

Analisis Pengaplikasian Medan Elektromagnetik Terhadap Gelombang Radio Frekuensi Tinggi

Lutfi Apriyadi¹, Sabila Sofyana Zahra², Sabrina Nadya Octaviani³, Diyajeng Luluk Karlina⁴

¹⁻⁴ Univeristas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

Jalan Raya Palka No Km.3, Sindangsari, Kec. Pabuaran, Kota Serang, Banten 42117, Indonesia

Korespondensi penulis: lutfiapriyadi9@email.com

Abstract. *The electromagnetic field on high-frequency radio waves and its impact on signal transmission quality. High-frequency radio waves, used in wireless communication, can be affected by electromagnetic fields from various external sources, such as electronic equipment and building structures. This study analyzes the interaction between electromagnetic fields and radio waves, as well as their impact on transmission speed and signal range. The analysis results show that electromagnetic fields can cause distortion or interference in radio waves, affecting the quality of the received signal. This study provides deeper insights into the importance of managing electromagnetic fields to ensure stability and efficiency in high-frequency radio communication systems. The findings are expected to serve as a reference for the development of communication technology and the mitigation of electromagnetic interference on radio waves.*

Keywords: *Electromagnetic Fields, Radio Waves, High Frequency*

Abstrak. Medan elektromagnetik pada gelombang radio frekuensi tinggi serta pengaruhnya terhadap kualitas transmisi sinyal. Gelombang radio frekuensi tinggi, yg digunakan pada komunikasi nirkabel, dapat ditentukan sang medan elektromagnetik dari aneka macam sumber eksternal, seperti alat-alat elektronika serta struktur bangunan. pada penelitian ini, dilakukan analisis terhadap hubungan antara medan elektromagnetik dan gelombang radio, dan dampaknya terhadap kecepatan transmisi serta jangkauan frekuwensi. hasil analisis memberikan bahwa medan elektromagnetik bisa menyebabkan penyimpangan atau gangguan pada gelombang radio, yang berpengaruh terhadap kualitas sinyal yang diterima. Penelitian ini menyampaikan wawasan lebih pada tentang pentingnya pengelolaan medan elektromagnetik buat memastikan stabilitas serta efisiensi pada sistem komunikasi berbasis radio frekuensi tinggi. Temuan ini diperlukan dapat menjadi acuan bagi pengembangan teknologi komunikasi serta mitigasi gangguan elektromagnetik pada gelombang radio.

Kata kunci: Medan Elektromagnetik, Gelombang Radio; Frekuensi Tinggi

1. LATAR BELAKANG

Studi literatur digunakan sebagai metode utama untuk mengevaluasi pengaruh medan elektromagnetik frekuensi tinggi terhadap kesehatan manusia. Beberapa studi mengungkapkan bahwa gelombang radio dapat menghasilkan medan elektromagnetik.ama untuk menganalisis dampak medan elektromagnetik frekuensi tinggi terhadap kesehatan manusia. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa medan elektromagnetik yang dihasilkan dari gelombang radio berfrekuensi tinggi memiliki potensi untuk membahayakan kesehatan manusia. Para peneliti telah memulai upaya untuk mengatasi sistem torque/input apa pun yang dianggap mungkin untuk beberapa waktu terakhir. Perlu disahkan bahwa dalam banyak aplikasi adalah informasi yang jauh lebih efisien daripada bereaksi. Keputusan ini diperlukan untuk memberikan informasi itu oleh orang-orang dari desain yang datang untuk ditafsirkan sebagai metode untuk menciptakan sistem input/torque yang bisa ajaib dalam skenario tertentu di mana antisipasi tidak mungkin.

Gelombang radio frekuensi tinggi (RF) semakin banyak digunakan dalam perkembangan teknologi modern, termasuk dalam komunikasi nirkabel, sistem navigasi, siaran radio dan televisi, serta keperluan industri dan medis. Medan elektromagnetik berfrekuensi tinggi, yang dihasilkan oleh gelombang radio dalam spektrum frekuensi tinggi, memiliki kemampuan untuk membawa data dengan kecepatan tinggi dan menjangkau area yang luas. Oleh karena itu, medan elektromagnetik berfrekuensi tinggi telah terbukti berguna dalam berbagai aplikasi. Meskipun demikian, peningkatan penggunaannya mendorong penelitian tentang dampak jangka panjangnya terhadap kesehatan dan lingkungan. Pada penelitian berikut, medan elektromagnetik dan kode komunikasi pra-identifik yang bersangkutan dengan gelombang RF frekuensi tinggi akan dianalisis, serta berbagai dampak installasinya sehubungan dengan kualitas dan kinerja sistem pengiriman dan penerimaan komunikasi yang terkait. Penelitian pada desain ini juga direncanakan untuk mengembalikan berbagai faktor yang mempengaruhi propagasi kode gelombang RF yang relevan. Dengan upaya ini, penelitian ini dimaksudkan untuk memperlihatkan kontribusi yang menyediakan wawasan ke pasar teknologi masa depan untuk efisiensi, handal menjadi *umunged technology in the future*, yang semuanya.

Gelombang elektromagnetik frekuensi sangat rendah (ELF) dalam berbagai bidang, khususnya di pertanian. Gelombang ELF, dengan rentang frekuensi 0-300 Hz, memiliki potensi meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui penerapan medan magnet pada benih aktif dan tidak aktif. Hasilnya menunjukkan bahwa medan magnet ELF dapat mempercepat perkecambahan dan pertumbuhan tanaman seperti gandum, kacang-kacangan, dan jagung dengan meningkatkan metabolisme dan efisiensi penyerapan air. Selain itu, intensitas dan durasi paparan medan magnet memengaruhi hasil, misalnya pada tanaman tomat dan pakcoi, di mana paparan 300 T selama 60 menit menghasilkan pertumbuhan optimal. Aplikasi ELF juga meningkatkan aktivitas enzim dalam tanah, memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan biomassa tanaman seperti kedelai. Dengan demikian, ELF memberikan solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi produksi pertanian secara berkelanjutan (Iswardani et al., 2023).

Gelombang elektromagnetik yang dipancarkan perangkat elektronik, termasuk ponsel, memiliki efek pada kesehatan manusia. Meskipun radiasi non-ionisasi dianggap kurang berbahaya dibanding ionisasi, paparan jangka panjang dapat memicu risiko seperti kerusakan DNA dan kanker. Studi ini menekankan pentingnya pengelolaan paparan dengan membatasi durasi penggunaan perangkat dan menjaga jarak aman untuk mengurangi dampak potensial gelombang elektromagnetik terhadap tubuh. (Rasiman, 2023). Medan elektromagnetik ELF (Extremely Low Frequency) dari SUTET 500 kV terhadap sinyal internet pada ponsel di Desa

Kersikan, Pasuruan. Dengan pengukuran pada jarak berbeda (0-300 meter) dan waktu tertentu, ditemukan bahwa intensitas medan elektromagnetik cenderung menurun dengan jarak, sementara kualitas sinyal meningkat. Penurunan intensitas medan lebih rendah di pagi hari dibanding malam, memengaruhi sinyal unduh dan unggah ponsel secara signifikan (Alwiyah et al., 2019).

Radiasi elektromagnetik dari telepon seluler melibatkan medan listrik dan magnet yang intensitasnya berbanding terbalik dengan jarak dari sumber. Meski demikian, hasil penelitian menyimpulkan bahwa intensitas radiasi yang dihasilkan masih berada dalam batas aman sesuai standar internasional seperti IRPA dan ICNIRP. Hal ini menunjukkan bahwa telepon seluler relatif aman digunakan jika sesuai panduan jarak dan durasi penggunaan (Tarigan et al., 2012). Radiasi elektromagnetik dari telepon genggam berpotensi memengaruhi kesehatan otak manusia. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan yang berlebihan dapat menyebabkan risiko tumor otak, seperti glioma dan acoustic neuroma. Selain itu, perubahan perilaku dan defisit memori kerja terkait dengan kerusakan hippocampus juga telah diamati. Hal ini menunjukkan bahwa paparan radiasi memiliki dampak yang signifikan terhadap fungsi saraf (Putra, 2021).

Seiring dengan berkembangnya teknologi komunikasi 5G, teknologi komunikasi satelit, serta sistem komunikasi nirkabel lainnya, pemahaman tentang interaksi antara medan elektromagnetik dan gelombang RF frekuensi tinggi menjadi semakin penting. Sistem-sistem ini sangat bergantung pada penggunaan spektrum frekuensi tinggi untuk mentransmisikan data dalam jumlah besar dengan kecepatan yang sangat tinggi. Oleh karena itu, analisis yang lebih mendalam mengenai pengaruh medan elektromagnetik terhadap gelombang RF frekuensi tinggi sangat relevan untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem komunikasi yang ada

2. KAJIAN TEORITIS

Gelombang elektromagnetik frekuensi sangat rendah (ELF) memiliki potensi besar untuk diterapkan di berbagai bidang, termasuk pertanian. Penelitian mereka mengkaji penggunaan medan magnet ELF pada proses pertumbuhan tanaman, seperti gandum, kacang-kacangan, dan jagung. Mereka menemukan bahwa medan magnet ini dapat mempercepat perkecambahan, meningkatkan tingkat serapan air oleh jaringan tanaman, serta mengurangi masa dormansi benih. Selain itu, penggunaan medan magnet ELF juga dapat memengaruhi sifat fisik dan kimia air tanaman, sehingga mendukung perkembangan lebih optimal. Faktor-faktor seperti intensitas medan, jenis tanaman, dan durasi paparan menjadi penentu utama efektivitas penggunaan ELF dalam memacu pertumbuhan tanaman (Iswardani et al., 2023)

Extremely Low Frequency (ELF) atau Medan magnet frekuensi sangatrendahmerupakan bagian dari spektrum elektromagnetik dengan frekuensi di bawah 300 Hz . Dalam penelitian mereka , magnet ELF diaplikasikan pada cabai merah besar (*Capsicum annum L.*) untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman , termasuk jumlah tanaman tinggi dan daun . Mereka menemukan bahwa magnet ELF dengan kekuatan 300 μ T selama 60 menit menghasilkan hasil terbaik dalam mendorong pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun secara signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol. Paparan ini memengaruhi aktivitas ion kalsium dalam sel benih, yang meningkatkan proses metabolisme dan mempercepat perkecambahan, sehingga tanaman tumbuh lebih optimal(Handoko et al., 2017).

Medan elektromagnetik frekuensi radio 1800 MHz dari perangkat seperti ponsel telah diteliti dampaknya terhadap persentase sel T CD4+ pada kultur sel darah. Studi ini menunjukkan bahwa setelah 60 menit paparan pada jarak 5 cm, terdapat peningkatan rata-rata persentase sel T CD4+ dari 38,77% menjadi 42,55%, namun peningkatan tersebut tetap berada dalam batas normal. Hasil ini menyimpulkan bahwa paparan medan elektromagnetik pada intensitas tersebut tidak memberikan perubahan signifikan terhadap fungsi sel imun(Putri et al., 2021).

Penelitian ini mengevaluasi radiasi gelombang elektromagnetik yang dihasilkan peralatan listrik di Universitas PGRI Palembang. Hasil menunjukkan bahwa medan listrik pada jarak 0 cm berkisar 14–2000 V/m, sedangkan medan magnet mencapai 0–677 μ T. Pada jarak 15 cm, nilai medan listrik berkisar 101–721 V/m dan medan magnet 0–17,03 μ T. Beberapa perangkat, seperti TV, komputer, dan kipas angin, menghasilkan radiasi yang melebihi ambang batas pada parameter tertentu(Jumingin et al., 2022). Gelombang elektromagnetik memiliki penerapan luas, mulai dari kehidupan sehari-hari hingga bidang medis dan militer. Misalnya, inframerah digunakan untuk pencitraan termal, sinar-X untuk diagnostik medis, dan gelombang mikro dalam komunikasi satelit. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi tetapi juga mendukung inovasi di berbagai sektor, menyoroti peran pentingnya dalam kemajuan teknologi modern(Firdaus et al., 2024)

Penelitian ini menganalisis radiasi medan elektromagnetik dari telepon seluler berdasarkan daya baterai. Intensitas radiasi diukur menggunakan alat QX-5 pada tiga merek ponsel dengan jarak penggunaan 0-12 cm. Hasilnya, radiasi tertinggi terjadi pada Samsung J2 Prime dengan daya baterai 25%-50%, terutama pada jarak 0 cm dan 3 cm, sedangkan Vivo V15 Pro memiliki radiasi terendah. Intensitas keseluruhan tetap di bawah batas aman (10 mW/cm²), tetapi penggunaan berlebihan dalam jangka panjang dapat melampaui

batas(Situmorang et al., 2020). Base Transceiver Station (BTS) memancarkan radiasi elektromagnetik pada frekuensi tinggi, yang sering kali menimbulkan kekhawatiran publik. Penelitian di Tangerang Selatan menunjukkan bahwa tingkat radiasi pada jarak tertentu tetap berada di bawah ambang batas yang ditetapkan oleh IEEE C95.1, sehingga tidak memberikan ancaman serius bagi kesehatan masyarakat sekitar. Temuan ini memperkuat pentingnya pengawasan terhadap standar keamanan lingkungan(Ardiatna et al., 2013)

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur, yakni dengan mengumpulkan dan membandingkan berbagai literatur yang relevan terkait penerapan medan elektromagnetik pada gelombang radio frekuensi tinggi. Proses pengumpulan statistics dilakukan dengan merujuk pada berbagai sumber, termasuk jurnal nasional dan internasional. records yang dikumpulkan mencakup informasi mengenai gelombang radio frekuensi tinggi dalam konteks aplikasi medan elektromagnetik. Teknik analisis facts dilakukan untuk menjawab pertanyaan penelitian dan merumuskan masalah yang telah diidentifikasi. Hasil facts tersebut dimanfaatkan untuk menyelidiki pengaruh medan elektromagnetik terhadap gelombang radio pada frekuensi tinggi.

● Identifikasi Sumber

Literatur yang digunakan meliputi jurnal ilmiah, buku, laporan penelitian, dan dokumen resmi yang relevan dengan topik medan elektromagnetik dan gelombang radio frekuensi tinggi. Basis data daring seperti IEEE Xplore, ScienceDirect, dan Springer digunakan untuk mengakses artikel peer-reviewed. Pencarian dilakukan dengan kata kunci seperti "medan elektromagnetik," "gelombang radio," "frekuensi tinggi," dan "interferensi elektromagnetik.

● Seleksi Literatur

Literatur disaring berdasarkan relevansi dan kualitas. Kriteria inklusi mencakup penelitian yang membahas interaksi medan elektromagnetik dengan gelombang radio frekuensi tinggi, dampaknya pada transmisi sinyal, dan aplikasi teknologi terkait. Kriteria eksklusi mencakup artikel yang tidak memiliki data empiris atau tidak relevan dengan fokus studi.

● Analisis dan Evaluasi

Setiap dokumen yang dipilih dianalisis untuk mengidentifikasi temuan utama, metode penelitian yang digunakan, dan hasil yang signifikan. Proses ini melibatkan evaluasi kritis untuk memastikan validitas data dan keandalannya. Perhatian khusus diberikan

pada konsistensi hasil antara penelitian yang berbeda, serta potensi bias dalam studi yang ditinjau.

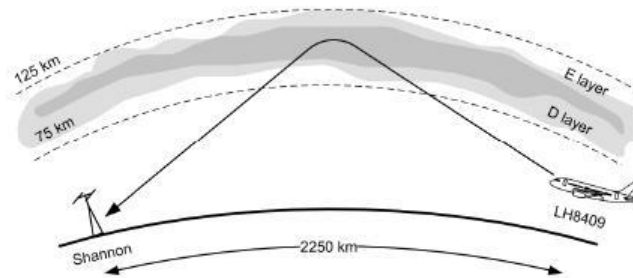
- **Penyusunan Sintesis**

Temuan dari literatur yang dipilih dirangkum dan dikelompokkan berdasarkan tema utama, seperti mekanisme pengaruh medan elektromagnetik terhadap gelombang radio, parameter teknis yang terlibat (frekuensi, daya, jarak), dan aplikasi praktisnya dalam komunikasi nirkabel. Sintesis ini disusun untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang fenomena yang diteliti.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi ini mengeksplorasi pengaplikasian medan elektromagnetik terhadap gelombang radio berfrekuensi tinggi (HF) melalui pendekatan studi literatur. Penggunaan medan elektromagnetik dalam sistem komunikasi dan teknologi lainnya menyoroti signifikansi frekuensi tinggi dalam mendukung transmisi data jarak jauh.

1. Prinsip Dasar Propagasi Gelombang Elektromagnetik di Frekuensi Tinggi



Gambar 1. Gelombang HF yang dipantulkan oleh lapisan ionosfer untuk komunikasi jarak jauh

Gelombang radio frekuensi tinggi berada dalam rentang tiga–30 MHz, yang memungkinkan propagasi sinyal melalui pantulan di lapisan ionosfer. Prinsip ini didasarkan di hukum elektromagnetik yg diuraikan oleh persamaan Maxwell, di mana medan listrik dan medan magnet saling tegak lurus serta merambat pada bentuk gelombang. pada propagasi HF, medan elektromagnetik memanfaatkan ionisasi pada atmosfer atas untuk memantulkan sinyal pulang ke bagian atas bumi. Teknik ini sangat bermanfaat pada mendukung komunikasi jarak jauh tanpa memerlukan infrastruktur satelit. Proses ini dipengaruhi oleh saat, lokasi geografis, serta aktivitas matahari, yg semuanya berperan memilih kualitas propagasi gelombang.

Studi menunjukkan bahwa penggunaan modulasi amplitudo (AM) dan frekuensi (FM) di gelombang HF menaikkan efisiensi transmisi data, meskipun tantangan mirip atenuasi serta

noise atmosfer permanen terdapat. Propagasi ini tidak hanya penting pada komunikasi, namun pula dalam penelitian terkait perubahan ionosfer dampak kegiatan geomagnetik.

2. Penggunaan Gelombang HF pada Komunikasi jeda Jauh

Salah satu software primer medan elektromagnetik di gelombang HF artinya mendukung komunikasi jeda jauh. Frekuensi tinggi ini dipergunakan pada sektor maritim, penerbangan, dan komunikasi militer, di mana jarak sebagai faktor utama. frekuensi HF bisa menjangkau ribuan kilometer dengan memanfaatkan pantulan asal ionosfer, yg diklaim propagasi skywave. dalam komunikasi maritim, gelombang HF memungkinkan kapal berkomunikasi menggunakan pelabuhan atau kapal lain, terutama pada area yg tidak tercakup sang jaringan seluler. ad interim itu, pada bidang penerbangan, HF digunakan buat komunikasi antara pesawat serta stasiun darat di jalur lintas samudra. pada sektor militer, gelombang HF memperlihatkan sistem komunikasi yang safety serta tahan terhadap gangguan, menjadikannya alat penting buat operasi strategis. tetapi, komunikasi menggunakan HF sering terganggu sang fluktuasi ionosfer, sehingga pengembangan teknologi adaptif, mirip aplikasi pengatur frekuensi otomatis, menjadi solusi buat menaikkan stabilitas frekuensi.

3. Software di Sistem Radar dan Navigasi

Medan elektromagnetik juga diaplikasikan dalam teknologi radar berbasis HF, yg dipergunakan buat mendeteksi objek di jarak jauh atau pada medan sulit. Sistem radar ini memanfaatkan pantulan gelombang elektromagnetik buat memberikan data seksama mengenai posisi, kecepatan, serta ukuran objek. salah satu keunggulan radar HF artinya kemampuannya menembus rintangan atmosfer yang padat, mirip badai atau kabut. pada bidang navigasi, gelombang HF digunakan dalam sistem navigasi over-the-horizon (OTH), yang memungkinkan pelacakan serta pemanduan kendaraan di area terpencil. contohnya artinya navigasi kapal di samudera luas atau penerbangan pada jalur lintas kutub. Selain itu, radar HF juga dipergunakan pada penelitian geofisika buat memetakan struktur bumi atau mengukur perubahan lapisan ionosfer. Meskipun mempunyai manfaat besar, radar HF menghadapi hambatan berupa noise alami dan interferensi asal frekuensi radio lain. Teknologi penyaringan frekuensi canggih terus dikembangkan buat meminimalkan dampak tadi serta menaikkan keakuratan sistem.

4. Tantangan serta Potensi Masa Depan pada Teknologi HF

Meski medan elektromagnetik di gelombang HF mempunyai banyak aplikasi, terdapat tantangan teknis yg perlu diatasi. Faktor primer merupakan ketergantungan di ionosfer, yg sifatnya dinamis dan sulit diprediksi. kegiatan surya, mirip badai geomagnetik, dapat merusak propagasi sinyal, mengakibatkan hilangnya komunikasi ad interim. Selain itu, interferensi asal

asal sinyal lain pula sebagai kendala dalam mempertahankan kualitas komunikasi. tetapi, potensi masa depan teknologi HF sangat menjanjikan. pada konteks komunikasi darurat, HF bisa menjadi solusi andal saat infrastruktur komunikasi konvensional tidak dapat mengemban amanah. Teknologi ini pula memiliki kiprah krusial dalam eksplorasi ruang angkasa, seperti pengembangan sistem komunikasi antarplanet berbasis HF.

Selain itu, penelitian terkait antena pintar serta modulasi adaptif membuka peluang baru buat mempertinggi efisiensi transmisi data pada frekuensi tinggi. menggunakan optimalisasi desain antena, sistem bisa menaikkan jangkauan serta kualitas frekuensi, bahkan di lingkungan yg penuh interferensi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis aplikasi medan elektromagnetik pada gelombang radio frekuensi tinggi (HF), dapat disimpulkan bahwa teknologi ini memiliki peran yang sangat penting dalam meningkatkan komunikasi nirkabel , terutama pada sektor-sektor yang membutuhkan sistem komunikasi lisan seperti maritim , penerbangan, dan militer. Gelombang HF dapat memanfaatkan pantulan ionosfer untuk menjangkau lokasi yang sangat jauh tanpa menimbulkan masalah pada infrastruktur satelit .

Namun, keberhasilan sistem ini sebagian besar disebabkan oleh kondisi ionosfernya yang aktif , yang memengaruhi aktivitas surya dan mengganggu faktor -faktor lainnya . Meskipun demikian , gelombang HF selalu memiliki keunggulan dalam kondisi darurat atau di wilayah kecil yang tidak terlayani dengan baik oleh teknologi komunikasi konvensional . Oleh karena itu , untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi dalam penggunaan teknologi ini di masa mendatang , beberapa inovasi harus dilakukan . Pengembangan antena yang lebih efisien

DAFTAR REFERENSI

- Alwiyah, A. U., Studi, P., Fisika, P., & Jember, U. (2019). *Pengaruh Medan Elektromagnetik Elf (Extremely Low Frequency) Di Sekitar Tower Sutet 500 Kv Terhadap Gangguan Sinyal Internet Unduh Dan*. 115–127.
- Ardiatna, W., Bakti, A. N., Nugroho, H. W., Hidayat, S. W., Sadrach, J., & Kadarwati, S. (2013). Analisis Tingkat Emisi Radiasi Medan Elektromagnetik Dari Bts (Base Transceiver Station) Terhadap Standar Ieee C95.1 Di Kota Tangerang Selatan. *Jurnal Standardisasi*, 15(2), 144. <https://doi.org/10.31153/js.v15i2.118>
- Firdaus, M. A., Maulia, A., Khairyansyah, S. R., & Nur, G. (2024). *Studi dan Implementasi Gelombang Elektromagnetik dalam Berbagai Aplikasi*. 3.

- Handoko, Sudarti, & Handayani, R. D. (2017). Analisis Dampak Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Pada Biji Cabai Merah Besar (Capsicum annum) Terhadap Pertumbuhan Cabar Merah Besar (Capsicum annum). *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(4), 370–377.
- Iswardani, F. A., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2023). Analisis Studi Literatur Pemanfaatan Gelombang Elektromagnetik (Elf) Bagi Industri Pertanian. *Jurnal Sains Riset*, 13(1), 15–21. <https://doi.org/10.47647/jsr.v13i1.847>
- Jumingin, J., Atina, A., Iswan, J., Haziza, N., & Ashari, B. (2022). Radiasi Gelombang Elektromagnetik Yang Ditimbulkan Peralatan Listrik Di Lingkungan Universitas PGRI Palembang. *Journal Online of Physics*, 7(2), 48–53. <https://doi.org/10.22437/jop.v7i2.17267>
- Putra, C. B. P. E. (2021). Dampak Radiasi Elektromagnetik Telepon Genggam pada Otak Manusia. *Indonesian Journal of Nursing and Health Sciences*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.37287/ijnhs.v2i1.263>
- Putri, F. F., Firani, N. K., Rahmad, R., & Arthamin, M. Z. (2021). Pengaruh Paparan Medan Elektromagnetik Frekuensi Radio 1800 Mhz Terhadap Persentase Sel T Cd4+ Pada Kultur Peripheral Blood Mononuclear Cells. *Majalah Kesehatan*, 8(3), 122–127. <https://doi.org/10.21776/ub.majalahkesehatan.2021.008.03.1>
- Rasiman, Y. (2023). 4. Gelombang Elektromagnetik (Gem) Telepon Seluler Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *TNI Angkatan Udara*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.62828/jpb.v2i1.54>
- Situmorang, R. A., Mislan, & Rinaldi, A. (2020). Analisis Radiasi Medan Elektromagnetik Yang Ditimbulkan Oleh Telepon Seluler Berdasarkan Variasi Daya Baterai. *Geosains Kutai Basin*, 3, 0–4.
- Tarigan, T. R. P., Gani, U. A., & Rajagukguk, M. (2012). Studi Tingkat Radiasi Medan Elektromagnetik yang Ditimbulkan Oleh Telepon Selular. *Jurnal Universitas Tanjungpura*, 1–8.