

ANALISIS KETERAMPILAN MEMECAHKAN MASALAH MELALUI MODEL *PROBLEM BASED LEARNING* (PBL) BERBANTUAN *LIVEWORKSHEETS* PADA MATERI GELOMBANG MEKANIK

Alfiani Syarifatul Ajri^{1*}, Nisya Indriyanti Irawan², Riki Perdana³

^{1,2,3} Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

Correspondence e-mail: alfianisyarifatul.2024@student.uny.ac.id^{1*}

Article History	ABSTRAK
Accepted: July 03 th 2025 Approved: July 08 th 2025 Published: July 16 th 2025	Keterampilan memecahkan masalah menjadi salah satu bagian penting abad ke-21. Penelitian ini mengidentifikasi profil keterampilan memecahkan masalah pada materi gelombang mekanik setelah mengikuti pembelajaran melalui <i>Problem-Based Learning</i> (PBL) berbantuan <i>liveworksheets</i>. Penelitian dikembangkan menggunakan metode R&D dengan model 4D yang mencakup tahap <i>Define</i> hingga <i>Disseminate</i>. Uji coba terbatas melibatkan 70 peserta didik kelas XII, sedangkan 33 peserta didik kelas XI pada uji lapangan. Subjek tersebut dipilih dengan teknik cluster random sampling. Analisis mencakup validitas, reliabilitas, pengaruh keterampilan memecahkan masalah, dan profil keterampilan peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa instrumen yang digunakan tergolong cukup tinggi dalam validitas dan reliabilitas. Nilai total indikator keterampilan memecahkan masalah menunjukkan peningkatan dari kategori kurang hingga sangat baik. Nilai setiap indikator yaitu 89,39 dalam memahami masalah; 75,38 dalam merancang prosedur pemecahan masalah; 85,61 dalam melaksanakan prosedur pemecahan masalah; dan 85,23 dalam memeriksa kembali pemecahan masalah. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan model PBL berbantuan <i>liveworksheet</i> berdampak positif terhadap keterampilan memecahkan masalah. Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan potensi penggabungan model PBL dan teknologi digital sebagai alternatif pembelajaran untuk menstimulasi keterampilan memecahkan masalah.
DOI: 10.30822/magneton.v3i2.4626	Kata Kunci: Keterampilan memecahkan masalah; PBL; <i>liveworksheets</i>; gelombang mekanik
	ABSTRACT
	Mastering problem-solving is one of the crucial skills for thriving in the 21st century. This study investigates the profile of problem-solving skills on mechanical wave content after learning through Problem-Based Learning (PBL) assisted by <i>liveworksheets</i>. The research was designed using the R&D method with the 4D model encompassing the Define to Disseminate stages. The limited trial involved 70 twelfth-grade students, while the field test included 33 eleventh-grade students. The participants were selected using a cluster random sampling technique. The analysis included assessments of instrument validity and reliability, the effect on problem-solving skills, and the profile of students' skills. The results showed that the problem-solving skills instrument used had validity and reliability in the high enough category. The results showed that the problem-solving skills instrument used had validity and reliability in the high enough category. The overall scores for the problem-solving skill indicators increased, ranging from poor to excellent category. The scores for each indicator



were as follows: 89,39 for problem comprehension; 75,38 for designing the problem-solving procedure; 85,61 for executing the procedure; and 85,23 for evaluating the overall problem-solving process. These results suggest that the use of the PBL assisted by liveworksheets has a positive impact on problem-solving. Consequently, this study emphasizes the potential of integrating the PBL model with digital technology as an alternative instructional approach to enhance problem-solving.

Keywords: Problem solving skills; PBL; liveworksheets; mechanical waves

PENDAHULUAN

Pendidikan berperan penting dalam mempersiapkan peserta didik menghadapi tuntutan perkembangan zaman. Peserta didik harus dibekali dengan keterampilan abad 21 (Lu & Xie, 2024). Keterampilan tersebut mengacu pada kolaborasi, komunikasi, keterampilan berpikir kritis, memecahkan masalah, dan kreativitas (Kalyani, 2024; Kamila et al., 2024). Oleh karena itu, keterampilan abad 21 harus ditanamkan agar peserta didik dapat menghadapi tantangan dan menyelesaikan masalah secara kritis.

Keterampilan memecahkan masalah menjadi keterampilan yang berkaitan langsung dengan penerapan konsep dalam kehidupan nyata. Franestian et al. (2020) menemukan bahwa sebesar 58,20% peserta didik masih mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi permasalahan. Widiawati et al. (2022) mengemukakan bahwa rendahnya keterampilan tersebut karena peserta mengalami kesulitan menyelesaikan masalah yang tidak dicontohkan oleh guru. Peserta didik lebih cenderung menghafalkan rumus yang abstrak tanpa memahami maksudnya (Peranginangin et al., 2019) dan soal dikerjakan secara langsung tanpa melalui identifikasi konsep (Arzak & Prahani, 2023). Metode pembelajaran didominasi ceramah sehingga menghambat keterampilan untuk mandiri dalam menemukan ilmu (Melawati et al., 2022). Dengan demikian, pembelajaran fisika harus dirancang agar peserta didik terlatih mengidentifikasi masalah dan menerapkan konsep secara kontekstual.

Pembelajaran fisika diarahkan untuk menumbuhkan keterampilan penunjang abad 21, khususnya keterampilan dalam memecahkan masalah. Konsep-konsep dalam fisika seperti gaya, gerak, energi, gelombang, listrik, dan lainnya bersifat aplikatif sehingga menuntut siswa untuk menganalisis situasi, memilih strategi penyelesaian yang tepat, dan mengambil keputusan berdasarkan data (Giambattista, 2020; Hasibuan et al., 2025; Kirkpatrick & Francis, 2010). Salah satu konsep penting dalam fisika adalah gelombang mekanik, yang berperan dalam membantu peserta didik memahami fenomena seperti gelombang bunyi dan cahaya (Rohmawati et al., 2023). Dengan demikian, pembelajaran fisika pada topik gelombang mekanik dapat melatih peserta didik dalam memecahkan masalah berbasis peristiwa nyata.

Peserta didik terlihat masih mengalami kesulitan pada materi karakteristik gelombang mekanik. Estiningsih et al. (2024) menyatakan bahwa 52,9% peserta didik masih kesulitan memahami topik karakteristik gelombang mekanik. Hal ini disampaikan oleh Rahmawati et al. (2022), yang mengidentifikasi 56% peserta didik belum mampu membedakan gelombang longitudinal dan transversal dalam menyelesaikan suatu kasus. Selain itu, peserta didik masih menganggap materi karakteristik gelombang mekanik termasuk sulit untuk dipahami (Bani, 2019). Karwanti et al. (2023) menemukan bahwa peserta didik mengalami kesulitan dalam melihat bentuk, gerakan, dan arah dari gejala gelombang. Oleh karena itu, topik tersebut perlu diajarkan sebagai dasar untuk pemahaman lanjutan.

Proses pembelajaran yang dirancang secara optimal dapat meningkatkan efektivitas penyampaian topik fisika. Perangkat seperti LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) menjadi komponen dalam mendukung kegiatan belajar. Namun, sebagian besar penyajian LKPD di sekolah masih menggunakan format cetak (Gumelar et al., 2022; Putri et al., 2022; Tunga et al., 2021). Chandra et al. (2020) menemukan bahwa lembar kerja yang tersedia memiliki tampilan yang monoton. Kelemahan yang ditemukan ini dapat menjadi pertimbangan guru dalam mengemas pembelajaran.

Guru dapat menerapkan berbagai model dan metode pembelajaran untuk menyesuaikan materi dengan kebutuhan pertemuan. Pemilihan model yang tepat membantu guru menyampaikan materi secara lebih efektif (Hutauruk & Erika, 2019). Penerapan PBL berpengaruh besar terhadap pembelajaran fisika (Astutik & Jauhariyah, 2021). Model PBL dinilai efektif untuk meningkatkan keterampilan memecahkan masalah (Kadir et al., 2016). Dengan demikian, implementasi PBL dapat dikombinasikan dengan teknologi untuk membantu mencapai tujuan pembelajaran.

Model PBL dapat dipadukan dengan platform digital berbasis *website*. *Website liveworksheet* menampilkan lembar kerja yang dapat diakses secara fleksibel dengan jaringan internet (Sulistiani et al., 2023). Khikmiyah (2021) menyimpulkan bahwa pembelajaran yang dipadukan dengan *liveworksheets* mampu meningkatkan keaktifan belajar dan keterampilan memecahkan masalah. Yulianti dan Purwati (2023) juga menyatakan bahwa *liveworksheet* dapat memfasilitasi gaya belajar audio dan visual. Desain yang tidak monoton dalam *liveworksheet* dapat menarik minat belajar (Milaningsih et al., 2023). Salam et al. (2023) menegaskan bahwa *liveworksheets* dapat menjadi alternatif agar peserta didik tertarik pada topik pelajaran. Dengan demikian, integrasi sebuah media dalam pembelajaran fisika dapat dicapai melalui penggunaan *liveworksheets*.

Penerapan model PBL sangat berkaitan dengan peran guru dalam mengelola pembelajaran. Mashuri et al. (2019) menyatakan bahwa keberhasilan model PBL ditentukan oleh peran guru sebagai fasilitator. Guru dapat menciptakan kondisi kelas dengan melibatkan peserta didik agar aktif dalam belajar supaya tidak merasa bosan (Hobri et al., 2020). Kegiatan kerja sama dan diskusi untuk menyelesaikan permasalahan selama proses pembelajaran dapat menjadi pemantik dalam meningkatkan keterampilan memecahkan masalah (Fitroh et al., 2020; Kadir et al., 2016). Keaktifan dalam pembelajaran ini dapat mendorong mereka untuk menyelidiki kausalitas dari observasinya, mengembangkan kreativitas, dan rasa ingin tahu terhadap konsep ilmiah (Sumarni et al., 2022). Dengan demikian, keberhasilan penerapan model PBL sangat bergantung pada peran aktif guru dalam mengelola proses pembelajaran.

Berbagai penelitian yang mengkaji model PBL berbantuan media digital telah dilakukan pada pembelajaran fisika. Penelitian sebelumnya berfokus pada pencapaian hasil belajar secara umum (Firmansyah et al., 2022; Suindhia, 2023; Wati & Sugiarti, 2024). Penelitian ini menganalisis keterampilan memecahkan masalah melalui model PBL berbantuan *liveworksheets*. Penelitian ini memperluas ruang lingkup kajian terdahulu dengan menekankan pengembangan keterampilan memecahkan masalah. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkaya kajian model PBL melalui integrasi dengan teknologi digital untuk mendukung pembelajaran abad 21.

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan terkait keterampilan memecahkan masalah, menunjukkan perlunya penilaian yang lebih terarah. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi profil keterampilan memecahkan masalah peserta didik pada materi gelombang mekanik setelah pembelajaran menggunakan model PBL berbantuan *liveworksheets*. Temuan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai alternatif bagi guru dalam merancang pembelajaran fisika berbantuan teknologi digital. Dengan demikian, penelitian ini berpotensi mendorong inovasi pembelajaran fisika yang lebih adaptif terhadap tantangan abad 21.

METODE

Penelitian ini mengadopsi metode *research and development* (R&D). Model pengembangan yang diaplikasikan adalah 4D, yang meliputi tahap *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebarluasan) (Thiagarajan et al., 1974). Setiap fase dilaksanakan secara sistematis untuk menghasilkan perangkat pembelajaran dan instrumen berkualitas tinggi. Dengan demikian, setiap langkah bertujuan agar produk yang dikembangkan dapat memenuhi kebutuhan dalam pembelajaran fisika.

Tahap *define* difokuskan untuk mengkaji masalah dalam proses pembelajaran dan mengenali karakteristik peserta didik. Tahap tersebut dilakukan dengan wawancara dan observasi pembelajaran fisika di sekolah. Hasil tahap tersebut digunakan sebagai pedoman dalam pengembangan penelitian.

Tahap selanjutnya adalah design, yang bertujuan untuk menciptakan produk yang selaras dengan permasalahan dan kondisi siswa. Pada fase ini, dirancang instrumen guna menguji produk yang akan dikembangkan pada tahap penelitian berikutnya. Selain itu, tahap ini menghasilkan draf produk pembelajaran fisika yang dirancang untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah. Indikator kemampuan memecahkan masalah ini didasarkan pada berbagai ahli (Agustina et al., 2020; Husniyah et al., 2016; Juliana et al., 2017; Mashuri et al., 2019). Indikator tersebut mencakup kemampuan memahami masalah, merancang prosedur penyelesaian masalah, melaksanakan prosedur penyelesaian masalah, dan memeriksa kembali pemecahan masalah. Total terdapat 10 butir pertanyaan dengan format uraian.

Berikutnya, tahap develop difokuskan pada pengujian draf produk yang telah dirancang dari tahap design. Proses ini meliputi pengkajian produk awal, revisi berdasarkan masukan ahli, uji coba terbatas, revisi lanjutan berdasarkan hasil uji coba, serta uji lapangan. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memastikan kualitas dan efektivitas produk pembelajaran fisika sebelum didistribusikan.

Tahap ketiga yaitu *develop* yang bertujuan untuk menguji draf produk hasil rancangan pada tahap *design*. Kegiatan dilakukan berupa pengkajian produk oleh ahli, revisi pertama berdasarkan masukan ahli, uji coba terbatas, revisi lanjutan berdasarkan hasil uji coba, dan uji lapangan. Hasil dari tahap ini digunakan untuk mengetahui kualitas dan pengaruh produk terhadap pembelajaran fisika sebelum disebarluaskan.

Subjek pada uji coba terbatas melibatkan 70 peserta didik kelas XII dari salah satu SMA di Yogyakarta. Kelas tersebut dipilih karena sebelumnya telah mempelajari materi gelombang mekanik. Sementara itu, uji coba lapangan melibatkan 33 peserta didik kelas XI, yang dipilih menggunakan teknik *cluster random sampling*. Metode pengambilan sampel ini memungkinkan pengelompokan populasi secara acak, bukan pemilihan individu satu per satu. Subjek penelitian pada uji coba terbatas terdiri dari 70 peserta didik kelas XII pada salah satu sekolah menengah atas di Yogyakarta. Kelas tersebut dipilih karena sudah pernah memperoleh materi gelombang mekanik. Selain itu, subjek pada uji coba lapangan terdiri dari 33 peserta didik kelas XI. Subjek dipilih dengan teknik *cluster random sampling*. Teknik pengambilan sampel ini memungkinkan pemilihan kelompok dari populasi secara acak, bukan individu satu per satu (Lodico et al., 2010).

Analisis data penelitian yang dilakukan berupa analisis validitas isi, validitas dan reliabilitas secara empiris, pengaruh keterampilan memecahkan masalah, serta analisis terhadap profil keterampilan juga dilakukan untuk memperoleh gambaran tingkat keterampilan peserta didik dalam menyelesaikan masalah. Validitas isi dilakukan oleh 3 orang ahli dalam pembelajaran fisika. Hasil validitas isi dihitung dengan analisis indeks validitas aiken's v dengan persamaan

$$V = \frac{\sum(r - l_0)}{n(c - 1)}$$

dimana V adalah indeks validitas Aiken's; r menunjukkan skor yang diberikan oleh validator; l_0 merupakan batas bawah skala penilaian validitas; c merupakan adalah skor penilaian validitas tertinggi; dan n menunjukkan total evaluator yang terlibat. Hasil analisis indeks validitas Aiken's

Tabel 1 Kriteria penilaian berdasarkan (Istiyono, 2020).

Tabel 1. Kriteria Validitas Instrumen			
Kategori	Tinggi	Sedang	Rendah
Nilai V	$V > 0,8$	$0,4 < V \leq 0,8$	$V \leq 0,4$

Validitas secara umum mengacu pada seberapa akurat suatu pengukuran menunjukkan tingkat keabsahan atau kesesuaian suatu instrumen. Validitas yang memiliki kategori valid terlihat pada hasil *INFIT MNSQ* dengan cakupan nilai 0,77 hingga 1,30 (Subali, 2016), yang menunjukkan bahwa butir-butir instrumen berada dalam batas toleransi yang sesuai menurut model Rasch.

Tingkat reliabilitas menunjukkan derajat konsistensi instrumen jika digunakan dalam pengumpulan data. Kategori tingkat reliabilitas butir soal disajikan pada

Tabel 2 (Arikunto, 2010).

Tabel 2. Kategori Reliabilitas Butir Soal					
Kategori	Tinggi	Cukup tinggi	Sedang	Rendah	Sangat rendah
Skor	$0,80 \leq R$ $\leq 1,00$	$0,60 \leq R$ $< 0,80$	$0,40 \leq R$ $< 0,60$	$0,20 \leq R$ $< 0,40$	$0,00 \leq R$ $< 0,20$

Selanjutnya, analisis yang dilakukan juga mencakup perbandingan nilai rata-rata antara hasil *pretest* dan *posttest* keterampilan pemecahan masalah. Hal ini menunjukkan sejauh mana kemampuan pemecahan masalah peserta didik berdasarkan indikator yang diukur. Hasil *pretest* dan *posttest* keterampilan memecahkan masalah diklasifikasikan berdasarkan Tabel 3 (Armia et al., 2021).

Tabel 3. Kategori Nilai <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>					
Kategori	Sangat Baik	Baik	Cukup	Kurang	Sangat Kurang
Nilai	85-100	69-84	53-68	37-52	0-36

Selain itu, data hasil penelitian dilakukan analisis terhadap profil keterampilan memecahkan masalah peserta didik. Analisis tersebut dilakukan untuk mengetahui persebaran keterampilan pemecahan masalah peserta didik secara individu. Skor awal yang diperoleh dari hasil tes dikonversi menjadi skor-Z untuk melihat posisi relatif tiap peserta terhadap rata-rata kelompok. Selanjutnya, skor-Z dikonversi menjadi skor-T agar memudahkan dalam pengkategorian dan interpretasi. Pengkategorian pengukuran profil keterampilan memecahkan masalah tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. Kategori Profil Keterampilan Memecahkan Masalah

Rentang nilai	Kategori
Skor $\geq \text{mean} + \text{std}$	Tinggi
Mean $- \text{std} \leq \text{skor} < \text{mean} + \text{std}$	Sedang
Skor $< \text{mean} - \text{std}$	Rendah

Tahap terakhir berupa *disseminate*. Tahap ini bertujuan menyebarluaskan produk hasil pengembangan kepada pihak yang relevan. Hal yang dilakukan berupa penyampaian hasil uji coba produk kepada guru fisika. Selain itu, penyebarluasan juga dilakukan melalui publikasi artikel ilmiah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian diperoleh melalui setiap tahapan jenis pengembangan 4D. Tahap *define* menghasilkan data tentang permasalahan dalam proses pembelajaran dan karakteristik peserta didik. Hasil wawancara dan observasi menunjukkan bahwa peserta didik diperbolehkan menggunakan gawai dan memiliki akses internet yang baik. Akses ini mempermudah pencarian informasi dan menunjang proses belajar (Feziyasti et al., 2024). Peserta didik juga menunjukkan kecenderungan yang baik untuk mengikuti pembelajaran yang disajikan guru. Hal ini menunjukkan adanya motivasi internal dan ketertarikan terhadap materi pembelajaran (Ramdani & Nursabila, 2024). Adapun guru sudah melakukan administrasi pembelajaran dari modul ajar, LKPD, dan instrumen penilaian dengan baik. Namun, variasi kegiatan pembelajaran berbasis website masih terbatas. Oleh karena itu, pembelajaran dengan media digital perlu dimanfaatkan untuk menciptakan suasana belajar lebih dinamis (Irawan et al., 2025; Riskawati, 2025). Dengan

demikian, hasil tahap *define* menunjukkan bahwa kondisi peserta didik dan pembelajaran saat ini mendukung pengembangan media digital yang relevan dan inovatif.

Produk yang dikembangkan pada tahap *design* berdasarkan hasil identifikasi masalah dan kondisi peserta didik. Alternatif produk yang dapat diterapkan dalam pembelajaran fisika berupa LKPD dengan *website liveworksheet*. Kegiatan pembelajaran dilaksanakan dengan model PBL. Tampilan produk terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan LKPD Model PBL Berbantuan *Liveworksheets*

Langkah model PBL diawali dengan orientasi peserta didik pada masalah. Pada LKPD disajikan permasalahan yang harus diselesaikan secara kelompok. Masalah pada pertemuan pertama berupa pembelajaran berupa benang yang putus pada mainan telepon mainan dan kedua berkaitan dengan kegagalan nelayan dalam menombak ikan. Selanjutnya diberikan apersepsi yang berkaitan dengan penyelesaian masalah. Pada pembelajaran ini juga diberikan kalimat penyemangat belajar. Selain itu, peserta didik diberikan kesempatan untuk menelaah informasi yang diketahui maupun yang tidak diketahui mengenai fenomena tersebut. Seluruh langkah ini bertujuan membangun kesiapan peserta didik dalam menghadapi dan memahami masalah yang disajikan.

Hasil tahap *develop* berkaitan dengan kualitas dan pengaruh produk terhadap pembelajaran fisika sebelum disebarluaskan. Analisis yang dilakukan berupa validitas isi produk. Hasil validitas isi dianalisis menggunakan aiken's V. Hasil validitas isi ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Validitas Isi Instrumen Keterampilan Memecahkan Masalah

Nomor Soal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa 10 soal untuk mengukur keterampilan memecahkan masalah memperoleh nilai aiken's V sebesar 1. Istiyono (2020) menyatakan bahwa nilai V berkategori tinggi apabila lebih 0,8. Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa semua nomor soal pada soal tergolong pada kategori tinggi. Dengan demikian, soal dinyatakan layak untuk digunakan dalam tahap uji coba guna memperoleh informasi lebih lanjut mengenai karakteristik soal secara empiris.

Analisis validitas dilakukan secara empiris dengan pendekatan model Rasch. Hal tersebut dilakukan dengan mempertimbangkan nilai INFIT *Mean Square* (INFIT MNSQ), yang merepresentasikan kesesuaian butir dengan model. Hasil perhitungan INFIT MNSQ dari setiap item soal tercantum pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Validitas Instrumen Keterampilan Memecahkan Masalah

Nomor Soal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

INFIT	0,87	0,80	0,91	0,94	0,97	1,11	0,82	0,99	0,85	0,87
MNSQ										

Berdasarkan Tabel 6, seluruh butir soal memiliki nilai INFIT MNSQ yang berada dalam rentang yang ditetapkan, yaitu antara 0,77 hingga 1,30. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa setiap item soal berfungsi sesuai karakteristik model Rasch (Subali, 2016). Tidak terdapat butir yang terlalu mudah, terlalu sulit, atau tidak konsisten dengan respons peserta didik. Dengan demikian, semua butir soal dinyatakan valid secara empiris dan dapat digunakan untuk mengukur keterampilan memecahkan masalah pada uji lapangan.

Setelah analisis validitas dilakukan analisis reliabilitas instrumen. Reliabilitas menunjukkan konsistensi instrumen dalam mengukur keterampilan memecahkan masalah secara berulang (Istiyono et al., 2024). Analisis reliabilitas dilakukan menggunakan pendekatan model Rasch dan dapat dilihat melalui bagian *Summary of Case Estimates*. Hasil pengujian reliabilitas tercantum pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Reliabilitas Instrumen

Reliabilitas	Nilai
<i>Summary of case estimates</i>	0,71

Berdasarkan Tabel 7, nilai reliabilitas instrumen sebesar 0,71. Menurut Arikunto (2010) instrumen menunjukkan konsistensi yang baik dengan kategori cukup tinggi. Hal ini berarti butir soal mampu memberikan hasil yang stabil saat digunakan dalam pengukuran keterampilan memecahkan masalah (Handayani et al., 2024). Dengan demikian, instrumen layak untuk digunakan dalam uji lapangan.

Uji lapangan dianalisis melalui perbandingan skor rata-rata *pretest* dan *posttest* peserta didik. Analisis tersebut dilaksanakan untuk menilai dampak peningkatan keterampilan setelah pembelajaran melalui LKPD model PBL dengan *liveworksheets*. Data nilai rata-rata dianalisis berdasarkan indikator keterampilan memecahkan masalah. Perbandingan rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan Rata-Rata Nilai *Pretest* dan *Posttest*

Indikator	Nilai <i>Pretest</i>		Nilai <i>Posttest</i>	
	Rata-Rata	Kategori	Rata-Rata	Kategori
Memahami Masalah	49,62	Kurang	89,39	Sangat Baik
Merancang Prosedur Pemecahan Masalah	40,15	Kurang	75,38	Baik
Melaksanakan Prosedur Pemecahan Masalah	23,86	Sangat Kurang	85,61	Sangat Baik
Memeriksa Kembali Pemecahan Masalah	38,26	Kurang	85,23	Sangat Baik
Total	40,30	Kurang	85	Sangat Baik

Tabel 8 menunjukkan peningkatan skor *posttest* dibandingkan *pretest*. Indikator dengan nilai tertinggi terjadi pada indikator memahami masalah. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran dengan PBL membantu peserta didik untuk menafsirkan hal yang diketahui dari sebuah permasalahan (Mashuri et al., 2019). Masalah yang dekat dengan kehidupan peserta didik memfasilitasi pemahaman mereka terhadap konteks persoalan (Riwayani et al., 2019; Walid, 2017). Selain itu, hasil rata-rata indikator merancang solusi dan mengevaluasi hasil juga termasuk berkategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik dapat menerapkan langkah yang direncanakan dan menginterpretasikan jawaban yang diperoleh. Keberhasilan ini didukung oleh keterlibatan aktif peserta didik dalam bekerja sama pada kelompok (Aripin et al., 2021). Aktivitas belajar yang memberikan pengalaman langsung memungkinkan mereka untuk mengumpulkan fakta, informasi sehingga peserta didik dapat aktif memilih alternatif solusi dari permasalahan (Rohmawati et al., 2023; Tanjung & Nababan, 2019). Dengan demikian, pembelajaran berbasis PBL berbantuan *liveworksheets* berkontribusi terhadap peningkatan keterampilan memecahkan masalah peserta didik melalui kegiatan yang aktif, kolaboratif, dan kontekstual.

Analisis profil keterampilan memecahkan masalah dilakukan untuk mengetahui persebaran kemampuan peserta didik secara individu. Hasil konversi tersebut ditampilkan secara rinci pada tabel 9.

Tabel 9. Profil Keterampilan Memecahkan Masalah Peserta Didik

Jumlah peserta didik	Kategori
29	Tinggi
4	Sedang

Berdasarkan Tabel 9 menunjukkan bahwa keterampilan memecahkan masalah peserta didik berkategori tinggi sesudah perlakuan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pembelajaran dengan model PBL berbantuan *liveworksheets* mampu menguatkan keterampilan peserta didik dalam menyelesaikan masalah (Meylinda et al., 2024; Wati & Sugiarti, 2024). Dengan demikian, pembelajaran PBL berbantuan *liveworksheets* efektif memperkuat keterampilan abad 21, khususnya pada pemecahan masalah.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, penggunaan LKPD model PBL berbantuan *liveworksheets* secara efektif mampu menguatkan keterampilan memecahkan masalah peserta didik secara konsisten. Kesesuaian model terhadap karakteristik peserta didik dan penerapan media digital interaktif dapat meningkatkan kualitas pengalaman belajar yang aktif serta kontekstual. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini telah terbukti valid dan reliabel. Temuan ini mengindikasikan bahwa perpaduan model PBL dan *liveworksheets* dapat menjadi strategi pembelajaran yang relevan dalam menghadapi dinamika abad 21. Implikasi penelitian ini memberikan peluang pengembangan perangkat ajar serupa pada materi fisika lainnya. Selain itu, juga dapat memperluas penerapan pembelajaran berbasis masalah dengan dukungan teknologi digital yang adaptif terhadap kebutuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, A. A., Misdalina, M., & Lefudin, L. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Team Games Tournament Terhadap Pemahaman Konsep Peserta Didik Pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 186. <https://doi.org/10.24127/jpf.v8i2.2673>
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.
- Aripin, W. A., Sahidu, H., & Makhrus, M. (2021). Efektivitas Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Fisika Indonesia*, 3(1). <https://doi.org/10.29303/jppfi.v3i1.120>
- Armia, A., Molle, J. S., & Tamalene, H. (2021). Pengaruh Respons Siswa Pada Model Pembelajaran Creative Problem Solving (CPS) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika. *Jurnal PEKA (Pendidikan Matematika)*, 5(1), 18–26. <https://doi.org/10.37150/jp.v5i1.1269>
- Arzak, K. A., & Prahani, B. K. (2023). The physics problem solving skills profile of high school students in elasticity material and the implementation of augmented reality book-assisted PBL model. *Momentum: Physics Education Journal*, 7(1). <https://doi.org/10.21067/mpej.v7i1.6704>
- Astutik, R. D., & Jauhariyah, M. N. R. (2021). Studi Meta Analisis Problem Based Learning dalam Pembelajaran Fisika. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(1), 159. <https://doi.org/10.31764/orbita.v7i1.4525>

- Bani, T. P. (2019). Implementasi Metode Eksperimen dalam Pembelajaran Materi Gelombang Mekanik untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas XI MIPA SMA. *Delta: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 7(2), 21. <https://doi.org/10.31941/delta.v7i2.890>
- Chandra, A. N., Haryati, S., & Haris, V. (2020). Desain LKPD Fisika Berorientasi Al-Qur'an dengan Strategi Inkuiri Terbimbing terhadap Pencapaian Kompetensi Peserta Didik SMA/MA. *Sainstek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 12(1), 5. <https://doi.org/10.31958/js.v12i1.2198>
- Estiningsih, A., Sunaryo, S., & Budi, E. (2024). *Pengembangan Prototype Buku Pengayaan Pengetahuan Fisika Tentang Karakteristik Gelombang Mekanik Berbasis Contextual Teaching and Learning (CTL) untuk Siswa SMA*. <https://doi.org/10.21009/03.1201.PF11>
- Feziyasti, A., Putra, A., & Sundari, P. D. (2024). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis Model Problem Based Learning Materi Getaran Harmonis Sederhana. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 12(1), 32–38. <https://doi.org/10.24252/jpf.v12i1.40557>
- Firmansyah, F., Sukarno, S., Kafrita, N., & Al Farisi, S. (2022). Pengaruh Model Problem Based Learning (Pbl) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Siswa SMA. *Physics and Science Education Journal (PSEJ)*, 75–82. <https://doi.org/10.30631/psej.v2i2.1447>
- Fitroh, U. N., Rusilowati, A., Darsono, T., Marwoto, P., & Mindyarto, B. N. (2020). Analysis of Student Problem Solving Skills in Harmonic Motion Materials. *Physics Communication*, 4(2), 25–31. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/physcomm.v4i2.31174>
- Franestian, I. D., Suyanta, & Wiyono, A. (2020). Analysis problem solving skills of student in Junior High School. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440(1), 012089. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012089>
- Giambattista, A. (2020). *Physics: Fifth Edition* (Fifth). McGraw-Hill Education.
- Gumelar, A., Sitompul, S. S., & Hamdani, H. (2022). Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Berbantuan Flip PDF Professional Pada Materi Tekanan Hidrostatik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(3b), 1412–1417. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i3b.709>
- Gustia, L. (2021). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran dengan PBL disertai Roundhouse untuk Meningkatkan Minat Belajar Biologi dan Hasil Belajar Kognitif Peserta Didik Kelas XI SMA Negeri 13 Semarang Pada Materi Sistem Indera*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Handayani, R., Elisabeth Christiana, & Bakhrudin All Habsy. (2024). Analisis Validitas dan Reliabilitas Kuisioner Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik di SMK Teknologi dan Rekayasa. *Jurnal Ilmiah Bimbingan Konseling Undiksha*, 15(3), 278–287. <https://doi.org/10.23887/jibk.v15i3.85376>
- Hasibuan, A. F. N., Nasution, E. S., & Tamala, E. (2025). Pengaruh Literasi Digital Berbasis Youtube Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Siswa Kelas XI SMA Negeri 3 Sibolga. *Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(2), 60–73.
- Hobri, H., Ummah, I. K., Yuliati, N., & Dafik, D. (2020). The Effect of Jumping Task Based on Creative Problem Solving on Students' Problem Solving Ability. *International Journal of Instruction*, 13(1), 387–406. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13126a>

- Husniyah, A., Yuliati, L., & Mufti, N. (2016). Pengaruh Permasalahan Isomorfik terhadap Keterampilan Pemecahan Masalah Materi Gerak Harmonis Sederhana Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains*, 4(1), 36–44.
- Hutauruk, N., & Erika, E. (2019). Identifikasi Minat Belajar Kelas XI Dan XII SMA Negeri 6 Muaro Jambi Pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 5(2), 348–352. <https://doi.org/10.29303/jpft.v5i2.1434>
- Irawan, C., Nasution, E. S., & Siregar, S. U. K. M. (2025). Hubungan Antara Pola Komunikasi Guru-Siswa Dengan Motivasi Belajar Dalam Pembelajaran Fisika di SMAN 1 Sinunukan Kelas XI. *Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(2), 46–52.
- Istiyono, E. (2020). *Pengembangan Instrumen Penelitian dan Analisis Hasil Belajar Fisika dengan Teori Klasik dan Modern* (2nd ed.). UNY Press.
- Istiyono, E., Supahar, & Pebriana, I. N. (2024). *Teori Respon Butir Contoh dan Aplikasinya Pada Pembelajaran dan Penelitian*.
- Juliana, Ekawati, D., & Basir, F. (2017). Deskripsi Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa dalam Menyelesaikan Soal Sistem Persamaan Linear Dua Variabel. *Pedagogy*, 2(1), 121–160.
- Kadir, Z. A., Abdullah, N. H., Anthony, E., Salleh, B. M., & Kamarulzaman, R. (2016). Does Problem-Based Learning Improve Problem Solving Skills?—A Study among Business Undergraduates at Malaysian Premier Technical University. *International Education Studies*, 9(5), 166. <https://doi.org/10.5539/ies.v9n5p166>
- Kalyani, L. K. (2024). The Role of Technology in Education: Enhancing Learning Outcomes and 21st Century Skills. *International Journal of Scientific Research in Modern Science and Technology*, 3(4), 5–10. *International Journal of Scientific Research in Modern Science and Technology*
- Kamila, K., Wilujeng, I., Jumadi, J., & Ungirwalu, S. Y. (2024). Analysis of Integrating Local Potential in Science Learning and its Effect on 21st Century Skills and Student Cultural Awareness: Literature Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(5), 223–233. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i5.6485>
- Karwanti, K., Rahmad, M., & Azizahwati, A. (2023). Tingkat Pemahaman Konsep dan Motivasi Siswa dengan Penerapan Multimedia Berbasis Model SAVI dalam Pembelajaran Karakteristik Gelombang di Kelas XI SMA. *Edusainstika: Jurnal Pembelajaran MIPA*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.31958/je.v3i1.9646>
- Khikmiyah, F. (2021). Implementasi Web Live Worksheet Berbasis Problem Based Learning dalam Pembelajaran Matematika. *Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 1–12. <https://doi.org/10.30605/pedagogy.v6i1.1193>
- Kirkpatrick, L. D., & Francis, G. E. (2010). *Physics A Conceptual World View Seventh Edition* (J. Duncan, Ed.; Seventh Edition). Cengage Learning.
- Lodico, M. G., Spaulding, D. T., & Voegtle, K. H. (2010). *Methods in Educational Research From Theory to Practice* (Second Edition). Jossey-Bass.
- Lu, D., & Xie, Y.-N. (2024). The application of educational technology to develop problem-solving skills: A systematic review. *Thinking Skills and Creativity*, 51, 101454. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101454>

- Mashuri, S., Djidu, H., & Ningrum, R. K. (2019). Problem-based learning dalam pembelajaran matematika: Upaya guru untuk meningkatkan minat dan prestasi belajar siswa. *Pythagoras: Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(2), 112–125. <https://doi.org/10.21831/pg.v14i2.25034>
- Melawati, O., Evendi, E., Halim, A., Yusrizal, Y., & Elisa, E. (2022). Influence of the Use of Student Worksheet Problem-Based to Increase Problem Solving Skills and Learning Outcomes. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(1), 346–355. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i1.1205>
- Meylinda, M., Putri, D. H., & Risdianto, E. (2024). Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Berbantuan Media Animasi Berbasis Canva Terhadap Hasil Belajar Fisika Di SMA. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 15(2), 196–203. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v15i2.17871>
- Milaningsih, I. P., Sumarti, S. S., Wijayati, N., & Sulistyaningsih, T. (2023). Pengembangan E-LKPD Bermuatan Chemo-Entrepreneurship untuk Menumbuhkan Minat Wirausaha Peserta Didik dengan Bantuan Flipbook dan Liveworksheet. *Journal of Chemisry in Education*, 12(1), 25–33.
- Peranginangin, S. A., Saragih, S., & Siagian, P. (2019). Development of Learning Materials through PBL with Karo Culture Context to Improve Students' Problem Solving Ability and Self-Efficacy. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(2). <https://doi.org/10.29333/iejme/5713>
- Putri, W. A. S., Hakim, L., & Sulistyowati, R. (2022). Pengembangan E-LKPD Materi Efek Doppler Berbasis Inkuiri Terbimbing Berbantuan Aplikasi Phyphox untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika. *ORBITA: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 8(1), 15. <https://doi.org/10.31764/orbita.v8i1.6828>
- Rahmawati, R., Yusuf, W. A., & Khaeruddin, K. (2022). Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) dengan Metode Brainstorming untuk Membenahi Pemahaman Konsep Siswa SMA Pada Topik Gelombang Mekanik. *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 8(1), 27–36.
- Ramdani, G., & Nursabila, N. (2024). Hubungan Antara Media Pembelajaran dan Minat Belajar Fisika: Studi Kasus pada Fluida Statis. *JURNAL Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 4(2), 171–180. <https://doi.org/10.52434/jpif.v4i2.1564>
- Riskawati, R. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Simulasi untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Rangkaian Listrik Sederhana. *Wanua to Caradde: Journal of Educational Issues*, 1(1), 21–29.
- Riwayani, R., Perdana, R., Sari, R., Jumadi, J., & Kuswanto, H. (2019). Analisis kemampuan argumentasi ilmiah siswa pada materi optik: Problem-based learning berbantuan edu-media simulation. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(1), 45–53. <https://doi.org/10.21831/jipi.v5i1.22548>
- Rohmawati, W., Sutopo, S., Taufiq, A., & Manaf, Z. B. (2023). Pengaruh Pembelajaran dengan Menggunakan Modul Berbantuan Simulasi Terhadap Peningkatan Konsep Mahasiswa Calon Guru Fisika Pada Materi Gelombang Mekanik. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 8(7), 468–475.

- Salam, A. U. A., Komarayanti, S., & Warsita, K. S. (2023). The Use of Website-Based PBL Model to Improve the Interest and Motivation in Learning Class X Students. *Proceedings of Konferensi Pendidikan Internasional (KOPI)*, 2(2), 479–483. <https://doi.org/https://doi.org/10.32528/issn.v2i2.253>
- Subali, B. (2016). *Pengembangan Tes beserta Penyelidikan Validitas dan Reliabilitas secara Empiris* (A. Helianthi, Ed.). UNY Press.
- Suindhia, I. W. (2023). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Terhadap Hasil Belajar Fisika. *TEACHING: Jurnal Inovasi Keguruan Dan Ilmu Pendidikan*, 3(1), 49–56. <https://doi.org/10.51878/teaching.v3i1.2163>
- Sulistiani, D. R., Khusnandi, F. S., Fatkhurrohman, A., & Wahyono, W. (2023). The Effectiveness of Using Liveworksheets as Learning Evaluation Materials for Elementary School Students. *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series*, 6(1), 258. <https://doi.org/10.20961/shes.v6i1.71099>
- Sumarni, W., Rumpaka, D. S., Wardani, S., & Sumarti, S. S. (2022). STEM-PBL-Local Culture: Can It Improve Prospective Teachers' Problem-solving and Creative Thinking Skills? *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 3(2), 70–79. <https://doi.org/10.46843/jiecr.v3i2.65>
- Tanjung, H. S., & Nababan, S. A. (2019). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Komunikasi Matematis Siswa SMA Negeri 3 Kuala Kabupaten Nagan Raya. *Genta Mulia : Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 10(2), 178–187.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional Development for Teachers of Exceptional Children Minneapolis Training* (1st ed.). Leadership Training Institute/Special Education, University of Minnesota; the Center for Innovation.
- Tunga, M. F., Sumardi, Y., & Hasanah, D. (2021). Pengembangan E-LKPD Fisika dengan Model Project Based Learning pada Materi Rangkaian Listrik Arus Searah untuk Peserta Didik Kelas XII di SMA Negeri 1 Sedayu. *Compton: Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 8(1), 34–41. <https://doi.org/10.30738/cjipf.v8i1.10469>
- Walid, A. (2017). *Strategi Pembelajaran IPA* (Saepudin, Ed.; 1st ed.). Pustaka Pelajar.
- Wati, D. A., & Sugiarti. (2024). Penerapan Problem Based Learning Dengan LKPD Liveworksheet Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas X. *MAGNETON: Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika*, 2(1), 52–60. <https://doi.org/10.30822/magneton.v2i1.3111>
- Widiawati, R., Hikmawati, H., & 'Ardhuha, J. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Peserta Didik pada Materi Fluida Dinamis. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(3c), 1803–1810. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i3c.857>
- Yulianti, N. K., & Purwati, N. K. R. (2023). Penerapan Pembelajaran Berdiferensiasi Berbantuan Liveworksheet untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas VIII SMPN 6 Denpasar Tahun Ajaran 2022/2023. *Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains*, XII(1), 1–10.