

STUDI LITERATUR : PERAN FISIKA DALAM TEKNOLOGI MEDIS

Danu Dwi Arya¹, Dhiah Ayu Agustina², Putri Anastasya³,
Vincentius Rajamin Sirait⁴, Derlina⁵

Universitas Negeri Medan

Email : danudwiarya1@gmail.com¹, dhiahayua@gmail.com², putrianastasya0404@gmail.com³,
vincentiussirait@gmail.com⁴

Abstrak: Jurnal ini bertujuan untuk menganalisis pentingnya fisika dalam ilmu dan teknologi medis. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian studi literatur pada google scholar dikarenakan sumber utamanya adalah berupa karya ilmiah yang telah diteliti tanpa melakukan observasi dilapangan oleh peneliti. Hasil penelitian menunjukkan ada begitu banyak manfaat penerapan fisika pada dalam teknologi medis, terutama Radiologi dan Sinar-X. Artikel ini juga membahas mengenai perkembangan teknologi fisika dalam medis. Melalui kajian ini, diharapkan dapat memberikan wawasan lebih mendalam mengenai pentingnya peran fisika pada ilmu / teknologi medis.

Kata Kunci : Fisika, Teknologi Medis, Nuklir, Studi Literatur

Abstract: This journal aims to analyze the importance of physics in medical science and technology. This study uses a literature study type on Google Scholar because the main source is in the form of scientific works that have been studied without conducting field observations by researchers. The results of the study show that there are so many benefits of applying physics to medical technology, especially Radiology and X-Rays. This article also discusses the development of physics technology in medicine. Through this study, it is hoped that it can provide deeper insight into the importance of the role of physics in medical science/technology.

Keywords: Physics, Medical Technology, Nuclear, Literature Study

Article History

Received: Desember 2024

Reviewed: Desember 2024

Published: Desember 2024

Plagiarism Checker No 234

Prefix DOI : Prefix DOI :

10.8734/Sindoro.v1i2.365

Copyright : Author**Publish by : Sindoro**

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

PENDAHULUAN

Ilmu Fisika turut memegang peranan penting dalam perkembangan dunia. Teknologi menjadi salah satu dampak positif dari penerapan ilmu fisika yang membuat manusia jauh lebih berkembang dalam pikiran, tindakan, maupun perencanaan lainnya. Fisika menjadi ilmu yang bisa disumbangkan dalam bentuk apapun. Ilmu fisika dapat disumbangkan untuk pengetahuan, sikap positif diri maupun orang lain, serta disumbangkan dalam teknologi dan pengembangan penelitian.

Fisika medis merupakan salah satu bidang peminatan ilmu fisika. Secara umum, dalam fisika medis dipelajari hal-hal yang berhubungan dengan kesehatan, termasuk dari segi instrumentasinya. Dasar-dasar ilmu fisika yang dipelajari tentunya meliputi seluruh topik yang

terangkum dalam fisika dasar, seperti mekanika, gelombang, optika, termal, listrik-magnet, hingga fisika modern, dan nuklir, yang menjadi landasan penemuan peralatan-peralatan canggih di bidang kedokteran seperti sinar Rontgen, MRI (Magnetic Resonance Imaging), CT-Scan, dan sebagainya. Disamping itu, diperlukan teknik-teknik pendukung lainnya seperti teknik pencitraan, dan pemrograman komputer, terutama dalam bidang radiologi. Salah satu kemampuan dasar yang harus dikuasai adalah berhubungan dengan fisika termal. Dalam bidang kedokteran, kondisi kesehatan tubuh pasien seringkali dapat direpresentasikan oleh peningkatan atau penurunan temperatur rata-rata tubuhnya. Peningkatan atau penurunan temperatur yang ekstrim permukaan bagian tubuh tertentu, dapat digunakan untuk mendiagnosa suatu penyakit tertentu. Distribusi temperatur permukaan yang bervariasi juga dapat disebabkan karena faktor eksternal seperti temperatur ruang, dan internal akibat metabolisme tubuh, serta aktivitas jaringan yang dekat dengan kulit.

Fisika merupakan ilmu pengetahuan yang banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang kehidupan, salah satunya dalam bidang kesehatan. Penerapan ilmu fisika dalam kesehatan dipelajari dalam program studi fisika medis, yaitu cabang terapan ilmu fisika yang menggunakan prinsip, metode dan filosofi fisika dalam praktik dan penelitian untuk pencegahan, diagnosis dan pengobatan penyakit dengan tujuan meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Ilmu fisika medis dikelompokkan menjadi beberapa sub-bidang yaitu radiodiagnostik, radioterapi dan kedokteran nuklir. Radiologi merupakan cabang atau ilmu yang dapat digunakan untuk melakukan suatu diagnosa dan melakukan pengobatan terhadap penyakit dengan menggunakan radiasi pengion. Radiasi sinar-x sering digunakan pada bidang kesehatan. Sinar-x dapat dimanfaatkan untuk mendiagnosa suatu penyakit, hal ini menunjukkan sinar-x berguna untuk kebutuhan diagnostik dan terapi. Radiasi sinar-x mempunyai ciri salah satunya yaitu daya tembusnya besar sehingga dapat menembus bahan yang dilewati, contohnya bersumber dari pesawat sinar-x. Pemanfaatan sinar-x yaitu mendapatkan informasi terkait tubuh dengan mudah tanpa harus melakukan suatu tindakan seperti operasi bedah tubuh terlebih dahulu.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan jenis penelitian studi literatur untuk memperoleh data. Metode ini menggunakan cara menggumpulkan data studi literatur pada google scholar dikarenakan sumber utamanya adalah berupa karya ilmiah yang telah diteliti tanpa melakukan observasi dilapangan oleh peneliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Untuk memudahkan dalam menganalisis bagaimana peran fisika dalam teknologi medis, maka berikut beberapa pemaparan mengenai peran fisika dalam teknologi medis yang di cetuskan oleh beberapa sumber literature terkait.

B. Pembahasan

Ilmu Fisika turut memegang peranan penting dalam perkembangan dunia. Teknologi menjadi salah satu dampak positif dari penerapan ilmu fisika yang membuat manusia jauh lebih berkembang dalam pikiran, tindakan, maupun perencanaan lainnya. Fisika menjadi ilmu

yang bisa disumbangkan dalam bentuk apapun. Ilmu fisika dapat disumbangkan untuk pengetahuan, sikap positif diri maupun orang lain, serta disumbangkan dalam teknologi dan pengembangan penelitian. Salah satu cabang ilmu fisika yang terus berkembang adalah biomedis. Biomedis adalah salah satu cabang bidang ilmu fisika yang mempelajari konsep-konsep fisika dalam konteks kedokteran dan biologi di bidang kesehatan. Fisika biomedis dapat berkontribusi dalam bentuk produk-produk di bidang kesehatan seperti alat medis, teknologi diagnosis atau radiasi, dan teknologi terapi penyembuhan cedera. Fisika biomedis memiliki keterkaitan yang menguntungkan dalam berbagai bidang salah satunya biomekanika. Biomekanika adalah kajian ilmu yang mempelajari mengenai gerakan mekanik pada makhluk hidup (Safitri et al., 2023). Ilmu biomekanika bermanfaat dalam membantu pencegahan cedera pada kegiatan olahraga (Salim et al., 2023). Pada biomekanika olahraga (sport science), strategi atau teknik manusia dalam melakukan kegiatan gerak tidak dilakukan atau diawasi oleh para ahli dapat meningkatkan resiko cedera. Kekuatan gerak yang dilakukan dapat meliputi gaya, momentum, dan distribusi beban pada otot, tulang, dan sendi yang berlebih berlebihan dapat menyebabkan masalah cedera. (Sari, Sesilia, Muna, Fikri, & Asyifa, 2024)

Penerapan fisika radiasi dalam radioterapi kanker, yang merupakan metode utama dalam pengobatan kanker. Penelitian menunjukkan bahwa fisika radiasi berperan penting dalam mengontrol dosis radiasi secara presisi, sehingga dapat memaksimalkan kerusakan pada sel kanker dan meminimalkan dampak pada jaringan sehat. Berbagai teknik radioterapi, termasuk radioterapi berbasis sinar-X, proton, dan partikel berat, dianalisis berdasarkan efektivitas klinis dan tantangan implementasi. Penggunaan teknologi terbaru, seperti algoritma perencanaan dosis dan pencitraan, berkontribusi pada peningkatan akurasi terapi. Studi ini juga menekankan pentingnya Quality Assurance (QA) dalam proses radioterapi, guna memastikan keselamatan pasien dan efektivitas pengobatan. Selain itu, penelitian ini menyoroti perlunya perhatian terhadap aspek kesehatan dan keselamatan kerja (K3) dalam penerapan teknologi radiasi. Secara keseluruhan, penelitian ini menggarisbawahi pentingnya integrasi fisika radiasi dalam inovasi medis untuk pengobatan kanker yang lebih efektif dan aman, serta memberikan wawasan tentang tantangan dan peluang dalam pengembangan terapi radiasi di masa depan. (sinaga, ritonga, sinaga, & derlina, 2024)

Salah satu kemampuan dasar yang harus dikuasai di bidang fisika medis adalah topik fisika termal. Dalam bidang medis dikenal metode termografi, yaitu salah satu metode diagnosa penyakit yang didasarkan pada perbedaan temperatur antar jaringan tubuh manusia dalam bentuk citra. Perkembangan teknik termografi selain dengan menggunakan kamera termal, adalah dengan menggunakan lembaran Thermochromic Liquid Crystal (TLC). TLC memiliki respon terhadap perubahan temperatur permukaan yang ditunjukkan dengan perubahan warna sehingga TLC dapat digunakan untuk memvisualisasikan permukaan tangan manusia berdasarkan distribusi temperaturnya. Hasil visualisasi ini dapat menjadi contoh konkret bahwa temperatur permukaan tubuh manusia tidaklah merata, dan dipengaruhi oleh temperatur ruang. Hasil ini dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan ajar dalam bidang fisika medis, khususnya yang berhubungan dengan fisika termal. Metode yang digunakan meliputi persiapan bahan ajar melalui kegiatan eksperimen, dan implementasi pada perkuliahan. (Suryantari & Flaviana, 2017)

Fisika dengan konsentrasi medis merupakan salah satu jurusan yang relatif baru dan terus dikembangkan. Angka kebutuhan kerja untuk profesi fisikawan medik pun relatif tinggi. Namun hal ini belum didukung oleh ketersediaan informasi yang cukup mengenai penerapan ilmu fisika dalam bidang kesehatan di kalangan siswa SMA di kota Tangerang. Oleh sebab itu, program studi Fisika Universitas Matana merasa perlu untuk mensosialisasikan informasi tentang pemanfaatan fisika radiasi dalam bidang kesehatan dalam bentuk seminar dengan tujuan menambah wawasan siswa terkait pemanfaatan ilmu fisika untuk membantu mereka dalam menentukan pilihan studi lanjut di perguruan tinggi. Hasil pengabdian ini menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman siswa bertambah setelah diadakannya kegiatan pengabdian. Mayoritas siswa juga menyatakan sangat puas atas diadakannya kegiatan pengabdian ini. (Manik, Soetanto, Hanny, & Pandiangan, 2022)

Dunia fisika yang diperkenalkan di sekolah memang mayoritas bersentuhan dengan rumus dan terkesan sulit difahami. Namun kenyataannya, banyak sekali konsep ilmu fisika yang tanpa disadari dipakai dalam kehidupan sehari-hari termasuk pada bidang kesehatan. Bidang kesehatan yang tentunya bersentuhan langsung dengan jurusan kedokteran yang menjadi jurusan kuliah terfavorit selama ini. Fisika kesehatan atau yang lebih dikenal dengan fisika medis yaitu salah satu cabang ilmu fisika yang menerapkan konsep dan metodologi fisika dalam bidang kesehatan khususnya dalam diagnosis dan treatment penyakit (Nasukha, 1998). Hanya saja pengenalan fisika kesehatan pada masyarakat dan khususnya di lingkungan sekolah sangat minim. Kusminarto (2007) dalam pidato pengukuhan guru besarnya di Fakultas MIPA UGM menjabarkan tentang hubungan stroke, tekanan darah, dan kerja jantung secara Fisika. Selain itu ia juga menjelaskan tentang manfaat ilmu fisika dalam deteksi penyakit kanker. Peran fisika medis menjadi sangat penting setelah penemuan sinar-x yang menjadi dasar alat rontgen sekarang ini (Budi, W.S., 2013) Pengetahuan/penyuluhan pentingnya peranan fisika dalam bidang kesehatan tentu akan mendongkrak peminatan pada jurusan ini. Untuk itulah, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan beberapa hal yang berkaitan dengan fisika kesehatan/fisika medis. (Atina, Alfarisa, & Toruan, 2019)

Fisika medis: Fisika Medis melibatkan penggunaan prinsip fisika dalam bidang kedokteran, pemanfaatan konsep dan teknik ini untuk pencegahan penyakit, diagnosis, dan pengobatan. Ini memainkan peran yang menentukan praktek kedokteran, penelitian biomedis, dan optimalisasi berbagai kegiatan yang berhubungan dengan kesehatan. Fisika Medis mencakup bidang-bidang khusus seperti itu seperti Fisika Radioterapi, Radiologi Diagnostik fisika, Fisika Kedokteran Nuklir, dan Radiasi Perlindungan. Radiologi Diagnostik dan Nuklir Obat-obatan biasanya digabungkan di bawah payung yang disebut "Pencitraan Diagnostik". Kedokteran Nuklir juga memiliki aplikasi terapeutik terkait dengan Terapi Radiasi (IAEA, 2023). Fisika Medis adalah bidang khusus dalam fisika yang menerapkan prinsip dan pendekatannya terhadap deteksi, pengelolaan, dan pengobatan pada manusia penyakit. Hal ini terkait erat dengan elektronik medis, bioteknologi, dan fisika kesehatan. Bidang utama dari penekanannya mencakup pengobatan kanker menggunakan penganion radiasi (onkologi radiasi), pencitraan melalui x-sinar, USG, dan resonansi magnetik (diagnostik radiologi), serta pencitraan dan pengobatan yang melibatkan radioisotop (kedokteran nuklir). Selain itu, itu mengatasi perisai pekerja di bidang yang berhubungan dengan radiasi industri (fisika kesehatan). Bidang penelitian lainnya melibatkan

elektroensefalografi, elektrokardiografi, termografi, hipertermia, pencitraan optik, dan bedah RF dan laser. (Gambo & Shehu, 2024)

Hukum dan prinsip fisika yang menentukan perilaku materi sangat penting untuk mengembangkan pemahaman tentang inisiasi dan perkembangan kanker pada semua skala panjang. Pada kenyataannya tubuh kita tidak konstan sehingga masalahnya. Aspek fisika dapat mencapai ukuran tingkat atom. Bahkan mikroba berukuran lebih besar dari atom. Oleh karena itu ada banyak kemungkinan bahwa kita dapat mencapai tingkat mikroba atau protein untuk mengendalikan kanker pada tingkat gen. Terapi pada inti tumor, serta metastasis jauhnya, semuanya akan mendapat manfaat dari penerapan pendekatan ilmu fisika pada onkologi; dari mekanika hingga evolusi, kimia, dan nanoteknologi. Dengan demikian, keberhasilan integrasi pendekatan dari matematika, fisika, dan teknik dengan biologi kanker mungkin merupakan harapan terbaik kita untuk memahami sistem kanker yang kompleks dan mengembangkan strategi yang efektif untuk penyembuhan. (Muralidhar, 2017)

Sebagai mahasiswa Pendidikan Fisika tentunya dapat memahami pengaplikasian materi fisika radiasi terkait jenis-jenis radiasi pengion, salah satunya yaitu sinar-x. Radiasi sinar-x memiliki manfaat serta dampak dalam berbagai bidang, seperti bidang kesehatan, keamanan, perindustrian, pertanian, serta riset alamiah dan ilmu pendidikan. Berdasarkan beberapa informasi yang telah diuraikan sebelumnya, sinarx mempunyai beberapa manfaat serta dampak bagi kesehatan. Radiologi merupakan cabang atau ilmu yang dapat digunakan untuk melakukan suatu diagnosa dan melakukan pengobatan terhadap penyakit dengan menggunakan radiasi pengion (Utami et al, 2020). Radiasi sinar-x sering digunakan pada bidang kesehatan. Sinar-x dapat dimanfaatkan untuk mendiagnosa suatu penyakit, hal ini menunjukkan sinar-x berguna untuk kebutuhan diagnostik dan terapi. Radiasi sinar-x mempunyai ciri salah satunya yaitu daya tembusnya besar sehingga dapat menembus bahan yang dilewati, contohnya bersumber dari pesawat sinar-x. Pemanfaatan sinar-x yaitu mendapatkan informasi terkait tubuh dengan mudah tanpa harus melakukan suatu tindakan seperti operasi bedah tubuh terlebih dahulu. (Wardani & Sudarti, 2020)

Radiasi adalah perpindahan energi dari suatu sumber radiasi terhadap medium lain, di mana transmisi ini dapat berupa radiasi partikel maupun radiasi elektromagnetik. Jenis-jenis radiasi ini dihasilkan dari atom, seperti radiasi sinar tampak, sinar-X dan sinar- γ , yang dikelompokkan dalam gelombang elektromagnetik atau dikenal dengan istilah spektrum elektromagnetik. Dalam radiasi elektromagnetik, sinar-X diproduksi saat elektron berkecepatan tinggi bertabrakan dengan material yang memiliki nomor atom tinggi seperti tungstenmolibdenum pada anoda tabung sinar-X, sedangkan sinar gamma secara fisik identik dengan sinar-X, namun dipancarkan dari inti atom atau berasal dari radioactive decay seperti Cobalt-60, Radium dan Cesium. Inti atom yang tidak stabil melepaskan energi berlebihnya dalam bentuk elektron intranuklear (partikel beta) atau inti helium (sebuah partikel alfa). Jika masih memiliki kelebihan energi setelah itu, sinar gamma dipancarkan untuk mencapai steady state (keadaan konstan). (Khairani, Nurjannah, Sihotang, & Derlina, 2024)

Studi in vivo dinamik akan mengukur kinerja suatu sistem atau organ tubuh, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Variabel yang diukur adalah jumlah dan distribusi perunut, yang akan berubahsesuai dengan faktor waktu. Ketiga variabel tersebut, merupakan dasar dari pencitraan dinamik, dan dari ketiganya dapat diperoleh informasi kuantitatif

tentang laju penurunan kuantitas perunut, retensi, dan lain-lain. Model-model matematik, seperti model kompartemental atau linear, diperlukan untuk menyusun program dan menganalisis hasil studi. Walaupun sama-sama menggunakan radiasi pengion, radiasi yang digunakan dalam kedokteran nuklir (sinar gamma dan beta) berasal dari disintegrasi inti atom, sedangkan sinar X atau sinar Rontgen (yang digunakan dalam radiologi) berasal dari elektron kulit ekstranuklir. Kalau pencitraan sinar-X mengamati perubahan radiofisika anatomi, maka pencitraan kedokteran nuklir mengamati atau merupakan refleksi dari perubahan radiokimia fisiologi yang terjadi dalam suatu organ. Selanjutnya perlu ditekankan bahwa radiasi yang diterima pasien melalui studi in vivo kedokteran nuklir, umumnya sama bahkan lebih rendah dari radiasi yang diterima sewaktu menjalani prosedur diagnostik radiologi dengan sinar-X / Rontgen yang selama ini telah digunakan secara luas. (Masjhur, 2000)

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dari pembahasan, dapat disimpulkan bahwa :Fisika memiliki banyak kegunaan dalam bidang medis atau kesehatan, mencakup berbagai aspek seperti diagnosis, terapi, dan pengembangan teknologi kesehatan. Ilmu fisika menjadi dasar bagi berbagai inovasi yang telah meningkatkan kualitas perawatan medis secara signifikan. Berikut adalah beberapa penerapan fisika di bidang medis dengan penjelasan lebih rinci:

a. Pencitraan Medis

Pencitraan medis merupakan salah satu aplikasi utama fisika yang mendukung diagnosis berbagai penyakit. Teknologi ini memungkinkan dokter melihat bagian dalam tubuh tanpa pembedahan. Beberapa metode pencitraan medis yang penting: Sinar-X (Radiografi), MRI (Magnetic Resonance Imaging), CT Scan (Computed Tomography), Ultrasonografi (USG), PET Scan (Positron Emission Tomography)

b. Radioterapi

Radioterapi memanfaatkan prinsip radiasi ionisasi, seperti sinar gamma, sinar-X, atau proton, untuk menghancurkan sel kanker tanpa merusak jaringan sehat di sekitarnya. Berikut adalah rincian aplikasinya:

Radioterapi Eksternal, Brachytherapy, Proton Therapy

c. Pengembangan Alat Medis

Fisika menjadi dasar pengembangan alat medis modern yang membantu diagnosis dan pengobatan. Contoh alat tersebut:

Elektrokardiogram (EKG), Monitor Tekanan Darah, Respirator dan Ventilator

d. Teknologi Laser dalam Medis

Laser adalah salah satu penerapan fisika optik yang banyak digunakan dalam dunia kedokteran. Berikut adalah aplikasinya:

Operasi Mata (LASIK), Pembedahan Non-Invasif, Terapi Kulit

e. Biomekanika dan Rehabilitasi

Biomekanika menggunakan prinsip mekanika klasik untuk memahami pergerakan dan gaya yang bekerja pada tubuh manusia. Penerapan utamanya adalah:

Desain Prostetik dan Ortotik, Rehabilitasi Fisik, Analisis Gerakan

- f. Biofisika dalam Penelitian Medis
Biofisika mempelajari fenomena biologis melalui pendekatan fisika. Contoh penerapannya:
Dinamika Aliran Darah (Hemodinamika)
Efek Medan Elektromagnetik

Manfaat Penerapan Fisika di Bidang Medis

- Meningkatkan akurasi diagnosis dan kecepatan deteksi penyakit.
- Memungkinkan pengobatan yang lebih efisien dan aman, terutama untuk kondisi serius seperti kanker.
- Memberikan solusi rehabilitasi untuk meningkatkan kualitas hidup pasien.
- Mengembangkan alat medis canggih yang mendukung pelayanan kesehatan modern.

DAFTAR PUSTAKA

- Atina, Alfarisa, S., & Toruan, P. L. (2019). Penyuluhan Peran Ilmu Fisika Dalam Bidang Kesehatan Pada Siswa Sman 1 Talang Kelapa Banyuasin. *Jurnal Pengabdian Masyarakat MIPA Dan Pendidikan MIPA, III*, 48-52.
- Gambo, N., & Shehu, M. (2024). The Role Of Diagnostic Medical Physics In Medicine: An Overview. *Sahel Journal Of Life Sciences FUDMA (SAJOLS), II*, 103-109.
- Khairani, F., Nurjannah, A., Sihotang, C. I., & Derlina. (2024). Radioterapi Sebagai Jembatan Antara Fisika Dan Kedokteran: Tantangan Dan Inovasi Khususnya Dalam Mengatasi Penyakit Kanker. *Medic Nutricia Jurnal Ilmu Kesehatan, IX*, 1-6.
- Manik, J. T., Soetanto, W., Hanny, M., & Pandiangan, T. (2022). Sosialisasi Pemanfaatan Fisika Radiasi Dalam Bidang Kesehatan Kepada Siswa Kelas X Di SMA Pramita Tangerang. *Journal Of Community Services: Sustainability & Empowerment*, 1-6.
- Masjhur, J. (2000). Aplikasi Teknik Nuklir Dalam Bidang Kesehatan Masa Kini. *Jurnal Sains Dan Teknologi Nuklir Indonesia, I*, 29-42.
- Muralidhar, K. R. (2017). The Future Of Physics In Medicine And Its Role In Genomics. *Chief Medical Physicst And RSO, VI*, 1-6.
- Sari, M., Sesilia, N. K., Muna, N., Fikri, M. R., & Asyifa, K. E. (2024). Kajian Penerapan Fisika Biomedis Dalam Biomekanika Olahraga (Sport Science): Pengobatan Cedera Tendon Akibat Kesalahan Gerak Pada Cabang Olahraga Sepakbola. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Terapannya, XI*, 67-71.
- Sinaga, K. A., Ritonga, K. A., Sinaga, M. P., & Derlina. (2024). Penerapan Fisika Radiasi Dalam Ilmu Medis Pada Radioaktif Kanker. *Jurnal Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, V*, 1-10.
- Suryantari, & Flaviana. (2017). Visualisasi Termal Permukaan Tangan Manusia Sebagai Alternatif Bahan Ajar Fisika Medis. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika, VIII*, 64-73.
- Wardani, T. S., & Sudarti. (2020). Analisis Pemahaman Mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Jember Terhadap Manfaat Serta Dampak Sinar-X Bagi Kesehatan. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Terapannya, V*, 28-38.