
STUDI EKSPERIMEN GELOMBANG PADA BEBERAPA MEDIA
EXPERIMENTAL STUDY OF WAVES ON SEVERAL MEDIA

Dea Rafika Syahputri*dearafika2508@gmail.com*

STKIP AL MAKSUM, Langkat Indonesia

Melynda Sari*melindasari1727@gmail.com*

STKIP AL MAKSUM, Langkat Indonesia

Abstract Waves are movements that pass through something or space. They carry energy that affects other energies. This study uses experimental methods, which means it is based on experimental research. The aim of this research is to observe the shape and type of transverse waves and longitudinal waves, as well as determine the nature of wave reflection. This research uses an experimental method, which means it is based on experiments. Researchers collect information by observing and recording what is done and seen. This research was conducted at STKIP Al Maksum Langkat. The results of this experiment show that the length of what the wave is traveling through, whether it's a slinky or a hemp rope, affects how many waves are produced and how long it takes to propagate. Additionally, you can see how the waves bounce back, which is a basic feature of waves.

Keywords: *Waves, Longitudinal, Transversal*

Abstrak Gelombang adalah pergerakan yang melintas melalui sesuatu atau ruang. Mereka membawa energi yang mempengaruhi energi lainnya. Studi ini menggunakan metode eksperimen, yang berarti berdasarkan penelitian eksperimental. Tujuan dari penelitian ini adalah mengamati bentuk dan jenis gelombang transversal dan gelombang longitudinal, serta mengetahui sifat pemantulan gelombang. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yang berarti ini berdasarkan eksperimen. Peneliti mengumpulkan informasi dengan mengamati dan mencatat apa yang diperbuat dan dilihat. Penelitian ini dilakukan di STKIP Al Maksum Langkat. Hasil eksperimen ini menunjukkan bahwa panjang dari apa yang dilalui gelombang, baik itu slinky atau tali rami, mempengaruhi berapa banyak gelombang yang dihasilkan dan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk merambat. Selain itu, dapat melihat bagaimana gelombang memantul kembali, yang merupakan fitur dasar dari gelombang.

Kata Kunci: *Gelombang, Longitudinal, Transversal*

Pendahuluan

Fisika adalah studi tentang bagaimana gas, cairan, dan padatan berperilaku di alam, dan hal itu bergantung pada eksperimen. Oleh karena itu, melakukan eksperimen fisika adalah bagian kunci dari pembelajaran fisika. Eksperimen fisika membantu siswa memahami konsep-konsep fisika dengan lebih baik dan menggunakannya dalam situasi praktis. Suara adalah salah satu subjek yang dipelajari siswa di kelas fisika mereka (Salikha et al., 2021).

Received Mei 28, 2024; Revised Juni 30, 2025; Juli 15, 2025

** Dea Rafika Syahputri, dearafika2508@gmail.com*

Karena materi gelombang bukanlah sesuatu yang dapat kamu sentuh atau lihat, siswa perlu memahami ide-ide di baliknya, bukan hanya menghafal rumus. Karena itu, guru sangat penting dalam mengajar materi ini. Saat siswa belajar, guru membantu dan mendorong mereka untuk mencari tahu dan membangun pemahaman mereka sendiri sehingga mereka dapat memecahkan masalah (Hamdani et al., 2022).

Suara bergerak seperti gelombang melalui hal-hal seperti udara, cairan, atau padatan. Banyak penelitian telah berusaha untuk mengetahui seberapa cepat suara bergerak melalui udara. Sebagai contoh, Irni Agustina Dwi Astuti melakukan penelitian pada tahun 2016 menggunakan metode waktu tempuh. Ia menemukan bahwa suara bergerak dengan kecepatan sekitar 335,27 m/s di udara. Muhafid juga melakukan penelitian pada tahun 2014 tentang seberapa cepat suara bergerak. Ia membuat alat untuk menguji kecepatan suara yang menggunakan smartphone untuk mendapatkan data. Ia menemukan bahwa suara bergerak dengan kecepatan 340,9 m/s di udara menggunakan pipa organ terbuka (Mar'ati et al., 2021).

Suara dapat bergerak melalui objek padat dan udara. Suara bergerak lebih cepat di dalam benda padat karena partikel kecil yang membentuk benda padat tersusun lebih rapat dibandingkan di udara. Tidak banyak penelitian yang telah dilakukan tentang kecepatan suara di dalam benda padat. Namun pada tahun 2000, Se-Yeun Mak melakukan sebuah studi di mana dia mengukur kecepatan suara dalam sebuah batang logam (Fitri et al., 2023). Dia menggunakan generator sinyal dan osiloskop untuk melihat panjang gelombang dari getaran yang dibuat ketika suara bergerak melalui batang tersebut. Kita masih memerlukan lebih banyak penelitian tentang seberapa cepat suara bergerak di dalam benda padat. Ini akan membantu kita belajar lebih banyak tentang kecepatan suara di dalam benda padat dan membantu siswa memahami bagaimana gelombang bergerak dalam material padat.

Studi ini akan menunjukkan kepada kita seberapa cepat suara bergerak melalui benda padat. Kita belajar ini dengan melihat berapa lama getaran suara perjalanan melalui benda padat. Suara dimulai dari satu sisi dan ditangkap oleh sensor piezoelektrik di sisi lainnya.

Gelombang adalah energi yang bergerak melalui sesuatu atau melalui ruang kosong. Gelombang dikelompokkan menjadi dua jenis berdasarkan apa yang mereka lalui gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik. Gelombang mekanik

membutuhkan sesuatu untuk bergerak melaluinya, tetapi gelombang elektromagnetik tidak. Gelombang juga dikelompokkan menjadi dua jenis berdasarkan cara mereka bergerak gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Gelombang transversal bergerak menyamping terhadap getarannya dan apa yang mereka lalui. Gelombang longitudinal bergerak searah dengan getarannya dan apa yang mereka lalui. Resonansi terjadi ketika sesuatu bergetar karena dipukul oleh denyut yang teratur yang cocok atau hampir cocok dengan cara ia bergetar secara alami. Kemudian, benda tersebut akan bergetar dengan banyak atau sebanyak mungkin (Al Bayan, et al., 2023).

Suara adalah gelombang yang bergerak melalui objek dan dihasilkan ketika benda bergetar. Kita dapat mendengar suara karena ketika sesuatu mengeluarkan suara, benda itu bergetar di udara di sekitarnya. Kemudian suara itu melintasi udara menuju gendang telinga kita. Suara sebenarnya adalah perubahan teratur dalam tekanan udara saat bergerak. Perubahan tekanan udara ini membuat gendang telinga kita bergetar. Manusia bisa mendengar suara antara 20 Hz dan 20 kHz (Ain et al., 2022). Kita mendengar suara karena ketika sesuatu mengeluarkan suara, benda itu bergetar di udara di sekitarnya. Kemudian suara tersebut bergerak melalui udara menuju gendang telinga kita. Ini sebenarnya adalah perubahan dalam tekanan udara yang terjadi berulang kali saat suara bergerak. Ketika tekanan udara berubah-ubah, hal itu membuat gendang telinga kita bergerak maju mundur. Gelombang audiosonik adalah semacam gelombang suara yang lebih mudah dibuat daripada gelombang ultrasonik dan infrasonik. Kita dapat menggunakan gelombang audiosonik untuk menjauhkan lalat rumah (*Musca domestica*) karena lalat ini mengganggu orang dan membawa penyakit. Lebih aman berada di dekat gelombang audiosonik daripada menggunakan obat nyamuk dan semprotan serangga (Imaduddin et al., 2020).

Gelombang adalah pergerakan yang melintas melalui sesuatu atau ruang. Mereka membawa energi yang mempengaruhi energi lainnya. Gelombang mekanik memerlukan sesuatu untuk bergerak melalui. Sesuatu ini memberikan energi kepada gelombang agar dapat bergerak. Kita melihat gelombang mekanik dalam gelombang laut, riak di kolam, musik, dan hal-hal lainnya. Gelombang mekanik adalah jenis gelombang yang biasanya kita lihat. Gelombang mekanik bergerak melalui bahan, yang disebut medium. Gelombang transversal pada mot tali dan gelombang longitudinal pada sebuah pegas adalah contoh gelombang mekanik. Gelombang di permukaan air adalah gelombang dua

dimensi. Ini karena permukaan air, tempat gelombang bergerak, memiliki panjang dan lebar.

Kelas sains di sekolah harus dibuat lebih menyenangkan. Kemudian, siswa yang dulunya takut pada sains mungkin mulai menikmatinya. Guru juga perlu membantu siswa merasa percaya diri saat mereka mulai belajar. Mereka harus merencanakan pelajaran yang membuat siswa ingin belajar lebih banyak, dan pelajaran ini harus benar dan sesuai dengan tingkat siswa. Untuk menarik minat siswa, guru dapat menunjukkan kepada mereka bagaimana belajar sains dapat membantu mereka setiap hari.

Banyak orang merasa getaran dan gelombang sulit untuk dipahami. Siswa sering kali tidak memahami bagaimana getaran dan gelombang saling terkait. Ini karena mereka tidak benar-benar melihat atau menggunakan ide-ide ini. Melakukan eksperimen dengan contoh kehidupan nyata dapat membantu siswa belajar di kelas (Kararu et al., 2023).

Para peneliti menggunakan data ini untuk menguji objek, sehingga dapat membandingkan gelombang yang bergerak memanjang dan gelombang yang bergerak menyamping. Para peneliti berharap bahwa informasi yang mereka dapatkan dari eksperimen ini akan membantu peneliti lain. Ketika melakukan aktivitas ini, akan muncul ide-ide dengan mengamati apa yang terjadi di setiap bagian eksperimen.

Metode

Ketika berbicara tentang penelitian, biasanya berarti melihat, mencari tahu, membandingkan, dan menghubungkan berbagai hal. Namun di sekolah, penelitian dapat berarti hal yang berbeda tergantung pada siapa yang melakukannya dan apa yang sudah mereka ketahui. Penelitian adalah cara untuk mengumpulkan dan memeriksa informasi dengan cermat dan secara terorganisir untuk mencapai tujuan tertentu. Jadi, penelitian adalah proses dengan langkah-langkah, dimulai dengan mendapatkan informasi dan kemudian mempelajarinya secara logis dan ilmiah, untuk mencapai tujuan yang jelas. Untuk memastikan penelitian tetap pada jalurnya dan langkah-langkahnya mudah diikuti, kita perlu memilih metode dan rencana yang tepat untuk penelitian tersebut.

Metode penelitian pada dasarnya adalah cara ilmiah untuk mendapatkan informasi untuk alasan dan penggunaan tertentu. Ini adalah serangkaian langkah atau tindakan dalam penelitian yang didasarkan pada gagasan kunci, pandangan filosofis, pertanyaan, dan masalah. Jadi, setiap proyek penelitian harus dimulai dengan sebuah masalah, peristiwa terkini, pertanyaan penelitian, serta perubahan dan kemajuan yang terjadi.

Karena setiap masalah penelitian itu berbeda, memerlukan rencana penelitian untuk memutuskan metode penelitian mana yang akan digunakan. Desain penelitian ini akan secara jelas memandu proses atau mencantumkan langkah-langkah yang harus diambil. Juga akan mengatakan kapan penelitian akan dilakukan, dari mana data akan diambil, dan mengapa data tersebut dikumpulkan. Akhirnya, akan menjelaskan bagaimana data akan dikumpulkan, ditangani, dan dipelajari.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yang berarti ini berdasarkan eksperimen. Peneliti mengumpulkan informasi dengan mengamati dan mencatat apa yang diperbuat dan dilihat. Penelitian ini dilakukan di STKIP Al Maksum Langkat.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Dalam pengamatan ini, peneliti melakukan eksperimen menggunakan gelombang. Hasil dari eksperimen ini ditunjukkan pada gambar di bawah:



Gambar 1. Gelombang pada Tali Rami Jarak 120 cm



Gambar 2. Gelombang pada Tali Rami Jarak 150 cm

STUDI EKSPERIMEN GELOMBANG PADA BEBERAPA MEDIA
EXPERIMENTAL STUDY OF WAVES ON SEVERAL MEDIA



Gambar 3. Gelombang pada Tali Rami Jarak 180 cm



Gambar 4. Gelombang pada Tali Slinky

Tabel 1. Gelombang pada Tali Rami

No	Panjang Tali Rami (cm)	Gelombang Terbentuk	Waktu Rambat (Detik)
1	120	3	0.8
2	150	4	1,1
3	180	5	1,4

Tabel 2. Gelombang pada Tali Slinky

No	Perlakuan	Gelombang Terbentuk
1	Sifat pemantulan gelombang	Gelombang berbentuk lingkaran yang merambat ke luar, kemudian memantul dari dinding mangkok dan kembali kepusat.

Pembahasan

Gelombang memindahkan energi dari satu tempat ke tempat lain, tetapi material yang dilalui gelombang tidak berpindah secara permanen bersama dengan energi. Dalam fisika, penting untuk memahami gelombang karena mereka membantu kita mengerti berbagai fenomena yang terjadi di alam, seperti suara, cahaya, dan gempa bumi. Nasution (2021) mengatakan bahwa mempelajari gelombang adalah kunci dalam pendidikan fisika karena gelombang memainkan peran yang sangat penting dalam banyak teknologi modern.

Gelombang dapat dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan cara mereka bergetar dibandingkan dengan arah gerak mereka, gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Pada gelombang transversal, getaran bergerak ke arah yang tegak lurus terhadap arah gelombang bergerak. Gelombang pada tali atau di permukaan air adalah contoh dari ini. Di kelas fisika, tali rami dapat digunakan untuk dengan mudah dan jelas menunjukkan bagaimana gelombang transversal bekerja (Purnamasari, 2022).

Di sisi lain, gelombang longitudinal bergetar dalam arah yang sama dengan arah gelombang bergerak. Gelombang suara adalah contoh gelombang longitudinal. Slinky sering digunakan untuk menunjukkan cara kerja gelombang longitudinal. Penelitian Lestari & Firmansyah (2023) menunjukkan bahwa menggunakan slinki membantu siswa memahami bagaimana gelombang suara bergerak.

Dalam studi akademis, kedua jenis gelombang ini memiliki fitur yang berbeda yang harus diuji dalam eksperimen. Memahami gelombang berarti mengetahui tentang sifat gelombang seperti refleksi, refraksi, interferensi, dan difraksi, bukan hanya jenis gelombang. Pekerjaan praktis ini akan fokus pada refleksi gelombang (Rohman, 2022).

Refleksi gelombang terjadi ketika gelombang mencapai batas antara dua material yang berbeda, dan sebagian dari kekuatan gelombang kembali ke material tempat gelombang itu berasal. Susanti (2021) mengatakan bahwa dapat dengan mudah melihat refleksi gelombang dengan menjatuhkan sesuatu yang kecil ke dalam air. Ini menciptakan gelombang melingkar yang memantul kembali ketika mereka mengenai sisi wadah.

Cara cahaya memantul dari permukaan mengikuti hukum refleksi. Hukum ini menyatakan bahwa sudut di mana cahaya mengenai permukaan adalah sama dengan sudut di mana ia memantul. Hukum ini berlaku untuk berbagai jenis gelombang, termasuk

gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik. Menunjukkan bagaimana cahaya memantul di air adalah cara yang baik untuk mengajarkan ide dasar ini (Hartono, 2022).

Siregar (2023) mengatakan bahwa menggunakan barang-barang dasar untuk mempelajari gelombang dapat membantu siswa memahami ide-ide dengan lebih baik. Dengan mencoba sesuatu, siswa tidak hanya belajar teori tetapi juga melihat bagaimana gelombang berperilaku ketika mereka mengenai sesuatu.

Studi Nugraha & Dewi tahun 2023 menunjukkan bahwa siswa belajar lebih baik ketika mereka melakukan eksperimen fisika langsung tentang gelombang dan menyaksikannya terjadi. Kemampuan mereka untuk memahami dan memecahkan masalah fisika meningkat secara signifikan. Ini berarti bahwa melihat gelombang dalam aksi, seperti dengan tali atau air, adalah cara yang sangat baik untuk belajar.

Selain itu, ide gelombang yang dibuat dalam studi lokal telah diubah untuk disesuaikan dengan cara pengajaran di Indonesia. Beberapa buku teks dari perguruan tinggi kini menggunakan metode dunia nyata dan pengalaman langsung untuk membantu mahasiswa memahami sains dengan lebih baik (Rahmawati, 2023).

Jadi, praktikum ini dirancang untuk membiarkan siswa melihat gelombang dan bagaimana mereka bertindak, serta membantu mereka berpikir lebih hati-hati dan menganalisis hal-hal saat belajar tentang fisika dasar. Tinjauan terhadap penelitian yang ada memberikan informasi latar belakang yang diperlukan untuk memahami dan melihat apa yang terlihat selama praktikum gelombang.

Gelombang melintang adalah gelombang di mana partikel bergetar pada sudut kanan terhadap arah gelombang bergerak. Gelombang melintang bergerak pada sudut 90 derajat terhadap arah energi. Jadi, jika energi bergerak dari kiri ke kanan, gelombang akan bergerak naik dan turun dari kiri ke kanan. Ini tidak sama dengan gelombang melintang.

Gelombang longitudinal adalah gelombang di mana partikel-material yang dilalui bergetar searah dengan arah pergerakan gelombang. Ini berarti bahwa getaran bergerak dalam arah yang sama dengan gelombang itu sendiri. Refleksi gelombang adalah ketika gelombang memantul kembali setelah mengenai sebuah permukaan atau material. Sudut di mana gelombang mengenai permukaan adalah sama dengan sudut di mana ia memantul pergi. Ketika gelombang mengenai sebuah permukaan, mereka memantul kembali pada sudut yang sama dengan sudut kedatangan mereka.

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa jika menggetarkan tali rami dari salah satu ujung, gelombang transversal muncul dan bergerak di sepanjang tali. Gelombang transversal berarti bahwa arah gelombang berada pada sudut kanan terhadap arah getaran. Dalam kasus ini, tali bergerak naik dan turun, tetapi gelombang bergerak menyamping di sepanjang tali.

Dari hasil pengamatan terlihat bahwa:

1. Semakin panjang tali, semakin banyak gelombang yang dapat terbentuk dari satu kali usikan.
2. Waktu rambat gelombang juga bertambah seiring bertambahnya panjang tali, karena gelombang membutuhkan waktu lebih lama untuk merambat dari satu ujung ke ujung lainnya.

Ini sesuai dengan konsep dasar gelombang $v = \frac{s}{t}$ dimana:

1. v adalah kecepatan gelombang.
2. s adalah panjang tali (jarak tempuh).
3. t adalah waktu rambat.

Jika kecepatan tetap sama, maka ketika jarak (panjang tali) meningkat, waktu tempuh juga akan meningkat. Juga, jumlah gelombang yang terbentuk menunjukkan bahwa energi dari satu gangguan dapat dipecah menjadi lebih banyak gelombang jika medium lebih panjang.

Selain itu, menggunakan tali rami menunjukkan bahwa gelombang dapat bergerak tidak hanya melalui bahan yang elastis seperti slinky, tetapi juga melalui bahan yang dapat dibengkokkan seperti tali, selama getaran menambah energi.

Dalam percobaan ini, gelombang muncul karena sesuatu mengganggu air, seperti ketika benda logam dijatuhkan ke dalamnya. Ketika logam tersebut menyentuh air, ia mengguncang air dan membuat gelombang melintang berbentuk melingkar. Gelombang ini bergerak menjauh ke segala arah dari tempat logam jatuh dan tampak menyebar secara merata di atas air.

Ketika gelombang mengenai sisi mangkuk, sebagian kekuatannya memantul kembali. Pemantulan ini menunjukkan aturan dasar gelombang: mereka akan memantul ketika mereka mengenai sesuatu atau mencapai tepi dari apa yang mereka lewati.

Ciri khas dari gelombang transversal terlihat jelas, yaitu:

1. Arah getaran tegak lurus terhadap arah rambat gelombang.

2. Gelombang naik dan turun secara vertikal, sementara arah rambatnya horizontal (menyebar ke samping).

Ini seperti ketika gelombang cahaya atau suara memantul dari sesuatu, tetapi bahan dan jenisnya tidak sama. Dalam fisika, pemantulan mengikuti aturan yang mengatakan bahwa sudut di mana gelombang mengenai permukaan adalah sama dengan sudut di mana ia memantul (jika gelombang bergerak dalam arah tertentu).

Kesimpulan

Hasil eksperimen ini menunjukkan bahwa panjang dari apa yang dilalui gelombang, baik itu slinky atau tali rami, mempengaruhi berapa banyak gelombang yang dihasilkan dan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk merambat. Untuk slinky, slinky yang lebih panjang menghasilkan lebih banyak gelombang dan juga mengakibatkan gelombang tersebut memerlukan waktu lebih lama untuk merambat. Hal yang sama terjadi dengan tali rami, tali yang lebih panjang menghasilkan lebih banyak gelombang yang membutuhkan waktu lebih lama untuk merambat. Ini berarti bahwa panjang material mempengaruhi gelombang, termasuk seberapa sering mereka terjadi (frekuensinya) dan seberapa cepat mereka bergerak.

Selain itu, dapat melihat bagaimana gelombang memantul kembali, yang merupakan fitur dasar dari gelombang. Ketika menjatuhkan sesuatu yang terbuat dari logam ke dalam air, gelombang bergerak keluar dalam bentuk lingkaran. Ketika gelombang ini mengenai sisi mangkuk, mereka memantul kembali. Ini menunjukkan bahwa gelombang bergerak dan juga dapat memantul dari tepi benda yang dilalui gelombang tersebut. Ini membantu kita memahami bagaimana gelombang transversal berperilaku dan bagaimana gelombang berinteraksi dengan lingkungan di sekitarnya. Jadi, ketiga percobaan ini dengan jelas menunjukkan bagaimana gelombang berperilaku di tempat dan situasi yang berbeda.

Ucapan Terima Kasih

Karya tulis ilmiah ini ditulis untuk memenuhi salah satu syarat tugas kuliah. Karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Nurul Hasanah S. Pd. I., M. Pd, selaku dosen praktikum IPA, yang telah banyak mengajarkan hal kepada penulis, serta terimakasih juga kepada rekan penulis yang ikut

berpartisipasi dalam penelitian ini. Sebagai penutup, penulis mengharapkan kritik dan saran yang akan memperbaiki karya tulis ilmiah ini sehingga bisa sempurna pada penelitian selanjutnya.

Daftar Pustaka

- Ain T, N., Wibowo H, A. C., & Hasyim F. 2022. Pengembangan Simulasi Berbasis *Visual Basic Application* (VBA) *Spreadsheet Excel* pada Pembelajaran Fisika Materi Gelombang. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(1)
- Al Bayan M, F., Saputra R, E., & Nugrahaeni R, A. 2023. Sistem Monitoring untuk Mengukur Ketinggian Air Sungai Sitarum Berbasis IoT. *eProceesings of Engineering*, 10(1)
- Fitri E, A., Karyadi B, Johan H, & Farid M. 2023. Model *E-Booklet* Fisika Terintegrasi Mitigasi Bencana Tsunami pada Materi Gelombang untuk Siswa di Pulau Enggano. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 11(1)
- Hamdani S, A., Prima E, C., Agustin R, R., Feranie S, & Sugiana A. 2022. *Development of Anfroid-Based Interactive Multimedia to Enhance Critical Thinking Skills in Learning Matters*. *Journal of Science Learning*, 5(1)
- Hartono T. 2022. *Konsep Gelombang dalam Praktikum Fisika Dasar*. UPI Press. Bandung
- Imaduddin M, Simponi N, I., Handayani R, Mustafidah E, & Faikhamta C. 2020. *Integrating Living Values Education by Bridging Indigenous STEM Knowledge of Traditionoal Salt Farmers to School Science Learning Materials*. *Journal of Science Learning*, 4(1)
- Kararu P, Lolo J, A., & Duma D. 2023. Implementasi Model Pembelajaran Inkuiri pada Materi Gelombang Mekanik di SMA. *Paper Presented at the Neutrino*
- Lestari D, & Firmansyah A. 2023. Efektivitas Media Slinki dalam Pembelajaran Gelombang Longitudinal. *Jurnal Fisika Edukasi Universitas Negeri Semarang*, 17(1)
- Mar'ati N, A., A, Prima E, C., & Wijaya A, F., C. 2021. *Engancing Students' Critical Thinking Trough NASA Science as Interactive Multimedia in Learning Solar System*. *Journal of Science Learning*, 4(4)
- Nasution M. 2021. *Fisika Dasar untuk Mahasiswa Pendidikan*. UNIMED Pres. Medan
- Nugraha B, & Dewi N. 2023. Pengaruh Praktikum Observasi Gelombang terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 11(2)
- Purnamasari A. 2022. *Praktikum Fisika Dasar: Konsep, Media, dan Analisis*. Deepublish. Yogyakarta
- Rahmawati N. 2023. *Pembelajaran Fisika Kontekstual di Perguruan Tinggi*. UB Press. Malang
- Rohman F. 2022. *Dasar-Dasar Fisika Gelombang dan Bunyi*. Unesa Press. Surabaya
- Salikha U, Sholihin H, & Winarno N. 2021. *The Influence of STEM Project-Based Learning on Student's Motivation in Heat Transfer Learning*. *Paper Presend at the Journal of Physics: Conference Series*
- Siregar R. 2023. *Media Praktikum Sederhana untuk Pendidikan Sains*. Rajawali Persada. Jakarta
- Susanti M. 2021. *Pembelajaran Gelombang melalui Eksperimen Air*. Unsri Press. Palembang