

**PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM
GELOMBANG STASIONER UNTUK
MENINGKATKAN PEMAHAMAN PESERTA DIDIK
TERHADAP GELOMBANG LONGITUDINAL DAN
TRANSVERSAL**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S-1



Choerun Nisa

19104050052

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2026

HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 513056 Fax. (0274) 586117 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2935/Un.02/DT/PP.00.9/08/2026

Tugas Akhir dengan judul : PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM GELOMBANG STASIONER UNTUK
MENINGKATKAN PEMAHAMAN PESERTA DIDIK TERHADAP GELOMBANG
LONGITUDINAL DAN TRANSVERSAL

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : CHOERUN NISA
Nomor Induk Mahasiswa : 19104050052
Telah diujikan pada : Rabu, 19 Agustus 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



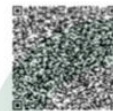
Ketua Sidang
Drs. Nur Untoro, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a8d3461ca94



Penguji I
Joko Purwanto, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 6a8543a16c45b



Penguji II
Norma Sidik Risdianto, S.Pd., M.Sc., Ph.D.
SIGNED

Valid ID: 6a85439847141



Yogyakarta, 19 Agustus 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
Prof. Dr. Sigit Purnama, S.Pd.I., M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 6a8e4481d7fd

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Permohonan Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : Satu Bandel Skripsi

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Di Tempat

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Choerun Nisa

NIM : 19104050052

Prodi/Smt : Pendidikan Fisika/XIV

Judul Skripsi : Pengembangan Alat Praktikum Gelombang Stasioner untuk Meningkatkan Pemahaman Peserta Didik Terhadap Gelombang Longitudinal dan Transversal

Sudah dapat diajukan kembali kepada Progam Studi Pendidikan Fisika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Pendidikan Sains.

Dengan ini kami mengharapkan agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera di munaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 09 Agustus 2026

Pembimbing

Drs. Nur Untoro, M.Si.

NIP. 19661126 199603 1 001.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Choerun Nisa

NIM : 19104050052

Program Studi : Pendidikan Fisika

Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana yang berjudul "Pengembangan Alat Praktikum Gelombang Stasioner untuk Meningkatkan Pemahaman Peserta Didik Terhadap Gelombang Longitudinal dan Transversal" merupakan karya hasil tulisan saya sendiri. Adapun bagian-bagian yang saya kutip dari hasil karya tulisan orang lain sebagai bahan acuan telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika dalam penulisan ilmiah, serta disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, maka sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi dan digunakan sebagaimana mestinya

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 09 Agustus 2026

Yang Menyatakan



Choerun Nisa

NIM.19104050052

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil'alamin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan kemudahan yang diberikan hingga karya sederhana ini dapat terselesaikan. Karya kecil ini dipersembahkan penuh cinta dan rasa hormat kepada:

1. Kedua Orang Tua Tercinta, Ibu Nikmatun Sururiyah dan Bapak Kusno, sosok terbaik yang senantiasa melangitkan doa tanpa henti, memberikan kasih sayang, motivasi, serta pengorbanan yang tak ternilai harganya. Terima kasih atas segala keringat dan ketulusan yang mengiringi langkah penulis.
2. Sahabat dan Teman-Teman Seperjuangan, yang selalu hadir memberikan semangat, dukungan, berbagi keluh kesah, selama proses penyelesaian tugas akhir ini.
3. Diri Sendiri, terima kasih karena telah bertahan, tidak menyerah, dan terus berjuang melangkah meski dalam prosesnya tidak selalu mudah.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

Man Jadda Wa jada

Berikhtiar dengan sungguh-sungguh, melangkah dengan ketetapan hati, dan menyerahkan hasil akhir kepada-Nya.



KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmaanirrohiim,

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga skripsi berjudul "Pengembangan Alat Praktikum Gelombang Stasioner Untuk Meningkatkan Pemahaman Peserta Didik Terhadap Gelombang Longitudinal Dan Transversal" ini dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah membimbing umat manusia dari zaman kegelapan menuju zaman yang penuh cahaya ilmu pengetahuan.

Penyelesaian skripsi ini tidak akan mungkin terwujud tanpa bantuan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral, dan materiil yang tak ternilai.
2. Prof. Dr. Sigit Purnama, S.Pd.I., M.Pd., selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan.
3. Iva Nandya Atika, S.Pd., M.Ed., dan Puspo Rohmi, M.Pd., selaku Ketua dan Sekretaris Program Studi Pendidikan Fisika.
4. Drs. Nur Untoro M. Si. Selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang dengan penuh kesabaran dan ketelitian membimbing penulis.
5. Joko Purwanto, S.Si., M.Sc. dan Norma Sidik Risdianto, S.Pd., M.Sc., Ph.D. selaku Penguji Skripsi yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun.
6. Dr. Ika Kartika, M.Pd. Si. selaku Validator Instrumen.
7. Rachmad Resmiyanto, S.Si., M.Sc., dan Nira Nurwulandari, M.Pd., selaku validator ahli materi.
8. Ari Cahya Mawardi, M.Pd., dan Iva Nandya Atika, S.Pd., M.Ed., selaku Validator Ahli Media.

9. Nur Arviyanto Himawan, M.Pd. Selaku Penilai Ahli Materi.
10. Himawan Putranta, M.Pd., selaku Penilai Ahli Media.
11. Septiana Wulandari, S.Si. selaku penilai Praktisi sekaligus Guru Fisika.
12. Dr. Azzam Syukur Rahmatullah, S.H.I.,M.S.I.,M.A, M.Psi selaku Kepala Dewan Pimpinan Yayasan Pondok Pesantren Al-Kamal, Kebumen.
13. Nurul Fithriyah Awaliatul Laili, M.Pd.I selaku Kepala Madrasah MA Plus Nururrohmah.
14. Siswa/i Kelas IX IPA 1 MA Plus Nururrohmah.
15. Ambar Isnaeni kakak kandung yang senantiasa memberikan kepercayaan dan dukungan agar tugas akhir dapat diselesaikan.
16. Alfina Husna Fahmi sahabat yang senantiasa memberikan dorongan, semangat, dan bantuan tanpa henti.
17. Teman-teman Pelajar Islam Indonesia Yogyakarta Besar, teman teman Pendidikan Fisika 2019 yang senantiasa memberikan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih memiliki beberapa kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun dari berbagai pihak sangat bermanfaat untuk perbaikan skripsi ini di masa mendatang. Penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca, serta dapat berkontribusi bagi kemajuan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang pendidikan fisika.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 6 Agustus 2026

Penulis



Choerun Nisa

NIM. 19104050052

**PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM GELOMBANG STASIONER
UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN PESERTA DIDIK
TERHADAP GELOMBANG LONGITUDINAL DAN TRANSVERSAL**

**CHOERUN NISA
19104050052**

INTISARI

Penelitian ini bertujuan mengembangkan alat praktikum gelombang stasioner berbasis tabung resonansi percobaan Kund't dan percobaan Melde untuk membantu meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep gelombang longitudinal dan transversal. Pengembangan dilatarbelakangi oleh karakteristik materi gelombang longitudinal yang abstrak serta keterbatasan fasilitas praktikum di MA Plus Nururrohmah Kebumen, sehingga pembelajaran cenderung dilakukan secara teoritis dan melalui metode ceramah. Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model pengembangan 4D yang terdiri atas Define, Design, Develop, dan Disseminate, tetapi penelitian dibatasi sampai tahap Develop. Produk yang dikembangkan berupa satu set alat praktikum tabung resonansi Kund't untuk memvisualisasikan gelombang longitudinal dan percobaan Melde untuk gelombang transversal.

Kualitas produk dinilai berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media. Hasil penilaian ahli materi dengan jumlah satu penilaian memperoleh skor rata-rata 3,87 masuk kategori Sangat Baik, sedangkan ahli media dengan jumlah satu penilaian memperoleh rata-rata 3,85 dengan kategori Sangat Baik. Secara keseluruhan, penilaian kualitas alat memperoleh rata-rata 3,83 dengan kategori Sangat Baik. Kepraktisan produk berdasarkan penilaian guru memperoleh rata-rata 3,83 dengan kategori Sangat Praktis, sedangkan uji coba terbatas terhadap 5 peserta didik memperoleh skor 63 dari 70 atau 90% dengan kategori Sangat Praktis. Peningkatan pemahaman peserta didik produk diuji menggunakan desain One-Group Pretest-Posttest terhadap 28 peserta didik kelas XI IPA. Rata-rata nilai meningkat dari 48,21 pada pretest menjadi 83,93 pada posttest dengan peningkatan sebesar 35,72 poin. Rata-rata N-Gain sebesar 0,68 berada pada kategori sedang, dengan 14 peserta didik berkategori tinggi, 12 peserta didik berkategori sedang, dan 2 peserta didik berkategori rendah. Dengan demikian, alat praktikum gelombang stasioner yang dikembangkan dinyatakan sangat baik, sangat praktis, dan efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik pada materi gelombang longitudinal dan transversal.

Kata kunci: alat praktikum, gelombang stasioner, Kund't, Melde, pemahaman peserta didik

**DEVELOPMENT OF A STANDING WAVE LABORATORY
DEMONSTRATION TOOL TO ENHANCE STUDENTS'
UNDERSTANDING OF LONGITUDINAL AND TRANSVERSE WAVES**

**CHOERUN NISA
19104050052**

ABSTRACT

This study aimed to develop an integrated standing wave laboratory apparatus—combining Kundt's tube and Melde's experiment setups—to help improve students' understanding of longitudinal and transverse wave concepts. The development was motivated by the abstract nature of longitudinal wave concepts and the limited laboratory facilities at MA Plus Nururrohmah Kebumen, which resulted in instruction that tended to be theoretical and lecture-based. The study employed the Research and Development (R&D) method using the 4D model (Define, Design, Develop, and Disseminate), though the research was limited to the "Develop" stage. The resulting product is a laboratory apparatus set that integrates Kundt's tube to visualize longitudinal waves and Melde's experiment for transverse waves.

Product quality is assessed based on the assessment of material experts and media experts. The results of the assessment of material experts with a total of one assessment obtained an average score of 3.867 in the Very Good category, while media experts with an average of 3.85 in the Very Good category. Overall, the apparatus received an average quality score of 3.833 (Very Good category). Regarding practicality, teacher assessments yielded an average of 3.833 (Very Practical category), while a limited trial with five students resulted in a score of 63 out of 70 (90%), also falling into the Very Practical category. Product effectiveness was tested using a One-Group Pretest-Posttest design involving 28 Grade XI Science students. The average score rose from 48.21 on the pretest to 83.93 on the posttest, an increase of 35.72 points. The average N-Gain score was 0.68 (medium category), with 14 students in the high category, 12 in the medium category, and two in the low category. Thus, the developed standing wave apparatus was deemed very good, very practical, and effective in enhancing students' conceptual understanding of longitudinal and transverse waves.

Keywords: *laboratory apparatus, standing wave, Kundt, Melde, student understanding.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENEGESAHAN	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
INTISARI	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	7
C. Batasan Masalah	7
D. Rumusan Masalah.....	8
E. Tujuan Penelitian	8
F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	9
G. Manfaat Penelitian	11
H. Keterbatasan Pengembangan	11
I. Definisi Istilah.....	12
BAB II LANDASAN TEORI	13
1. Kajian Teori	13
2. Kajian Penelitian yang Relevan	26
3. Kerangka Berpikir.....	29
BAB III METODE PENELITIAN	32
1. Model Pengembangan.....	32
2. Prosedur Pengembangan.....	32
3. Uji Coba Produk	37
4. Teknik Analisis Data.....	40

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	47
A. Hasil Penelitian	47
1. Hasil Produk yang dikembangkan	47
2. Validasi dan Penilaian.....	52
3. Analisis Data Produk Akhir	65
4. Pembahasan.....	68
1. Produk Awal	68
2. Kualitas Produk	69
3. Kepraktisan Produk.....	70
4. Peningkatan Pemahaman Peserta Didik.....	71
BAB V PENUTUP.....	74
A. Kesimpulan	74
B. Keterbatasan Penelitian.....	74
C. Saran	75
DAFTAR PUSTAKA.....	76
LAMPIRAN.....	79
CURRICULUM VITAE.....	103

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Persamaan dan Perbedaan Penelitian yang Relevan	28
Tabel 3. 1 Aturan Pemberian Skor(Skala Likert)	40
Tabel 3. 2 Kriteria Rentang Skor Indeks Aiken.....	41
Tabel 3. 3 Kategori Penilaian Produk	42
Tabel 3. 4 Kriteria Kepraktisan Produk	43
Tabel 3. 5 Respon Peserta Didik Berdasarkan Skala Guttman	44
Tabel 3. 6 kriteria Respon Peserta Didik	44
Tabel 3. 7 Kriteria Kepraktisan Produk Berdasarkan Respon Peserta Didik.....	45
Tabel 3. 8 kriteria hasil penilaian One Grup Pretest-Posttest	46
Tabel 3. 9 kriteria tingkat skor N-Gain	46
Tabel 4. 1 Skor Validasi Ahli Media	53
Tabel 4. 2 Saran Validator Ahli Media	53
Tabel 4. 3 Skor Validasi Ahli Materi	55
Tabel 4. 4 Saran dan Komentar Validator Ahli Materi	55
Tabel 4. 5 Data Penilaian Kualitas Produk oleh Ahli Meteri.....	57
Tabel 4. 6 Saran dari Penilai Ahli Materi	58
Tabel 4. 7 Data Penilaian Kualitas Produk oleh Ahli Media	59
Tabel 4. 8 Saran dari Penilai Ahli Media	59
Tabel 4. 10 Saran dan Masukan dari Guru Fisika	61
Tabel 4. 11 Hasil Respon Peserta Didik	61
Tabel 4. 12 Rekapitulasi Hasil Kepraktisan Produk	63
Tabel 4. 13 Rekapitulasi Hasil Pretest,Posttest, dan N-Gain Peserta Didik	63
Tabel 4. 14 Persebaran kategori N-Gain Individu Peserta Didik.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Spesifikasi Produk Alat Praktikum yang Dikembangkan.....	9
Gambar 2. 1 ilustrasi gelombang transversal	15
Gambar 2. 2 ilustrasi gelombang longitudinal	17
Gambar 2. 3 Perambatan Gelombang	17
Gambar 2. 4 gelombang stasioner ujung bebas.....	18
Gambar 2. 5 gelombang stasioner ujung tetap	20
Gambar 2. 6 ilustrasi percobaan Kund't	24
Gambar 2. 7 ilustrasi percobaan Melde.....	26
Gambar 2. 8 Diagram Kerangka Berpikir	31
Gambar 3. 1 Bagan Prosedur Penelitian & Pengembangan.....	32
Gambar 4. 1 Rancangan Alat Praktikum yang dikembangkan.	48
Gambar 4. 2 Sampul Buku Panduan Praktikum.....	48
Gambar 4. 3 Modul Awal	54
Gambar 4. 4 Modul Akhir.....	54
Gambar 4. 5 Skema Alat Produk Awal pada Modul.....	57
Gambar 4. 6 Skema Alat Produk Akhir Pada Modul.....	57
Gambar 4. 8 Perbandingan penilaian ahli materi dan ahli media	60
Gambar 4. 9 Dokumentasi Uji Coba Terbatas.	62
Gambar 4. 10 Dokumentasi Uji Coba Luas.	64

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Validasi Instrumen	79
Lampiran 2 Lembar Validasi Produk Ahli Media.....	80
Lampiran 3 Lembar Validasi Produk Ahli Materi	82
Lampiran 4 Lembar Penilaian Produk Ahli Media	84
Lampiran 5 Lembar Penilaian Produk Ahli Materi	85
Lampiran 6 Lembar Penilaian Guru Fisika.....	86
Lampiran 7 Lembar Respon Peserta Didik	87
Lampiran 8 Soal Pretest dan Posttest	89
Lampiran 9 Produk Buku Panduan Praktikum.....	94
Lampiran 10 Produk Alat Praktikum Gelombang	101
Lampiran 11 Surat Izin Penelitian.....	102



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan merupakan peran penting untuk memberikan perubahan pada generasi penerus bangsa. Tertuang dalam Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang sistem pendidikan nasional bahwa, pendidikan adalah usaha secara sadar dan terencana dalam mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara (Fitasari, 2016). Kegiatan belajar dan mengajar dilaksanakan dengan membangun suasana belajar yang nyaman dan kondusif. Aktivitas ini melibatkan dua unsur sebagai subjek dan objek, guru sebagai subjek dan peserta didik berperan sebagai objek. Hal ini dikarenakan, guru telah dibekali pengetahuan yang akan disalurkan kepada peserta didik dan bertanggung jawab akan berlangsungnya proses belajar peserta didik. Sehingga peserta didik diharapkan mampu berkembang dalam ranah sikap, pengetahuan, dan keterampilan melalui alternatif imajinasi atau percobaan guna memperkuat pemahaman peserta didik (Fauziyah, 2022).

Keberhasilan proses pembelajaran dapat dilihat dari tingkat prestasi belajar yang dicapai oleh peserta didik. Ketika tingkat prestasi peserta didik baik, maka bisa dipastikan bahwa proses pembelajaran berjalan dengan baik. Namun, ketika proses pembelajaran tidak memadai maka peserta didik akan kesulitan menerima materi. Pembelajaran akan bermakna ketika peserta didik juga diberi ruang untuk mempelajari sebebas-bebasnya tidak hanya menghafal rumus ataupun konsep. Terutama pada pembelajaran fisika, peserta didik tidak hanya diharuskan menghafal rumus, tetapi peserta didik harus dituntut untuk berperan penuh dalam proses pembelajaran. Masalah yang kerap terjadi pada proses pembelajaran adalah penggunaan model dan metode pembelajaran yang kurang sesuai, kurangnya fasilitas yang memadai, dan yang seringkali terjadi

adalah pembelajaran hanya terpusat kepada guru sehingga membuat peserta didik merasa jenuh, dan sulit memahami materinya (Reswanto dkk., 2021).

Fisika adalah salah satu bagian dari ilmu pengetahuan alam (IPA) yang mempelajari fenomena atau gejala-gejala yang terjadi pada kehidupan manusia. Tidak hanya sekolah menengah yang mempelajari ilmu fenomena gejala alam, sedari bangku sekolah dasar ilmu fisika telah diperkenalkan kepada peserta didik. Objek dalam pembelajaran fisika adalah mempelajari peristiwa, karakter atau gejala dari fenomena-fenomena yang terjadi pada benda mati atau benda yang tidak memiliki proses pertumbuhan atau perkembangan diri. Di dalam pembelajaran fisika peserta didik dituntut untuk memahami prinsip, konsep dan hukum-hukum yang terjadi dalam fenomena tersebut. Fisika merupakan salah satu ilmu pengetahuan yang dipelajari dengan kemampuan berpikir tinggi seperti kritis dan analitis (Fauziyah, 2022).

Salah satu pokok materi yang terdapat pada fisika adalah materi gelombang. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ramandhany dkk. (2025), menjelaskan bahwa gelombang merupakan fenomena alam yang dekat dengan kehidupan manusia. Gelombang tidak hanya terjadi di benda padat, tetapi juga dapat terjadi di air dan udara. Misalnya ketika mendengar suara musik, suara kendaraan atau suara teman saat berbicara (Audia dkk., 2025). Fenomena gelombang bukanlah sesuatu yang dapat disentuh, tetapi diamati dan dirasakan. Hal ini menuntut peserta didik untuk memahami konsep dengan menyeluruh tidak hanya menghafal rumus (Syahputri & Sari, 2025). Selama proses pembelajaran, guru diharapkan dapat membantu dan mendorong peserta didik untuk mencari dan membangun pemahaman terhadap materi gelombang. (Hidayah dkk., 2025). Gelombang dan getaran adalah dua unsur yang tidak dapat dipisahkan. Secara sederhana gelombang didefinisikan sebagai getaran yang merambat. Terjadinya gelombang disebabkan adanya getaran, namun terjadinya getaran belum tentu menyebabkan gelombang. Syarat umum terjadinya gelombang adalah adanya sumber getaran atau usikan dan medium perambatan (kecuali gelombang elektromagnetik). Berdasarkan arah getarnya

gelombang dibedakan kedalam dua jenis yaitu gelombang transversal dan gelombang longitudinal (Muniarti dkk., 2015).

Gelombang transversal adalah gelombang yang arah getarnya tegak lurus terhadap arah gelombang, sedangkan gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah getarnya sejajar dengan arah perambatannya. Dalam kehidupan sehari-hari gelombang transversal dapat diamati secara langsung contohnya pada gelombang tali dan gelombang air atau permukaan laut (Hidayah dkk., 2025). Kemudian berdasarkan penelitian yang dilakukan (Audia dkk., 2025) gelombang longitudinal paling umum ditemui pada gelombang suara, namun gelombang longitudinal juga dapat dijumpai pada berbagai aspek kehidupan. Misalnya pada alat pendeteksi gempa, alat USG, teknologi rekaman dan alat musik, dan sistem keamanan melalui sensor suara. Gelombang longitudinal juga dapat dijumpai pada gejala-gejala alam, gelombang ini disebut dengan gelombang P atau *Primary Wave*. Gelombang P merupakan bagian dari gelombang badan seismik dan juga gelombang pertama yang terekam pada seismograf ketika terjadi gempa bumi (Abdullah, 2025). Gelombang longitudinal yang telah disebutkan umumnya tidak dapat diamati secara langsung. Misalnya, pada gelombang bunyi yang hanya bisa didengar melalui indera pendengaran. Selain itu, pada gelombang bunyi dengan intensitas tinggi, seperti ledakan atau gempa bumi reaksi manusia cenderung bersifat refleks dan panik untuk menyelamatkan diri sehingga tidak memungkinkan mengamati proses rambatan gelombang longitudinal yang terjadi.

Pada pembelajaran fisika, pemodelan fisis digunakan untuk membantu pemahaman konsep perambatan gelombang. Seperti menggunakan slinki sebagai media perambatan untuk memberik impuls mekanis dari luar. Hidayah dkk. (2025) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa slinki yang digerakkan maju mundur atau searah dengan arah perambatannya akan membentuk pola rapatan dan renggangan. Hal tersebut menunjukkan karakteristik gelombang longitudinal (Crawford, 1987) menjelaskan bahwa gelombang pada slinki terjadi karena salah satu ujung pegas yang digerakkan sehingga menimbulkan

rambatan pada slinki. Walaupun percobaan slinki sangat baik untuk didemonstrasikan konsep dasar gelombang longitudinal, penelitian ini tidak menggunakan percobaan slinki karena digerakan secara manual, sehingga kurang presisi untuk dilakukan pengamatan pada pembentukan gelombang yang kompleks.

Berdasarkan amplitudonya, gelombang dibedakan menjadi dua yaitu gelombang berjalan dan gelombang stasioner. Gelombang berjalan merupakan gelombang yang amplitudonya tetap pada setiap titik yang dilalui gelombang, sedangkan gelombang stasioner merupakan gelombang yang dihasilkan dari perpaduan dua buah gelombang yang amplitudo dan frekuensinya sama, tetapi arah rambatnya berlawanan (Koryataini dkk., 2024). Pada kondisi tertentu gelombang stasioner juga terjadi pada gelombang longitudinal. Gelombang stasioner pada gelombang longitudinal dapat terjadi ketika gelombang bunyi menjalar pada sebuah pipa organa yang kemudian mengalami pemantulan pada ujung pipa organa tersebut. Gelombang stasioner pada gelombang longitudinal akan membentuk titik perut dan titik simpul (Yusuf, 2022).

Dalam pembelajaran fisika, materi gelombang longitudinal dianggap masih bersifat abstrak sehingga menyulitkan peserta didik untuk memahami konsep secara menyeluruh. (Zakiya dkk., 2025) menemukan fakta bahwa pada pembahasan gelombang bunyi, peserta didik sering menganggap bahwa partikel udara dan debu akan bergerak menjauhi sumber bunyi. Padahal, pada gelombang bunyi partikel tersebut hanya mengalami osilasi di sekitar posisi kesetimbangannya. Karena sifat materi yang abstrak ini, peserta didik cenderung mengandalkan analogi yang kurang tepat, sehingga dapat menghambat penguasaan konsep gelombang secara utuh. Untuk menghindari miskonsepsi pada peserta didik, diperlukan media pembelajaran yang dapat mengomunikasikan materi secara efektif dan memberikan fasilitas pemahaman secara menyeluruh. Media pembelajaran dapat berupa teknologi, objek fisik, atau kombinasi dari keduanya (Koryataini dkk., 2024). Salah satu media pembelajaran yang mampu memberikan pengalaman secara langsung kepada peserta didik adalah praktikum menggunakan alat praktikum. Oleh karena itu,

diperlukan alat praktikum yang dapat membantu peserta didik memahami konsep secara optimal, sehingga meningkatkan hasil belajar peserta didik (Agustianti dkk., 2015).

Salah satu alat praktikum yang dapat memvisualisasikan gelombang stasioner pada gelombang bunyi adalah tabung resonansi percobaan Kund't. Resonansi merupakan fenomena sebuah sistem osilasi secara terus menerus melakukan gerakan getar dengan amplitudo yang meningkat karena dipengaruhi oleh getaran dengan frekuensi yang sama dari sumber eksternal (Amelia dkk., 2023). Resonansi akan terjadi pada tabung ketika syarat gelombang berdiri terpenuhi dan bertambahnya energi gelombang bunyi yang dapat terdeteksi oleh telinga. Ketika salah satu ujung tabung diberi sumber suara sedangkan ujung lainnya ditutup, maka gelombang suara akan merambat melewati udara atau medium di dalam tabung dan ketika sampai ujung yang tertutup gelombang tersebut akan dipantulkan. Oleh karena itu, di dalam tabung terdapat gelombang datang dan gelombang pantulan yang akan saling berinterferensi (Sunni & Islami, 2020). Dengan demikian, tabung resonansi percobaan Kund't dapat dijadikan alat praktikum yang dapat memvisualisasikan gelombang stasioner pada gelombang longitudinal.

Penelitian (Nurpratiwi dkk., 2025) menunjukkan tabung resonansi dapat digunakan dalam pendekatan pembelajaran fisika berbasis STEM yang berfungsi sebagai pengukur cepat rambat bunyi sekaligus memberikan pengalaman belajar secara langsung bagi peserta didik. Perbedaan mendasar dengan tabung resonansi percobaan Kund't adalah percobaan Kund't dapat memvisualisasikan gelombang longitudinal untuk alat praktikum materi gelombang longitudinal dinilai layak dan efektif sebagai media pembelajaran fisika karena dapat memperlihatkan fenomena rapatan, renggangan, simpul, dan perut gelombang secara nyata (Lestariana dkk., 2022). Kemudian penelitian (Rosyidi dkk., 2020) juga menunjukkan bahwa alat tabung resonansi percobaan Kund't terbukti valid sebagai media pendukung untuk pembelajaran fisika pada materi gelombang. Dengan demikian alat praktikum tabung resonansi percobaan Kund't menjadi solusi yang relevan dalam upaya

mendukung pembelajaran gelombang longitudinal secara nyata dan alami di lingkungan sekolah.

Penelitian ini dilaksanakan di MA Plus Nururrohmah, Kecamatan Kuwarasan, Kabupaten Kebumen dengan pertimbangan kondisi pendidikan menengah atas serta relevansinya terhadap pembelajaran fisika di wilayah tersebut. Kuwarasan merupakan salah satu kecamatan di Kebumen yang memiliki sekolah menengah atas berbasis madrasah. Berdasarkan BPS Kebumen (Badan Pusat Statistik Kabupaten Kebumen, 2024) MA Plus Nururrohmah merupakan satu diantara tiga Madrasah Aliyah tersebut. Data profil sekolah menunjukkan MA Plus Nururrohmah memiliki akreditasi B yang menunjukkan bahwa Madrasah ini telah memenuhi standar nasional pendidikan dengan kategori baik (Kementrian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, 2024). Dibandingkan dengan Madrasah Aliyah lain yang berada di Kecamatan Kuwarasan, MA Plus Nururrohmah memiliki beberapa prestasi yang lebih unggul. Akan tetapi MA Plus Nururrohmah belum mencapai kategori sekolah dengan capaian kompetensi tertinggi (Pusat Prestasi Nasional, 2023). Berdasarkan hasil wawancara dengan guru fisika MA Plus Nururrohmah diperoleh informasi bahwa sekolah belum memiliki fasilitas alat praktikum fisika yang memadai. Akibatnya, pembelajaran fisika terutama materi gelombang longitudinal dan gelombang transversal cenderung disampaikan dengan metode ceramah. Kondisi ini dapat membuat peserta didik mengalami kesulitan dalam pemahaman konsep karena belum menghubungkan teori dengan fenomena nyata yang terjadi.

Pemahaman konsep gelombang stasioner seringkali terpisah pada proses pengamatan peserta didik sehingga penggabungan gelombang longitudinal dan transversal pada satu waktu melalui media perantara yang berbeda. Hal tersebut membuat peserta didik dapat menemukan kesamaan karakteristik pada setiap gelombang seperti letak simpul dan perut pada kedua gelombang yang terbentuk. Oleh sebab itu, inovasi penggabungan tabung resonansi Kund't dan alat Melde dalam satu set alat praktikum diperlukan. Penggabungan tersebut tidak hanya mengefisiensikan waktu pembelajaran

ketika praktikum, tetapi juga memungkinkan peserta didik membandingkan secara langsung kedua fenomena gelombang stasioner secara berdampingan dan simultan.

Berdasarkan uraian permasalahan pada latar belakang, terutama pada materi gelombang longitudinal yang masih sulit dipahami peserta didik, maka diperlukan upaya menghadirkan pembelajaran yang lebih efektif melalui praktikum. Tabung resonansi percobaan Kund't merupakan alat praktikum yang dapat menggambarkan fenomena gelombang stasioner pada gelombang longitudinal secara jelas. Kemudian percobaan Melde yang dapat memperagakan fenomena gelombang transversal. Oleh karena itu, penelitian ini berkonsentrasi pada pengembangan alat praktikum gelombang stasioner untuk meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap gelombang longitudinal dan transversal.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, maka dapat diidentifikasi permasalahannya sebagai berikut:

1. Guru belum menggunakan alat praktikum yang merepresentatif dan memiliki kualitas terstandar untuk digunakan dalam menunjukkan peristiwa gelombang stasioner secara langsung.
2. Ketersediaan alat praktikum fisika yang praktis dan mudah digunakan oleh guru maupun peserta didik dalam percobaan masih sangat terbatas.
3. Peserta didik mengalami miskonsepsi dalam memahami materi fisika, terutama pada konsep gelombang longitudinal.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang dikemukakan, agar tidak terlalu luas maka penelitian ini dibatasi pada permasalahan sebagai berikut:

1. Produk ini dikembangkan dibatasi pada satu set alat praktikum tabung resonansi percobaan Kund't untuk gelombang longitudinal dan percobaan Melde untuk gelombang transversal.

2. Materi ini diaplikasikan pada alat praktikum dibatasi khusus pemahaman konsep gelombang stasioner di pembentukan simpul dan perut untuk kelas XI SMA/MA.
3. Subjek yang diujikan penelitian ini dibatasi pada peserta didik kelas XI MA Plus Nururrohmah, Kecamatan Kuwarasan, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah.
4. Parameter keberhasilan penelitian pengembangan ini dibatasi pada tiga hal yaitu: tingkat kualitas alat yang dinilai oleh ahli materi dan ahli media, tingkat kepraktisan alat melalui angket respon peserta didik dan guru, serta tingkat alat dalam meningkatkan pemahaman konsep yang diukur melalui *pretest* dan *posttest* menggunakan uji *N-Gain*.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah, dan batasan masalah maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah alat praktikum gelombang stasioner berbasis tabung Kund't dan percobaan Melde yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kualitas minimal "baik atau valid" berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media?
2. Apakah alat praktikum gelombang stasioner berbasis tabung Kund't dan percobaan Melde telah memenuhi kriteria kepraktisan minimal "praktis" berdasarkan penilaian praktisi dan respon peserta didik?
3. Apakah penggunaan alat praktikum percobaan Kund't dan percobaan Melde efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta didik dengan kriteria peningkatan pada uji *N-Gain* minimal sedang pada materi gelombang longitudinal dan transversal?

E. Tujuan Penelitian

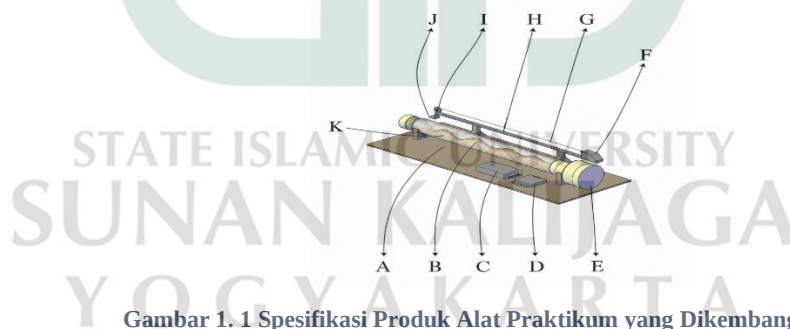
Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pencapaian kriteria kualitas minimal "baik atau valid" pada alat praktikum gelombang stasioner berbasis tabung Kund't dan percobaan Melde berdasarkan penilaian ahli dan media.
2. Menganalisis pencapaian kriteria kepraktisan minimal "praktis" pada alat praktikum gelombang stasioner berbasis tabung Kund't dan percobaan Melde berdasarkan respon pendidik dan peserta didik.
3. Mengukur keefektifan alat praktikum percobaan Kund't dan percobaan Melde dalam meningkatkan pemahaman peserta didik hingga mencapai kriteria peningkatan pada uji *N-Gain* dengan minimal kriteria "sedang" pada materi gelombang longitudinal dan transversal.

F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Produk yang dikembangkan memiliki spesifikasi berupa satu set unit alat praktikum yang dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan praktikum fisika kelas XI SMA/MA pada materi gelombang stasioner. Produk ini berupa dua percobaan pada gelombang stasioner yakni percobaan Kund't dan Melde.

Spesifikasi rancangan alat tersebut dapat dilihat pada gambar 1.1 sebagai berikut ini:



Gambar 1.1 Spesifikasi Produk Alat Praktikum yang Dikembangkan.

1. Keterangan Spesifikasi Tabung Resonansi (Percobaan Kund't)
 - a. Komponen utama
 - A. Papan bidang datar untuk meletakkan semua komponen alat praktikum.
 - B. Tabung akrilik transparan dengan dimensi panjang 100 cm dan diameter 8,5 cm dengan ketebalan 3 mm.

C. *Speaker* 4 Ohm 450 Watt.

D. *Amplifier* 200W.

E. *Power Supply* 24 Volt DC 10 Ampere..

K. Serbuk halus dari gabus sebagai indikator visual gelombang bunyi di dalam tabung akrilik.

b. Komponen pendukung

1) Penggaris atau alat ukur presisi yang diletakkan berdampingan dengan tabung.

2) *Handphone* untuk membuka aplikasi Phyphox sebagai sumber bunyi yang kemudian dihubungkan ke *speaker*.

3) Buku panduan Praktikum.

2. Keterangan spesifikasi Gelombang Tali (Percobaan Melde)

a. Komponen utama

F. Alat penggetar (*Vibrator*) Melde 50 Hz.

G. Tali atau dawai dengan panjang 90 cm.

H. Rel atau besi *hollow* sepanjang 1 meter sebagai landasan tiang peyangga.

I. Katrol untuk menggantung beban.

J. Beban dengan massa 100 gram.

3. Spesifikasi Keamanan Alat

Alat praktikum yang didesain ini memiliki standar keamanan memadai dalam penggunaan di laboratorium sekolah. Sumber tegangan menggunakan *Power Supply Direct Current* (DC) maksimal 24 V dan 10 A yang termasuk tegangan ekstra rendah. Hal tersebut aman dari risiko tegangan sentuh yang berbahaya. Seluruh penghubung dan kabel pada rangkaian *power supply* serta *amplifier* dilapisi isolator ganda untuk mencegah terjadinya korsleting Listrik. Selain itu, tabung resonansi menggunakan bahan akrilik dengan ketebalan 3 mm yang kokoh dan tahan resonansi getaran frekuensi suara sehingga terhindar risiko retak atau pecah selama praktikum berlangsung.

G. Manfaat Penelitian

Manfaat Alat Praktikum fisika pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peserta didik

Dapat membantu mempermudah dalam memahami konsep gelombang longitudinal dan transversal dan menumbuhkan kreativitas dan berpikir kritis peserta didik dengan melakukan praktikum.”

2. Bagi guru

Sebagai alternatif pembelajaran praktikum gelombang longitudinal dan transversal dan menambah referensi media pembelajaran yang efektif dalam pembelajaran khususnya pada pokok bahasan gelombang longitudinal dan trasnversal.

3. Bagi madrasah

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan masukan positif dan sebagai wujud sumbangsih terhadap madrasah dalam mengenalkan media pembelajaran berupa alat praktikum sebagai alternatif media yang digunakan dalam pembelajaran.

4. Bagi peneliti

Untuk menambah kemampuan, pengetahuan dan sebagai media dalam mengaplikasikan pengetahuan yang dimiliki baik dalam penyampaian materi maupun dalam proses praktikum yang dapat digunakan untuk mentransfer pengetahuan yang menarik dan menyenangkan bagi peserta didik.

H. Keterbatasan Pengembangan

Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* yang menggunakan model pengembangan 4D yang dikemukakan oleh Thiagarajan. Model ini terdiri dari 4 tahap, yaitu *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan), and *Disseminate* (Penyebaran). Namun, cakupan penelitian ini dibatasi sampai tahap *Develop*

(Pengembangan), yang mencakup proses uji coba terbatas terhadap produk yang dikembangkan.

I. Definisi Istilah

Agar terhindar dari kesalahan penafsiran istilah, maka definisi dari beberapa istilah adalah sebagai berikut :

1. Penelitian pengembangan adalah suatu proses yang digunakan dalam mengembangkan dan memvalidasi produk yang digunakan dalam sebuah penelitian.
2. Alat praktikum tabung resonansi atau percobaan Kund't dan percobaan Melde merupakan perangkat eksperimen yang dibuat atau dikembangkan untuk mendemonstrasikan karakteristik gelombang longitudinal dan transversal secara akurat.
3. Gelombang stasioner merupakan gelombang yang terbentuk dari hasil perpaduan dua gelombang dengan amplitudo dan frekuensi yang sama, namun merambat secara berlawanan yang kemudian akan menghasilkan pola simpul (titik diam) dan perut (titik amplitudo maksimum).
4. Pemahaman peserta didik pada penelitian ini mengacu pada kemampuan kognitif peserta didik dalam penguasaan konsep gelombang stasioner.
5. Gelombang longitudinal merupakan gelombang yang arah gerak getarannya sejajar dengan arah rambat gelombang.
6. Gelombang transversal merupakan gelombang yang arah gerak getarannya tegak lurus dengan arah rambat gelombangnya

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Alat praktikum gelombang stasioner yang telah dikembangkan memiliki kualitas Sangat Baik (SB) dengan didukung dari hasil penilaian ahli materi dan ahli media. Hasil penghitungan penilaian dari ahli materi sebesar 3,867 dengan kategori Sangat Baik (SB) dan hasil penilaian dari ahli media sebesar 3,85 dengan kategori Sangat Baik (SB).
2. Alat praktikum ini dikategorikan praktis untuk digunakan dalam pembelajaran berdasarkan hasil rerata penilaian dari praktisi (guru) sebesar 3,83 dengan kriteria Sangat Praktis. Hal tersebut didukung juga dengan respon peserta didik dengan total perolehan skor 63 dari 70, sehingga persentasenya sebesar 90% dengan kriteria Sangat Praktis.
3. Alat praktikum ini efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep kognitif peserta didik kelas XI IPA di MA Plus Nururrohmanh Kebumen. Hasil peningkatan dengan nilai rata-rata dari *pretest* 48,21 menjadi *posstest* sebesar 83,93. Dimana pada peningkatan pemahaman tersebut didukung oleh nilai rata-rata *Normalized Gain* (N-Gain) sebesar 0,68 yang termasuk kategori sedang.

B. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, pada uji coba hanya dilakukan pada satu kelas satu sekolah yakni MA Plus Nururrohmanh Kebumen dengan jumlah 28 peserta didik. Oleh sebab itu, hasil penelitian belum menghasilkan pola data yang persisi jika diterapkan pada sekolah dengan karakteristik atau fasilitas laboratorium yang berbeda.

Kedua, alat praktikum pada percobaan Kund't masih bergantung pada perangkat eksternal berupa *smartphone* untuk menggunakan aplikasi *Phyphox* sebagai generator frekuensi audio. Jika perangkat eksternal yang digunakan bermasalah atau spesifikasi speakernya kurang memadai, maka

memungkinkan pembentukan pola gelombang pada serbuk gabus tidak akan maksimal.

Ketiga, alat praktikum ini membutuhkan kalibrasi teknis yang cukup teliti sebelum dilakukan percobaan. Kalibrasi yang dilakukan terutama pada penyesuaian frekuensi resonansi agar perut dan simpul yang terbentuk dapat terlihat jelas. Hal tersebut menuntut pengawasan dan instruksi yang lebih intensif dari guru pendamping.

C. Saran

Penelitian ini hanya dilakukan sampai tahap pengembangan (*Develop*) dalam model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Oleh sebab itu, disarankan agar dilakukan penelitian lebih lanjut pada tahap *Disseminate*, yakni dengan melakukan uji coba secara luas pada banyak sekolah dan peserta didik di berbagai jenjang kelas ataupun wilayah.

Selain itu, penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan pengembangan alat yang lebih mandiri pada audio misal menggunakan *Audio frequency Generator* mini yang langsung dalam alat sehingga tidak lagi bergantung pada *smartphone* atau aplikasi eksternal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. (2025). *e-book Ensiklopedi Seismik* (I. Madrinovella, W. Pranowo, & U. Julaeha, Ed.; 1 ed.). Universitas Pertamina.
- Agustianti, D., Rustana, C. E., & Nasbey, H. (2015). Pengembangan Alat Praktikum Melde Sebagai Media Pembelajaran Fisika SMA. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, IV, 45–48. <http://snf-unj.ac.id/kumpulan-prosiding/snf2015/>
- Amalya, E., M. Rahmad, M. R., & Syahril, S. (2018). Perancangan Visualisasi Gelombang Berbasis Vba Dengan Microsoft Excel Sebagai Media Pembelajaran Fisika Siswa Sma. *Jurnal Geliga Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(2), 95. <https://doi.org/10.31258/jgs.5.2.95-103>
- Amelia, N., Kusumaningtyas, N. C., H.F, A. R., Ayu, Sulistiyowati, Mufida, J., & Subiki. (2023). Rancang Bangun Alat Praktikum Resonansi Bunyi Dengan Menentukan Cepat Rambat Bunyi Di Udara Pada Pipa Kecil dan Pipa Besar. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(14), 546–552. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.8180288>
- Anggarini, R., Hardhienata, H., & Ardianto, D. (2017). Pengembangan Kit Fisika Untuk Meningkatkan Siswa Sma. *Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pengajaran*, 4(3), 106–119.
- Audia, A., Dalimunthe, R., & Al-Maksum Langkat, S. (2025). Gelombang Longitudinal. *Jurnal Ilmiah Penelitian Mahasiswa*, 3(5), 113–122. <https://doi.org/10.61722/jipm.v3i5.1268>
- Crawford, F. S. (1987). Slinky whistlers. *American Journal of Physics*, 55(2), 130–134. <https://doi.org/10.1119/1.15229>
- Dalimunthe, Y. K. (2022). *Fisika gelombang, bunyi & optik*. Universitas Trisakti.
- Djamarah, S. B. (2013). *Strategi Belajar Mengajar*. PT Rineka Cipta.
- Fauziyah, S. N. (2022). *Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Materi Fluida Statis di MAN 1 Bantul*. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Fitasari, N. (2016). *Pengembangan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Menggunakan Alat Percobaan Sederhana pada Pokok Bahasan Hukum Newton terhadap Hasil Belajar Siswa di SMA*.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2010). *Fisika Dasar* (W. Hardani, A. M. Drajat, & L. Simarmata, Ed.). Erlangga.
- Hidayah, I., Amanda, D., & Hasanah, N. (2025). Perbandingan Gelombang Longitudinal dan Transversal: Eksperimen pada Media Berbeda. *Jurnal Ilmiah Research Student*, 2(2), 691–701. <https://www.ejurnal.kampusakademik.co.id/index.php/jirs/article/view/5749/4979>
- Kebumen, B. P. S. K. (2024). *Jumlah Sekolah, Guru, dan Murid Madrasah Aliyah (MA) di Bawah Kementrian Agama Menurut Kecamatan di Kabupaten Kebumen 2023/2024*. <https://kebumenkab.bps.go.id/id>
- Kementrian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan T. (2024). *Referensi data satuan pendidikan menengah Kabupaten Kebumen*. <https://referensi.data.kemendikdasmen.go.id/>
- Koryataini, L., Sumo, M., Minnah, L., Solehah, S., & A, A. R. (2024). Analisis Penggunaan Media Pembelajaran PhET pada Materi Gelombang Berjalan dan Stasioner: A Review Literatur. *Mutiara Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 2(3), 120–138. <https://jurnal.tiga-mutiara.com/index.php/jimi/article/view/256>
- Lestari, G. D. (2014). Pembelajaran Vokal Grup dalam Kegiatan Pengembangan Diri di SMP Negeri 1 Panumbangan Ciamis [Universitas Pendidikan Indonesia]. Dalam *Universitas Pendidikan Indonesia* (Vol. 2014, Nomor 3). <https://repository.upi.edu/7374>
- Lestariana, S. R., Darsono, T., Fisika, J., Matematika, F., Alam, P., & Semarang, U. N. (2022). Pengembangan Alat Praktikum Resonansi Bunyi dengan Tabung Kundt Berbantuan Perangkat Lunak Visual Analyser. *Unnes Physics Education Journal*, 11(2), 46–54.

- Maulana, S. R. (2025). *Pengembangan Modul Interaktif Berbasis Augmented Reality Materi Hukum Newton Tentang Gerak untuk Meningkatkan Kemampuan Analisis Siswa*. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Mithasari, A. D. (2023). Pengaruh Teknik probing Terhadap Hasil Belajar Dalam Pembelajaran Gelombang Berjalan dan Gelombang Stasioner untuk Siswa Kelas XI SMA N Kasihan. *Universitas Ahmad Dahlan*.
- Muniarti, A. K., Rondonuwu, F. S., & Sudarmi, M. (2015). Snowball Throwing pada Materi Gelombang Transversal dan Gelombang Longitudinal. *RADIASI*, 06(1), 71.
- Nasional, P. P. (2023). *Data Perolehan Medali Satuan Pendidikan*. <https://pusatprestasinasional.kemendikdasmen.go.id/>
- Nurdiana, M., Rachmadiarti, F., & Rahayu, D. A. (2024). Pengembangan Flipbook Berbasis Reciprocal Teaching pada Materi Perubahan Lingkungan untuk Melatihkan Keterampilan Metakognitif Siswa X SMA. *BioEdu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 13(2), 383–391. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu>
- Nurhidayati. (2016). *Analisis Pelaksanaan Praktikum pada Pembelajaran Biologi Peserta Didik Kelas XI di SMAN Bandar Lampung Tahun Pelajaran 2015/2016*. IAIN Raden Intan Lampung.
- Nurpratiwi, F., Hernani, H., Prima, E. C., & Septiyanto, A. (2025). Measurement of Sound Speed Using a Frequency Generator-assisted Resonance Tube for STEM-based Learning. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 13(2), 284–295. <https://doi.org/10.21831/jpms.v13i2.86417>
- Radjawane, M. magdalena, Tinambunan, A., & Jono, L. S. (2022). *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Kementrian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Reswanto, R., Yuliani, H., & Syar, N. I. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Inquiri Terbimbing Terhadap Hasil Belajar Pada Materi Hukum Newton Kelas X. *Kappa Journal*, 5(1), 109–119. <https://doi.org/10.29408/kpj.v5i1.3047>
- Rizaldi, D. R., Jufri, A. W., & Jamaluddin, J. (2020). PhET: Simulasi Interaktif dalam Proses Pembelajaran Fisika. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(1), 10–14. <https://doi.org/10.29303/jipp.v5i1.103>
- Rosyidi, A. I., Achmadi, R., Suprpto, N., Fisika, J., Matematika, F., Ilmu, D., & Alam, P. (2020). Pengembangan Kit Wireless Kundt'S Tube Sebagai Alat Praktikum Fisika. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 09(02), 236–241.
- Sidik, F. D. M., & Kartika, I. (2020). Pengembangan E-Modul dengan Pendekatan Problem Based Learning untuk Peserta Didik SMA/MA Kelas XI Materi Gejala Gelombang. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 11(2), 185–201. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v11i2.6277>
- Sudiro. (2020). *Karakteristik Gelombang Mekanik Fisika XI*. Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN.
- Sugiyono. (2013). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Alfabeta. https://digi-lib.stekom.ac.id/assets/dokumen/ebook/feb_35efe6a47227d6031a75569c2f3f39d44fe2db43_1652079047.pdf
- Sujoko. (2020). Gelombang Berjalan dan Gelombang Stasioner Fisika Kelas XI. Dalam *Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN*. Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN.
- Sunni, M. A. &, & Islami, A. V. (2020). Pelatihan Dan Pendampingan Pembuatan Media Pembelajaran “Tabung Resonansi” Untuk Guru Fisika Di Smk Al Amin Kilang. *PENSA : Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 2(2), 266–279. <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/pensa>
- Suseno, N. (2012). Karakter Mahasiswa Calon Guru Fisika pada Mata Kuliah Keahlian Program Studi (Study kasus pada Perkuliahan Elektronika dan Listrik Magnet). *Membangun*

- karakter guru dan dosen untuk ...*, 132–139.
<https://repository.ummetro.ac.id/files/artikel/84254c7b503b84d80c2b1b3fc583c884.pdf>
- Syahputri, D. R., & Sari, M. (2025). Studi Eksperimen Gelombang pada Beberapa Media Experimental. *Jurnal Sains Student Research*, 3(4), 895–905.
<https://doi.org/10.61722/jssr.v3i4.5928>
- Widayanti. (2017). *Pengembangan Alat Praktikum Sederhana dan Lembar Kerja Praktikum Percobaan Melde Berbasis Project Based Learning (PjBL)* [Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung].
https://repository.radenintan.ac.id/738/1/GABUNGAN_SKRIPSI_WIDAYANTI.pdf
- Yusuf, M. (2022). *Model Siklus Belajar Tipe Deskriptif untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Pokok Bahasan Gelombang Mekanik* [Universitas Pendidikan Indonesia].
<https://repository.upi.edu/74573/>
- Zakiya, H., Herlina, K., Falamy, R. A., Nela, L. M., Asih, T. D., & Yunita, R. M. (2025). Visualisasi dan Penyelidikan Gelombang Stasioner dengan String Machine: Kombinasi Arduino Uno dan Transistor sebagai Media Pembelajaran Interaktif. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains (JPFS)*, 1, 47. <https://doi.org/https://doi.org/10.52188/jpfs.v8i1.1234>