/uploads/default/files/1.2- full .pdf>
- Hermawan, M. A., Nurbaiti, U., & Yulianti, I. 2021. Pengaruh Jumlah Komputer terhadap Tingkat Radiasi Elektromagnetik dan Dampak Kesehatan Manusia dalam Lingkungan Teradiasi. *Jurnal Teknik Elektro*. 21(1), 32–34. <https://doi.org/10.23917/emitor.v21i1.13001>
- Hindiyati, S.H., Sudarti. S, dan Bektiarso, S. 2019. Jantung, medan magnet, kesehatan korelasi massa tubuh terhadap detak jantung pada mencit balb-c yang dipapar medan magnet extremely low frequency (ELF) intensitas 100 μ t : magnetic field of health. *Jurnal Ilmu Fisika dan Pembelajarannya (JIFP)* 7, no. 1: 8–15. doi: <https://doi.org/10.19109/jifp.v7i1.12658>
- Irawati D, Santoso S, Siswandi R. Perubahan aktivitas listrik jantung pada tikus yang diberi latihan fisik aerobik serta henti latih. *Jurnal Kedokteran Meditek*. 2015;21(55).
- Iswan, J., Haziza, N., & Ashari, B. 2022. Radiasi Gelombang Elektromagnetik Yang Ditimbulkan Peralatan Listrik Di Lingkungan Universitas Pgrri Palembang. *Journal Physics Education*. 7(2), 48–53.
- Jumingin, J., Atina, A., Iswan, J., Haziza, N., & Ashari, B. (2022). Radiasi gelombang elektromagnetik yang ditimbulkan peralatan listrik di lingkungan universitas pgri Palembang. *Jurnal Fisika Online* , 7 (2), 48-53.
- Miftakhudin, Wahjudi, D., & Watiningsih, T. 2022. Analisis Pengaruh Kuat Medan Listrik Terhadap Lingkungan Dibawah Transmisi Sutet 500 Kv Penghantar Pedan-Kesugihan. *TEODOLITA : Media Komunikasi Ilmiah Dibidang Teknik*. 23(2), 56–64.
- Nawawi, A. 2018. Dampak Radiasi Listrik Tegangan Tinggi Terhadap Kesehatan Manusia. *Swara Patra : Majalah Ilmiah PPSDM Migas*. 8(1), 93–106.
- Qi G, Zuo X, Zhou L, Aoki E, Okamura A, Watanebe M, et al. Effects of extremely low- frequency electromagnetic fields (ELF-EMF) exposure on B6C3F1 mice. *Environ Health Prev Med* [Internet]. 2015 Jul 5;20(4):287–93.
- Santoso M, Setiawan T. Artikel penyakit jantung koroner. *Cermin Dunia Kedokteran*. 2015;(147):5–9.

- Sari L, Anggia RW, Gama BK, Febrina S, Nuriah A. 2020. *Penyakit sistem kardiovaskular*. Yosefina DP, editor. Jakarta: Yayasan Penerbit Muhamad Zaini.
- Sidauruk. J., Simamora. D, Tarigan. L, dan Pasaribu, N.E . 2023. Edukasi masyarakat tentang dampak radiasi gelombang elektromagnetik terhadap kesehatan manusia di desa sembahe kabupaten deli serdang. *Jurnal Pengembangan Masyarakat :Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 4 (6), 12845–12851. doi: <https://doi.org/10.31004/cdj.v4i6.23462>
- Soeharto I. *Penyakit jantung koroner dan serangan jantung*. 2014. Edisi Kedua. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- 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
- Sukar, Riyadina W. 2018. Radiasi medan listrik dan medan magnet dalam kaitannya dengan kejadian hipertensi dan distres di lingkungan kerja. *Jurnal Ekol Kesehatan*. 7(3):82–837.