



Penerapan Model *Problem Based Learning* Berbantuan *DeFT E-Worksheet* untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah pada Materi Fluida Statis

Tantri Rahmayu^{1*}, Muhamad Gina Nugraha¹, Muslim¹

¹ Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2357>

Article Info:

Received : 16 Juni 2026
Revised : 29 Juni 2026
Accepted : 06 Juli 2026
Published : 12 Juli 2026

Correspondence:

Tantri Rahmayu

Phone: +6285794896200

Abstract: The topic of static fluids requires students to understand concepts in the context of everyday phenomena. However, problem-solving skills in this subject remain a challenge because students tend to apply formulas directly without fully understanding the context of the problem. This situation highlights the need for active, context-based problem-solving learning and the support of targeted representations. Therefore, this study aims to analyze the application of the Problem-Based Learning (PBL) model, supported by Design, Function, and Task (DeFT) e-worksheets, in improving students' problem-solving skills in static fluid mechanics. This study employed a pre-experimental design with a one-group pretest-posttest format. The research sample consisted of 33 11th-grade science students at a MAN in Bandung Regency, selected using convenience sampling. Research instruments included an observation sheet for instructional implementation, a problem-solving skills test, and a student response questionnaire. Data were analyzed using implementation percentages, N-Gain, the Wilcoxon test, Cohen's d effect size, and descriptive percentage analysis. The results showed that the implementation of the PBL syntax achieved an average of 86.72%, falling into the "very good" category. Problem-solving skills improved, with an N-Gain of 0.39 in the "moderate" category. The Wilcoxon test showed that posttest scores were significantly higher than pretest scores ($Z = -4.978$; $p < 0.001$), with an effect size of 2.259 in the large category. Student responses fell into the "good" category across all ARCS dimensions. Thus, the implementation of the PBL model supplemented by DeFT e-worksheets demonstrated effectiveness in improving the problem-solving skills of the students in the study group, as evidenced by the increase in N-Gain, the results of the hypothesis testing, and the effect size. Future researchers are recommended to involve a control group and apply the model to broader samples or different physics topics to obtain stronger evidence regarding its effectiveness.

Keywords: Problem Based Learning; E-Worksheet; DeFT E-Worksheet; LKPD; Kemampuan Pemecahan Masalah; Fluida Statis

Citation: Rahmayu, T., Nugraha, M. G., & Muslim. (2026). Penerapan Model Problem Based Learning Berbantuan DeFT E-Worksheet untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah pada Materi Fluida Statis. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(3), 3492–3499. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2357>

Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada abad ke-21 menuntut pendidikan untuk tidak hanya berfokus pada penguasaan materi, tetapi juga pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi yang diperlukan untuk menghadapi persoalan nyata. Dalam konteks Indonesia, Kurikulum Merdeka

menempatkan Profil Pelajar Pancasila sebagai rujukan penting dalam pengembangan kompetensi peserta didik, terutama melalui dimensi bernalar kritis, kreatif, mandiri, dan gotong royong (Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan, 2022). Oleh karena itu, pembelajaran perlu dirancang agar peserta didik tidak hanya memahami konsep, tetapi juga

mampu menggunakannya untuk menganalisis dan memecahkan masalah.

Kemampuan pemecahan masalah menjadi salah satu kompetensi penting dalam pembelajaran fisika karena konsep fisika perlu diterapkan untuk menjelaskan berbagai fenomena alam dan teknologi. Kemampuan ini mencakup proses memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan rencana, dan mengevaluasi hasil penyelesaian (Polya, 1973). Kemampuan pemecahan masalah perlu dilatihkan melalui pembelajaran yang membimbing peserta didik memahami masalah, menyusun strategi, dan mengevaluasi solusi secara terarah (Kinasih, Prahani, Wibowo, & Costu, 2023; Maharani, Saepuzaman, & Aviyanti, 2025). Oleh karena itu, pemecahan masalah tidak cukup dilihat dari jawaban akhir, tetapi juga dari bagaimana peserta didik memahami konteks, memilih strategi, menerapkan konsep, dan menafsirkan kembali hasil yang diperoleh.

Materi fluida statis merupakan salah satu materi fisika yang membutuhkan kemampuan pemecahan masalah secara sistematis. Materi ini mencakup tekanan hidrostatik, Hukum Pascal, dan Hukum Archimedes yang berkaitan dengan fenomena kehidupan sehari-hari, seperti tekanan air pada kedalaman tertentu, prinsip kerja alat hidrolik, serta peristiwa benda terapung, melayang, atau tenggelam. Meskipun dekat dengan kehidupan sehari-hari, materi fluida statis tetap dapat menimbulkan kesulitan karena peserta didik perlu menghubungkan informasi dalam soal dengan konsep fisika, representasi visual, persamaan matematis, dan makna fisik dari hasil perhitungan. Kesulitan peserta didik dalam menyelesaikan masalah pada materi fluida juga ditemukan pada penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa peserta didik masih memerlukan bimbingan dalam memahami masalah dan menentukan strategi penyelesaian (Nurhidayah & Darsikin, 2023; Yutia, Yusnadar, & Hasibuan, 2023). Berdasarkan studi pendahuluan di salah satu MAN di Kabupaten Bandung, dari 36 peserta didik hanya sekitar 28% yang mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal sebesar 75, dengan rata-rata kelas 66,2. Hasil wawancara dengan guru fisika juga menunjukkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan ketika soal disajikan dalam bentuk cerita atau dikaitkan dengan fenomena nyata.

Salah satu model pembelajaran yang relevan untuk melatih kemampuan pemecahan masalah adalah *Problem Based Learning* (PBL). PBL menempatkan masalah kontekstual sebagai titik awal pembelajaran dan mendorong peserta didik untuk melakukan penyelidikan, berdiskusi, menyusun solusi, serta mengevaluasi proses pemecahan masalah. Arends (2012) menjelaskan bahwa PBL terdiri atas tahap orientasi masalah, pengorganisasian peserta didik,

pembimbingan penyelidikan, penyajian hasil, serta analisis dan evaluasi proses pemecahan masalah. Dalam pembelajaran fisika, PBL dapat mendukung kemampuan pemecahan masalah karena peserta didik diarahkan untuk menghubungkan konsep, data, dan strategi penyelesaian melalui situasi masalah yang harus dianalisis secara aktif (Anggraeni, Hakim, & Sulaeman, 2023). Tahapan tersebut relevan dengan pembelajaran fisika karena peserta didik diarahkan untuk menghubungkan konsep dengan situasi nyata, bukan hanya menghafal rumus.

Selain model pembelajaran, perangkat belajar juga berperan penting dalam mendukung proses pemecahan masalah. *E-worksheet* dapat digunakan sebagai lembar kerja digital yang memuat petunjuk, representasi, tugas, dan aktivitas pembelajaran secara fleksibel. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *e-worksheet* berbasis PBL atau berbasis multirepresentasi dapat mendukung pembelajaran fisika karena membantu peserta didik mengikuti aktivitas belajar secara lebih terarah dan interaktif (Fuadi, Gunawan, & Susilawati, 2022; Nenggala, Razi, Hidayati, & Sari, 2024; Salatun, Gustina, & Yus'iran, 2025; Furqon et al., 2025). Dalam penelitian ini, *e-worksheet* dirancang menggunakan kerangka *Design, Function, and Task* (DeFT) yang dikemukakan oleh Ainsworth (2006). Kerangka DeFT menekankan bahwa pembelajaran dengan representasi perlu memperhatikan desain representasi, fungsi representasi, dan tugas yang diberikan kepada peserta didik. Kerangka ini relevan digunakan pada materi fluida statis karena konsep tekanan hidrostatik, Hukum Pascal, dan Hukum Archimedes membutuhkan keterhubungan antara representasi verbal, visual, matematis, dan kontekstual. Dukungan representasi dalam pembelajaran fisika juga dapat membantu peserta didik menghubungkan fenomena, konsep, dan persamaan matematis secara lebih koheren (Scheid, Müller, Hettmannsperger, & Schnotz, 2019; Ate, Parno, & Munfaridah, 2025).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa PBL, *e-worksheet*, dan representasi dapat mendukung pembelajaran fisika. Setiati dan Jumadi (2023) menunjukkan bahwa *e-worksheet* berbasis PBL efektif digunakan dalam pembelajaran fisika. Wijaya, Mundilarto, dan Wilujeng (2024) menunjukkan bahwa *physics e-worksheet* berbasis PBL dapat mendukung kemampuan pemecahan masalah dan kolaborasi peserta didik. Wulandari (2022) juga menunjukkan bahwa LKPD berbasis DeFT dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan representasi peserta didik. Namun, penelitian yang secara khusus memadukan model PBL dengan DeFT *e-worksheet* pada materi fluida statis untuk mendukung kemampuan pemecahan masalah masih terbatas. Padahal, integrasi PBL dan DeFT *e-worksheet* berpotensi memberikan dukungan

yang saling melengkapi, yaitu *PBL* menyediakan konteks masalah nyata dan alur pembelajaran berbasis penyelidikan, sedangkan *DeFT e-worksheet* menyediakan dukungan representasional untuk membantu peserta didik memahami masalah, menghubungkan konsep, menyusun strategi penyelesaian, dan merefleksikan hasil.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *DeFT e-worksheet* dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi fluida statis. Secara khusus, penelitian ini mengkaji keterlaksanaan pembelajaran, peningkatan kemampuan pemecahan masalah, efektivitas penerapan model ditinjau dari perubahan skor sebelum dan sesudah pembelajaran, serta respon peserta didik terhadap pembelajaran yang dilaksanakan.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *pre-experimental* berbentuk *one-group pretest-posttest*. Desain ini digunakan untuk mengetahui perubahan kemampuan pemecahan masalah peserta didik sebelum dan sesudah penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *DeFT e-worksheet* pada materi fluida statis. Rancangan penelitian dinyatakan sebagai $O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$, dengan O_1 sebagai pretest, X sebagai perlakuan berupa pembelajaran *Problem Based Learning* berbantuan *DeFT e-worksheet*, dan O_2 sebagai posttest. Karena desain ini tidak menggunakan kelompok kontrol, hasil penelitian diinterpretasikan sebagai perubahan kemampuan peserta didik dalam kelompok yang diteliti.

Penelitian dilaksanakan pada peserta didik kelas XI IPA di salah satu MAN di Kabupaten Bandung. Sampel penelitian terdiri atas 33 peserta didik yang dipilih menggunakan teknik *convenience sampling*. Materi pembelajaran yang digunakan meliputi tekanan hidrostatik, Hukum Pascal, dan Hukum Archimedes. Pembelajaran dilaksanakan dalam tiga pertemuan dengan mengikuti sintaks *Problem Based Learning*, yaitu orientasi masalah, pengorganisasian peserta didik, pembimbingan penyelidikan, penyajian hasil, serta analisis dan evaluasi proses pemecahan masalah. *DeFT e-worksheet* digunakan sebagai perangkat pendukung yang memuat representasi visual, verbal, matematis, tabel, grafik, dan pertanyaan pemandu berdasarkan aspek *Design, Function, and Task*. Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas tes kemampuan pemecahan masalah, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, dan angket respons peserta didik. Masing-masing instrumen dijelaskan sebagai berikut.

Tes Kemampuan Pemecahan Masalah

Tes kemampuan pemecahan masalah digunakan untuk mengukur kemampuan peserta didik sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran dengan model *Problem Based Learning* berbantuan *DeFT e-worksheet*. Tes ini berbentuk enam soal uraian pada materi fluida statis. Penyusunan soal mengacu pada empat indikator pemecahan masalah menurut Polya, yaitu memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan rencana, dan mengevaluasi hasil. Tes diberikan dalam bentuk *pretest* dan *posttest* untuk memperoleh data peningkatan kemampuan pemecahan masalah peserta didik.

Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

Lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran digunakan untuk mengetahui sejauh mana sintaks *Problem Based Learning* berbantuan *DeFT e-worksheet* terlaksana selama proses pembelajaran. Aspek yang diamati mengacu pada tahapan *Problem Based Learning*, yaitu orientasi peserta didik pada masalah, pengorganisasian peserta didik untuk belajar, pembimbingan penyelidikan, penyajian hasil, serta analisis dan evaluasi proses pemecahan masalah. Lembar observasi diisi oleh dua observer pada setiap pertemuan pembelajaran untuk memperoleh gambaran keterlaksanaan pembelajaran secara lebih objektif.

Angket Respons Peserta Didik

Angket respons peserta didik digunakan untuk mengetahui tanggapan peserta didik terhadap pembelajaran dengan model *Problem Based Learning* berbantuan *DeFT e-worksheet*. Angket ini diadaptasi dari model ARCS yang mencakup empat dimensi, yaitu *Attention, Relevance, Confidence, dan Satisfaction* (Keller, 2010; Loorbach, Peters, Karreman, & Stehouder, 2015). Dimensi *Attention* berkaitan dengan perhatian dan ketertarikan peserta didik terhadap pembelajaran. Dimensi *Relevance* berkaitan dengan kesesuaian pembelajaran dengan kebutuhan dan pengalaman peserta didik. Dimensi *Confidence* berkaitan dengan keyakinan peserta didik dalam mengikuti pembelajaran dan menyelesaikan tugas. Dimensi *Satisfaction* berkaitan dengan kepuasan peserta didik setelah mengikuti pembelajaran.

Sebelum digunakan dalam penelitian utama, instrumen tes divalidasi oleh validator ahli yang terdiri atas dua dosen pendidikan fisika dan dua guru fisika. Validator berperan menilai kesesuaian butir soal dengan konsep fluida statis, kesesuaian soal dengan indikator kemampuan pemecahan masalah, ketepatan kunci jawaban, serta kejelasan bahasa yang digunakan. Setelah melalui validasi ahli, instrumen tes diuji coba kepada 36 peserta didik di salah satu SMA di Kabupaten Bandung. Validitas isi dianalisis menggunakan koefisien Aiken's V

(Aiken, 1985), validitas butir dianalisis menggunakan korelasi Pearson, dan reliabilitas dianalisis menggunakan Cronbach's Alpha. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh butir soal valid, dengan nilai Aiken's V berada pada rentang 0,77–0,83 dan koefisien reliabilitas sebesar 0,642.

Data penelitian dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan inferensial. Keterlaksanaan pembelajaran dianalisis menggunakan persentase, sedangkan peningkatan kemampuan pemecahan masalah dianalisis menggunakan *normalized gain* (*N-Gain*) berdasarkan kriteria Hake (1998). Sebelum uji hipotesis, dilakukan uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk. Karena data posttest tidak berdistribusi normal, uji hipotesis dilakukan menggunakan *Wilcoxon Signed Ranks Test*. Besar perubahan skor dianalisis

menggunakan *effect size* Cohen's *dz* berdasarkan kategori Cohen (1988).

Data angket respon peserta didik dianalisis secara deskriptif menggunakan persentase pada setiap dimensi ARCS.

Hasil dan Diskusi

Keterlaksanaan pembelajaran dengan model *Problem Based Learning* berbantuan *DeFT e-worksheet* diamati oleh dua observer selama tiga pertemuan. Observasi dilakukan berdasarkan sintaks *Problem Based Learning* yang mencakup orientasi peserta didik pada masalah, pengorganisasian peserta didik untuk belajar, pembimbingan penyelidikan individu maupun kelompok, pengembangan dan penyajian hasil karya, serta analisis dan evaluasi proses pemecahan masalah.

Tabel 1. Rekapitulasi Keterlaksanaan Sintaks *Problem Base Learning*

Sintaks PBL	Per-1	Per-2	Per-3	Rata-rata
Tahap 1: Mengorientasikan peserta didik pada masalah	90,00%	87,50%	90,00%	89,17%
Tahap 2: Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar	87,50%	87,50%	83,33%	86,11%
Tahap 3: Membimbing penyelidikan	87,50%	87,50%	87,50%	87,50%
Tahap 4: Mengembangkan dan menyajikan hasil	87,50%	87,50%	87,50%	87,50%
Tahap 5: Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	83,33%	83,33%	83,33%	83,33%
Rata-rata per pertemuan	87,17%	86,67%	86,33%	86,72%

Sumber: Data primer, diolah.

Keterangan: P1 = tekanan hidrostatik; P2 = Hukum Pascal; P3 = Hukum Archimedes.

Hasil observasi menunjukkan bahwa pembelajaran terlaksana dengan baik pada setiap pertemuan. Rata-rata keterlaksanaan sintaks *Problem Based Learning* secara keseluruhan sebesar 86,72% dan termasuk dalam kategori sangat baik. Ringkasan keterlaksanaan pembelajaran disajikan pada Tabel 1.

Kemampuan pemecahan masalah peserta didik diukur menggunakan tes uraian yang diberikan sebelum dan sesudah pembelajaran. Hasil analisis

deskriptif menunjukkan bahwa rata-rata skor pretest peserta didik sebesar 25,67, sedangkan rata-rata skor posttest sebesar 43,82. Dengan demikian, terdapat peningkatan rata-rata skor sebesar 18,15 setelah peserta didik mengikuti pembelajaran dengan model *Problem Based Learning* berbantuan *DeFT e-worksheet*. Peningkatan kemampuan pemecahan masalah secara keseluruhan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik

Variabel	N	Rata-rata	Simpangan Baku	N-Gain	Kategori
Pretest	33	25,67	3,03	0,39	Sedang
Posttest	33	43,82	7,40		

Sumber: Data primer, diolah.

Berdasarkan Tabel 2, peningkatan kemampuan pemecahan masalah berada pada kategori sedang dengan nilai *N-Gain* sebesar 0,39. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *DeFT e-worksheet* memberikan perubahan positif terhadap kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan masalah fluida statis. Peningkatan ini

dapat dipahami karena pembelajaran berbasis masalah memberi kesempatan kepada peserta didik untuk memahami persoalan melalui konteks nyata, sedangkan *DeFT e-worksheet* memberikan dukungan representasional melalui teks, gambar, tabel, grafik, persamaan matematis, dan pertanyaan pemandu. Dengan dukungan tersebut, peserta didik tidak hanya

diarahkan untuk menggunakan rumus, tetapi juga memahami hubungan antara informasi dalam soal, konsep fluida statis, dan strategi penyelesaian. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa *e-worksheet* berbasis *PBL* dapat mendukung kemampuan kognitif, pemecahan masalah, dan kolaborasi peserta didik dalam pembelajaran fisika

(Setiati & Jumadi, 2023; Wijaya, Mundilarto, & Wilujeng, 2024). Analisis lebih lanjut dilakukan berdasarkan indikator pemecahan masalah menurut Polya, yaitu memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan rencana, dan mengevaluasi hasil. Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan tiap indikator tidak merata, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. *N-Gain* Kemampuan Pemecahan Masalah Berdasarkan Indikator

Indikator	Rata-rata <i>Pretest</i>	Rata-rata <i>Posttest</i>	<i>N-Gain</i>	Kategori
Memahami masalah	9,06	11,97	0,99	Tinggi
Merencanakan penyelesaian	5,06	14,15	0,70	Tinggi
Melaksanakan rencana	5,79	13,82	0,44	Sedang
Mengevaluasi hasil	5,76	6,94	0,10	Rendah

Sumber: Data primer, diolah berdasarkan kriteria Hake (1998).

Berdasarkan Tabel 3, indikator memahami masalah memperoleh peningkatan tertinggi dengan *N-Gain* sebesar 0,99. Hal ini menunjukkan bahwa *DeFT e-worksheet* membantu peserta didik mengenali informasi penting dalam masalah melalui representasi yang lebih terarah. Representasi visual, verbal, dan matematis yang disajikan dalam *e-worksheet* membantu peserta didik menghubungkan konteks masalah dengan konsep fluida statis yang relevan. Peningkatan tinggi juga terjadi pada indikator merencanakan penyelesaian dengan *N-Gain* sebesar 0,70. Hasil ini menunjukkan bahwa peserta didik mulai mampu memilih konsep atau persamaan yang sesuai, seperti tekanan hidrostatis, Hukum Pascal, dan Hukum Archimedes, sebelum melakukan penyelesaian. Peran representasi dalam mendukung pemahaman ini sesuai dengan kerangka *DeFT* yang menekankan pentingnya desain, fungsi, dan tugas representasi dalam membantu peserta didik membangun keterhubungan antarkonsep (Ainsworth, 2006; Scheid et al., 2019).

Indikator melaksanakan rencana memperoleh *N-Gain* sebesar 0,44 pada kategori sedang. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian peserta didik sudah mampu menerapkan strategi penyelesaian, tetapi masih

mengalami kendala dalam prosedur matematis, substitusi nilai, konversi satuan, atau ketelitian perhitungan. Sementara itu, indikator mengevaluasi hasil memperoleh *N-Gain* terendah, yaitu 0,10. Temuan ini menunjukkan bahwa peserta didik belum terbiasa melakukan proses pemeriksaan kembali secara mendalam. Rendahnya peningkatan pada indikator ini juga sejalan dengan hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran, yaitu tahap menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah memperoleh persentase terendah dibandingkan sintaks lainnya. Dengan demikian, tahap evaluasi perlu diperkuat melalui pertanyaan reflektif, pemeriksaan satuan, penilaian kelogisan hasil, dan penafsiran makna fisik dari jawaban.

Efektivitas penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *DeFT e-worksheet* dianalisis melalui uji Wilcoxon dan *effect size*. Uji Wilcoxon digunakan karena data *posttest* tidak berdistribusi normal. Hasil uji menunjukkan bahwa skor *posttest* kemampuan pemecahan masalah peserta didik secara signifikan lebih tinggi dibandingkan skor *pretest*. Ringkasan hasil uji statistik disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Wilcoxon dan *Effect Size*

Analisis	Nilai	Keterangan
Z	-4,978	Terdapat perbedaan skor <i>pretest</i> dan <i>posttest</i>
Asymp. Sig.	0,000	Signifikan pada $p < 0,001$
Cohen's dz	2.259	Kategori Besar

Sumber: Data primer, diolah

Berdasarkan Tabel 4, hasil uji Wilcoxon menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara skor *pretest* dan *posttest* kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Nilai Cohen's dz sebesar 2,259 menunjukkan bahwa perubahan skor sebelum dan sesudah pembelajaran berada pada kategori besar.

Secara praktis, hasil ini menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *DeFT e-worksheet* efektif ditinjau dari perubahan skor kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Efektivitas tersebut dapat dijelaskan melalui keterpaduan antara *PBL* dan *DeFT e-worksheet*. *PBL*

menyediakan alur pembelajaran berbasis masalah yang mendorong peserta didik untuk melakukan penyelidikan dan diskusi, sedangkan *DeFT e-worksheet* menyediakan dukungan representasional yang membantu peserta didik memahami masalah, memilih strategi, dan menyusun solusi. Namun, karena penelitian ini menggunakan desain *one-group pretest-posttest* tanpa kelompok kontrol, peningkatan skor perlu ditafsirkan secara hati-hati sebagai perubahan

kemampuan dalam kelompok yang diteliti, bukan sebagai bukti kausal yang sepenuhnya bebas dari faktor lain.

Respon peserta didik terhadap pembelajaran dianalisis menggunakan angket berbasis ARCS yang mencakup dimensi *Attention*, *Relevance*, *Confidence*, dan *Satisfaction*. Analisis dilakukan terhadap 29 peserta didik yang mengisi angket secara lengkap. Hasil analisis respon peserta didik disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Respon Peserta Didik terhadap Pembelajaran

Dimensi	Rata-rata Skor	Persentase	Kategori
<i>Attention</i>	2,75	68,82%	Baik
<i>Relevance</i>	3,15	78,79%	Baik
<i>Confidence</i>	2,94	73,42%	Baik
<i>Satisfaction</i>	2,68	66,90%	Baik

Sumber: Data primer, diolah; n = 29 peserta didik.

Berdasarkan Tabel 5, respon peserta didik berada pada kategori baik pada seluruh dimensi ARCS. Dimensi *Relevance* memperoleh persentase tertinggi sebesar 78,79%, yang menunjukkan bahwa peserta didik memandang pembelajaran fluida statis memiliki keterkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Hal ini sejalan dengan karakteristik *PBL* yang menempatkan masalah kontekstual sebagai titik awal pembelajaran. Dimensi *Confidence* juga berada pada kategori baik dengan persentase 73,42%, yang menunjukkan bahwa *DeFT e-worksheet* dan diskusi dalam pembelajaran membantu peserta didik merasa lebih percaya diri dalam menyelesaikan masalah. Sementara itu, dimensi *Satisfaction* memperoleh persentase terendah sebesar 66,90%, meskipun tetap berada pada kategori baik. Hasil ini dapat dikaitkan dengan belum optimalnya tahap evaluasi dan refleksi, sehingga pengalaman peserta didik dalam meninjau kembali proses dan hasil pemecahan masalah masih perlu diperkuat. Pola respon ini sesuai dengan model ARCS yang menempatkan perhatian, relevansi, keyakinan diri, dan kepuasan sebagai aspek penting dalam menilai kualitas pengalaman belajar peserta didik (Keller, 2010; Loorbach et al., 2015).

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* berbantuan *DeFT e-worksheet* dapat diterapkan dengan sangat baik dan memberikan perubahan positif terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi fluida statis. Peningkatan paling kuat terjadi pada indikator memahami masalah dan merencanakan penyelesaian, sedangkan indikator mengevaluasi hasil masih menjadi aspek yang perlu diperhatikan. Temuan ini mengindikasikan bahwa dukungan representasi dalam *DeFT e-worksheet* efektif membantu tahap awal pemecahan masalah, tetapi

pembelajaran selanjutnya perlu memberi ruang lebih besar pada kegiatan refleksi, pemeriksaan jawaban, dan penafsiran makna fisik hasil penyelesaian.

Kesimpulan

Penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *DeFT e-worksheet* dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi fluida statis. Pembelajaran terlaksana dengan sangat baik, dengan rata-rata keterlaksanaan sintaks sebesar 86,72%. Kemampuan pemecahan masalah peserta didik meningkat dari rata-rata skor pretest 25,67 menjadi 43,82 pada posttest, dengan *N-Gain* sebesar 0,39 pada kategori sedang. Berdasarkan indikator Polya, peningkatan tertinggi terjadi pada indikator memahami masalah dan merencanakan penyelesaian, sedangkan indikator mengevaluasi hasil masih menunjukkan peningkatan rendah.

Hasil uji Wilcoxon menunjukkan bahwa skor posttest kemampuan pemecahan masalah peserta didik secara signifikan lebih tinggi dibandingkan skor pretest ($Z = -4,978$; $p < 0,001$), dengan *effect size* Cohen's d_z sebesar 2,259 pada kategori besar. Respon peserta didik terhadap pembelajaran berada pada kategori baik pada seluruh dimensi ARCS. Dengan demikian, model *Problem Based Learning* berbantuan *DeFT e-worksheet* efektif ditinjau dari perubahan skor kemampuan pemecahan masalah sebelum dan sesudah pembelajaran, serta dapat menjadi alternatif pembelajaran fisika yang kontekstual dan berbasis representasi.

Temuan penelitian ini juga menunjukkan bahwa tahap evaluasi hasil masih menjadi aspek yang perlu diperkuat dalam pembelajaran berbasis pemecahan masalah. Oleh karena itu, penerapan *DeFT e-worksheet* pada pembelajaran berikutnya dapat diarahkan untuk memberikan ruang refleksi yang lebih mendalam,

misalnya melalui pertanyaan pemandu yang menuntun peserta didik memeriksa kembali satuan, menilai kelogisan hasil, serta menafsirkan makna fisik dari jawaban yang diperoleh. Penelitian selanjutnya juga dapat memperluas penerapan model ini pada materi fisika lain atau melibatkan kelas pembanding agar gambaran efektivitas pembelajaran dapat diperoleh secara lebih komprehensif.

Ucapan Terimakasih

Penuli mengucapkan terima kasih kepada pihak sekolah, guru fisika, dan peserta didik yang telah memberikan izin, bantuan, serta partisipasi dalam pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan selama proses penyusunan penelitian dan artikel ini.

Referensi

- Aiken, L.R. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131-142. doi:https://doi.org/10.1177/0013164485451012
- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183-198. doi:https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001
- Anggraeni, D.A., Hakim, A., & Sulaeman, N.F. (2023). Problem-solving ability through flipped-problem based learning on elasticity materials for high school student. *Kasuari: Physics Education Journal*, 6(1), 1-10. doi:https://doi.org/10.37891/kpej.v6i1.367
- Arends, R.I. (2012). *Learning to Teach* (9th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Ate, O., Parno, P., & Munfaridah, N. (2025). Multirepresentation in physics learning research: A content analysis review of trends, opportunities, and challenges. *Journal of Science Education Research*, 9(1), 32-42. doi:https://doi.org/10.21831/jsr.v9i1.72954
- Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan. (2022). Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 009/H/KR/2022 tentang Dimensi, Elemen, dan Subelemen Profil Pelajar Pancasila pada Kurikulum Merdeka. Jakarta, Indonesia: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Fuadi, H., Gunawan, G., & Susilawati, S. (2022). Feasibility of PBL (Problem Based Learning)-based sound wave electronic student worksheet for high school students using the Liveworksheet application. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(4), 2557-2560. doi:https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i4.1982
- Furqon, M., Suharli, A.J., Dani, R., Sirait, J.V., Anggrini, R.P., Harahap, M.C., ... Kiranti, R.D. (2025). Pengembangan e-LKPD berbasis multirepresentasi berbantuan Liveworksheet pada materi Hukum Newton. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah)*, 9(2), 152-162. doi:https://doi.org/10.30599/jipfri.v9i2.4853
- Hake, R.R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74. doi:https://doi.org/10.1119/1.18809
- Keller, J.M. (2010). *Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach*. New York, NY: Springer.
- Kinasih, R.A., Prahani, B.K., Wibowo, F.C., & Costu, B. (2023). Profile of students' physics problem solving skills and implementation PBL model assisted by 3D digital module to improve problem solving skills. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 9(2), 245-256. doi:https://doi.org/10.21009/1.09207
- Loorbach, N., Peters, O., Karreman, J., & Stehouder, M. (2015). Validation of the Instructional Materials Motivation Survey (IMMS) in a self-directed instructional setting aimed at working with technology. *British Journal of Educational Technology*, 46(1), 204-218. doi:https://doi.org/10.1111/bjet.12138
- Maharani, G.S., Saepuzaman, D., & Aviyanti, L. (2025). Penerapan Problem Based Learning dengan flipped classroom terhadap kemampuan pemecahan masalah dan self efficacy pada materi fluida statis. *Jurnal Kumparan Fisika*, 8(3), 77-86. doi:https://doi.org/10.33369/jkf.8.3.77-86
- Nenggala, M.P., Razi, P., Hidayati, & Sari, S.Y. (2024). Electronic student worksheet for solving problems in physics material based on problem-based learning. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(7), 945-954. doi:https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.7.2121
- Nurhidayah, & Darsikin. (2023). Profil kemampuan pemecahan masalah siswa SMA Negeri 2 Tolitoli pada materi fluida statis dan dinamis. *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*, 11(1).

- Polya, G. (1973). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method* (2nd ed.). Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Salatun, N.O., Gustina, G., & Yus'iran, Y. (2025). Pengaruh model pembelajaran Problem Based Learning berbantuan e-LKPD Interactive Live Worksheet terhadap keterampilan proses sains peserta didik. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 15(4), 1901-1909.
doi:<https://doi.org/10.37630/jpm.v15i4.4069>
- Scheid, J., Müller, A., Hettmannsperger, R., & Schnotz, W. (2019). Improving learners' representational coherence ability with experiment-related representational activity tasks. *Physical Review Physics Education Research*, 15(1), 010142.
doi:<https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010142>
- Setiati, N., & Jumadi. (2023). Development of e-worksheet Problem Based Learning model on work and energy to improve students' physical cognitive abilities in terms of mathematical representations and verbal representations. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(1), 93-98.
doi:<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i1.1757>
- Wijaya, T.P., Mundilarto, & Wilujeng, I. (2024). Development of Problem Based Learning Collaborative (PBL-C) physics e-worksheet to improve student problem solving and collaboration skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(1), 47-54.
doi:<https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i1.5284>
- Wulandari, R. (2022). *Penggunaan LKPD Berbasis Design, Function, and Task (DeFT) untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Representasi Peserta Didik pada Materi Statika (Skripsi tidak diterbitkan)*. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia.
- Yutia, N., Yusnaidar, & Hasibuan, M.H.E. (2023). Development of electronic student worksheets with a scientific approach to static fluids material to improve critical thinking skills of SMAN 9 Merangin students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(10), 8383-8389.
doi:<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.5291>