

Studi dan Implementasi Gelombang Elektromagnetik dalam Berbagai Aplikasi

Muhamad Aldi Firdaus^{1*}, Anggie Maulia², Syuja Rifka Khairiansyah³, Gilang Nur Rosyid⁴, Diyajeng Luluk Karlina⁵

¹⁻⁵Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

Alamat: Jl. Ciwaru Raya, Cipare, Kec. Serang, Kota Serang, Banten 42117

*Korespondensi penulis: 2283230031@untirta.ac.id

Abstract. *This study aims to examine the applications of electromagnetic waves across fields such as daily life, military, and medicine. The research highlights the importance of electromagnetic waves in modern technology. A literature review method was employed to gather data from scientific journals focusing on the history, definitions, classifications, and applications of electromagnetic waves. The theoretical framework includes the development of electromagnetic wave theory, spectrum classification, and related technologies. Results reveal the use of microwaves in ovens and satellite communication, infrared in thermal imaging and guided missiles, and X-rays and gamma rays in medical diagnostics and treatment. This study underscores the significant contribution of electromagnetic waves in enhancing technological efficiency across various sectors. The findings are expected to encourage the development of innovative applications in the future.*

Keywords: *Applications, Infrared, Medical, Military.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji aplikasi gelombang elektromagnetik dalam berbagai bidang seperti kehidupan sehari-hari, militer, dan medis. Latar belakang penelitian berfokus pada pentingnya penerapan gelombang elektromagnetik dalam teknologi modern. Penelitian menggunakan pendekatan studi literatur dengan mengumpulkan data dari jurnal ilmiah terkait sejarah, definisi, klasifikasi, dan aplikasi gelombang elektromagnetik. Kajian teoritis mencakup perkembangan teori gelombang elektromagnetik, klasifikasi berdasarkan spektrum, dan teknologi yang relevan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gelombang mikro digunakan dalam oven microwave dan komunikasi satelit, inframerah dimanfaatkan dalam pencitraan termal dan peluru kendali, serta sinar-X dan sinar gamma digunakan untuk diagnosa dan pengobatan medis. Penelitian ini menunjukkan bahwa gelombang elektromagnetik memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi teknologi di berbagai sektor. Temuan ini diharapkan mendorong pengembangan aplikasi baru yang inovatif di masa depan.

Kata kunci: Aplikasi, Inframerah, Medis, Militer.

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah memberikan dampak besar di berbagai aspek kehidupan manusia. Salah satu kemajuan penting dalam fisika adalah penemuan dan pengembangan teori gelombang elektromagnetik. Gelombang ini pertama kali ditemukan oleh Michael Faraday pada abad ke-19, dan sejak itu menjadi dasar bagi berbagai inovasi teknologi, seperti komunikasi radio, radar, hingga aplikasi medis. James Clerk Maxwell kemudian mengembangkan teori ini dengan meramalkan adanya gelombang elektromagnetik yang bergerak dengan kecepatan cahaya, yang akhirnya dibuktikan secara eksperimen oleh Heinrich Rudolf Hertz.

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang bisa bergerak tanpa membutuhkan medium dan memiliki karakteristik seperti panjang gelombang, frekuensi, dan amplitudo. Gelombang ini mencakup berbagai jenis, mulai dari gelombang radio hingga sinar gamma, yang masing-masing memiliki sifat dan kegunaan tersendiri. Aplikasi gelombang elektromagnetik sangat luas, mulai dari kehidupan sehari-hari, bidang militer, hingga dunia medis, seperti oven microwave, teknologi radar, sinar-X, dan sterilisasi alat medis.

Penelitian ini bertujuan untuk lebih memahami penerapan gelombang elektromagnetik dalam berbagai bidang. Dengan menggunakan pendekatan studi literatur, penelitian ini akan mengkaji sejarah, definisi, dan klasifikasi gelombang elektromagnetik serta meneliti manfaat praktisnya dalam kehidupan manusia. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang pentingnya gelombang elektromagnetik dalam mendorong inovasi dan kemajuan teknologi.

2. KAJIAN TEORITIS

Sejarah Perkembangan Gelombang Elektromagnetik

Pada tahun 1831, Michael Faraday merupakan seorang ilmuwan Inggris, menemukan fenomena induksi elektromagnetik. Ia menunjukkan bahwa perubahan medan magnet dapat menghasilkan medan listrik. Faraday menyimpulkan bahwa arus listrik dapat diinduksi dalam konduktor jika medan magnet di sekitarnya berubah, seperti saat kumparan kawat didekati atau dijauhkan dari magnet permanen. Selain itu, ia menemukan bahwa arus juga dapat dihasilkan ketika konduktor bergerak melintasi medan magnet. Penemuan ini menjadi dasar hukum induksi elektromagnetik.

Faraday juga mengembangkan konsep bahwa gaya elektromagnetik tidak hanya terbatas pada konduktor, tetapi juga meluas ke ruang sekitarnya. Pemikiran ini mendorong James Clerk Maxwell, mulai tahun 1855, untuk menyempurnakan teori elektromagnetisme. Maxwell menyusun karya-karya Faraday dalam tiga makalah penting, yang kemudian dirangkum menjadi teori elektrodinamik klasik. Pada 1865, Maxwell memprediksi keberadaan gelombang elektromagnetik dan menunjukkan bahwa kecepatan gelombang ini sama dengan kecepatan cahaya. Ia juga membuktikan bahwa cahaya adalah bentuk dari gelombang elektromagnetik.

Penemuan Maxwell menginspirasi ilmuwan Jerman Heinrich Rudolf Hertz, yang pada tahun 1888 berhasil membuktikan keberadaan gelombang elektromagnetik secara eksperimental. Hertz menunjukkan bahwa gelombang ini dapat dipantulkan, dibiaskan, dan dipolarisasi, serta memiliki kecepatan yang sama dengan cahaya.

Sejak penemuan gelombang elektromagnetik, penerapannya terus berkembang. Pada tahun 1895, Alexander Popov menciptakan sistem telegraf nirkabel pertama, sementara Wilhelm Roentgen menemukan sinar-X. Komunikasi suara mulai berkembang pada 1914, dan siaran radio komersial muncul pada 1920. Radar ditemukan pada 1930-an dan berkembang pesat pada 1940-an. Selanjutnya, pada 1950-an, satelit buatan pertama diluncurkan, memulai era baru dalam komunikasi satelit. Hingga saat ini, teori elektromagnetik terus diperluas dan diterapkan di berbagai bidang, termasuk teknologi komunikasi, kedokteran, dan industri militer, menjadikannya salah satu penemuan paling berpengaruh dalam sejarah sains (Jin, 2023).

Definisi dan Klasifikasi Medan Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dapat bergerak tanpa memerlukan medium. Energi elektromagnetik bergerak dalam bentuk gelombang dengan beberapa sifat, seperti panjang gelombang, amplitudo, frekuensi, dan kecepatan. Panjang gelombang adalah jarak antara dua puncak gelombang, sedangkan amplitudo menunjukkan seberapa tinggi gelombang tersebut. Frekuensi merujuk pada jumlah gelombang yang melewati satu titik dalam waktu tertentu, dan frekuensi ini terkait dengan kecepatan perambatan gelombang. Karena kecepatan energi elektromagnetik selalu tetap (yaitu kecepatan cahaya), panjang gelombang dan frekuensi saling berhubungan secara terbalik. Artinya, semakin panjang gelombangnya, semakin rendah frekuensinya, dan semakin pendek gelombangnya, semakin tinggi frekuensinya (Sinaga dkk., 2023).

Gelombang elektromagnetik dapat diklasifikasikan berdasarkan panjang gelombang atau frekuensinya, yang meliputi gelombang radio, gelombang mikro, inframerah, cahaya tampak, sinar-X, dan sinar gamma. Di antara semua jenis gelombang ini, manusia hanya dapat melihat cahaya tampak. Gelombang radio memiliki frekuensi paling rendah dan panjang gelombang terpanjang, sementara sinar gamma memiliki frekuensi tertinggi dan panjang gelombang terpendek, dengan panjang gelombang cahaya tampak berkisar antara 625 hingga 740 nm dan sinar gamma antara 380 hingga 435 nm (Kittiamornkul dkk., 2023).

a. Gelombang Radio

Gelombang radio merupakan gelombang elektromagnetik dengan frekuensi terendah, yang berada dalam rentang 10 Hz hingga 100.000.000 Hz, dan memiliki panjang gelombang paling panjang. Gelombang ini dipancarkan dan diterima oleh antena. Gelombang radio banyak digunakan dalam bidang telekomunikasi dan siaran radio (Jin, 2023). Gelombang radio dapat dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan cara

penyebarannya: gelombang langit yang dipantulkan oleh ionosfer, gelombang angkasa yang dikirim langsung antara antena, dan gelombang permukaan yang dikirim dari antena langsung ke penerima. (Kittiamornkul dkk., 2023).

b. Gelombang Mikro

Gelombang mikro merupakan gelombang elektromagnetik yang memiliki frekuensi lebih tinggi daripada gelombang radio dan panjang gelombangnya lebih pendek dari gelombang radio yaitu 1 milimeter hingga 10 sentimeter. Gelombang mikro dapat menembus ke dalam material dan mengumpulkan energinya di dalam permukaan material yang dapat digunakan untuk memanaskan makanan. Selain untuk memanaskan makanan, gelombang mikro juga digunakan untuk berbagai aplikasi seperti radar, komunikasi satelit, dan teknologi jaringan nirkabel (Wi-Fi) (Harrision dkk., 2020).

c. Inframerah

Inframerah merupakan gelombang elektromagnetik yang memiliki frekuensi berkisar antara 300 GHz hingga 400 THz dan panjang gelombangnya 1 mm sampai 750 nm. Inframerah dapat dibagi menjadi tiga bagian. Bagian pertama disebut “Inframerah Jauh” dengan frekuensi 300 GHz hingga 30 THz adalah bagian bawah dari jangkauan yang terkadang disebut gelombang terahertz. Bagian kedua disebut “Inframerah Tengah” dengan frekuensi 30 – 120 THz. Radiator tubuh dapat memancarkan sinar inframerah dengan kuat pada rentang ini. Selain itu, kulit manusia memancarkan sinar inframerah tengah dengan kuat pada bagian ujung bawah ini yang terkadang disebut daerah sidik jari. Bagian ketiga disebut “Inframerah Dekat” dengan frekuensi 120 – 400 THz. Proses yang berkaitan dengan bagian ini sama dengan cahaya tampak (Kittiamornkul dkk., 2023). Inframerah digunakan dalam kendali jarak jauh dan bidang militer.

d. Cahaya Tampak

Cahaya tampak merupakan gelombang elektromagnetik yang memiliki frekuensi antara 400 – 790 terahertz dengan panjang gelombang 380 – 760 nm yang dapat dideteksi oleh mata manusia. Cahaya tampak biasanya diserap dan dipancarkan oleh elektron atom yang bergerak dari satu tingkat energi ke tingkat energi lainnya. Sehingga cahaya tampak memungkinkan mekanisme kimia yang menyebabkan penglihatan manusia dan fotosintesis tanaman. Jika spektrum elektromagnetik yang memiliki frekuensi di daerah tampak memantulkan suatu objek lalu mengenai mata, hasilnya akan menimbulkan persepsi visual terhadap pemandangan tersebut. Kemudian, sistem visual otak memproses banyaknya frekuensi yang dipantulkan

menjadi berbagai warna dan corak. Dalam penerapan cahaya tampak, serat optik yang mentransmisikan cahaya tampak dapat membawa informasi. Oleh karena itu, serat optik banyak digunakan untuk kabel sinyal seperti jaringan komputer, industri otomotif besar, kabel televisi, dan penyediaan layanan internet (Kittiamornkul dkk., 2023).

e. Sinar Ultraviolet

Sinar ultraviolet (UV) merupakan gelombang elektromagnetik yang memiliki frekuensi lebih tinggi dari cahaya tampak dan panjang gelombangnya lebih pendek daripada cahaya tampak. Matahari memancarkan sinar ultraviolet sekitar 10% dari total dayanya termasuk panjang gelombang ultraviolet yang sangat pendek dapat menghancurkan sebagian besar kehidupan di bumi. Namun, sebagian besar panjang gelombang yang merusak diserap oleh atmosfer. Selain itu, sebagian besar ultraviolet di kisaran tengah juga diblokir oleh ozon yang menyerap dengan kuat dalam panjang gelombang 200–315 nm. Oleh karena itu, kurang dari 3% ultraviolet yang dipancarkan oleh matahari mentransmisikan ke permukaan laut. Sisa dari cahaya matahari adalah UV-A dan beberapa UV-B. UV-C diblokir lapisan ozon. Rentang energi ultraviolet terendah antara panjang gelombang 315 nm dan cahaya tampak yang disebut UV-A tidak diblokir oleh atmosfer, tetapi menyebabkan lebih sedikit kerusakan biologis. Sinar ultraviolet digunakan untuk mensterilkan peralatan medis, mengaktifkan kulit manusia untuk memproduksi lebih banyak vitamin D guna mengobati beberapa penyakit kulit, dan dapat mengobati rakhitis pada manusia (Kittiamornkul dkk., 2023).

f. Sinar-X

Sinar-X merupakan gelombang elektromagnetik yang memiliki frekuensi lebih tinggi dibandingkan sinar ultraviolet yaitu 10^{16} - 10^{19} Hz. Karena frekuensinya tinggi, sinar-X dapat menembus material. Sinar-X dibagi menjadi dua jenis yaitu sinar-X keras dan sinar-X lunak. Sinar-X keras memiliki panjang gelombang yang lebih pendek daripada sinar-X lunak. Sinar-X keras dapat menembus banyak jenis zat dengan sedikit penyerapan yang dapat digunakan untuk melihat melalui benda-benda yang tebal. Sinar-X paling umum digunakan dalam bidang medis (Kittiamornkul dkk., 2023).

g. Sinar Gamma

Sinar gamma merupakan gelombang elektromagnetik yang memiliki frekuensi tertinggi yaitu 10^{20} - 10^{22} Hz dan panjang gelombangnya terpendek 10 pm – 100 fm. Sinar gamma dapat digunakan oleh fisikawan untuk mempelajari kemampuan penetrasinya. Sinar gamma juga dapat digunakan untuk penyinaran makanan dan benih

untuk sterilisasi. Serta sinar gamma mampu melakukan inspeksi industri dan juga diterapkan pada pisau gamma (Kittiamornkul dkk., 2023).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan studi literatur untuk mempelajari aplikasi atau penerapan medan elektromagnetik dalam berbagai bidang. Informasi dikumpulkan dari jurnal ilmiah yang membahas teori dasar elektromagnetik dari sejarah, definisi, dan klasifikasinya serta aplikasi medan elektromagnetik dalam berbagai bidang seperti dalam kehidupan sehari-hari, bidang militer, dan bidang medis. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk memahami penerapan atau pengaplikasian medan elektromagnetik. Hasil analisis disusun menjadi kesimpulan dan rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut. Penelitian ini hanya membahas teori dan aplikasi tanpa fokus pada detail teknis perangkat pendukungnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil bacaan, didapatkan bahwa gelombang elektromagnetik dapat digunakan dalam berbagai bidang seperti bidang kehidupan sehari-hari, militer, dan medis yang dijelaskan berikut ini (Jin, 2023).

Aplikasi Gelombang Elektromagnetik dalam Bidang Kehidupan Sehari-hari

Gelombang elektromagnetik memiliki peran penting dalam teknologi makanan dan transportasi. Salah satu aplikasi paling klasik adalah *oven microwave*, yang menggunakan gelombang mikro untuk memanaskan makanan. Teknologi inti *oven* ini melibatkan magnetron, yang mengubah energi listrik menjadi medan elektromagnetik dengan perubahan arah miliaran kali per detik. Di dalam magnetron, medan magnet konstan memungkinkan elektron yang dipancarkan oleh filamen berputar dan membentuk dinding luar rongga logam. Perubahan muatan dan tegangan yang terjadi menghasilkan gelombang mikro. Gelombang mikro ini menyebabkan molekul air dalam makanan, yang bertindak sebagai dipol listrik, bergetar dengan frekuensi tinggi. Gesekan internal antar molekul menghasilkan panas, memungkinkan makanan dipanaskan dari dalam ke luar dengan lebih efisien dibandingkan metode pemanasan tradisional yang menghantarkan panas dari luar ke dalam.



Sumber: Termodinamika

Gambar 1. Cara Kerja Oven Microwave

Selain gelombang mikro, inframerah juga digunakan dalam pengolahan makanan, seperti mencairkan makanan beku atau memasak makanan yang digoreng dan dipanggang. Keunggulan inframerah adalah panjang gelombangnya yang lebih panjang, sehingga memiliki kemampuan penetrasi yang lebih baik. Ini memungkinkan panas mencapai bagian dalam makanan secara merata, mengurangi kerusakan nutrisi akibat pemanasan berlebih, sekaligus meningkatkan efisiensi energi. Di sisi lain, ultraviolet digunakan untuk desinfeksi makanan, dengan kemampuannya membunuh bakteri tanpa merusak makanan atau lingkungannya.

Dalam bidang transportasi, gelombang elektromagnetik digunakan untuk mengukur kecepatan kendaraan dengan memanfaatkan efek doppler. Perubahan frekuensi gelombang yang diterima oleh alat ukur mencerminkan kecepatan mobil yang mendekati atau menjauhi alat tersebut. Karena kecepatan transmisi gelombang elektromagnetik yang tinggi dan tingkat kesalahan yang rendah, metode ini sangat akurat dan andal untuk pengukuran kecepatan kendaraan.



Sumber: Kumparan

Gambar 2. Contoh Efek Doppler

Gelombang elektromagnetik juga mendukung komunikasi satelit, di mana satelit buatan berfungsi sebagai stasiun transfer informasi. Gelombang mikro yang dipancarkan dari antena di bumi diarahkan ke satelit, kemudian dipantulkan atau diteruskan ke lokasi lain. Teknologi seperti Starlink memungkinkan antena secara otomatis melacak dan mengarahkan sinyal ke satelit yang bergerak di orbit. Misalnya, parabola televisi menggunakan reflektor parabola untuk fokus pada sinyal satelit dan mengubahnya menjadi siaran TV. Komunikasi satelit ini memanfaatkan gelombang mikro untuk transmisi informasi yang efisien antar wilayah, meskipun memerlukan infrastruktur pendukung seperti stasiun transfer untuk menjaga kualitas transmisi.



Sumber: CNN Indonesia

Gambar 3. Contoh Parabola Televisi

Aplikasi Gelombang Elektromagnetik dalam Bidang Militer

Gelombang elektromagnetik memiliki berbagai aplikasi penting di bidang militer, yang pertama yaitu teknologi pencitraan termal inframerah. Teknologi ini bekerja dengan mendeteksi dan menganalisis radiasi inframerah yang dipancarkan oleh permukaan suatu objek. Radiasi ini berhubungan langsung dengan suhu absolut objek, karena setiap benda dengan suhu di atas nol absolut (-273°C) secara alami memancarkan energi inframerah. Informasi tentang distribusi suhu permukaan dan karakteristik termal objek dapat diungkap melalui radiasi ini. Sensor inframerah memainkan peran penting dalam sistem ini. Mereka menggunakan bahan yang sensitif terhadap radiasi inframerah untuk menangkap energi yang dipancarkan dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Data tersebut kemudian diolah oleh sistem pencitraan termal untuk menghasilkan gambar yang menggambarkan distribusi suhu. Agar informasi yang dihasilkan lebih akurat, diperlukan kamera inframerah dengan resolusi tinggi dan proses pasca-pengolahan untuk meningkatkan kualitas gambar. Dalam konteks militer, pencitraan termal inframerah memungkinkan pengukuran suhu dan analisis karakteristik termal secara akurat tanpa perlu kontak fisik dengan target. Teknologi ini

digunakan untuk mendeteksi dan memvisualisasikan target melalui "citra termal", yang sangat berguna dalam operasi pertempuran, terutama dalam kondisi jarak dekat atau lingkungan dengan visibilitas rendah. Penggunaan teknologi ini memberikan keunggulan strategis, karena memungkinkan identifikasi target yang sulit dilihat dengan mata telanjang atau alat optik biasa.



Sumber: Desertcart

Gambar 4. Pencitraan Termal Inframerah

Teknologi kunci peperangan elektronik dapat dibagi menjadi penyortiran informasi, teknologi optimasi strategi interferensi teknologi identifikasi sumber radiasi, yaitu setelah penyortiran informasi dilakukan, identifikasi sumber radiasi dan pemilihan strategi interferensi dilakukan secara berurutan, dan penyortiran sinyal adalah proses memisahkan rangkaian pulsa setiap sumber radiasi dari aliran pulsa sinyal yang disisipkan, dan selanjutnya memilih sinyal target. Teknologi identifikasi sumber radiasi dapat mengidentifikasi keadaan kerja dan perilaku sumber radiasi, masing-masing sumber radiasi, dan atribut sumber radiasi. Keadaan sumber radiasi berarti bahwa sumber radiasi diwakili oleh rangkaian pulsa tertentu, dan sinyal parameter dalam rangkaian pulsa sesuai dengan hukum modulasi tertentu, dan perilaku sumber radiasi merupakan kombinasi mode kerja yang dibentuk untuk mencapai tujuan taktis khusus, umumnya digunakan dalam pencarian dan pelacakan militer. Identifikasi atribut sumber adalah metode untuk mengidentifikasi penggunaan sumber radiasi, mengidentifikasi jenis sumber radiasi magnetik yang memancarkan, dan menentukan tingkat ancaman sumber radiasi. Identifikasi sumber radiasi individu didasarkan pada karakteristik modulasi sinyal yang tidak disengaja dalam pulsa untuk menentukan pembangkitan sinyal, misalnya dari karakteristik sinyal itu sendiri, kedua sinyal tersebut mungkin sama, yaitu dua sumber radiasi yang modelnya sama.

Pada saat ini, sumber radiasi dapat ditentukan secara akurat dengan teknologi identifikasi individu dari sumber radiasi, karena individu sumber radiasi yang berbeda memiliki teknologi struktur perangkat sirkuit, suhu kerja dan lingkungan yang berbeda, dll.

Strategi interferensi sumber radiasi dapat dibagi termasuk pemilihan pola interferensi dan optimasi bentuk gelombang interferensi, dan pemilihan pola interferensi didasarkan pada persepsi ancaman sinyal target untuk menetapkan korespondensi terbaik antara pola interferensi yang ada dan keadaan target, dan kemudian membentuk serangkaian strategi interferensi yang optimal. Optimalisasi bentuk gelombang interferensi adalah dengan menggunakan sumber daya interferensi yang ada untuk menunggu kesempatan untuk melakukan optimasi bentuk gelombang interferensi dan menggunakan sumber daya ini untuk secara mandiri menghasilkan bentuk gelombang interferensi baru, yang dapat membentuk pola interferensi yang lebih baik untuk berinterferensi. Secara keseluruhan, teknologi ini memainkan peran penting dalam peperangan elektronik, terutama untuk memahami pola kerja musuh, mengidentifikasi ancaman, dan menentukan respons yang paling efektif.

Yang kedua yaitu peluru kendali inframerah bekerja dengan memanfaatkan prinsip deteksi cahaya inframerah yang dipancarkan oleh target. Cahaya inframerah dari target pertama-tama melewati penutup kaca di kepala pemandu peluru kendali, kemudian dipantulkan oleh reflektor menuju cermin cekung. Cermin ini memfokuskan cahaya inframerah ke lensa yang terletak di tabung tengah, yang kemudian memfokuskan cahaya tersebut ke elemen fotosensitif, seperti sulfida timbal. Elemen fotosensitif ini menangkap sinyal inframerah dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Sinyal tersebut kemudian diproses oleh sistem modulasi amplitudo menggunakan cakram modulasi unit untuk mengidentifikasi target. Proses ini memungkinkan peluru kendali inframerah untuk melacak dan mengikuti target, yang kini terlihat sebagai titik terang pada sistem pemandu peluru kendali. Secara keseluruhan, sistem ini memungkinkan peluru kendali untuk dengan akurat mengunci dan mengikuti target berdasarkan radiasi inframerah yang dipancarkan, menjadikannya sangat efektif dalam berbagai kondisi medan tempur.

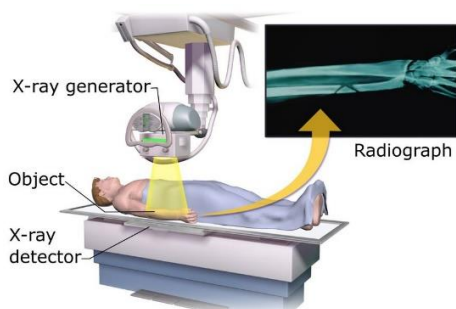


Sumber: Missilery.info

Gambar 5. Peluru Kendali Inframerah IRIS-T

Aplikasi Gelombang Elektromagnetik dalam Bidang Medis

Penyakit adalah bagian yang tidak terhindarkan dalam kehidupan manusia, dan gelombang elektromagnetik telah menjadi alat penting dalam pemeriksaan dan pengobatan medis. Pada tahun 1895, fisikawan Wilhelm Conrad Roentgen secara tidak sengaja menemukan sinar-X saat bereksperimen dengan tabung sinar katode di laboratoriumnya di Universitas Wuerzburg, Jerman. Tabung tersebut, yang memiliki elektroda positif dan negatif, memancarkan cahaya hijau fluoresen ketika diberi tegangan tinggi. Meski telah melindungi tabung dengan kertas hitam tebal, Roentgen melihat cahaya fluoresen muncul pada material di dekatnya. Ia menyimpulkan bahwa ada "sinar" baru yang mampu menembus kertas hitam dan menyebabkan material lain bersinar. Penemuan ini menjadi terobosan besar dalam pencitraan medis, karena sinar-X terbukti dapat menembus sebagian besar benda padat kecuali tulang dan logam. Teknologi ini memungkinkan dokter untuk melihat struktur internal tubuh tanpa prosedur invasif, memberikan peluang diagnosis yang lebih dini dan akurat. Penemuan Roentgen menjadi landasan radiografi modern, dan atas karyanya, ia dianugerahi Hadiah Nobel Fisika pertama pada tahun 1901. Secara teknis, sinar-X dihasilkan ketika elektron berenergi tinggi bertabrakan dengan bahan logam dalam tabung katode. Tabrakan ini menyebabkan elektron kehilangan energi, yang dilepaskan dalam bentuk sinar-X. Sinar-X dapat berinteraksi dengan materi dengan dua cara: diserap sepenuhnya atau tersebar sebagian. Kemampuan sinar-X menembus materi bergantung pada kepadatan elektron dalam bahan tersebut. Tulang, yang padat dan kaya kalsium, memiliki lebih banyak elektron sehingga lebih banyak menyerap sinar-X, sementara jaringan lunak seperti otot lebih mudah ditembus. Prinsip dasar ini memungkinkan pencitraan sinar-X menghasilkan bayangan dengan tingkat kepadatan yang berbeda, sehingga struktur seperti tulang terlihat jelas. Metode ini sangat efisien karena tidak memerlukan sayatan, minim risiko, mudah digunakan, dan biaya rendah. Kini, teknologi sinar-X menjadi alat utama dalam diagnosis klinis, terutama dalam bidang ortopedi, untuk mendeteksi kelainan tulang dan kondisi lainnya secara cepat dan akurat.



Sumber: IDN Medis

Gambar 6. Sinar-X

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa gelombang elektromagnetik memiliki peran yang sangat penting dalam berbagai bidang, seperti kehidupan sehari-hari, militer, dan medis. Di bidang kehidupan sehari-hari, gelombang elektromagnetik digunakan dalam teknologi seperti *oven microwave*, komunikasi satelit, dan pengukuran kecepatan kendaraan. Gelombang elektromagnetik juga memberikan kontribusi besar dalam sektor militer, seperti pada teknologi pencitraan termal inframerah, identifikasi sumber radiasi, serta peluru kendali inframerah. Dalam bidang medis, sinar-X telah menjadi alat diagnostik yang tak ternilai harganya. Penelitian ini membuktikan bahwa aplikasi gelombang elektromagnetik telah memberikan dampak signifikan bagi kemajuan teknologi dan kehidupan manusia.

Berdasarkan temuan tersebut, terdapat beberapa saran. Pertama, pengembangan lebih lanjut di bidang teknologi elektromagnetik perlu dilakukan, dengan fokus pada peningkatan efisiensi dan keamanan, terutama untuk aplikasi militer dan medis. Kedua, perlu ada upaya untuk meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai manfaat serta potensi risiko dari penggunaan gelombang elektromagnetik, khususnya terkait perangkat rumah tangga seperti *oven microwave* atau antena komunikasi. Selain itu, penelitian lanjutan yang menggali potensi aplikasi baru dari gelombang elektromagnetik juga sangat diperlukan, termasuk dalam bidang teknologi ramah lingkungan dan inovasi kesehatan. Terakhir, pengembangan regulasi yang ketat mengenai penggunaan gelombang elektromagnetik sangat penting untuk memastikan keamanan bagi kesehatan manusia dan kelestarian lingkungan.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya kami ucapkan kepada tim penulis yang telah bekerja keras dalam penyusunan jurnal ini dan Ibu Diyajeng Luluk Karlina, S.T., M.T., sebagai dosen pembimbing mata kuliah Medan Elektromagnet, atas dukungan yang diberikan selama proses penyusunan jurnal ini. Kami juga ingin mengucapkan terima kasih kepada penulis jurnal "Analysis of Electromagnetic Wave Applications and Development" yang menjadi acuan utama pembuatan jurnal kami. Referensi yang disediakan dalam jurnal tersebut sangat membantu kami dalam memahami topik ini dengan lebih mendalam.

DAFTAR REFERENSI

- Harrison, L., Ravan, M., Tandel, D., Zhang, K., Patel, T., & Amineh, K. (2020). Material identification using a microwave sensor array and machine learning. *Electronics*, 9(2), 288. <https://doi.org/10.3390/electronics9020288>
- Hertz, H. R. (1888). *On the Influence of the Electromagnetic Waves*. *Annalen der Physik*, 267(7), 349-371.
- Jin, Z. (2023). Analysis of electromagnetic wave applications and development. *Highlights in Science, Engineering and Technology*, 68, 172–181. <https://doi.org/10.54097/hset.v68i.12061>
- Kittiamornkul, N., Choosri, P., & Choopan, W. (2023). The electromagnetic wave and medical applications.
- Maxwell, J. C. (1865). *A Treatise on Electricity and Magnetism*. Clarendon Press.
- Popov, A. (1895). *Development of Wireless Telegraphy*. *Russian Journal of Physics*, 13(2), 52-67.
- Roentgen, W. C. (1895). *On the New Kind of Rays*. *Nature*, 53(13), 274-275.
- Sinaga, E. S., Handayani, F., Hutagalung, N. Y., Rifandha, S. A., & Lubis, R. H. (2023). Literature study on the utilization of electromagnetic waves in the health sector. *Enrichment: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 1(2), 56–61. <https://doi.org/10.55324/enrichment.v1i2.6>