

Problem-based learning (PBL) solusi Efektif Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik: Systematic Literature Review

Hena Dian Ayu, Mega Putri Kurniawati, Putri Festiana Purwanti, Sartika Dewi Lukitawanti,
Muhammad Nur Hudha¹
PPG Prajabatan Fisika, Universitas Kanjuruhan Malang
[1muhammadnurhudha@unikama.ac.id](mailto:muhammadnurhudha@unikama.ac.id)

Abstrak: Pemahaman konsep masih menjadi fokus pendidikan yang masih terus diteliti dan dicarikan solusi tepat khususnya dalam strategi pembelajarannya. Strategi pembelajaran yang digunakan sangat beragam dalam memberikan pengaruh pada pemahaman konsep peserta didik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi solusi efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik yang datanya diperoleh dari berbagai jurnal terkait pada tahun 2010-2022. Penelitian ini dilakukan dengan metode *Systematic Literature Review* (SLR) menggunakan ERIC, *Journal of Education Research*, *British Education Journal*, dan jurnal lain yang termasuk SINTA untuk mengidentifikasi, mengkaji, mengevaluasi dan menafsirkan penelitian yang tersedia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik adalah menggunakan *Problem-Based Learning* (PBL).

Kata Kunci: pemahaman konsep, problemi-based learning, systematic literature review

PENDAHULUAN

Permasalahan pemahaman konsep merupakan fokus yang masih terus diteliti dalam perkembangan pendidikan. Pemahaman konsep merupakan modal dasar bagi peserta didik untuk berpikir logis (Banda & Nzabahimana, 2021; Docktor et al., 2016), memberikan penjelasan suatu konsep materi dengan berbagai representasi (Bozdaq & Turkoguz, 2021), mengklasifikasikan atau mengelompokkan suatu fenomena sebagai contoh dan bukan contoh dari penafsiran suatu ide yang abstrak (M. R.A. Taqwa et al., 2020), merumuskan suatu konsep ke dalam bahasa matematis dan menerakannya untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang kompleks (Andayani et al., 2018), serta dapat menerapkan konsep di kehidupan sehari-hari (Mills, 2016). Pemahaman konsep juga berperan penting dalam pemikiran-pemikiran tingkat lanjut seperti berpikir kritis dan kreati (Astutik et al.,

2020; Dholo et al., 2019; Fatmawati et al., 2019)

Penelitian-penelitian telah banyak mengungkapkan bahwa kesalahpahaman konsep fisika banyak terjadi pada peserta didik, beberapa contoh seperti pada materi kinematika (Bollen et al., 2016; Canlas, 2016; Dianningrum et al., 2020; Kane et al., 2016; Klein et al., 2017; Pendrill, 2020; Sutopo et al., 2020; M. R. A Taqwa & Rivaldo, 2018); dinamika newton (Alrsa'i et al., 2020; Ergin, 2016; Garcia-Lladó & López, 2020; Kaniawati et al., 2019; Lo & Beichner, 2019; Low & Wilson, 2017; Nieminen et al., 2017; Pendrill, 2020; Zahopoulos, 2016); fluida (Althaf & Region, 2020; Jamaludin & Batlolona, 2021; Marciotto, 2016; Pamungkas et al., 2019; Wuttiptom, 2018); (Batlolona et al., 2020; Hubenthal, 2018; Mustofa, 2018; Rosiqoh et al., 2020; Sa'diyah et al., 2017; M. R. A. Taqwa et al., 2019); kelistrikan (Hamid et al., 2017; Ismail et al., 2019; Saputro et al., 2018; Şenyiğit, 2021;

Suciatmoko et al., 2018). Kesalahpahaman konsep atau miskonsepsi merupakan konsep yang didapat dari mengaitkan pengalaman peserta didik, dipegang kuat atau diyakini, namun berbeda dengan konsep para ahli(Kaniawati et al., 2019; Kola & State, 2017). Miskonsepsi dapat terjadi akibat salah dalam proses penafsiran suatu materi(Kurniawan et al., 2019). Pembelajaran fisika yang mengabaikan miskonsepsi dapat menyebabkan peserta didik kesulitan belajar dan bermuara pada prestasi belajar mereka yang rendah (Asikainen et al., 2020; Fatmawati et al., 2019). Lebih dari itu, miskonsepsi yang dibiarkan akan berimbas pada keyakinan pemahaman yang kurang tepat dan terus terbawa ke jenjang pendidikan selanjutnya (Ceuppens et al., 2018; Kaewkhong, 2020; Wartono et al., 2018).

Selain faktor dari dalam diri peserta didik, penggunaan model belajar yang tidak disesuaikan dengan karakteristik kebutuhan belajar juga memengaruhi. Guru menggunakan model pembelajaran yang monoton, yakni satu model pembelajaran berpusat pada guru dan pembelajaran dengan metode ceramah(Emalliana, 2017; Matsuyama et al., 2019). Model belajar fisika yang bersifat informatif dan tidak kontekstualmenjadi salah satu penyebab peserta didik kesulitan dalam memahami konsep materi yang dipelajari(Kola & State, 2017; Reyza Arief Taqwa et al., 2020).Oleh karena itu, diperlukan suatu strategi yang tepat untuk membantu peserta didik memahami konsep melalui pembelajaran dengan permasalahan kontekstual.

Problem-Based Learning (PBL) merupakan salah satu strategi pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (*student centered learning*) dengan menggunakan permasalahan-permasalahan kontekstual untuk membantu peserta didik memahami

konsep materi yang dipelajari.*Problem-based learning* merupakan merupakan model pembelajaran dengan tahapan metode saintifik(Polyiem & Nuangchalerm, 2022), model ini mengarahkan peserta didik untuk menyelesaikan suatu permasalahan hingga diperoleh suatu pengetahuan dan keterampilan dalam memecahkan masalah(Andayani et al., 2018; Kolmos et al., 2020a). Pada model pembelajaran PBL peserta didik dituntut aktif, kreatif dan mandiri dalam memecahkan masalah yang dihadapi berdasarkan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki peserta didik(Nasution et al., 2019). Selain itu, pada pembelajaran PBL peserta didik dituntut untuk menganalisis masalah dan membuat laporan sebagai tolak ukur kemampuan yang dimiliki peserta didik(Alt & Raichel, 2022; Sholihah & Lastariwati, 2020). Pembelajaran ini tidak berpusat pada guru, peran guru adalah sebagai fasilitator dengan membimbing dan membantu dalam proses pembelajaran (Hidayati et al., 2021; Hung, 2009). Hasil akhir dari pembelajaran PBL yakni peserta didik dapat menghubungkan pengalaman dengan pengetahuannya dengan lebih bermakna(Kanyesigye et al., 2022).

Keberhasilan model pembelajaran PBL di berbagai tingkatan pendidikan sudah banyak dikaji dan dibuktikan oleh penelitian dari berbagai negara (Hallinger, 2020; Korkmaz, 2021), namun kajian secara sistematis masih belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mengulas secara sistematis terhadap artikel-artikel jurnal terkait efektifitas strategi PBL untuk pemahaman konsep peserta didik, sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi solusi efektif PBL dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik dan sebaran penerapannya dalam jenjang pendidikan melalui kajian

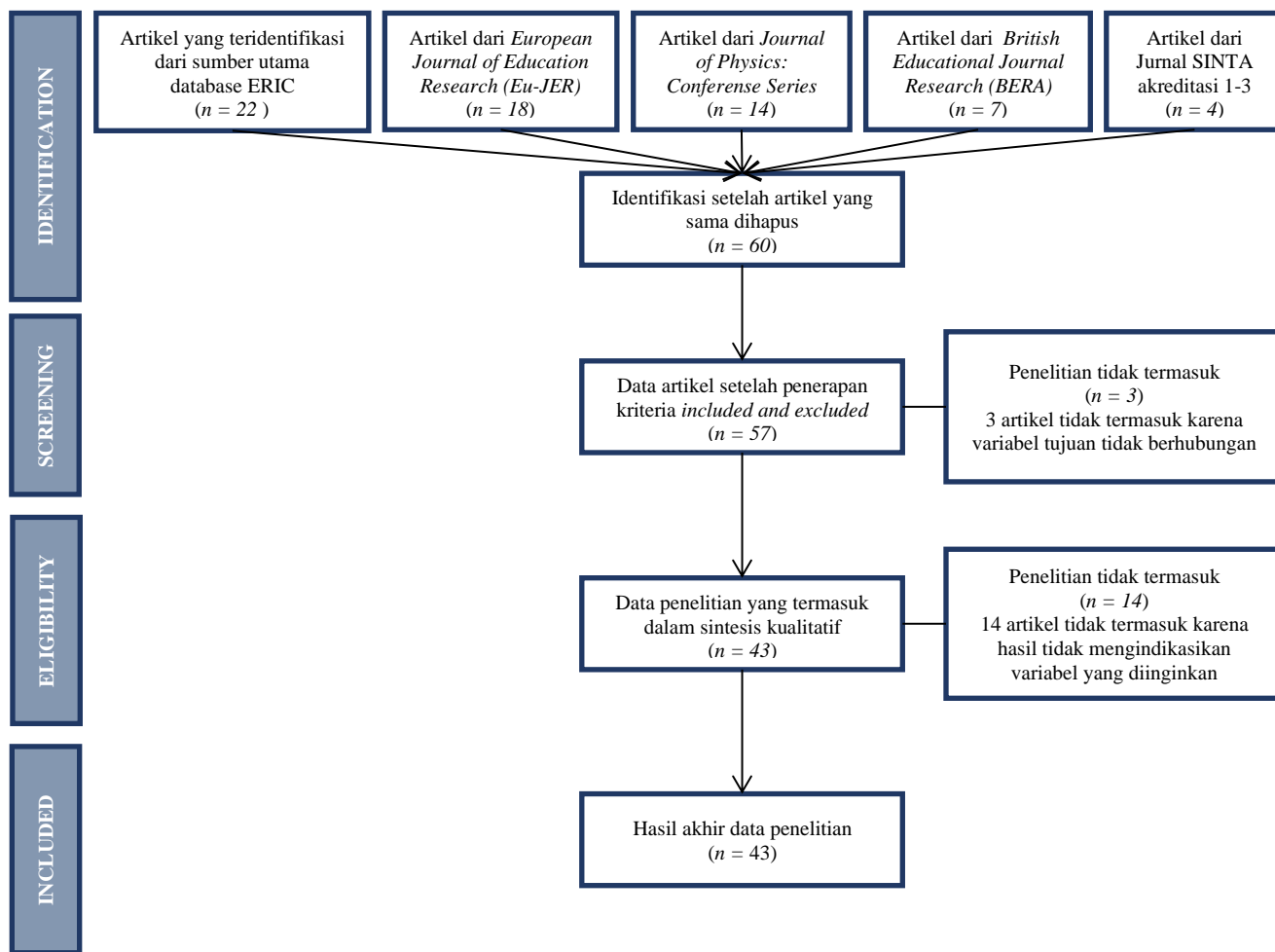
berbagai literatur secara sistematis (*systematic literature review*).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan teknik *systematic review* menggunakan berbagai rujukan artikel jurnal dan prosiding. Tahap identifikasi dilakukan dengan pencarian berbagai referensi yang diambil dari *database* utama, yakni ERIC dan berbagai sumber lain seperti *European Journal of Education Research (Eu-JER)*, *British Educational Journal Research (BERA)*, *Journal of Physics: Conference Series*, dan *SINTA Journals* akreditasi 1 – 3. Data jumlah artikel dari sumber utama *database ERIC* dikumpulkan menggunakan kata kunci “*problem-based learning*,” dan diseleksi dalam rentang waktu 10 tahun terakhir dan diperoleh jumlah artikel ($n = 2052$). Kemudian dikerucutkan lagi menjadi “*problem-based learning*” and “*conceptual understanding*,” diperoleh jumlah data penelitian menjadi ($n = 22$). Artikel dari sumber lain ditambahkan dengan kata kunci yang sama, diperoleh dari *Eu-JER* ($n = 43$); *Journal of Physics: Conference Series* ($n =$

14); *BERA* ($n = 7$); dan *SINTA Journals* akreditasi 1 – 3 ($n = 4$). Total artikel yang diperoleh adalah 65 artikel dan ditemukan 5 artikel yang sama sehingga pada tahap identifikasi diperoleh hasil akhir sebanyak ($n = 60$).

Total artikel pada tahap identifikasi ($n = 60$) diseleksi kembali berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi (*screening*) sesuai Tabel 1, untuk memperoleh data penelitian yang sesuai dengan tujuan pembelajaran. Ditemukan ($n = 3$) data penelitian yang variabelnya tidak mengindikasikan kesesuaian dengan tujuan penelitian sehingga diperoleh hasil akhir data penelitian ($n = 57$). Data ini kemudian diseleksi pada tahap kelayakan (*eligibility*) untuk memperoleh data pendukung yang tepat. Dari data penelitian ($n = 57$), ($n = 14$) tidak layak karena hasil penelitian tidak mengindikasikan variabel yang diperlukan dalam penelitian ini. Diperoleh hasil akhir data artikel penelitian yang digunakan dalam *systemic literature review* sebanyak ($n = 43$). Tahapan pengumpulan data hingga diperoleh data akhir secara jelas ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan *Systematic Literature Review*

Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria Inklusi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kajian literatur berupa artikel jurnal 2. Artikel sesuai dengan topik penelitian yang meliputi : <ol style="list-style-type: none"> a. Pembelajaran dengan model <i>Problem Based Learning</i> (PBL) b. Pemahaman Konsep c. Pembelajaran Fisika 3. Tidak berbayar (open access) 4. Artikel yang diterbitkan kurun waktu 2010-2022 5. Artikel yang diterbitkan menggunakan Bahasa Internasional
Kriteria Eksklusi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kajian literatur bukan jurnal seperti makalah, skripsi, dan buku. 2. Artikel jurnal di luar topik: 3. Tidak open access atau berbayar 4. Artikel yang diterbitkan tidak dalam jangka waktu 2010-2022 5. Artikel yang diterbitkan tidak menggunakan Bahasa internasional

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemahaman atau *understanding* adalah tujuan utama dari pelaksanaan pembelajaran (Uluçınar, 2021; Wiggins & McTighe, 2005). Pemahaman merupakan syarat awal yang mutlak untuk tingkatan kemampuan kognitif yang tinggi (Kola &

State, 2017; Nieminen et al., 2012a). Bloom mengklasifikasikan pemahaman dalam tiga kategori, yaitu pemahaman translasi, pemahaman interpretasi dan pemahaman ekstrapolasi (I. M. Dwi et al., 2013). Pemahaman translasi merupakan tingkatan terendah dari tiga kategori ini, yaitu

kemampuan menerjemahkan, misalnya menerjemahkan suatu istilah dalam arti yang sebenarnya. Pemahaman interpretasi merupakan kemampuan menghubungkan bagian-bagian materi sebelumnya dengan materi berikutnya, pemahaman ini merupakan pemahaman tingkat kedua. Pemahaman tingkat ketiga yaitu pemahaman ekstrapolasi atau kemampuan meramalkan. Pemahaman ini mengharuskan peserta didik mampu untuk melihat di balik yang tertulis, dapat membuat prediksi mengenai konsekuensi atau dapat memperluas persepsi dalam arti waktu, dimensi, kasus ataupun dalam suatu masalah (Suhendar & Ekayanti, 2018).

Konsep menjadi salah satu aspek penting bagi peserta didik. Konsep merupakan suatu gagasan atau ide yang berdasar pada pengalaman yang relevan yang dapat di generalisasikan yang kemudian akan membentuk suatu konsep (Muhammad Reyza Arief Taqwa, 2017; Muhammad Reyza Arief Taqwa & Pilendia, 2018). Konsep dapat membantu peserta didik dalam mengklasifikasi, menganalisis dan menghubungkan struktur dasar utama mata pelajaran di sekolah (Docktor & Mestre, 2014; Nieminen et al., 2012b). Memahami konsep adalah suatu proses, metode, atau tindakan untuk memahami atau mengetahui secara detail konsep yang dipelajari (Anggrayni & Ermawati, 2019; Syaharudin et al., 2015; Tural, 2015). Pemahaman tentang konsep peserta didik memiliki salah satu hasil belajar kognitif yang diperoleh peserta didik melalui proses pembelajaran. Pemahaman konseptual secara umum dapat diartikan sebagai kemampuan peserta didik untuk memahami konsep, menyatakan kembali konsep dalam bahasanya sendiri, dan menghubungkan konsep tersebut satu sama lain dalam

kehidupan sehari-hari (Fariyani et al., 2017; Hamid et al., 2017; Purwaningtias & Putra, 2020). Kemandirian peserta didik dalam kemampuan mereka sendiri mempengaruhi bagaimana peserta didik menerapkan konsep yang telah mereka pahami dalam kehidupan sehari-hari mereka (Eriana et al., 2018). Peserta didik membangun konsep dalam pikiran mereka dari pengalaman mereka dalam pendidikan sekolah atau sehari-hari aktivitas (Kaltakci-Gurel et al., 2017). Karena peserta didik memiliki pengalaman yang berbeda, mereka mungkin memiliki konsep benar atau salah dari konsepsi ilmiah. Peserta didik menyampaikan konsepnya independen dari konsep yang diakui secara ilmiah terkait dengan pelajaran sains mereka

Pemahaman konsep adalah bagian yang terpenting dalam suatu pembelajaran, baik dalam memecahkan masalah dalam proses belajar maupun dalam lingkungan sekitar. Kemampuan memahami konsep merupakan landasan berpikir dalam menyelesaikan berbagai macam persoalan (Irwandani & Rofiah, 2015). Adapun indikator pemahaman konsep matematis, yaitu: (a) menghubungkan konsep yang sudah dan akan dipelajari, (b) mengklasifikasikan objek berdasarkan konsep tersebut; (c) menerapkan konsep secara algoritma; (d) memberikan contoh sesuai konsep berhubungan dengan kehidupan nyata (e) merepresentatif konsep dalam bentuk matematika; (f) menghubungkan dengan konsep matematis; (g) mengembangkan syarat perlu dan suatu konsep (Rosmawati & Sritresna, 2021). Peserta didik dikatakan mencapai pemahaman konsep dengan indikator yang digunakan meliputi peserta didik mampu mengetahui dan mengingat konsep-konsep fisika, peserta didik dapat mendeskripsikan ciri-ciri konsep sesuai urutan pada

Taksonomi Bloom, peserta didik mampu menghubungkan fakta-fakta tertentu dengan materi fisika, dan peserta didik mampu memecahkan masalah yang berkaitan dengan konsep (Lasut & Selekty, 2017). Beberapa indikator digunakan oleh peneliti untuk mengukur sejauh mana pemahaman konsep yang kuasai oleh peserta didik.

Problem-Based Learning (PBL)

Problem-Based Learning (PBL) merupakan pembelajaran berbasis masalah nyata yang relevan bagi peserta didik untuk memperoleh pengalaman belajar yang realistik (Kilinska & Ryberg, 2019). Model PBL melibatkan peserta didik untuk memecahkan masalah realistik yang dilaksanakan melalui tahapan metode ilmiah sehingga peserta didik dapat mengenali, menyusun, mengembangkan kembali, mengubah pengetahuan awal melalui interaksi antara lingkungan, kegiatan kelas dan pengalaman, serta interaksi dengan peserta didik lain (Korkmaz, 2021). Peserta didik dituntut aktif dan kreatif selama proses pembelajaran berlangsung karena model PBL berpusat pada peserta didik. Model pembelajaran ini menuntut kerjasama atau kolaborasi antar peserta didik untuk memecahkan permasalahan dengan berbagai macam sudut pandang sehingga meningkatkan kemampuan belajar peserta didik dalam menghadapi tantangan pada kehidupan nyata (Gorghiu et al., 2015). Dalam pembelajaran berbasis masalah, guru memiliki peran seperti memberikan pengarahan peserta didik untuk menemukan, memverifikasi, dan membangun pengetahuan mereka sendiri sehingga pengetahuan yang mereka miliki lebih bermakna dan tersimpan pada memori jangka panjangnya (*long term memory*) (M. R. A. Taqwa et al., 2019).

Karakteristik model PBL sebagai berikut: (a) Pembelajaran berpusat pada peserta didik, (b) Pembelajaran berkolaborasi antar peserta didik, (c) Guru berperan sebagai moderator dan fasilitator, (d) Pelatihan keterampilan dalam memecahkan masalah, (e) Pembelajaran mandiri membantu peserta didik dalam memperoleh pengetahuan baru. Model pembelajaran PBL memiliki kelebihan dan kelemahan seperti 1) peserta didik dilatih untuk memecahkan masalah dalam keadaan nyata, 2) mempunyai kemampuan dalam membangun pengetahuan dari aktivitas belajar berkolaborasi, 3) kesulitan belajar peserta didik yang dialami dapat dipecahkan bersama-sama (Rerung et al., 2017). Sedangkan kelemahannya seperti : 1) Pembelajaran berbasis masalah tidak bisa diterapkan untuk semua materi dan 2) dalam suatu kelas terdapat beberapa karakter peserta didik sehingga sulitnya pembagian tugas untuk diterapkannya model PBL (I. N. Dwi & Anitah, 2018).

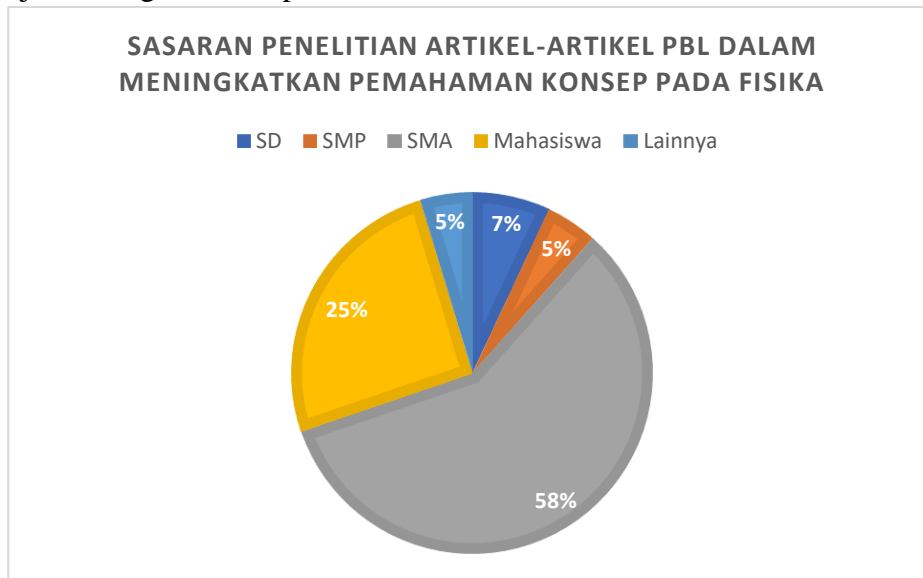
Pendidikan sains yang menerapkan model PBL bertujuan untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan hasil belajar fisika (Fidan & Tuncel, 2019; Kilinska & Ryberg, 2019; Phunaploy et al., 2021), pemahaman konsep (Amanda et al., 2022; Nangku & Rohaeti, 2019; Uliyandari et al., 2021), dan kemampuan pemecahan masalah & minat belajar fisika (Herlinda et al., 2017; Shishigu et al., 2018). Langkah-langkah yang perlu diperhatikan dalam menerapkan pembelajaran PBL pada pendidikan sains, yaitu (1) mengidentifikasi istilah dan konsep tidak langsung dapat dimengerti, (2) mendefinisikan masalah, (3) menganalisis masalah, (4) membuat inventarisasi sistematis dari berdasarkan langkah ke-3, (5) merumuskan tujuan pembelajaran, (6) mengumpulkan informasi tambahan, dan

(7) mensintesis informasi yang baru saja diperoleh (Jamiat, 2018).

Sasaran PBL dalam Peningkatan Pemahaman Konsep Fisika

Berdasarkan beberapa artikel yang telah memenuhi kriteria, memiliki beragam sasaran penelitian dalam memaparkan pembelajaran dengan model problem-based

learning untuk meningkatkan pemahaman peserta didik. Beragamnya sasaran penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat pemahaman dan kemampuan berpikir peserta didik berdasarkan jenjang sekolah. Berikut data sasaran penelitian beberapa peneliti yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sasaran penelitian sesuai dengan kriteria “Pembelajaran PBL untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika”

Berdasarkan Gambar 2, perbedaan jenjang pendidikan dalam menerapkan model PBL untuk meningkatkan pemahaman konsep disesuaikan dengan capaian kompetensi dan kemampuan berpikir peserta didik. Sebagai contoh, penelitian yang sudah pernah diterapkan tentang efektivitas model PBL dengan konsep kartun dalam pengajaran IPTEK dan sains dengan sasaran peserta didik SD menunjukkan bahwa penerapan model PBL berbantuan media kartun efektif sehingga dapat meningkatkan pemahaman sains peserta didik (Inel & Balm, 2013). Penelitian pada jenjang SMP tentang efektivitas pembelajaran PBL dalam pembelajaran sains menjelaskan penerapan model *Problem-Based Learning* pada kurikulum 2013 terjadi peningkatan

pemahaman konsep tekanan untuk aspek menerjemahkan, menafsirkan, dan eksplorasi (Ahied & Ekapti, 2020). Selanjutnya pada jenjang SMA, diperoleh bahwa memiliki hasil persentase yang lebih banyak dibandingkan pada jenjang lainnya terkait penerapan model PBL dengan multimedia interaktif untuk meningkatkan pemahaman konsep termodinamika peserta didik (Husein et al., 2019). Penelitian tersebut memperoleh hasil bahwa penerapan pembelajaran PBL dengan multimedia interaktif berisi video penyelidikan dan dilengkapi kuesioner dapat mengaktifkan peserta didik untuk bereksperimen secara virtual, merumuskan hipotesis, mengumpulkan, menganalisis data, mendeskripsikan setiap proses siklus Carnot dan penarikan kesimpulan. Penelitian pada jenjang yang lebih tinggi, yaitu

mahasiswa, tentang Efektivitas Model PBL pada Prestasi Akademik Mata Kuliah “Fisika Dasar I”. Penerapan model PBL dapat meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa terkait prinsip-prinsip dasar fenomena fisika klasik (Suarez, 2017). Pada studi literatur jenjang integrasi, SD, SMP, dan SMA terkait pendekatan analitis untuk memahami inkuiri kolaboratif dalam pembelajaran PBL menunjukkan bahwa PBL dapat meningkatkan keefektifan intelektual peserta didik dengan menggabungkan pembelajaran yang sudah dipelajari ataupun pembelajaran lainnya (Hallinger, 2020).

Hasil Pemahaman Konsep Peserta Didik dari Penerapan PBL dalam Pembelajaran

Berdasarkan literatur yang telah dikumpulkan terdapat 31 artikel berfokus pada pembelajaran dengan *Problem Based Learning* (PBL) dalam pembelajaran fisika. Pembelajaran PBL memberikan perubahan konseptual pada materi hukum Newton, bahwa peningkatan pemahaman konsep dapat diukur dari hasil mengaitkan materi baru dengan materi yang pernah dipelajari sebelumnya, mampu memecahkan masalah dengan metode yang berbeda, dan mampu belajar secara mandiri. Dari peningkatan pemahaman konsep kelas eksperimen menunjukkan adanya perubahan kognitif yang tinggi bagi peserta didik (Loyens et al., 2015). Secara keseluruhan penerapan *Problem Based Learning* (PBL) ini berpengaruh pada kemampuan pemahaman konsep bahkan menjadi solusi yang efektif khususnya pada pembelajaran fisika seperti pada materi tekanan (Ahied & Ekapti, 2020), pada materi efek Doppler (Jamaludin et al., 2022), pada materi gelombang mekanik (Kanyesigye et al., 2022), materi hukum Newton (Loyens et al., 2015), materi

mekanika Newton (Sahin, 2010b), materi fisika klasik (Suarez, 2017), materi fisika modern (Sulaiman, 2010), materi elastisitas dan hukum Hooke (M. R. A. Taqwa et al., 2019), materi mekanika Newton (Sahin, 2010b), materi kemagnetan (Choden & Kijkuakul, 2020), pembelajaran fisika (Shishigu et al., 2018), pembelajaran sains (Uliyandari et al., 2021).

Model PBL mengarahkan pada peningkatan pemahaman konsep oleh peserta didik dengan guru berperan sebagai fasilitator. Pembelajaran model PBL berbantuan *Web-Assisted* mempengaruhi pemahaman konsep peserta didik di kelas eksperimen pada materi getaran harmonik. Hasil penelitian memberikan hasil bahwa untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik harus menemukan sendiri konsep yang akan dipelajari dan pendidik hanya menjadi fasilitator, peserta didik juga harus terlibat dalam mengakses dan mengoperasikan media *Web-Assisted* secara mandiri (Zahro et al., 2019). Peserta didik dituntut mandiri dalam menyelesaikan masalah dengan menganalisis, mengevaluasi, dan menyintesis informasi dari berbagai sumber dan menjelaskan sesuai dengan pemahaman yang dimiliki. Peserta didik dikatakan memahami konsep apabila mereka dapat mengkonstruksi makna dari pesan-pesan pembelajaran, baik itu berbentuk lisan, tulisan, ataupun dalam bentuk grafis, dimana pesan tersebut disampaikan melalui pengajaran, buku maupun layar computer (Sholihah & Lastariwati, 2020; Simanjuntak et al., 2021).

Berdasarkan 12 literatur lain, ditemukan penerapan *Problem Based Learning* (PBL) yang dikaitkan pada variabel lain seperti asesmen, komunikasi, *Learning Analyst*, web dan game-based learning. Penelitian terkait PBL yang

dikombinasikan dengan variabel proyek PROFIL pada peserta didik yang menekankan pada komunikasi antara guru dengan peserta didik dan pemecahan masalah pada konsep sains (Gorghiu et al., 2015), handout berbasis PBL untuk meningkatkan kemandirian belajar serta pemahaman konsep pada materi dinamika rotasi (Haji et al., 2015), mengembangkan model berbasis PBL pada materi gelombang (Herayanti et al., 2018), mengintegrasikan PBL dengan multimedia interaktif pada materi termodinamika (Husein et al., 2019), pengembangan media pembelajaran dengan kartun yang diintegrasikan dengan metode PBL pada pembelajaran sains (İnel & Balım, 2013), integrasi PBL dengan multiple representasi pada konsep IPA (Simanjuntak et al., 2021), integrasi PBL dalam *Blended Learning* pada materi termodinamika (Marnita et al., 2020), integrasi PBL dengan *e-handout* berbantuan simulasi PhET pada materi momentum-impuls (Rahmawati et al., 2020), integrasi *Context*-PBL pada materi momentum dan impuls (Yuberti et al., 2019), integrasi PBL dengan *Web-Assisted* pada materi getaran harmonis (Zahro et al., 2019), Web pembelajaran fisika berbasis PBL untuk SMK pada materi suhu dan kalor (Ariyana et al., 2019), model PBL terintegrasi kearifan lokal pada pembelajaran fisika (Fauzana et al., 2019), integrasi AR ke dalam kegiatan PBL terhadap mata pelajaran fisika (Fidan & Tuncel, 2019), PBL dengan strategi individual pada pembelajaran (Kardoyo et al., 2020), implementasi *systemic*-PBL pada pembelajaran sains (Kolmos et al., 2020b), PBL di SD pada materi rangkaian listrik sederhana (Şenyiğit, 2021).

PBL juga efektif saat dikaitkan dengan variabel lain dan tidak hanya pada materi fisika. Pengembangan Moodle

berbasis PBL dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik pada materi gelombang. Indikator yang mempengaruhi pemahaman konsep meliputi desain media Moodle yang menarik sehingga memberikan suasana belajar yang menyenangkan dan tidak membosankan dan keaktifan peserta didik untuk menemukan persamaan materi dan mengerjakan berbagai tugas yang diberikan secara mandiri (Herayanti et al., 2018). Penelitian lain dengan implementasi PBL dengan *self and peer assessment* dalam program pelatihan guru (Alt & Raichel, 2022), integrasi model CS-PBL dengan berbantuan SIPEJAR pasca pandemi COVID-19 pada pembelajaran fisiologi (Amanda et al., 2022), PBL meningkatkan keefektifan struktur intelektual dan dapat diintegrasikan dengan domain pembelajaran lain yang aktif (Hallinger, 2020), penerapan media *blended learning* berbasis *Problem-based learning* untuk peserta didik dalam meningkatkan prestasi belajar pada pembelajaran islam (Hamzah et al., 2022), pendekatan PBL dalam pembelajaran teknik dan arsitek dalam meningkatkan keterampilan komunikasi (Keenahan & McCrum, 2021), menghubungkan Learning Analyst dengan PBL (Kilinska & Ryberg, 2019), penerapan PBL pada perspektif kristen (Lasut & Selekty, 2017), efektivitas model PBL terbimbing pada materi statistika (Leppink et al., 2014), mengintegrasikan PBL dengan platform internet pada peserta didik teknik mesin di SMK (Lou et al., 2010), PBL dalam meningkatkan kemampuan komunikasi verbal dan pemahaman konsep pada materi laju reaksi (Nangku & Rohaeti, 2019), PBL dipadukan dengan game dalam pembelajaran (Saleh et al., 2022), PBL dalam kemampuan pemecahan masalah di SMK (Sholihah & Lastariwati, 2020). Hasil

ulasan artikel dengan metode *systematic literature review* dirangkum seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil *literature review* artikel peningkatan pemahaman konsep dari penerapan PBL

Penelitian	Fokus Penelitian	Sasaran	Metode	Materi	Negara	Temuan Relevan
(Ahied & Ekapti, 2020)	PBL, Pemahaman Konsep, Tekanan	SMP	Kuantitatif	IPA	Ethiopia	Penerapan pembelajaran <i>problem-based learning</i> pada kurikulum 2013 terjadi peningkatan pemahaman konsep untuk aspek menerjemahkan, menafsirkan, dan ekstrapolasi pemahaman konsep tekanan
(Alt & Raichel, 2022)	PBL, <i>Self and Peer Assessment</i>	SMA	Kuantitatif	Fisika	Israel	PBL lebih menonjol dan efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep berdasarkan <i>peer and self assessment</i>
(Amanda et al., 2022)	<i>Complex Science-Problem-based learning</i>	Mahasiswa	R&D	Fisika	Indonesia	Model CS-PBL berbantuan SIPEJAR dipertimbangkan valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan penguasaan konsep peserta didik selama pasca pandemi COVID-19.
(Andayani et al., 2018)	Pemahaman konsep dan berpikir kritis	Mahasiswa	Kuantitatif	Fisika-Kimia	Indonesia	Level pemahaman konsep dan berpikir kritis meningkat secara positif setelah penerapan PBL dalam pembelajaran
(Aryani et al., 2019)	<i>Web-bases Problem-based learning</i>	Mahasiswa	R&D	Suhu kalor	Turki	Pengembangan Web Pembelajaran Pendidikan Fisika untuk peserta didik Sekolah Menengah Kejuruan tentang suhu dan kalor terbukti efektif membantu pemahaman konsep peserta didik dalam pembelajaran online yang dapat diakses kapanpun dan dimanapun.
(Choden & Kijkuakul, 2020)	PBL dan <i>Scientific Argumentation</i>	SMA	Kualitatif	Genetika Dasar	Thailand	Perpaduan PBL dengan <i>scientific argumentation</i> secara efektif meningkatkan kemampuan pemahaman siswa tentang genetika dasar
(Fauzana et al., 2019)	PBL, Kearifan Lokal, Kompetensi peserta didik	SMA	Kuantitatif	Fisika	Indonesia	Pembelajaran fisika dengan model PBL terintegrasi kearifan lokal secara efektif untuk meningkatkan kompetensi konseptual peserta didik
(Fidan & Tuncel, 2019)	PBL berbasis AR, Prestasi Belajar, dan Sikap Positif	SD	<i>Mixed-Method</i>	Gravitasi	Turki	Pembelajaran yang mengintegrasikan AR ke dalam kegiatan PBL meningkatkan prestasi belajar peserta didik dan mendorong sikap positif mereka terhadap mata pelajaran fisika
(Gorghiu et al., 2015)	PBL, Pemahaman konsep, dan	SMP	Studi Literatur	IPA	Rumania	Pembelajaran PBL dengan proyek PROFIL menekankan bahwa kualitas komunikasi antara

	pemecahan masalah					guru dan peserta didik sangat baik. Memberikan umpan balik guru dan peserta didik adalah positif, dengan pencapaian penting dalam pemahaman peserta didik konsep sains
(Haji et al., 2015)	PBL, Handout dan Pemahaman Konsep	SMA	Kuantitatif	Dinamika Rotasi	Indonesia	Pembelajaran PBL dan handout dapat meningkatkan kemandirian belajar dan pemahaman konsep peserta didik pada materi dinamika rotasi.
(Hallinger, 2020)	PBL dan <i>intellectual structure</i>	SD, SMP, SMA	Studi Literatur	Fisika	Thailand & Africa	PBL meningkatkan keefektifan struktur intelektual dan dapat diintegrasikan dengan domain pembelajaran lain yang aktif
(Hamzah et al., 2022)	<i>Blended Learning</i> , PBL	SMA	R&D	Fisika	Indonesia	Efektivitas penggunaan media <i>blended learning</i> berbasis <i>Problem-based learning</i> untuk peserta didik dalam meningkatkan prestasi belajar
(Herayanti et al., 2018)	Moodle, PBL, Pemahaman Konsep	SMA	Kuantitatif	Gelombang	Indonesia	Pengembangan Moodle berbasis PBL dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik pada materi gelombang
(Husein et al., 2019)	PBL, media interaktif, pemahman konsep	SMA	R&D	Termodinamika	Indonesia	Pembelajaran PBL berbantuan multimedia interaktif mampu meningkatkan penguasaan konsep peserta didik pada materi termodinamika
(İnel & Balım, 2013)	Media Pembelajaran (Kartun) berbasis <i>Problem-based learning & Conceptual Understanding</i>	SD	R&D	Pemuaian	Turki	Media pembelajaran dengan kartun berbantuan metode <i>Problem-based learning</i> merupakan metode yang efektif untuk peserta didik sekolah menengah sehingga dapat meningkatkan pemahaman sains peserta didik.
(I. N. Dwi & Anitah, 2018)	PBL dan pemahaman konsep	SD	Kuantitatif	IPA	Indonesia	PBL dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika peserta didik secara efektif
(Jamaludin et al., 2022)	PBL dan Pemahaman Konsep	SMA	Kuantitatif	Efek Doppler	Indonesia	Hasil penelitian menunjukkan bahwa PBL meningkatkan konseptual peserta didik pemahaman materi efek Doppler.
(Kanyesigye et al., 2022)	PBL dan pemahaman konsep	SMA	Kuantitatif	Fisika	Uganda	Praktik pembelajaran PBL memberikan peningkatan pemahaman konsep materi gelombang mekanik untuk calon guru fisika
(Keenahan & McCrum, 2021)	PBL dan komunikasi	Mahasiswa	<i>Mixed-Method</i>	Fisika-Teknik (Gaya dan Kesetimbangan)	Irlandia	Pendekatan PBL mendukung peningkatan proses pembelajaran dan keterampilan komunikasi antar tim.
(Kolmos et al., 2020b)	<i>Systemic PBL</i>	Mahasiswa	Kuantitatif	Fisika	Denmark	Implementasi sistem PBL secara konsisten lebih tinggi dalam menyiapkan kompetensi

						konseptual sains dan kemandirian menilai diri sendiri.
(Lasut & Seleky, 2017)	PBL, pemahaman konsep, <i>Christian Perspective</i>	SMA	Kuantitatif	Fisika	Indonesia	Penerapan pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan pemahaman konseptual berdasarkan perspektif Kristen
(Leppink et al., 2014)	<i>Guided in Problem-based learning</i>	Mahasiswa	Kuantitatif	Fisika	Belanda	Model PBL terbimbing cenderung meningkatkan pemahaman konseptual lebih dari model PBL klasik. PBL terbimbing juga meningkatkan kesadaran peserta didik akan nilai dan manfaat proses pembelajaran.
(Lou et al., 2010)	PBL dan transfer pengetahuan	SMA	Kuantitatif	Fisika-Teknik	Amerika	Kemampuan peserta didik SMK dalam mentransfer pengetahuan mengalami peningkatan secara signifikan melalui pemecahan permasalahan konseptual dalam platform internet PBL
(Loyens et al., 2015)	PBL, Perubahan pemahaman konseptual	SMA	Kuantitatif	Hukum Newton	Amerika	Pembelajaran PBL memberikan perubahan pemahaman konseptual secara positif pada materi hukum newton
(Simanjuntak et al., 2021)	PBL berbantuan multiple representasi, pemahaman konsep	SMA	Kuantitatif	Suhu Kalor	Indonesia	Pembelajaran model PBL dengan multiple representasi dapat meningkatkan pemahaman konsep IPA
(Marnita et al., 2020)	PBL dan <i>Blended Learning</i>	SMA	Kuantitatif	Termodinamika	Indonesia	Penerapan PBL dalam <i>Blended Learning</i> dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik khususnya pada materi termodinamika
(Nangku & Rohaeti, 2019)	PBL, Pemahaman Konsep, Keterampilan komunikasi verbal	SMA	Kuantitatif	Kimia	Indonesia	PBL memberikan efek positif terhadap pemahaman konsep peserta didik yang ditunjukkan melalui kemampuan berkomunikasi secara lisan
(Rahmawati et al., 2020)	PBL, Pemahaman Konsep	SMA	R&D	Momentum-Impuls	Indonesia	<i>e-handout</i> berbantuan simulasi PhET berbasis masalah model pembelajaran (PBL) tentang hukum kekekalan momentum dan tumbukan untuk melatih pemahaman konseptual
(Sahin, 2010a)	<i>Problem-based learning</i>	Mahasiswa	Kuantitatif	Fisika	Turki	Analisis menunjukkan bahwa kelas yang diterapkan model PBL memperoleh pemahaman konsep yang jauh lebih tinggi daripada kelas tradisional hal ini dilihat dari peningkatan pretest ke posttest secara signifikan
(Sahin, 2010b)	PBL, Pemahaman konsep, Keyakinan	Mahasiswa	Kuantitatif	Fisika	Turki	Pembelajaran PBL terbukti efektif terhadap keyakinan epistemologis tentang fisika dan pemahaman konseptual tentang Mekanika Newton

Epistemologis Tentang Fisika						
(Saifullah et al., 2017)	PBL, pemahaman konsep, <i>problem-solving</i>	SMA	Kuantitatif	Momentum- Impuls	Indonesia	PBL meningkatkan pemahaman peserta didik dan keterampilan dalam mengaplikasikan vektor.
(Saleh et al., 2022)	PBL dan <i>Game-Based Learning</i>	SD	Kualitatif	IPA	Amerika	PBL secara kolaboratif dapat digunakan untuk merancang pembelajaran yang disediakan dalam game untuk meningkatkan komunikasi dan pemahaman konsep peserta didik
(Şenyiğit, 2021)	<i>Problem-based learning</i>	Mahasiswa	Kuantitatif	Rangkaian Listrik	Turki	Pembelajaran berbasis masalah lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual dan mengatasi miskonsepsi daripada pembelajaran berbasis ceramah
(Serevina et al., 2018)	PBL, pemahaman konsep, modul	SMA	R&D	Suhu Kalor	Indonesia	Modul elektronik berbasis Problem Based Learning (PBL) sebagai implementasinya teknologi informasi dan komunikasi efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep
(Shishigu et al., 2018)	<i>Problem-based learning</i>	SMA	Kuantitatif	Fisika	Ethiopia	Berdasarkan penelitian, disarankan untuk menerapkan PBL di sekolah karena sangat membantu peserta didik untuk mencermati hubungan antara teori dan praktik, meningkatkan motivasi belajar, dan memahami konsep.
(Sholihah & Lastariwati, 2020)	PBL, berpikir kritis, dan kemampuan pemecahan masalah	SMA	R&D	Fisika	Indonesia	Penerapan PBL mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah pada materi
(Suarez, 2017)	PBL, Peningkatan Performa Akademik	Mahasiswa	Kuantitatif	Kinematika dan Fluida Dinamis	Peru	Pembelajaran PBL memberikan kontribusi pemahaman prinsip dasar fenomena fisika klasik "Fisika I" dibandingkan pembelajaran konvensional
(Sulaiman, 2010)	PBL, Pemahaman konsep, koneksi berbagai materi	Calon Guru	Kualitatif	Fisika	New Zealand	Pembelajaran PBL dalam memahami konsep-konsep dalam pengetahuan konten Fisika Modern/Fisika dan komunikasi berbagi pengetahuan
(M. R. A. Taqwa et al., 2019)	<i>Problem-based learning & Conceptual Understanding</i>	SMA	Kuantitatif	Elastisitas	Indonesia	Implementasi model pembelajaran <i>Problem-based learning</i> memberikan pengaruh terhadap peningkatan konsep elastisitas dan hukum Hooke. Dengan model pembelajaran <i>Problem-based learning</i> , memacu peserta didik untuk lebih aktif belajar dan membantu peserta didik memahami fisika secara lebih.

(Uliyandari et al., 2021)	PBL, Pemahaman konsep, dan kemampuan berpikir kritis	Mahasiswa	Kuantitatif	IPA	Indonesia	Penerapan pembelajaran PBL berpengaruh terhadap pemahaman konseptual peserta didik dan kemampuan berpikir kritisnya karena adanya sajian masalah nyata sehingga merangsang peserta didik untuk menafsirkan dan memahaminya
(Yuberti et al., 2019)	PBL, pemecahan masalah, pemahaman konsep	SMA	Kuantitatif	Momentum-Impuls	Indonesia	Model C-PBL mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah fisika peserta didik, kemampuan komunikasi, kepercayaan diri peserta didik dalam belajar, serta meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap pelajaran fisika secara konseptual materi momentum impuls.
(Yulianti, 2016)	PBL, karakter dan pemahaman konsep	SMA	Kuantitatif	Fisika	Indonesia	Penerapan pembelajaran PBL dengan LKS dapat meningkatkan pemahaman peserta didik dan mengetahui perkembangan karakter peserta didik
(Zahro et al., 2019)	PBL, Web-Assisted, Pemahaman Konsep	SMA	Mixed-Method	Gerak Harmonis Sederhana	Indonesia	Pembelajaran model PBL berbantuan Web-Assisted mempengaruhi pemahaman konsep peserta didik secara positif di kelas eksperimen pada materi getaran harmonik

KESIMPULAN

Problem-Based Learning (PBL) adalah model pembelajaran yang menitikberatkan pada keaktifan peserta didik dalam memecahkan masalah yang dihadapi secara ilmiah dengan sintaks pembelajaran: (1) orientasi masalah; (2) organisasi peserta didik untuk belajar; (3) membimbing penyelidikan individu maupun kelompok; (4) mengembangkan dan menyajikan hasil; dan (5) menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. PBL diterapkan dengan tujuan untuk memberikan pengalaman bagi peserta

didik untuk memecahkan suatu permasalahan yang nyata pada materi yang sedang dipelajari. Hasil ulasan dari beberapa jurnal menunjukkan *Problem-Based Learning* efektif diterapkan pada pembelajaran fisika untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik dari berbagai jenjang mulai dari SD hingga SMA. Sehingga dengan adanya model *Problem-Based Learning* diharapkan dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah pemahaman konsep peserta didik secara berkelanjutan.

DAFTAR RUJUKAN

- Ahied, M., & Ekapti, R. F. (2020). Conceptual understanding of pressure concept through problem based learning in junior high school grade 8th. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042120>
- Alrsa'i, M. S., Khoshman, J. M., & Tayeh, K. A. (2020). Jordanian Pre-Service Physics Teacher ' s Misconceptions about Force and Motion. *Journal of Turkish Science Education*, 17(4), 528–543. <https://doi.org/10.36681/tused.2020.43>
- Alt, D., & Raichel, N. (2022). Problem-based learning, self- and peer assessment in higher education: towards advancing lifelong learning skills. *Research Papers in Education*, 37(3), 370–394. <https://doi.org/10.1080/02671522.2020.1849371>
- Althaf, R., & Region, J. (2020). *The Development of Mechanics Problem-Based Learning Model with Multi Representation Approach to Practice Students " Critical Thinking Skill of Elasticity and Hooke " s Law , And Static Fluid Concepts in Senior High School. September.*
- Amanda, F. F., Sumitro, S. B., Lestari, S. R., & Ibrohim, I. (2022). Developing complexity science-problem based learning model to enhance conceptual mastery. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 16(1), 65–75. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v16i1.20408>
- Andayani, Y., Hadisaputra, S., & Hasnawati, H. (2018). Analysis of the Level of Conceptual Understanding. *Journal of Physics: Conference Series*, 1095(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1095/1/012045>
- Anggrayni, S., & Ermawati, F. U. (2019). The validity of Four-Tier's misconception diagnostic test for Work and Energy concepts. *Journal of Physics: Conference Series*, 1171(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1171/1/012037>
- Ariyana, Y., Pudjiastuti, A., Bestary, R., & Zamroni. (2019). *Buku Pegangan Pembelajaran Berorientasi pada Keterampilan Tingkat Tinggi*. 108. www.gtk.kemdikbud.go.id
- Aryani, D. R., Azizahwati, A., & Zulirfan, Z. (2019). The Development of Physics Education Problem Based Learning Web as Physics Learning Media for Vocational High School. *Journal of Physics: Conference Series*, 1351(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1351/1/012016>
- Asikainen, H., Salmela-Aro, K., Parpala, A., & Katajavuori, N. (2020). Learning profiles and their relation to study-related burnout and academic achievement among university students. *Learning and Individual Differences*, 78(March), 101781. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2019.101781>
- Astutik, S., Mahardika, I. K., Indrawati, Sudarti, & Supeno. (2020). HOTS student worksheet to identification of scientific creativity skill, critical thinking skill and creative thinking skill in physics learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1465, 012075. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1465/1/012075>
- Banda, H. J., & Nzabahimana, J. (2021). Effect of integrating physics education technology simulations on students' conceptual understanding in physics: A review of literature. *Physical Review Physics Education Research*, 17(2), 23108. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.023108>

- Batlolona, J. R., Diantoro, M., Wartono, & Leasa, M. (2020). Students' mental models of solid elasticity: Mixed method study. *Journal of Turkish Science Education*, 17(2), 200–210. <https://doi.org/10.36681/tused.2020.21>
- Bollen, L., De Cock, M., Zuza, K., Guisasola, J., & Van Kampen, P. (2016). Generalizing a categorization of students' interpretations of linear kinematics graphs. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1), 1–10. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010108>
- Bozdaq, H. C., & Turkoguz, S. (2021). A Rasch Model Analysis of Primary School Students' Conceptual Understanding Levels of The Concept of Light. *International Online Journal of Primary Education*, 10(1), 160–179.
- Canlas, I. P. (2016). University Students' Alternative Conceptions On Circular Motion. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 5(03). www.ijstr.org
- Ceuppens, S., Deprez, J., Dehaene, W., & De Cock, M. (2018). Tackling misconceptions in geometrical optics. *Physics Education*, 53(4). <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aac604>
- Choden, T., & Kijkuakul, S. (2020). Blending problem based learning with scientific argumentation to enhance students' understanding of basic genetics. *International Journal of Instruction*, 13(1), 445–462. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13129a>
- Dholo, T. F., Firman, H., Kaniawati, I., & Rusdiana, D. (2019). Profile of critical thinking skills of pre-service physics teachers: A preliminary study. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/3/032059>
- Dianningrum, M. C., Sutopo, & Hidayat, A. (2020). Students' understanding of circular motion with multi representational approach. *AIP Conference Proceedings*, 2296(November). <https://doi.org/10.1063/5.0031000>
- Docktor, J. L., Dornfeld, J., Frodermann, E., Heller, K., Hsu, L., Jackson, K. A., Mason, A., Ryan, Q. X., & Yang, J. (2016). Assessing student written problem solutions: A problem-solving rubric with application to introductory physics. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1), 1–18. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010130>
- Docktor, J. L., & Mestre, J. P. (2014). Synthesis of discipline-based education research in physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 10(2), 1–58. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.020119>
- Dwi, I. M., Arif, H., & Sentot, K. (2013). Pengaruh Strategi Problem Based Learning Berbasis Ict Terhadap Pemahaman Konsep Dan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 9(1), 8–17. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v9i1.2575>
- Dwi, I. N., & Anitah, S. W. (2018). The Implementatyion Off Problem Based Learning Model (PBL) on Teachers and Students Grade Five Elementary Schools in Surakarta City. *International Journal of Active Learning*, 3(2), 116–123. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/ija>
- Emalliana, I. (2017). Teacher-centered or Student-centered Learning Approach to Promote Learning? *Jurnal Sosial Humaniora*, 10, 59–70. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=12&ved=2ahUKEwi02trB7KzkAhVM8HMBHUtbD5>

- E4ChAWMAF6BAGeEEAE&url=http%3A%2F%2Fiptek.its.ac.id%2Findex.php%2Fjsh%2Farticle%2Fdownload%2F2161%2F2425&usg=AOvVaw24xmdoNx1SXPXlyKtITij7
- Ergin, S. (2016). The Effect of Group Work on Misconceptions of 9th Grade Students about Newton's Laws. *Journal of Education and Training Studies*, 4(6), 127–136.
<https://doi.org/10.11114/jets.v4i6.1390>
- Eriana, Kartono, & Sugianto. (2018). Understanding Ability of Mathematical Concepts and Students' Self-reliance towards Learning by Implementing Manipulative Props (APM) on Jigsaw Technique. *Journal of Primary Education*, 8(2), 176–183.
- Fariyani, Q., Rusilowati, A., & Sugianto, S. (2017). Four-Tier Diagnostic Test to Identify Misconceptions in Geometrical Optics. *Unnes Science Education Journal*, 6(3), 1724–1729.
- Fatmawati, A., Zubaidah, S., Mahanal, S., & Sutopo. (2019). Critical Thinking, Creative Thinking, and Learning Achievement: How They are Related. *Journal of Physics: Conference Series*, 1417(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1417/1/012070>
- Fauzana, Y., Ratnawulan, & Usmeldi. (2019). The effectiveness of physics learning materials using problem-based learning model integrated with local wisdom. *Journal of Physics: Conference Series*, 1185(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1185/1/012087>
- Fidan, M., & Tuncel, M. (2019). Integrating augmented reality into problem based learning: The effects on learning achievement and attitude in physics education. *Computers and Education*, 142(May), 103635.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103635>
- Garcia-Lladó, À., & López, V. (2020). Beyond Recurring Free-Body Force Diagrams: Educational Pros and Cons of Alternative Means of Representing Forces and Interactions. *The Physics Teacher*, 58(7), 504–508.
<https://doi.org/10.1119/10.0002073>
- Gorghiu, G., Drăghicescu, L. M., Cristea, S., Petrescu, A.-M., & Gorghiu, L. M. (2015). Problem-based Learning - An Efficient Learning Strategy in the Science Lessons Context. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 191, 1865–1870.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.570>
- Haji, A. G., Safriana, & Safitri, R. (2015). The use of problem based learning to increase students' learning independent and to investigate students' concept understanding on rotational dynamic at students of SMA Negeri 4 Banda Aceh. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 4(1), 67–72.
<https://doi.org/10.15294/jpii.v4i1.3503>
- Hallinger, P. (2020). Mapping continuity and change in the intellectual structure of the knowledge base on problem-based learning, 1974–2019: A systematic review. *British Educational Research Journal*, 46(6), 1423–1444.
<https://doi.org/10.1002/berj.3656>
- Hamid, R., Widodo, A., & Sopandi, W. (2017). Students' Conceptual Change in Electricity. 57(ICMSEd 2016), 48–52.
<https://doi.org/10.2991/icmsed-16.2017.11>
- Hamzah, Tambak, S., Hamzah, M. L., Purwati, A. A., Irawan, Y., & Umam, M. I. H. (2022). Effectiveness of Blended Learning Model Based on Problem-Based Learning in Islamic Studies Course. *International Journal of Instruction*, 15(2), 775–792.
<https://doi.org/10.29333/iji.2022.15242a>
- Herayanti, L., Gummah, S., Sukroyanti, B. A., Ahzan, S., & Gunawan, G. (2018).

- Developing Moodle in Problem-Based Learning to Improve Student Comprehension on the Concepts of Wave*. 157(Miseic), 134–137. <https://doi.org/10.2991/miseic-18.2018.33>
- Herlinda, Eko, S., & Eko, R. (2017). Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Hasil Belajar, Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Dan Minat Belajar Siswa Pada Materi Fluida Statis Di SMAN 1 Lebong Sakti. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 1(1), 1–10.
- Hidayati, N., Zubaidah, S., & Amnah, S. (2021). The PBL vs. Digital Mind Maps Integrated PBL: Choosing Between the two with a view to Enhance Learners' Critical Thinking. *Participatory Educational Research*, 9(3), 330–343. <https://doi.org/10.17275/per.22.69.9.3>
- Hubenthal, M. (2018). Exploring undergraduates' conceptions of elasticity, within a plate tectonics context, before and after experience with rock's elastic behavior. *Journal of Geoscience Education*, 66(4), 261–277. <https://doi.org/10.1080/10899995.2018.1493964>
- Hung, W. (2009). The 9-step problem design process for problem-based learning: Application of the 3C3R model. *Educational Research Review*, 4(2), 118–141. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2008.12.001>
- Husein, S., Gunawan, Harjono, A., & Wahyuni, S. (2019). Problem-Based Learning with Interactive Multimedia to Improve Students' Understanding of Thermodynamic Concepts. *Journal of Physics: Conference Series*, 1233(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1233/1/012028>
- İnel, D., & Balım, A. G. (2013). Concept Cartoons Assisted Problem based Learning Method in Science and Technology Teaching and Students' Views. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 93, 376–380. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.09.206>
- Ismail, A., Festiana, I., Hartini, T. I., Yusal, Y., & Malik, A. (2019). Enhancing students' conceptual understanding of electricity using learning media-based augmented reality. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/3/032049>
- Jamaludin, J., & Batlolona, J. R. (2021). Analysis of Students' Conceptual Understanding of Physics on the Topic of Static Fluids. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(SpecialIssue), 6–13. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7ispecialissue.845>
- Jamaludin, J., Hendrik Wenno, I., & Rafafy Batlolona, J. (2022). JIPF (JURNAL ILMU PENDIDIKAN FISIKA) The Effect of Problem-Based Learning and Students' Understanding of Physics Concepts On The Topic of The Doppler Effect. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, 7(2), 192–202.
- Jamiat, N. (2018). *Designing Problem-Based Learning for Teachers in Malaysia: A Study of the Nine-Step Problem Design Process*. Florida State University.
- Kaewkhong, K. (2020). Thai pre-service physics teachers' understanding of seeing an object. *Journal of Physics: Conference Series*, 1512(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1512/1/012015>
- Kaltakci-Gurel, D., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2017). Development and application of a four-tier test to assess pre-service physics teachers' misconceptions about geometrical optics. *Research in Science and Technological Education*, 35(2), 238–260.

- <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1310094>
- Kane, S. N., Mishra, A., & Dutta, A. K. (2016). Preface: International Conference on Recent Trends in Physics (ICRTP 2016). *Journal of Physics: Conference Series*, 755(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/755/1/011001>
- Kaniawati, I., Fratiwi, N. J., Danawan, A., Suyana, I., Samsudin, A., & Suhendi, E. (2019). Analyzing students' misconceptions about Newton's Laws through Four-Tier Newtonian Test (FTNT). *Journal of Turkish Science Education*, 16(1), 110–122. <https://doi.org/10.12973/tused.10269a>
- Kanyesigye, S. T., Uwamahoro, J., & Kemeza, I. (2022). Data collected to measure the impact of problem-based learning and document physics classroom practices among Ugandan secondary schools. *Data in Brief*, 44, 108534. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.108534>
- Kardoyo, Nurkhin, A., Muhsin, & Pramusinto, H. (2020). Problem-based learning strategy: Its impact on students' critical and creative thinking skills. *European Journal of Educational Research*, 9(3), 1141–1150. <https://doi.org/10.12973/EU-JER.9.3.1141>
- Keenahan, J., & McCrum, D. (2021). Developing interdisciplinary understanding and dialogue between Engineering and Architectural students: design and evaluation of a problem-based learning module. *European Journal of Engineering Education*, 46(4), 575–603. <https://doi.org/10.1080/03043797.2020.1826909>
- Kilinska, D., & Ryberg, T. (2019). Connecting Learning Analytics and Problem-Based Learning – Potentials and Challenges. In *Journal of Problem Based Learning in Higher Education* (Vol. 7, Issue 1, pp. 1–24).
- Klein, P., Müller, A., & Kuhn, J. (2017). Assessment of representational competence in kinematics. *Physical Review Physics Education Research*, 13(1), 1–18. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.010132>
- Kola, A. J., & State, K. (2017). Investigating the Conceptual Understanding of Physics through an Interactive-Lecture Engagement. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 6(1), 82–96.
- Kolmos, A., Holgaard, J. E., & Clausen, N. R. (2020a). Progression of student self-assessed learning outcomes in systemic PBL. *European Journal of Engineering Education*, 1–23. <https://doi.org/10.1080/03043797.2020.1789070>
- Kolmos, A., Holgaard, J. E., & Clausen, N. R. (2020b). Progression of student self-assessed learning outcomes in systemic PBL. *European Journal of Engineering Education*, 0(0), 1–23. <https://doi.org/10.1080/03043797.2020.1789070>
- Korkmaz, G. (2021). Problem and project-based learning as an educational philosophy: A novel conceptual model for higher education. *African Educational Research Journal*, 9(3), 774–789. <https://doi.org/10.30918/aerj.93.21.111>
- Kurniawan, Y., Muliyani, R., & Nassim, S. (2019). *Digital story conceptual change-oriented (dsc) to reduce student misconceptions in physics*. 08(October), 211–220. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v0i0.4596>
- Lasut, H. D., & Seleky, J. S. (2017). The Implementation of Problem-Based Learning to Increase Students' Conceptual Understanding According to a Christian Perspective. *Polyglot: Jurnal Ilmiah*, 12(1), 31. <https://doi.org/10.19166/pji.v12i1.381>

- Leppink, J., Broers, N. J., Imbos, T., Van Der Vleuten, C. P. M., & Berger, M. P. F. (2014). The effect of guidance in problem-based learning of statistics. *Journal of Experimental Education*, 82(3), 391–407. <https://doi.org/10.1080/00220973.2013.813365>
- Lo, W., & Beichner, R. J. (2019). Stick With It! Helping Students Understand Free-Body Diagrams – A Magnet Activity as a Tool for Understanding. *The Physics Teacher*, 57(7), 459–461. <https://doi.org/10.1119/1.5126823>
- Lou, S. J., Shih, R. C., Tseng, K. H., Diez, C. R., & Tsai, H. Y. (2010). How to promote knowledge transfer through a problem-based learning internet platform for vocational high school students. *European Journal of Engineering Education*, 35(5), 539–551. <https://doi.org/10.1080/03043797.2010.489938>
- Low, D., & Wilson, K. (2017). Weight, the Normal Force and Newton's Third Law: Dislodging a Deeply Embedded Misconception. *Teaching Science*, 63(2), 17–26.
- Loyens, S. M. M., Jones, S. H., Mikkers, J., & van Gog, T. (2015). Problem-based learning as a facilitator of conceptual change. *Learning and Instruction*, 38, 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.03.002>
- Marciotto, E. R. (2016). Classic Bernoulli's principle derivation and its working hypotheses. *Physics Education*, 51(4), 45005. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/51/4/045005>
- Marnita, Taufiq, M., Iskandar, & Rahmi. (2020). The effect of blended learning problem-based instruction model on students' critical thinking ability in thermodynamic course. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(3), 430–438. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i3.23144>
- Matsuyama, Y., Nakaya, M., Okazaki, H., Lebowitz, A. J., Leppink, J., & Van Der Vleuten, C. (2019). Does changing from a teacher-centered to a learner-centered context promote self-regulated learning: A qualitative study in a Japanese undergraduate setting. *BMC Medical Education*, 19(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1550-x>
- Mills, S. (2016). Conceptual understanding: A concept analysis. *Qualitative Report*, 21(3), 546–557. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2016.2308>
- Mustofa, Z. (2018). The Description of Student Understanding about Elasticity Concept. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 4(1), 27–34. <https://doi.org/10.21009/1.04104>
- Nangku, M. S., & Rohaeti, E. (2019). The effect of problem-based learning model toward students' conceptual understanding and verbal communication skills in reaction rate learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1397(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1397/1/012037>
- Nasution, I. B., Liliawati, W., & Hasanah, L. (2019). Effectiveness problem-based learning (PBL) with reading infusion strategic to improving scientific literacy for high school students on topic global warming. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(5). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/5/052013>
- Nieminen, P., Savinainen, A., & Viiri, J. (2012a). Relations between representational consistency, conceptual understanding of the force concept, and scientific reasoning. *Physical Review Special Topics - Physics Education*

- Research*, 8(1), 1–10.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.8.010123>
- Nieminen, P., Savinainen, A., & Viiri, J. (2012b). *Relations between representational consistency, conceptual understanding of the force concept, and scientific reasoning*. 010123, 1–10.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.8.010123>
- Nieminen, P., Savinainen, A., & Viiri, J. (2017). *Learning About Forces Using Multiple Representations*. 163–182.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-58914-5_8
- Pamungkas, Z. S., Aminah, N. S., & Nurosyid, F. (2019). Analysis of student critical thinking skill in solving fluid static concept based on metacognition level. *Journal of Physics: Conference Series*, 1153(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1153/1/012126>
- Pendril, A.-M. (2020). Forces in circular motion: Discerning student strategies. *Physics Education*, 55(4).
<https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab8047>
- Phunaploy, S., Chatwattana, P., & Piriyastrawong, P. (2021). The Problem-Based Learning Process with A Cloud Learning Environment to Enhance Analysis Thinking. *International Journal of Higher Education*, 10(6), 45.
<https://doi.org/10.5430/ijhe.v10n6p45>
- Polyiem, T., & Nuangchalerm, P. (2022). Self-development of Teacher Students through Problem-Based Learning. *Journal of Educational Issues*, 8(1), 747.
<https://doi.org/10.5296/jei.v8i1.19880>
- Purwaningtias, W. S., & Putra, N. M. D. (2020). Analisis Tingkat Pemahaman Konsep dan Miskonsepsi Fisika pada Pokok Bahasan Alat-alat Optik di SMA Negeri 1 Purwodadi. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 9(2), 139–148.
<https://doi.org/10.15294/upej.v9i2.41920>
- Rahmawati, E. N., Jumadi, & Astuti, D. P. (2020). Development of e-handout assisted by PhET simulation with problem based learning (PBL) model about momentum conservation law and collision to train students' conceptual understanding. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012048>
- Re rung, N., Sinon, I. L. ., & Widyaningsih, S. W. (2017). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik SMA pada Materi Usaha dan Energi. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 6(1), 47–55.
<https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v6i1.597>
- Reyza Arief Taqwa, M., Ibnu Shodiqin, M., & Zainuddin, A. (2020). Kesulitan Mahasiswa Dalam Memahami Konsep Gaya Dan Gerak. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 10(1), 25–39.
<https://doi.org/10.24929/lensa.v10i1.86>
- Rosiqoh, R., Barus, C. S. A., Bohori, M., & Suhendi, E. (2020). Analysis of senior high school students' ability to understand concept and adversity quotient on elasticity. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(2), 10–16.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/2/022048>
- Rosmawati, R. R., & Sritresna, T. (2021). Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis ditinjau dari Self-Confidence Siswa pada Materi Aljabar dengan Menggunakan Pembelajaran Daring. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(2), 275–290.
<https://doi.org/10.31980/plusminus.v1i2.1261>
- Sa'diyah, H., Sarwanto, S., & Sukarmin, S. (2017). Analysis of students' difficulties on

- the material elasticity and harmonic oscillation in the inquiry-based physics learning in senior high school. *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series*, 2(1), 139.
<https://doi.org/10.20961/ijsascs.v2i1.16698>
- Sahin, M. (2010a). Effects of problem-based learning on university students' epistemological beliefs about physics and physics learning and conceptual understanding of Newtonian Mechanics. *Journal of Science Education and Technology*, 19(3), 266–275.
<https://doi.org/10.1007/s10956-009-9198-7>
- Sahin, M. (2010b). The impact of problem-based learning on engineering students' beliefs about physics and conceptual understanding of energy and momentum. *European Journal of Engineering Education*, 35(5), 519–537.
<https://doi.org/10.1080/03043797.2010.487149>
- Saifullah, A. M., Sutopo, S., & Wisodo, H. (2017). Senior high school students' difficulties in solving impulse and momentum problems. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(1), 1–10.
<https://doi.org/10.15294/jpii.v6i1.9593>
- Saleh, A., Phillips, T. M., Hmelo-Silver, C. E., Glazewski, K. D., Mott, B. W., & Lester, J. C. (2022). A learning analytics approach towards understanding collaborative inquiry in a problem-based learning environment. *British Journal of Educational Technology*, 53(5), 1321–1342. <https://doi.org/10.1111/bjet.13198>
- Saputro, D. E., Sarwanto, S., Sukarmin, S., & Ratnasari, D. (2018). Students' conceptions analysis on several electricity concepts. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012043>
- Şenyiğit, Ç. (2021). The effect of problem-based learning on pre-service primary school teachers' conceptual understanding and misconceptions. *International Online of Journal of Primary Education*, 10(1), 50–72.
- Serevina, V., Sunaryo, Raihanati, Astra, I. M., & Sari, I. J. (2018). Development of E-Module Based on Problem Based Learning (PBL) on Heat and Temperature to Improve Student's Science Process Skill. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology* –, 17(3), 26–36.
- Shishigu, A., Hailu, A., & Anibo, Z. (2018). Problem-based learning and conceptual understanding of college female students in physics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 145–154.
<https://doi.org/10.12973/ejmste/78035>
- Sholihah, T. M., & Lastariwati, B. (2020). Problem based learning to increase competence of critical thinking and problem solving. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 14(1), 148–154.
<https://doi.org/10.11591/edulearn.v14i1.13772>
- Simanjuntak, M. P., Marpaung, N., Sinaga, L., & Siregar, N. (2021). The Effect of Problem Based Learning Based on Multiple Representations to the Students' Science Conceptual Understanding. *Journal of Physics: Conference Series*, 1819(1), 0–8.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1819/1/012029>
- Suarez, S. M. E. (2017). *academic performance of course " Physics I ."* July.
- Suciatmoko, P. M., Suparmi, A., & Sukarmin, S. (2018). An analysis of students' conceptual understanding: How do students understand some electricity concepts? *AIP Conference Proceedings*, 2014(September).

- <https://doi.org/10.1063/1.5054558>
- Suhendar, U., & Ekayanti, A. (2018). Problem Based Learning Sebagai Upaya Peningkatan Pemahaman Konsep Mahasiswa. *Jurnal Dimensi Pendidikan Dan Pembelajaran*, 6(1), 15–19. <https://doi.org/10.24269/dpp.v6i1.815>
- Sulaiman, F. (2010). Students' perceptions of implementing problem-based learning in a physics course. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 7(2), 355–362. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.10.048>
- Sutopo, Hidayah, N., Wisodo, H., & Haryoto, D. (2020). Improving students' understanding of kinematics concepts through multi-representational learning. *AIP Conference Proceedings*, 2215(April). <https://doi.org/10.1063/5.0004063>
- Syahrudin, N., Daud, N., Mustamam, M., Karim, A., Wan, S., Wan, N., & Rahman, N. A. (2015). Misconception and difficulties in introductory physics among high school and university students: an overview in mechanics. *EDUCATUM Journal of Science, Mathematics and Technology*, 2(1), 0–0.
- Taqwa, M. R. A., Rivaldo, L., & Faizah, R. (2019). Problem Based Learning Implementation to Increase The Students' Conceptual Understanding of Elasticity. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 9(2), 107–116. <https://doi.org/10.30998/formatif.v9i2.3339>
- Taqwa, M. R. A., & Rivaldo, L. (2018). Kinematics Conceptual Understanding: Interpretation of Position Equations as A Function of Time. *Jurnal Pendidikan Sains*, 6(4), 120–127. <http://journal.um.ac.id/index.php/jps/>
- Taqwa, M. R.A., Zainuddin, A., & Riantoni, C. (2020). Multi representation approach to increase the students' conceptual understanding of work and energy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/3/032090>
- Taqwa, Muhammad Reyza Arief. (2017). Profil Pemahaman Konsep Mahasiswa dalam Menentukan Arah Resultan Gaya. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains, May*, 79–87.
- Taqwa, Muhammad Reyza Arief, & Pilendia, D. (2018). Kekeliruan Memahami Konsep Gaya , Apakah Pasti Miskonsepsi ? *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Integrasinya, September*.
- Tural, G. (2015). Cross-grade comparison of students' conceptual understanding with lenses in geometric optics. *Science Education International*, 26(3), 325–343. http://eric.ed.gov/?q=title:%22Flipped+*%22+OR+%22Inverted+*%22&ft=on&ff1=dtySince_2015&ff2=eduHigher+Education&id=EJ1074872
- Uliyandari, M., Emilia Candrawati, Anna Ayu Herawati, & Nurlia Latipah. (2021). Problem-Based Learning To Improve Concept Understanding and Critical Thinking Ability of Science Education Undergraduate Students. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, 2(1), 65–72. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v2i1.56>
- Uluçınar, U. (2021). Findings of qualitative studies on Understanding by Design: A meta-synthesis. *Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 11(2), 167–194. <https://doi.org/10.31704/ijocis.2021.009>
- Wartono, W., Batlolona, J. R., & Putirulan, A. (2018). Cognitive Conflict Strategy and Simulation Practicum to Overcome Student Misconception on Light Topics. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 12(4), 747. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v12i4.10>

- Wiggins, G., & McTighe, J. (2005). Understanding by design (expanded 2nd ed.). In *Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development*.
- Wuttiprom, S. (2018). A comparison of students' understanding of concepts in fluid mechanics through peer instruction and the T5 learning model. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 26(5), 20–35.
- Yuberti, Latifah, S., Anugrah, A., Saregar, A., Misbah, & Jermisittiparsert, K. (2019). Approaching problem-solving skills of momentum and impulse phenomena using context and problem-based learning. *European Journal of Educational Research*, 8(4), 1217–1227. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.8.4.1217>
- Yulianti, D. (2016). Preface: International Conference on Recent Trends in Physics (ICRTP 2016). *Journal of Physics: Conference Series*, 755(1), 4–9. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/755/1/011001>
- Zahopoulos, C. (2016). Newton's third law of motion: Elusive even among graduate engineering students. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings, 2016-June*.
- Zahro, R., Jumadi, Wilujeng, I., & Kuswanto, H. (2019). The Effect of Web-Assisted Problem Based Learning Model on Physics Conceptual Understanding of 10th Grade Students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1233(1), 0–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1233/1/012058>