

MODEL E-PROJECT INQUIRY TERBIMBING (E-PINTER)

Penyusun

Aditya Yoga Purnama

Pembimbing

Prof. Dr. Ariswan, M.Si

Prof. Dr. Drs. Edi Istiyono, M.Si

Universitas Negeri Yogyakarta

2024

**MODEL E-PROJECT INQUIRY TERBIMBING
(E-PINTER)**

Penyusun

Aditya Yoga Purnama

Prof. Dr. Ariswan, M.Si

Prof. Dr. Drs. Edi Istiyono, M.Si

Universitas Negeri Yogyakarta

2024

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran ALLAH SWT atas berkat rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyusun Buku Model E-PINTER. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Negeri Yogyakarta dan Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa yang telah memberikan dukungan fasilitas.

Pembelajaran E-PINTER merupakan suatu terobosan model pembelajaran yang dikembangkan untuk mengoptimalkan pembelajaran fisika di jenjang SMA. Model ini menstimulus peserta didik untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah dan kemandirian belajar melalui serangkaian proses pembelajaran.

Buku ini membahas tentang latar belakang pengembangan model, teori yang mendasari model, dan deskripsi model. Selain itu, pada bab terakhir, terdapat contoh implementasi model pada pembelajaran fisika dengan materi kinematika. Buku ini diharapkan mampu menjadi panduan bagi guru yang hendak mengimplementasikan E-PINTER.

Akhir kata, penulis menyadari banyak keterbatasan pada buku ini. Oleh sebab itu, penulis sangat terbuka menerima semua masukan dari pembaca.

Yogyakarta, Februari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar

Daftar Isi

Daftar Gambar

Daftar Tabel

Bab 1. Pendahuluan

Bab 2. Teori Pendukung Model

- A. Model Pembelajaran
- B. Konstruktivisme Vygotsky
- C. Konstruktivisme Piaget
- D. Hakikat Pembelajaran Fisika

Bab 3. Keterampilan Pemecahan Masalah

Bab 4. Kemandirian Belajar

Bab 5. Deskripsi Model E-PINTER

- A. Tujuan Model
- B. Dukungan Teoritis
- C. Komponen Model
 - 1. Sintaks Model
 - 2. Sistem Sosial
 - 3. Prinsip Reaksi
 - 4. Sistem Pendukung
 - 5. Dampak Model
- D. Lingkungan Belajar yang mendukung tercapainya tujuan

Bab 6. Contoh

Rencana Implementasi Model

Daftar Pustaka

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

BAB 1. PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika dapat dirancang dengan pendekatan yang kontekstual dan relevan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik. Fisika sangat relevan dalam berbagai bidang, salah satunya pada bidang teknologi. Fisika menjadi landasan bagi pengembangan dan inovasi berbagai perangkat dan sistem, telekomunikasi, transportasi, energi terbarukan, hingga teknologi medis (Perwey et al., 2019). Akan tetapi, seringkali relevansi fisika dengan perkembangan teknologi tidak dijelaskan secara memadai. Masalah tersebut juga disampaikan oleh Baran et al. (2018) dan Wulandari (2021) yang menyampaikan bahwa kurangnya relevansi pembelajaran fisika dengan perkembangan teknologi. Dalam pembelajaran fisika, perlu ditekankan bagaimana konsep-konsep fisika dapat diaplikasikan dalam perkembangan teknologi yang ada di sekitar peserta didik. Seperti contoh, konsep konversi energi matahari yang banyak digunakan untuk menghasilkan listrik menggunakan panel surya (Mekhilef et al., 2020). Dengan menjelaskan relevansi fisika dengan perkembangan teknologi, peserta didik akan lebih mudah melihat dan menghargai nilai penting pembelajaran fisika dalam kehidupan sehari-hari. Hal tersebut juga disampaikan pada penelitian Bungum et al. (2015) yang menyatakan bahwa pembelajaran fisika harus ditekankan pada relevansinya dengan perkembangan teknologi modern.

Pembelajaran fisika memberikan penekanan pada pengajaran berbasis proses dan produk sains sehingga dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah peserta didik (Daniel, 2016). Keterampilan pemecahan masalah merupakan kemampuan yang memungkinkan peserta didik untuk meningkatkan kemandirian dalam berpikir sehingga dapat menemukan solusi dari masalah yang ada (Ansori & Herdiman, 2019). Keterampilan pemecahan masalah merupakan aspek penting yang harus dimiliki peserta didik untuk mempelajari fisika secara holistik (Kozhevnikov et al., 2007). Pernyataan tersebut senada dengan Adams & Wieman, (2015) yang menyatakan bahwa keterampilan pemecahan masalah merupakan aspek penting bagi peserta didik yang belajar fisika. Keterampilan pemecahan masalah dibutuhkan oleh peserta didik untuk menghadapi tantangan dunia kerja mendatang (Cahyani et al., 2020). Hal tersebut menunjukkan bahwa keterampilan pemecahan masalah adalah kemampuan yang penting dalam konteks pendidikan dan dunia kerja.

Keterampilan pemecahan masalah membutuhkan aspek pendukung, salah satunya kemandirian peserta didik dalam belajar. Ansori & Herdiman, (2019) menyebutkan bahwa keterampilan pemecahan masalah fisika yang baik membutuhkan kemandirian belajar yang kuat. Widiartini, Ketut & Sudhirta, (2019) menjelaskan bahwa kemandirian belajar merupakan

kemampuan mengatur diri sendiri, dalam arti kemampuan peserta didik dalam memahami dan menguasai proses belajarnya, sehingga dapat bertanggung jawab atas proses belajarnya sendiri. Peserta didik dapat mengidentifikasi kebutuhan belajar mereka sendiri, menetapkan tujuan pembelajaran, dan mencari sumber daya yang diperlukan untuk memperdalam pemahaman mereka tentang konsep fisika (Umkabu & Lestari, 2023). Kemandirian belajar juga memungkinkan peserta didik untuk melibatkan diri dalam eksperimen, penelitian, dan praktikum fisika secara mandiri, yang merupakan langkah penting dalam mengembangkan keterampilan pemecahan masalah fisika (Puspitasari et al., 2018). Kemandirian belajar memungkinkan peserta didik untuk menjadi pembelajar yang aktif dan terlibat secara mendalam dalam proses pembelajaran (Sze Yean, 2019). Meskipun demikian, kemandirian belajar peserta didik masih menjadi tantangan bagi guru di Indonesia.

Pemecahan masalah dan kemandirian belajar merupakan dua hal yang sangat penting bagi peserta didik. Keterampilan pemecahan masalah dan kemandirian belajar menjadi landasan penting bagi keberhasilan individu di masa depan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan kemandirian belajar siswa adalah dengan menerapkan model pembelajaran konstruktivis. Pembelajaran konstruktivisme merupakan sebuah konsep pembelajaran yang didasarkan oleh sebuah pemahaman terhadap proses pembelajaran yang dilalui peserta didik (Ayaz & Şekerci, 2015). Pernyataan tersebut didukung oleh Mayasari et al., (2016) yang menyebutkan bahwa pembelajaran konstruktivisme menjadi salah satu alternatif bagi guru dalam melatih kemampuan peserta didik di abad 21. Mystakidis et al., (2022) menyampaikan bahwa guru memiliki peran yang penting dalam kegiatan pembelajaran yaitu menciptakan suasana belajar agar tidak membosankan serta menarik minat peserta didik

Model pembelajaran konstruktivis saat ini telah mengalami perkembangan dan penyesuaian dengan kebutuhan zaman. Dalam era digital dan teknologi informasi yang semakin maju, model pembelajaran konstruktivis juga telah mengadopsi pendekatan yang lebih interaktif dan menggunakan teknologi sebagai alat bantu pembelajaran (Belawati, 2020). Contoh model pembelajaran konstruktivis yang populer saat ini adalah model pembelajaran berbasis proyek. Dalam model ini, peserta didik diberikan proyek atau tugas yang membutuhkan pemecahan masalah, penelitian, dan pemikiran kritis (Insyasiska et al., 2015). Mereka bekerja secara mandiri atau dalam kelompok untuk menyelesaikan proyek tersebut. Guru memberikan bimbingan dan umpan balik selama proses, sehingga siswa dapat membangun pengetahuan mereka sendiri dan mengembangkan keterampilan pemecahan masalah. Selain model tersebut, model pembelajaran konstruktivis lainnya yaitu inkuiri

terbimbing. Pada model ini, guru memberikan pertanyaan atau masalah kepada peserta didik sebagai titik awal eksplorasi. Peserta didik diberi kebebasan untuk menggali pengetahuan yang sudah dimiliki, mengajukan pertanyaan, dan mengumpulkan informasi (Amiasih et al., 2017). Selanjutnya, peserta didik diminta untuk menganalisis data yang dikumpulkan dan menarik kesimpulan berdasarkan temuan mereka. Dalam tahap ini, peserta didik mengkonstruksi pemahaman mereka sendiri tentang konsep-konsep fisika melalui proses pemikiran logis dan refleksi. Secara keseluruhan, model pembelajaran konstruktivis saat ini mengedepankan peran aktif siswa dalam pembelajaran, penggunaan teknologi sebagai alat bantu, dan penerapan konsep dalam situasi nyata. Dengan pendekatan yang interaktif dan kolaboratif, model ini mendorong kemandirian belajar dan pengembangan keterampilan pemecahan masalah yang relevan dengan dunia nyata. Melalui kombinasi teknologi dan pendekatan inovatif, model pembelajaran konstruktivis terus berkembang untuk memenuhi kebutuhan dan tantangan pembelajaran di zaman yang terus berubah.

Perkembangan teknologi informasi yang semakin pesat seperti saat ini membuat kebutuhan akan suatu konsep dan metode belajar mengajar berbasis teknologi tidak bisa dipungkiri. Proses pembelajaran menggunakan teknologi (*e-learning*) membawa transformasi dalam dunia pendidikan. E-learning merupakan sebuah proses pembelajaran berbantuan jaringan internet (Pusvyta Sari, 2015). Pemanfaatan e-learning dalam pembelajaran merupakan langkah awal untuk meninggalkan kegiatan pembelajaran yang berpusat pada guru beralih ke pembelajaran yang berpusat pada peserta didik. E-learning memberikan kesempatan bagi guru dan peserta didik untuk belajar baik di dalam kelas maupun di luar kelas (Ramadhani et al., 2019). Guru di abad 21 memiliki tugas berat dalam mempersiapkan peserta didik agar menjadi pembelajar aktif dalam masyarakat global serta memiliki kemampuan menggunakan teknologi dan informasi (Bernhardt, 2015). Penggunaan teknologi e-learning dalam kegiatan pembelajaran harus berfokus pada tujuan pendidikan bukan sekedar sebagai alat penunjang proses pembelajaran. Shatri (2020) juga mengungkapkan bahwa keberhasilan penggunaan e-learning harus memenuhi aspek kemandirian, kerja kelompok, keterampilan dasar hingga keterampilan tingkat tinggi lainnya. Ayu & Amelia, (2020) juga menyatakan bahwa karakteristik dalam e-learning yaitu memiliki unsur interaktif, inovatif, komunikatif, fleksibel serta kemandirian. Penjelasan tersebut menunjukkan adanya urgensi penggunaan e-learning dalam pendidikan.

E-learning sangat cocok untuk mendukung implementasi model *Project-Based Learning* (PjBL). Sejalan dengan pernyataan tersebut, Rochim et al. (2021) menyampaikan bahwa menggabungkan model PjBL dan e-learning sangat cocok dalam rangka

mengoptimalkan pembelajaran karena E-learning memungkinkan pemantauan yang lebih mudah terhadap kemajuan proyek peserta didik dan guru dapat memberikan umpan balik yang cepat dalam membimbing peserta didik dalam proyek seiring waktu. Kurniawati (2022) menjelaskan bahwa proyek yang dikerjakan dapat meningkatkan minat peserta didik karena peserta didik dapat dengan mudah menyusun portofolio digital yang mencerminkan pencapaian, keterampilan dan proyek yang telah dikerjakan. Menurut Salehi et al. (2014), E-learning memungkinkan akses ke berbagai sumber daya online sehingga memperkaya pengalaman siswa dalam mengembangkan pemahaman dan keterampilan yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek.

Pembelajaran Fisika dengan model PjBL dapat memberikan ruang bebas bagi peserta didik untuk membangun pengetahuan dan mengembangkan keterampilannya (Anggreni & dkk, 2019). Pembelajaran berbasis proyek dilakukan secara bertahap yang diawali dengan pertanyaan pemantik yang bersumber dari permasalahan kontekstual (Loyens et al., 2023). Model pembelajaran berbasis proyek terdiri dari empat prinsip menurut Pan et al., (2020) yaitu 1) pembelajaran berbasis proyek mengatasi masalah dan isu nyata dunia; 2) pembelajaran antar disiplin ilmu; 3) pendampingan aktif; 4) memiliki hubungan antara proyek dengan kebutuhan industri. Keefektifan pembelajaran berbasis proyek juga disampaikan oleh Gunawan et al., (2017) yang menyatakan bahwa dalam pembelajaran berbasis proyek cocok diterapkan dalam mata pelajaran fisika. Keunggulan model *Project Based Learning* yaitu peserta didik dapat menghasilkan karya autentik melalui metode ilmiah sehingga kemampuan softskill peserta didik dapat terasah dengan baik. Penggunaan model ini merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah pemenuhan kebutuhan yang dihadapi peserta didik pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA). Project Based Learning mempunyai pengaruh yang berarti terhadap hasil belajar fisika peserta didik pada ranah kognitif, afektif dan psikomotor (Yance et al., 2013). Faktor kontekstual dalam model pembelajaran berbasis proyek ini telah menunjukkan bahwa peserta didik dapat belajar lebih baik daripada pembelajaran model konvensional (Bradley-Levine & Mosier, 2014). Hal tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek menempatkan peserta didik dalam lingkungan pemecahan masalah yang realistis dan kontekstual.

Di sisi lain, model inkuiri menekankan pada eksplorasi, penelitian, dan pembangunan pengetahuan melalui proses tanya-jawab yang dipandu. Inkuiri merupakan proses memperoleh informasi dari hasil pengamatan atau percobaan untuk memecahkan masalah dan menemukan jawaban (Gunawan et al., 2019). Siswa diberikan kesempatan untuk mengajukan pertanyaan, mengembangkan hipotesis, dan melakukan eksperimen atau penelitian untuk mendapatkan

pemahaman yang mendalam tentang topik yang sedang dipelajari. Model inkuiri mendorong siswa untuk menjadi peneliti aktif yang bertanggung jawab atas pemahaman dan penemuan mereka sendiri. Model inkuiri terbagi dalam beberapa jenis yaitu inkuiri terbimbing, inkuiri bebas, dan inkuiri bebas yang dimodifikasi. Pada penelitian ini memilih model inkuiri terbimbing berdasarkan penelitian terdahulu serta melihat karakteristik peserta didik yang masih sulit untuk melakukan investigasi independen sehingga membutuhkan bimbingan guru. Model pembelajaran inkuiri terbimbing ini memiliki kelebihan salah satunya memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar sesuai dengan gaya kognitifnya. Penelitian yang dilakukan oleh (Laksana, 2017) menunjukkan bahwa inkuiri terbimbing membantu peserta didik dalam kemandirian belajar, kreatif, dan kemampuan pemecahan masalah. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa terdapat hasil positif pada keterampilan pemecahan masalah dan kemandirian peserta didik menggunakan model inkuiri terbimbing.

Kedua model ini, PjBL dan inkuiri terbimbing menekankan pada pembelajaran berbasis pengalaman, aktif, dan kolaboratif. Meskipun ada perbedaan dalam pendekatan dan fokusnya, mereka saling melengkapi dan dapat saling memperkaya dalam mencapai tujuan pembelajaran yang komprehensif. Model project memberi penekanan pada pengembangan proyek berbasis nyata yang melibatkan siswa dalam pemecahan masalah praktis dan kontekstual. Siswa bekerja secara kolaboratif dalam tim, melakukan penelitian, mengumpulkan data, dan merancang solusi untuk proyek yang relevan dengan topik atau tantangan tertentu. Dalam proses ini, mereka mengasah keterampilan kritis, kreativitas, dan komunikasi, sambil memperoleh pemahaman yang mendalam tentang konsep yang dipelajari.

Keterkaitan antara model project dan inkuiri terbimbing dapat dilihat dalam implementasinya. Dalam proyek berbasis inkuiri, peserta didik menerapkan pendekatan inkuiri untuk menyelidiki dan memahami aspek-aspek tertentu dalam proyek mereka. Mereka menggunakan keterampilan inkuiri untuk merancang percobaan, mengumpulkan data, dan membuat kesimpulan yang didasarkan pada penelitian dan analisis mereka. Sebaliknya, dalam model inkuiri terbimbing, peserta didik dapat memanfaatkan proyek sebagai konteks nyata untuk mengembangkan pertanyaan dan penelitian mereka, serta menerapkan keterampilan proyek dalam merancang dan melaksanakan eksperimen atau solusi proyek mereka.

Dengan menggabungkan E-learning dengan kedua model ini (E-PINTER), peserta didik dapat mengalami pembelajaran yang holistik dan terintegrasi. Mereka tidak hanya memperoleh pemahaman teoritis yang kuat, tetapi juga menerapkan pengetahuan tersebut dalam konteks praktis dan relevan. Peserta didik belajar untuk berpikir kritis, bekerja dalam tim, mengelola proyek, melakukan eksperimen, dan berkomunikasi secara efektif, sambil

mengembangkan kemandirian dan rasa tanggung jawab terhadap pembelajaran mereka. Penggunaan kombinasi e-learning, model project based learning dan inkuiri terbimbing memberikan pengalaman pembelajaran yang menyenangkan, bermakna, dan mendalam bagi peserta didik. Guru memiliki peran penting dalam mendesain pengalaman pembelajaran yang sesuai dengan tujuan dan kebutuhan peserta didik, serta memberikan dukungan dan bimbingan yang tepat dalam proses pembelajaran ini.

Model E-PINTER diharapkan dapat menjadi terobosan bagi pembelajaran fisika di SMA. Model E-PINTER akan mengarahkan peserta didik secara kolaboratif mengembangkan keterampilan pemecahan masalah dan kemandirian belajar yang difasilitasi dengan E-learning. Melalui model E-PINTER diharapkan keterampilan pemecahan masalah dan kemandirian peserta didik dapat meningkat.

BAB 2. TEORI PENDUKUNG MODEL

Seperti yang telah disampaikan pada Bab pendahuluan, model E-PINTER disusun untuk membangun suasana belajar yang konstruktif sehingga menstimulus keterampilan pemecahan masalah dan kemandirian belajar peserta didik SMA. Model ini disusun dengan mengacu pada teori pembelajaran yang sudah ada sebelumnya, diantaranya model pembelajaran dan pandangan konstruktivisme, yang mencakup teori kognitif Piaget dan sosiokultural Vygotsky.

A. Model Pembelajaran

Model pembelajaran adalah suatu pola atau rencana yang dapat digunakan dengan tujuan untuk menyiapkan pengajaran yang sesuai dan sebagai pedoman guru dalam melaksanakan pembelajaran di kelas (Joyce & Weil, 2003). Model pembelajaran merupakan desain instruksional yang menggambarkan proses dan situasi lingkungan tertentu yang menyebabkan peserta didik untuk berinteraksi sehingga terjadi perubahan-perubahan pada perilaku. Berbagai model pembelajaran tidak hanya dimaksudkan untuk mencapai tujuan kurikulum tetapi juga dirancang untuk membantu peserta didik meningkatkan kemampuannya sebagai pembelajar. Ketika peserta didik menguasai informasi dan keterampilan, hasil dari setiap pengalaman belajar tidak hanya konten yang dipelajari, akan tetapi peningkatan kemampuan peserta didik untuk masa depan dan membuat cara belajar untuk diri mereka sendiri.

Dalam pengembangan model memuat lima unsur utama yang harus ada diantaranya sintaks, prinsip reaksi, sistem sosial, sistem pendukung dan dampak instruksional serta dampak pengiring (Joyce & Weil, 2003).

1. Sintaks

Merupakan urutan langkah-langkah yang harus dilalui dalam kegiatan pembelajaran di kelas. Model yang berbeda akan memiliki fase atau tahap yang berbeda-beda.

2. Sistem sosial

Hubungan antara guru dan peserta didik serta peran yang dilakukan oleh masing-masing dalam kegiatan yang berlangsung

3. Prinsip reaksi

Sifat reaksi yang diharapkan dari guru untuk setiap aktivitas peserta didik. Prinsip reaksi merupakan petunjuk bagi guru tentang bagaimana diharapkan bereaksi terhadap setiap

aktivitas peserta didik, sesuai dengan karakteristik model yang dipilih. Dengan kata lain cara pendidik memberikan tanggapan terhadap peserta didik.

4. Sistem pendukung

Sistem pendukung merupakan persyaratan tambahan selain keterampilan guru atau kapasitas guru. Fasilitas yang biasanya tersedia di dalam kelas. Sistem pendukung ini akan membantu guru memastikan bahwa guru dapat menerapkan model tersebut dengan berhasil.

5. Dampak instruksional dan dampak pengiring

Dampak instruksional merupakan efek langsung akibat pengajaran yang diberikan seperti yang dirancang atau dibayangkan oleh guru. Sedangkan efek pengiring merupakan efek tidak langsung yang mungkin terjadi sebagai efek sampingan dari model yang digunakan.

B. Teori Belajar Konstruktivisme Vygotsky

Lev Vygotsky, mengembangkan teori konstruktivisme yang membahas teori perkembangan kognitif. Vygotsky (1987) menekankan pentingnya memberikan peserta didik kesempatan bereksplorasi aktif untuk mengembangkan keterampilan melalui interaksi sosial. Meskipun keduanya memiliki kesamaan pada teorinya, namun terdapat juga perbedaannya. Lev Vygotsky berfokus pada peran budaya dan interaksi sosial (Daniels, 2001). Vygotsky menyatakan bahwa ucapan adalah alat psikologis utama dalam proses perkembangan berpikir anak. Seiring bertumbuhnya usia ucapan anak menjadi lebih kompleks (Daniels, 2001). Vygotsky menjelaskan perkembangan kognitif sebagai interaksi antara sosial, bahasa dan budaya (Eggen & Kauchak, 2016). Pemikiran filosofis Vygotsky mengenai manusia kemudian menjadi pelopor lahirnya teori konstruktivisme sosial yang membangun kognitif anak melalui interaksi sosial. Vygotsky mengupas esensi dari serangkaian aktivitas bermakna di lingkungan sosial-kultural dalam mempengaruhi konstruksi kognitif anak. Pemikiran Vygotsky sering disebut sebagai perspektif sosiokultural. Ada dua prinsip dari teori konstruktivisme yaitu pertama, bahasa memiliki fungsi yang sangat penting dalam proses komunikasi sosial yang diawali dengan proses mengindra terhadap symbol atau tanda, kedua seorang pendidik merupakan mediator yang mempunyai peranan untuk membimbing mengkonstruksi pengetahuan peserta didik.

Vygotsky menyebutkan bahwa konstruktivisme memiliki tingkatan atau jenjang yang disebut dengan Scaffolding. Scaffolding artinya memberikan bantuan terhadap seorang individu selama melewati tahap awal pembelajaran pada akhirnya bantuan tersebut akan

dikurangi. Bantuan yang diberikan berupa contoh, arahan, peringatan, sehingga siswa tersebut dapat menyelesaikan permasalahan secara mandiri. Vygotsky menyebutkan terdapat tiga tingkat kemampuan yang dicapai oleh siswa dalam upaya menyelesaikan masalah yang dihadapinya, pertama keberhasilan yang dicapai secara mandiri, kedua keberhasilan yang dicapai siswa melalui bantuan, ketiga kegagalan siswa dalam meraih keberhasilan. Scaffolding merupakan usaha seorang guru dalam membimbing siswa untuk keberhasilan. Bimbingan guru terhadap siswa sangat diperlukan dengan tujuan mencapai keberhasilan. Menurut (Daniels, 2001), teori Vygotsky memiliki 6 (enam) asumsi utama diantaranya 1) perkembangan anak melalui percakapan informal dan formal dengan orang dewasa; 2) beberapa tahun pertama kehidupan sangat penting untuk perkembangan anak, karena disinilah pemikiran dan bahasa menjadi semakin mandiri; 3) aktivitas mental yang kompleks dimulai sebagai aktivitas sosial dasar; 4) anak dapat melakukan tugas yang lebih sulit dengan bantuan individu yang mahir; 5) tugas yang menantang mendorong pertumbuhan perkembangan kognitif; 6) bermain itu penting dan memungkinkan anak mengembangkan diri secara kognitif. Secara garis besar, teori konstruktivisme Vygotsky memiliki pandangan bahwa pengetahuan dibangun dengan cara kolaborasi antara individu kemudian menyesuaikan sesuai keadaanya. Jadi, konstruktivis Vygotsky lebih menekankan pada cara bertukar pikiran antara individu yang satu dengan yang lain.

C. Teori Belajar Konstruktivisme Piaget

Konsep dari teori Piaget membantu menjelaskan mengapa orang menginginkan ketertiban dan kepastian dalam hidup dan bagaimaa mereka menyesuaikan pemikiran dalam menanggapi pengalaman baru (Eggen & Kauchak, 2016). Menurut Piaget, pengalaman orang diatur ke dalam skema yang membantu mereka memahami pengalaman dan mencapai keseimbangan (Eggen & Kauchak, 2016). Menurut Piaget dalam Fogarty (1999), anak-anak didorong untuk menemukan diri mereka sendiri melalui interaksi spontan dengan lingkungan, daripada menyajikan pengetahuan yang sudah jadi. Teori Piaget menegaskan bahwa setiap anak melewati semua tahap perkembangan yang sama, namun mereka melakukannya dengan kecepatan yang berbeda (Eggen & Kauchak, 2016). Oleh karena itu, guru atau pendidik diharapkan melakukan upaya khusus untuk mengatur kegiatan kelas untuk individu maupun kelompok anak daripada untuk seluruh kelompok kelas. Hal ini menunjukkan bahwa ketika merancang desain pembelajaran, seorang guru atau yang merancang desain instruksional terlebih dahulu melakukan analisis terhadap peserta didik. Bagian terpenting dari proses analisis yaitu sejauh mana peserta didik mengetahui tentang topik yang akan dipelajari. Setelah

informasi diperoleh tentang tingkat pengetahuan peserta didik dari hasil analisis, maka mulai merancang konten pada tingkat pengetahuan pembelajar. Jika analisis peserta didik tidak dilakukan, desain pembelajaran beresiko gagal. Menurut Piaget, peran utama guru adalah memfasilitasi pembelajaran dengan memberikan berbagai pengalaman bagi peserta didik. Strategi instruksional pembelajaran penemuan memiliki kesempatan bagi peserta didik untuk melakukan eksplorasi dan bereksperimen sambil mendorong pemahaman baru (Berk, 2012). Menurut Fogarty (1999) dalam pembelajaran sebaiknya difasilitasi contoh-contoh yang sudah dikenal untuk menjelaskan ide-ide kompleks, selain itu memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengklasifikasikan dan mengelompokkan informasi, menghubungkan informasi baru dengan pengetahuan yang dipelajari sebelumnya serta penyajian masalah yang membutuhkan pemikiran analitis logis. Guru diharapkan dapat merancang pembelajaran yang memberdayakan peserta didik untuk membuat makna secara sadar (Fogarty, 1999). Keberhasilan menggabungkan teori Piaget dan Vygotsky ke dalam kelas dapat berdampak positif terhadap prestasi peserta didik.

D. Hakikat Pembelajaran Fisika

Sains mencakup semua bidang pengetahuan (teologi, filsafat, fisika, biologi, kimia dan lain sebagainya). Fisika merupakan ilmu yang mempelajari makna fisis fenomena alam melalui pengamatan dan pengukuran kuantitatif eksperimen (Nicolaidis, 2020). Oleh karena itu, tujuan utama fisika adalah untuk mengidentifikasi hukum-hukum fundamental yang mengatur fenomena alam dan menggunakannya untuk memprediksi hasil eksperimen di masa depan (Tipler & Mosca, 2020). Hukum fundamental dinyatakan dalam bahasa matematika yang digunakan sebagai perantara antara teori dan eksperimen dalam fisika (Serway & Jewett, 2015). Objek dalam fisika merupakan benda nyata atau konkret yang sesuai dengan bentuk fisik dan sifatnya (Castellani, 1998). Seperti contoh, biologi mempelajari sel yang terbentuk dari molekul, kimia mempelajari molekul yang terbentuk dari atom dan fisika mempelajari atom. Dalam ilmu fisika, eksperimen memainkan peran yang begitu sentral dan penting (Brody, 1993). Selama berabad-abad, fisika memiliki hubungan aspek eksperimen dan teori. Keduanya berdekatan agar investigasi tidak kehilangan landasannya. Jika teori tidak mencukupi, eksperimen menjadi seperti praktik kerajinan semata, tanpa dasar eksperimental yang memadai, teori tidak memiliki penghubungnya (Brody, 1993). Fisika disajikan kepada peserta didik sebagai kumpulan fakta dan teori sebagai pondasi pengetahuan yang dapat digunakan sebagai alat pemecahan masalah. Fisika dan sains secara umum bukanlah produk akhir tetapi

proses penciptaan, bukan hanya mengenai darimana segala sesuatu berasal, tetapi proses memperoleh pengetahuan sedikit demi sedikit. Serta setiap langkah harus dilakukan sebelum sepenuhnya dikerjakan ulang. Fisika pada dasarnya adalah proses memperoleh pengetahuan fisik, analisis proses ini tentunya harus membentuk setidaknya titik awal setiap filsafat fisika.

Fisika merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari alam yang hakikatnya mengenai proses, produk dan sikap yang mendasari perkembangan teknologi (Pahrudin et al., 2021). Proses dalam fisika merupakan proses memahami alam semesta oleh manusia melalui prosedur yang tepat dan benar. Produk fisika merupakan membangun keilmuan berdasarkan atas fakta, konsep, prinsip, hukum dan teori. Sedangkan sikap merupakan sikap yang harus dimiliki oleh ilmuwan fisika untuk memperoleh kebenaran (Chiappetta & Koballa, 2010). Dalam mengkaji fenomena alam, fisika menggunakan langkah atau prosedur yang disebut sebagai metode ilmiah (Rogers, 2011). Metode ilmiah melibatkan penyusunan hipotesis, melakukan observasi dan eksperimen yang dilakukan berulang agar memperoleh kevalidan data, sehingga dapat mendeskripsikan fenomena alam melalui prinsip dan hukum fisika.

Keyakinan peserta didik mengenai apa dan bagaimana fisika itu dipelajari adalah penting. Keyakinan tersebut mempengaruhi motivasi, pendekatan pembelajaran dan pemecahan masalah serta pemilihan jurusan nantinya (Wieman & Perkins, 2005). Teknologi dapat memudahkan untuk memasukkan prinsip-prinsip pendidikan ke dalam pengajaran. Seperti contoh penggunaan survei online dan email merupakan salah satu cara yang sangat sederhana untuk meningkatkan komunikasi. Teknologi saat ini banyak digunakan diarah pendidikan, banyak temuan penelitian pendidikan yang telah membuktikan bahwa teknologi secara mudah dimasukkan ke dalam kurikulum (Wieman & Perkins, 2005). Langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi kompetensi teknologi yang relevan untuk dimasukkan ke dalam kurikulum. Kurikulum fisika mencakup konsep-konsep dasar dalam fisika, prinsip-prinsip, penerapan, dan eksperimen yang relevan. Fisika merupakan ilmu yang mempelajari alam secara sistematis untuk mendapatkan suatu fakta, konsep serta prinsip yang nantinya dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari (Harefa, 2019). Pembelajaran fisika dapat juga diartikan sebagai suatu ilmu yang dekat dengan kehidupan sehari-hari. Jadi fisika tidak selalu identik dengan rumus untuk menyelesaikan soal tetapi lebih dari itu. Pembelajaran fisika juga didefinisikan sebagai suatu proses untuk membimbing peserta didik dalam proses belajar yang mengimplementasikan prinsip fisika dalam kehidupan sehari-hari (Astuti & Bhakti, 2021). Proses pembelajaran ditandai dengan adanya interaksi edukatif yang terjadi. Proses pembelajaran dilakukan secara sistematis melalui tahapan rancangan, pelaksanaan, dan evaluasi. Oleh karena itu fisika merupakan kumpulan pengetahuan, pola pikir, serta salah satu

jalan untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari (Nurlaela et al., 2021). Dalam mempelajari sains, peserta didik harus terlibat dalam konstruksi aktif mereka sendiri. Oleh karena itu, pembelajaran sains terutama fisika hendaknya difasilitasi dengan mempelajari pemecahan masalah seperti praktik para ilmuwan (Nersessian, 1995). Temuan menunjukkan bahwa peserta didik bukanlah bejana kosong tempat guru menuangkan pengetahuan akan tetapi bagaimana pengetahuan sebelumnya mempengaruhi belajar pengetahuan baru (Nersessian, 1995). Dari beberapa pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa pembelajaran fisika merupakan salah satu cabang IPA yang dilakukan secara sistematis berdasarkan metode ilmiah untuk mendapatkan suatu proses, produk serta sikap sebagai proses yang dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan yang ada pada kehidupan sehari-hari

BAB 3. KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH

Pemecahan masalah dapat diartikan sebagai suatu cara atau metode yang dimiliki oleh peserta didik untuk mencapai tujuan tertentu (Seyhan, 2015). (Syafii & Yasin, 2013) mengartikan pemecahan masalah sebagai suatu keterampilan dasar yang dibutuhkan oleh peserta didik dalam melakukan praktek, sehingga dapat menemukan alternatif permasalahan tersebut dan membuktikan kebenaran dari informasi yang didapatkan. Pemecahan masalah juga dapat diartikan sebagai kemampuan peserta didik untuk mengorganisasikan segala informasi yang diperolehnya untuk membuat sebuah solusi dari permasalahan pembelajaran. Pemecahan masalah mencakup identifikasi masalah, menentukan masalah, melaksanakan strategi atau solusi yang dipilih, serta melakukan evaluasi terhadap solusi tersebut (Santhalia & Yuliati, 2021). Taufik, (2014) mendefinisikan kemampuan pemecahan masalah yaitu kemampuan seorang peserta didik untuk menggunakan pengetahuan, keterampilan, dan pemahaman mereka untuk menemukan suatu solusi dari permasalahan.

Kemampuan pemecahan masalah harus dimiliki oleh peserta didik sebagai bagian dari keahlian abad 21 dalam bermasyarakat. Kemampuan peserta didik untuk memecahkan suatu permasalahan dapat berubah-ubah sesuai dengan konteks dan jenis permasalahan yang dihadapi, karena dalam proses pemecahan masalah dibutuhkan suatu strategi kognitif yang disesuaikan dengan konteks dan jenis permasalahan tersebut (Alberida et al., 2018). Strategi kognitif yang dimaksud adalah menggunakan informasi yang sesuai, konsep, aturan, serta prinsip masing-masing peserta didik (Jonassen, 1997). Selain strategi kognitif, dalam memecahkan sebuah permasalahan, peserta didik memerlukan adanya literasi teknologi/ICT Literacy. Literasi teknologi dapat dilihat dari adanya kemampuan penggunaan alat-alat digital, penggunaan alat komunikasi dan jaringan internet untuk mencari, mengumpulkan, serta mengevaluasi informasi yang telah didapatkan (OECD, 2013). Gabungan dari strategi kognitif dengan literasi teknologi akan menghasilkan sebuah gagasan atau ide.

Pemecahan masalah yang lebih kompleks oleh peserta didik harus melibatkan solusi berdasarkan sudut pandang yang berbeda-beda. Menurut Zubaidah (2016) pemecahan masalah memerlukan kerjasama tim antara guru dan peserta didik agar dapat melibatkan teknologi, menangani berbagai informasi yang sangat besar jumlahnya, mendefinisikan dan

memahami elemen yang terdapat pada pokok permasalahan, mengidentifikasi sumber informasi, serta memilih strategi yang diperlukan dalam mengatasi masalah.

Pemecahan masalah merupakan kemampuan untuk mengorganisasi segala macam informasi yang diterima oleh peserta didik untuk mencari atau menciptakan suatu solusi tertentu sesuai tujuan pembelajaran. Penilaian kemampuan pemecahan masalah peserta didik memiliki aspek sebagai berikut: (a) mengidentifikasi masalah, (b) menentukan alternatif beberapa solusi untuk permasalahan, (c) mengaplikasikan solusi yang tepat untuk memecahkan masalah, dan (d) mengevaluasi solusi yang telah dilaksanakan apakah sudah baik atau masih terdapat kekurangan.

Penggunaan Keterampilan pemecahan masalah dalam pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik (Harahap & Nasution, 2021). Hasil belajar peserta didik dapat diperoleh menggunakan instrument penilaian yang telah dikembangkan. Instrumen penilaian pada pengembangan model ini adalah keterampilan pemecahan masalah yang mengikuti indikator-indikator keterampilan pemecahan masalah. Indikator pemecahan masalah menurut Jayadi et al., (2020) yaitu memvisualisasikan permasalahan, mendeskripsikan permasalahan, merencanakan solusi, melaksanakan rencana, mengevaluasi solusi. Secara detail indikator keterampilan pemecahan masalah ditunjukkan pada Tabel di bawah.

Tabel Aspek Keterampilan Pemecahan Masalah

Sujarwanto, Hidayat, & Wartono (2014)	Dewey dalam Susiana (2010)	Voss, J. F., Greene, T. R., Post, T. A., & Penner, B. C. (1983)	Polya dalam Maisyaroh Agsyah et al., (2019)	Sintesa
1. Mengenali masalah (understanding the problems), dan	1.mengidentifikasi dan merumuskan permasalahan,	1. Mengidentifikasi cakupan masalah secara objektif	1. Memahami masalah	1. Memahami masalah
2. Merencanakan strategi (devising a plan),	2. Mengemukakan hipotesis,	2. Mengumpulkan informasi untuk mencari solusi terbaik dari masalah yang ada dengan banyak pertimbangan	2. Membuat rencana	2. Mengumpulkan informasi, serta merencanakan strategi untuk menyelesaikan masalah
3. Menerapkan strategi (carrying out the plan),	3. Mengumpulkan data	3. Menyusun langkah yang tepat untuk proses pemecahan masalah	4. Melaksanakan rencana	3. Melaksanakan rencana
4. Mengevaluasi solusi (looking back).	4. Menguji hipotesis	4. Menerapkan strategi yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah	5. Mengecek kembali	4. Mengevaluasi solusi
	5. Menarik kesimpulan	5. Mengevaluasi proses pemecahan yang masalah agar tujuan pemecahan masalah tercapai		

BAB 4. KEMANDIRIAN BELAJAR

Kemandirian belajar merupakan sikap belajar peserta didik yang dilakukan dengan sedikit atau tanpa bantuan dari pihak luar (Mulyaningsih, 2014). Peserta didik bertanggung jawab atas proses belajarnya dan memiliki kemampuan dalam mengambil keputusan yang diambilnya. Kemandirian peserta didik yang tinggi diharapkan mampu meningkatkan hasil belajar. Menurut Mulyono, (2021), kemandirian belajar adalah persepsi atau pandangan seseorang terhadap dirinya sendiri, yang terbentuk melalui pengalaman dan interaksi dengan lingkungannya serta dipengaruhi oleh orang-orang yang dianggap penting. Sedangkan Widiartini, Ketut & Sudharta, (2019) menjelaskan bahwa kemandirian belajar terkait dengan kemampuan mengatur diri sendiri, dalam arti kemampuan seseorang dalam memahami dan menguasai proses belajar. Dapat didefinisikan bahwa peserta didik mampu mengontrol dan menentukan kegiatan belajarnya sendiri tanpa bergantung dan bebas dari pengaruh orang lain.

Adapun ciri-ciri peserta didik dengan tingkat kemandirian belajar yang tinggi antara lain: pengendalian diri yang baik, kepercayaan diri yang tinggi, komitmen terhadap tugas yang tinggi, mampu memecahkan masalah, penuh inisiatif, dan mampu mengambil keputusan (Mulyono, 2021). Peserta didik yang memiliki karakter dalam kemandirian belajar ditentukan oleh inisiatifnya sendiri. Peserta didik yang memiliki kemandirian belajar yang tinggi lebih menyukai model pembelajaran dengan dialog antara pendidik dan peserta didik melalui interaksi dengan berbagai sumber belajar di luar kelas. Secara detail indikator kemandirian belajar ditunjukkan pada Tabel di bawah.

Tabel Aspek Kemandirian Belajar

Ansori & Herdiman, (2019b)	Mulyaningsih, (2014)	Mistiani et al., (2022)	Liu et al. (2018)	Sintesa
1. Tidak bergantung pada orang lain;	1. Mencukupi kebutuhan sendiri;	1. Mengatur diri	1. Kemampuan manajemen diri	1. Merancang belajar sendiri
2. Kepercayaan diri;	2. Mampu mengerjakan tugas rutin;	2. Memiliki kesadaran akan diri sendiri dan situasi	2. Kemampuan pengendalian diri	2. Memiliki kepercayaan diri
3. Berperilaku disiplin;	3. Memiliki inisiatif;		3. Kemampuan keterlibatan diri	3. Memiliki inisiatif mengambil keputusan
4. Memiliki inisiatif sendiri;	4. Mampu mengatasi masalah;			
5. Memiliki rasa tanggung jawab;	5. Percaya diri;			
6. Kontrol diri.	6. Dapat mengambil keputusan dalam memilih			

BAB 5. DESKRIPSI MODEL E-PINTER

A. Tujuan Model

Model E-PINTER memiliki tujuan untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah dan kemandirian belajar peserta didik jenjang SMA dalam pembelajaran fisika.

B. Dukungan Teoritis

Model dikembangkan berdasarkan kajian teoritis seperti yang dijabarkan pada Tabel di bawah.

Tabel Dukungna Teoritis Model E-PINTER

Fase	Dukungan Teoritik
Memberikan pertanyaan esensial dari fenomena sekitar	ARCS model, yaitu Attention (perhatian), Relevance (relevansi), Confidence (kepercayaan diri) dan Satisfaction (kepuasan). Pembelajaran yang bermakna harus dilakukan dan berkaitan dengan fenomena atau kehidupan sehari-hari. Teori ARCS membuat peserta didik merasakan kepuasan dalam belajar (Li & Moore, 2018). Awal pembelajaran peserta didik diberikan pertanyaan mengenai fenomena sekitar sehingga ketertarikan dan perhatian peserta didik dapat dibangun. Relevansi materi fisika yang dipelajari dengan realitas dan kebutuhan peserta didik perlu dijelaskan.
Menyusun jadwal dan merancang proyek berkelompok	Vygotsky (1987) menekankan pentingnya memberikan peserta didik kesempatan bereksplorasi aktif untuk mengembangkan keterampilan melalui interaksi sosial. Vygotsky menyatakan bahwa ucapan adalah alat psikologis utama dalam proses perkembangan berpikir anak. Seiring bertambahnya usia ucapan anak menjadi lebih kompleks (Daniels, 2001). Vygotsky menjelaskan perkembangan kognitif sebagai interaksi antara sosial, bahasa dan budaya (Eggen & Kauchak, 2016). Pemikiran filosofis Vygotsky mengenai manusia kemudian menjadi pelopor lahirnya teori konstruktivisme sosial yang membangun kognitif anak melalui interaksi sosial.
Pembuatan proyek	Dewey (2008) menegaskan bahwa pembelajaran terjadi paling baik ketika peserta didik terlibat dalam pengalaman yang berarti. John Dewey mengatakan bahwa tujuan pendidikan tidak hanya bersifat individual, akan tetapi juga bersifat sosial (Kivinen & Ristelä, 2003). Dewey mengatakan, mendidik diharuskan melalui lingkungan karena

	lingkungan manusia bersifat sosial, cara terpenting menurutnya adalah partisipasi dalam praktik sosial. Dewey juga mengatakan bahwa pendidikan, teori dan praktik saling terkait. Begitu juga Vygotsky yang mengupas esensi dari serangkaian aktivitas bermakna di lingkungan sosial-kultural dalam mempengaruhi konstruksi kognitif anak.
Melakukan eksperimen menggunakan teknologi	Teori Piaget memiliki implikasi bahwa kegiatan di kelas perlu mendorong peserta didik untuk bereksplorasi dan bereksperimen. Menurut Piaget, pengalaman orang diatur ke dalam skema yang membantu mereka memahami pengalaman dan mencapai keseimbangan (Eggen & Kauchak, 2016). Menurut Piaget dalam Fogarty (1999), anak-anak didorong untuk menemukan diri mereka sendiri melalui interaksi spontan dengan lingkungan, daripada menyajikan pengetahuan yang sudah jadi.
Penyusunan laporan	Prinsip konstruktivisme, pembelajar menghubungkan informasi yang diperoleh dengan pengetahuan yang sudah dimilikinya secara bermakna (Arends, 2012)
Refleksi	Prinsip konstruktivisme salah satunya yaitu membuat pembelajar yang bisa berpikir strategic dan memikirkan tentang proses belajar yang dijalannya sendiri (Arends, 2012)

C. Komponen Model

Model pembelajaran memiliki komponen diantaranya sintaks, sistem sosial, prinsip reaksi, sistem pendukung dan dampak pembelajaran.

1. Sintaks Model

Model E-PINTER terdiri dari 6 langkah yaitu Memberikan pertanyaan esensial dari fenomena sekitar, Menyusun jadwal dan merancang proyek berkelompok, Pembuatan proyek, Melakukan eksperimen menggunakan teknologi, Penyusunan laporan, Refleksi. Gambaran aktivitas guru dan peserta didik pada setiap tahapan disajikan pada Tabel di bawah.

Tabel. Aktivitas Guru dan Peserta didik dalam Model E-PINTER

No	Sintaks E-PINTER	Kegiatan		Keterangan
		Pendidik	Peserta Didik	
1.	Memberikan pertanyaan esensial dari	<ul style="list-style-type: none"> Memberikan pre-test menggunakan e-learning 	<ul style="list-style-type: none"> Membuka e-learning, mendaftar akun 	<ul style="list-style-type: none"> Asynchronous

No	Sintaks E-PINTER	Kegiatan		Keterangan
		Pendidik	Peserta Didik	
	fenomena sekitar	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan pertanyaan esensial fenomena gerak menggunakan e-learning • Membagi peserta didik berkelompok • Menyampaikan tujuan pembelajaran yang ditampilkan pada e-learning • Petunjuk menggunakan <i>e-learning</i> diberikan kepada peserta didik 	<ul style="list-style-type: none"> dan mengerjakan pre-test • Peserta didik mendapatkan rangsangan terhadap materi melalui e-learning • Memberikan respon terhadap pertanyaan dan menjawab melalui e-learning 	
2.	Menyusun jadwal dan merancang proyek berkelompok	<ul style="list-style-type: none"> • Memantau peserta didik dalam menyusun jadwal dan merancang proyek berkelompok melalui e-learning 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengisi form dalam e-learning (anggota kelompok, judul proyek, alat dan bahan) • Berdiskusi melalui e-learning 	<ul style="list-style-type: none"> • Asynchronous
3.	Pembuatan proyek	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan kesempatan untuk merancang proyek berkelompok (gerak lurus, gerak parabola, gerak melingkar) • Memberikan kesempatan kolaborasi • Pendampingan proses pengerjaan proyek 	<ul style="list-style-type: none"> • Memecahkan masalah • Merangkai alat • Mendapatkan pengalaman dalam proyek nyata • Diskusi kelompok • Mendengarkan saran dari guru 	<ul style="list-style-type: none"> • Synchronous
4.	Melakukan eksperimen menggunakan teknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Membimbing peserta didik untuk melakukan eksperimen atau pengukuran besaran fisis dari proyek yang 	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan eksperimen • Mengunggah hasil eksperimen kedalam e-learning 	<ul style="list-style-type: none"> • Synchronous

No	Sintaks E-PINTER	Kegiatan		Keterangan
		Pendidik	Peserta Didik	
		digunakan menggunakan teknologi yang ada di e-learning		
5.	Penyusunan laporan	<ul style="list-style-type: none"> • Membimbing peserta didik dalam pembuatan laporan menggunakan e-learning 	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat laporan (tujuan, hasil proyek dan eksperimen, kesimpulan) menggunakan e-learning 	<ul style="list-style-type: none"> • Synchronous
6.	Refleksi	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan kesempatan peserta didik untuk mempresentasikan hasil proyek • Memberikan post-test 	<ul style="list-style-type: none"> • Mempresentasikan hasil proyek • Mengerjakan post test menggunakan e-learning 	<ul style="list-style-type: none"> • Synchronous

Tabel Keterkaitan fase model E-PINTER dengan aspek keterampilan pemecahan masalah dan kemandirian belajar peserta didik

Sintaks Model E-PINTER	Indikator Keterampilan Pemecahan Masalah	Indikator Kemandirian Belajar
Memberikan pertanyaan esensial dari fenomena sekitar	<ul style="list-style-type: none"> • Memahami masalah 	<ul style="list-style-type: none"> • Memiliki inisiatif dalam mengambil keputusan sendiri
Menyusun jadwal dan merancang proyek berkelompok	<ul style="list-style-type: none"> • Mengumpulkan informasi serta merencanakan strategi untuk menyelesaikan masalah 	<ul style="list-style-type: none"> • Merancang belajar sendiri • Memiliki kepercayaan diri • Memiliki inisiatif dalam mengambil keputusan
Pembuatan proyek	<ul style="list-style-type: none"> • Mengumpulkan informasi serta merencanakan strategi untuk menyelesaikan masalah • Melaksanakan rencana 	<ul style="list-style-type: none"> • Memiliki kepercayaan diri
Melakukan eksperimen menggunakan teknologi (e-learning)	<ul style="list-style-type: none"> • Melaksanakan rencana 	<ul style="list-style-type: none"> • Memiliki kepercayaan diri • Memiliki inisiatif dalam mengambil keputusan

Sintaks Model E-PINTER	Indikator Keterampilan Pemecahan Masalah	Indikator Kemandirian Belajar
Penyusunan laporan (melalui e-learning)	<ul style="list-style-type: none"> • Melaksanakan rencana 	<ul style="list-style-type: none"> • Memiliki kepercayaan diri • Memiliki inisiatif dalam mengambil keputusan
Refleksi (melalui e-learning)	<ul style="list-style-type: none"> • Mengevaluasi solusi 	<ul style="list-style-type: none"> • Memiliki kepercayaan diri • Memiliki inisiatif dalam mengambil keputusan

a. Memberikan pertanyaan esensial dari fenomena sekitar

Pada fase ini, peserta didik diberikan pertanyaan esensial dari fenomena sekitar. Peserta didik distimulus untuk memahami masalah dan mencoba memberikan solusi awal terhadap fenomena sekitar. Fase ini merupakan langkah awal untuk mengawali pembelajaran dengan penuh perhatian dan relevan terhadap kehidupan sehari-hari. Pembelajaran yang bermakna dilakukan sehingga peserta didik merasakan kepuasan dalam belajar. Awal pembelajaran peserta didik akan merasa tertarik dan perhatian dapat dibangun. Relevansi materi fisika yang dipelajari dengan realitas dan kebutuhan peserta didik dijelaskan. Pada fase ini, menjawab pertanyaan esensial melalui e-learning (E-PINTER) yang telah disediakan pada halaman kegiatan pembelajaran.

b. Menyusun jadwal dan merancang proyek berkelompok

Pada fase ini, peserta didik menyusun jadwal dan merancang proyek secara kelompok. Guru memberikan peserta didik kesempatan bereksplorasi aktif untuk mengembangkan keterampilan melalui interaksi sosial. Peserta didik merancang belajar sendiri, kepercayaan diri, dan meningkatkan inisiatif dalam mengambil keputusan. Menyusun jadwal dan merancang proyek dilakukan dengan mengisi form pada e-learning pada kegiatan pembelajaran.

c. Pembuatan proyek

Pada fase ini, peserta didik diberikan kesempatan membuat proyek berkelompok. Guru sebagai fasilitator memberikan arahan dan masukan terhadap proyek yang dikembangkan. Pembelajaran pada fase ini terlibat dalam pengalaman yang berarti. Cara terpenting belajar melalui lingkungan sosial adalah partisipasi dalam praktik sosial. Aktivitas bermakna di lingkungan sosial-kultural mempengaruhi konstruksi kognitif peserta didik.

d. Melakukan eksperimen menggunakan teknologi

Pada fase ini, peserta didik diberikan kesempatan melakukan eksperimen menggunakan e-learning yang dilengkapi perangkat eksperimen digital. Pada pembelajaran online

fisika, akses laboratorium sangat terbatas, sehingga menggunakan e-learning membantu peserta didik bereksperimen tanpa berada dilaboratorium. Kegiatan pembelajaran di kelas perlu mendorong peserta didik untuk bereksplorasi dan bereksperimen. Pada fase ini, peserta didik didorong untuk menemukan pemahaman diri mereka sendiri melalui interaksi spontan dengan lingkungan.

e. Penyusunan laporan

Pada fase ini, peserta didik diberikan kesempatan membuat laporan proyek dan eksperimen melalui e-learning yang telah dikembangkan. Pada fase ini, peserta didik menghubungkan informasi yang diperoleh dengan pengetahuan yang sudah dimilikinya secara bermakna.

f. Refleksi

Fase terakhir adalah refleksi. Hasil proyek dan eksperimen yang telah dilakukan peserta didik dalam kelompok kemudian dikomunikasikan pada forum kelas. Kelompok yang memaparkan hasil juga diminta menyampaikan refleksi terhadap kegiatan yang telah dilakukan, peserta didik mengungkapkan kekurangan dan saran perbaikan dari proyek yang telah dilakukan. Peserta didik lain diminta untuk mencermati dan mengevaluasi yang dipresentasikan. Tahap ini diakhiri dengan penguatan dari guru. Adanya pemahaman hasil, diskusi dan masukan dari guru diharapkan mampu meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan kemandirian belajar peserta didik.

2. Sistem Sosial

Sistem sosial mendeskripsikan dan menjelaskan hubungan guru sebagai fasilitator dengan peserta didik. Peran pendidik sebagai fasilitator dalam sebuah kelompok sekaligus fasilitator peserta didik secara individu.

Sistem sosial pada E-PINTER menempatkan pendidik dalam hal ini guru sebagai fasilitator. Pada awal pembelajaran, guru memberikan pertanyaan esensial pada topik dan fenomena fisika yang perlu dieksplorasi oleh peserta didik. Guru menentukan lingkup proyek yang perlu diselesaikan oleh peserta didik. Peserta didik bertanggung jawab melakukan proyek kemudian melakukan eksperimen menggunakan e-learning secara kelompok. Guru memberikan umpan balik pada setiap langkah belajar yang dijalani peserta didik. Umpan balik bertujuan untuk meluruskan adanya miskonsepsi sekaligus memberikan alternative pemecahan masalah apabila peserta didik mengalami kesulitan. Akan tetapi guru tidak mendominasi proses diskusi. Guru hanya memberikan stimulus dan selebihnya peserta didik mendiskusikannya dengan kelompok.

3. Prinsip Reaksi

Prinsip reaksi dalam model pembelajaran berhubungan dengan cara guru ketika memperlakukan peserta didik dalam proses belajar. Pada E-PINTER hendanya prinsip-prinsip berikut dijalankan:

- a. Guru memotivasi peserta didik untuk aktif dalam kegiatan merancang proyek, membuat proyek dan melakukan eksperimen. Peserta didik yang mengalami kendala dapat berkomunikasi dengan guru sehingga mendapatkan saran perbaikan yang tepat dan benar.
- b. Guru menekankan pentingnya keterampilan pemecahan masalah pada kehidupan sehari-hari
- c. Guru sebagai fasilitator memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan gagasannya dan berdiskusi. Guru juga memberikan umpan balik terhadap proyek dan eksperimen yang telah dikerjakan peserta didik.
- d. Guru mendorong interaksi aktif antar peserta didik sehingga menstimulus kemandirian belajar peserta didik
- e. Guru mengkonfirmasi hasil refleksi peserta didik

4. Prinsip Reaksi

Sistem pendukung merupakan prasarana, sarana, bahan dan setting yang digunakan untuk mendukung keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model E-PINTER.

Sistem pendukungnya antara lain:

- a. Perangkat pembelajaran yang terdiri dari modul ajar, panduan e-learning, instrument keterampilan pemecahan masalah, instrument kemandirian belajar
- b. E-learning (E-PINTER) untuk memfasilitasi pembelajaran secara online. E-learning ini melibatkan pembelajaran secara *asynchronous* dan *synchronous*. Di dalam E-learning akan dimuat modul ajar, buku model, instrument evaluasi, dan kegiatan pembelajaran
- c. Model pembelajaran ini melibatkan sesi *synchronous* untuk memfasilitasi diskusi antar mahasiswa dan antara mahasiswa secara real time melalui e-learning.



Gambar. E-learning menggunakan model E-PINTER

D. Lingkungan Belajar yang Mendukung Tercapainya Tujuan

Lingkungan belajar merupakan kondisi yang mempengaruhi subjek dalam pembelajaran, dalam hal ini guru dan peserta didik. Lingkungan yang kondusif akan mengoptimalkan kemampuan peserta didik. Lingkungan belajar yang kondusif membuat proses belajar menjadi terkontrol dan nyaman.

BAB 6. CONTOH RENCANA IMPLEMENTASI MODEL

Pada bab ini disajikan contoh rencana implementasi E-PINTER pada mata pelajaran fisika dengan materi kinematika. Pembelajaran dibagi menjadi kegiatan belajar dengan rincian seperti pada Tabel di bawah. Sebelum pembelajaran diawali terlebih dahulu dengan pre-test dan diakhiri dengan post-test.

Tabel Contoh Rancangan Implementasi Model pada Materi Kinematika

No	Sintaks E-PINTER	Kegiatan		Keterangan
		Pendidik	Peserta Didik	
1.	Memberikan pertanyaan esensial dari fenomena sekitar	<ul style="list-style-type: none"> • Memimpin doa • Memberikan apersepsi mengenai energi yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari (listrik) • Memberikan pertanyaan esensial darimana energi listrik tersebut tercipta? Bagaimana cara menghasilkan energi listrik? Dalam kehidupan sehari-hari listrik digunakan untuk apa saja? • Menyampaikan tujuan pembelajaran • Memberikan petunjuk menggunakan <i>e-learning</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Berdoa bersama • Menyimak dan memperhatikan guru • Peserta didik mendapatkan rangsangan terhadap materi • Memberikan respon terhadap pertanyaan guru • Memperhatikan • Mencoba membuka <i>e-learning</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Tatap muka • Tatap muka • Tatap muka • Tatap muka menggunakan <i>e-learning</i> • Tatap muka menggunakan <i>e-learning</i>
2.	Menyusun jadwal dan merancang proyek berkelompok	<ul style="list-style-type: none"> • Menyediakan E-Modul Ajar, alat dan bahan proyek 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengakses E-Modul Ajar melalui <i>e-learning</i> • Mengisi form dalam <i>e-learning</i> (anggota kelompok, judul proyek, alat dan bahan) 	<ul style="list-style-type: none"> • Online menggunakan <i>e-learning</i>

No	Sintaks E-PINTER	Kegiatan		Keterangan
		Pendidik	Peserta Didik	
3.	Pembuatan proyek	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan kesempatan untuk merancang (panel surya sederhana, kincir air sederhana atau filter karbon sederhana) • Memberikan kesempatan kolaborasi • Pendampingan proses proyek 	<ul style="list-style-type: none"> • Memecahkan masalah • Merangkai alat • Mendapatkan pengalaman dalam proyek nyata • Diskusi kelompok • Mendengarkan saran dari guru 	<ul style="list-style-type: none"> • Tatap muka menggunakan e-learning • Tatap muka menggunakan e-learning • Tatap muka menggunakan e-learning • Tatap muka menggunakan e-learning • Tatap muka
4.	Melakukan eksperimen menggunakan teknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Membimbing peserta didik untuk melakukan eksperimen atau pengukuran besaran fisis dari proyek yang digunakan menggunakan teknologi 	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan eksperimen terhadap proyek yang telah dibuat • Menggunakan e-learning dalam pengisian data hasil eksperimen 	<ul style="list-style-type: none"> • Tatap muka menggunakan e-learning • Tatap muka menggunakan e-learning
5.	Penyusunan laporan	<ul style="list-style-type: none"> • Membimbing peserta didik dalam pembuatan laporan sederhana menggunakan teknologi e-learning 	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat laporan sederhana (Hasil eksperimen, kesimpulan) menggunakan e-learning 	<ul style="list-style-type: none"> • Online
6.	Refleksi	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan kesempatan peserta didik untuk mempresentasikan hasil proyek • Memberikan post test 	<ul style="list-style-type: none"> • Mempresentasikan hasil proyek • Mengerjakan post test menggunakan e-learning 	<ul style="list-style-type: none"> • Tatap muka menggunakan e-learning • Tatap Muka menggunakan e-learning

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, W. K., & Wieman, C. E. (2015). Analyzing the many skills involved in solving complex physics problems. *American Journal of Physics*, 83(5), 459–467.
<https://doi.org/10.1119/1.4913923>
- Alberida, H., Lufri, Festiyed, & Barlian, E. (2018). Problem Solving Model for Science Learning. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 335(1).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/335/1/012084>
- Amiasih, T., Santosa, S., & Dwiastuti, S. (2017). Peningkatan Kemampuan Bertanya dan Keaktifan Berkomunikasi Peserta Didik melalui Penerapan Model Inkuiri Terbimbing Improvement of Student ' s Asking Question Ability and Communication Activeness Through Inquiry. *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 10(2), 7–11.
- Anggreni, D. Y., & dkk. (2019). Meta Analisis Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA. *Pillar of Physics Education*, 12(4), 881–888.
- Ansori, Y., & Herdiman, I. (2019a). Pengaruh kemandirian belajar terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMP. *Journal of Medives: Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*, 3(1), 11–19. <https://www.e-journal.ivet.ac.id/index.php/matematika/article/view/646>
- Ansori, Y., & Herdiman, I. (2019b). Pengaruh Kemandirian Belajar terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMP. *Journal of Medives : Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*, 3(1), 11.
<https://doi.org/10.31331/medivesveteran.v3i1.646>
- Arends, R. . (2012). *Learning to Teach* (M. Hill (ed.)). Mc.Graw Hill.
- Astuti, I. A. D., & Bhakti, Y. B. (2021). Kajian Etnofisika Pada Tari Piring Sebagai Media Pembelajaran Fisika. *Prosiding SINASIS (Seminar Nasional Sains)*, 2(1), 477–482.
<http://www.proceeding.unindra.ac.id/index.php/sinasis/article/view/5387>
- Ayaz, M. F., & Şekerci, H. (2015). The effects of the constructivist learning approach on student's academic achievement: A meta-analysis study. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 14(4), 144–156.
- Ayu, D. P., & Amelia, R. (2020). Pembelajaran bahasa Indonesia berbasis e-learning di era digital. *PROSIDING SAMASTA*, 1(2), 56–61.
<https://jurnal.umj.ac.id/index.php/SAMASTA/article/view/7145>
- Baran, M., Maskan, A., & Yasar, S. (2018). Learning Physics through Project-Based Learning Game Techniques. *International Journal of Instruction*.
<https://eric.ed.gov/?id=ej1175029>
- Belawati, T. (2020). Buku pembelajaran online. In *Universitas Terbuka*. Universitas Terbuka.
- Berk, L. E. (2012). Development Through the Lifespan. In *Vygotsky's Educational Theory in Cultural Context*. Pearson Education, Inc.
<https://doi.org/10.1017/cbo9780511840975.009>
- Bradley-Levine, J., & Mosier, G. (2014). Literature Review on Project-Based Learning. In *University of Indianapolis* (Issue 1, pp. 1–9).

- Brody, T. (1993). *The Philosophy Behind Physics* (L. de la Peña & P. E. Hodgson (eds.)). Springer.
- Bungum, B., Henriksen, E. K., Angell, C., Tellefsen, C. W., & Bøe, M. V. (2015). ReleQuant – Improving teaching and learning in quantum physics through educational design research. *Nordic Studies in Science Education*, 11(2), 153–168. <https://doi.org/10.5617/nordina.2043>
- Cahyani, A. E. M., Mayasari, T., & Sasono, M. (2020). Efektivitas E-Modul Project Based Learning Berintegrasi STEM Terhadap Kreativitas Siswa SMK. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(1), 15. <https://doi.org/10.20527/jipf.v4i1.1774>
- Castellani, E. (1998). *Interpreting bodies: classical and quantum objects in modern physics* (P. U. Press (ed.); p. 312). Princeton University Press.
- Chiappetta, E. ., & Koballa, T. . (2010). *Science Instruction in the Middle and Secondary Schools* (A. and Bacon (ed.)). Allyn and Bacon.
- Daniel, E. (2016). The Usefulness of Qualitative and Quantitative Approaches and Methods in Researching Problem-Solving Ability in Science Education Curriculum. *Journal of Education and Practice*, 7(15), 91–100. <https://doi.org/2222-288X>
- Daniels, H. (2001). Vygotsky and Pedagogy. In *Vygotsky and Pedagogy*. Routledge Falmer. <https://doi.org/10.4324/9781315617602>
- Eggen, P. D., & Kauchak, D. P. (2016). Educational psychology: Windows on classrooms, 10th edition. In *The Social Science Encyclopedia*. Pearson Education. <https://doi.org/10.15864/ijelts.5102>
- Fogarty, R. (1999). Architects of the intellect. *Educational Leadership*, 57(3), 76–78.
- Gunawan, Harjono, A., Hermansyah, & Herayanti, L. (2019). Guided inquiry model through virtual laboratory to enhance students' science process skills on heat concept. *Cakrawala Pendidikan*, 38(2), 259–268. <https://doi.org/10.21831/cp.v38i2.23345>
- Gunawan, Sahidu, H., Harjono, A., & Suranti, N. M. Y. (2017). THE EFFECT OF PROJECT BASED LEARNING WITH VIRTUAL MEDIA ASSISTANCE ON STUDENT'S CREATIVITY IN PHYSICS. *Cakrawala Pendidikan*, 2, 167–179.
- Harahap, T. H., & Nasution, M. D. (2021). Upaya Meningkatkan Pemahaman Konsep Matematika Menggunakan Model Pembelajaran Connected Mathematics Project (Cmp). *Journal Mathematics Education Sigma [JMES]*, 2(1), 8–12. <https://doi.org/10.30596/jmes.v2i1.6746>
- Harefa, A. R. (2019). Peran ilmu fisika dalam kehidupan sehari-hari. *Jurnal Warta*, 60(April), 1–10.
- Insyasiska, D., Zubaidah, S., & Susilo, H. (2015). PENGARUH PROJECT BASED LEARNING TERHADAP MOTIVASI BELAJAR, KREATIVITAS, KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS, DAN KEMAMPUAN KOGNITIF SISWA PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(1), 9–21.
- Jayadi, A., Putri, D. H., & Johan, H. (2020). Identifikasi Pembekalan Keterampilan Abad 21 Pada Aspek Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Sma Kota Bengkulu Dalam Mata Pelajaran Fisika. *Jurnal Kumparan Fisika*, 3(1), 25–32. <https://doi.org/10.33369/jkf.3.1.25-32>

- Joyce, B., & Weil, M. (2003). Models of Teaching. In *Prentice Hall of India* (FIFTH EDIT).
- Kivinen, O., & Ristelä, P. (2003). From Constructivism to a Pragmatist Conception of Learning. *Oxford Review of Education*, 29(3), 363–375.
<https://doi.org/10.1080/03054980307442>
- Kozhevnikov, M., Motes, M. A., & Hegarty, M. (2007). Spatial visualization in physics problem solving. *Cognitive Science*, 31(4), 549–579.
<https://doi.org/10.1080/15326900701399897>
- Kurniawati, E. (2022). Pembelajaran Berkarakteristik Inovatif Abad 21 pada Materi Kemandirian Karir Peserta didik dengan Metode Pembelajaran Berbasis Masalah (Pbl) di SMK Negeri 1 Adiwerna Tegal. *Cakrawala: Jurnal Pendidikan*, 9300(1), 113–118.
<https://doi.org/10.24905/cakrawala.vi0.173>
- Laksana, D. N. L. (2017). the Effectiveness of Inquiry Based Learning for Natural Science Learning in Elementary School. *Journal of Education Technology*, 1(1), 1.
<https://doi.org/10.23887/jet.v1i1.10077>
- Li, K., & Moore, D. R. (2018). Motivating Students in Massive Open Online Courses (MOOCs) Using the Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction (ARCS) Model. *Journal of Formative Design in Learning*, 2(2), 102–113.
<https://doi.org/10.1007/s41686-018-0021-9>
- Liu, Y. Q., Li, Y. F., Lei, M. J., Liu, P. X., Theobald, J., Meng, L. N., Liu, T. T., Zhang, C. M., & Jin, C. De. (2018). Effectiveness of the flipped classroom on the development of self-directed learning in nursing education: A meta-analysis. *Frontiers of Nursing*, 5(4), 317–329. <https://doi.org/10.1515/FON-2018-0032>
- Loyens, S. M. M., van Meerten, J. E., Schaap, L., & Wijnia, L. (2023). Situating Higher-Order, Critical, and Critical-Analytic Thinking in Problem- and Project-Based Learning Environments: A Systematic Review. In *Educational Psychology Review* (Vol. 35, Issue 2). Springer US. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09757-x>
- Maisyaroh Agsyah, F., Maimunah, M., & Roza, Y. (2019). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Ditinjau Dari Motivasi Belajar Siswa Mts. *Symmetry: Pasundan Journal of Research in Mathematics Learning and Education*, 4(volume 4), 31–44.
<https://doi.org/10.23969/symmetry.v4i2.2003>
- Mekhilef, S., Saidur, R., & Safari, A. (2020). A review on solar energy use in industries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(4), 1777–1790.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.12.018>
- Mistiani, W., Istiyono, E., & Syamsudin, A. (2022). Construction of the Character Assessment Instrument for 21st Century Students in High Schools. *European Journal of Educational Research*, 11(3), 1245–1257.
https://www.researchgate.net/profile/Suntonrapot-Damrongpanit/publication/356662582_Effects_of_Mindset_Democratic_Parenting_Teaching_and_School_Environment_on_Global_Citizenship_of_Ninth-grade_Students/links/61a6dda685c5ea51abc0f7b6/Effects-of-Mindset-Dem
- Mulyaningsih, I. E. (2014). Pengaruh Interaksi Sosial Keluarga, Motivasi Belajar, dan Kemandirian Belajar terhadap Prestasi Belajar. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 20(4), 441–451. <https://doi.org/10.24832/jpnk.v20i4.156>

- Mulyono, D. (2021). The influence of learning model and learning independence on mathematics learning outcomes by controlling students' early ability. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 12(3), 689–708. <https://doi.org/10.29333/iejme/642>
- Mystakidis, S., Christopoulos, A., & Pellas, N. (2022). A systematic mapping review of augmented reality applications to support STEM learning in higher education. In *Education and Information Technologies* (Vol. 27, Issue 2). Springer US. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10682-1>
- Nersessian, N. J. (1995). Should physicists preach what they practice? - Constructive modeling in doing and learning physics. *Science & Education*, 4(3), 203–226. <https://doi.org/10.1007/BF00486621>
- Nicolaides, D. (2020). *In Search of a Theory of Everything The Philosophy Behind Physics*. Oxford University Press.
- Nurlaela, N., Doyan, A., & Gunada, I. W. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Quantum Teaching Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Dan Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Kelas Xi Mia Sma Negeri 2 Labuapi. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(1), 199. <https://doi.org/10.31764/orbita.v7i1.4363>
- Pahrudin, A., Misbah, Alisia, G., Saregar, A., Asyhari, A., Anugrah, A., & Susilowati, N. E. (2021). The effectiveness of science, technology, engineering, and mathematics-inquiry learning for 15-16 years old students based on K-13 Indonesian curriculum: The impact on the critical thinking skills. *European Journal of Educational Research*, 10(2), 681–692. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.2.681>
- Pan, G., Seow, P. S., Shankararaman, V., & Koh, K. (2020). An exploration into key roles in making project-based learning happen: Insights from a case study of a university. In *Journal of International Education in Business* (Vol. 14, Issue 1). <https://doi.org/10.1108/JIEB-02-2020-0018>
- Perwej, Y., Haq, K., Parwej, F., & M., M. (2019). The Internet of Things (IoT) and its Application Domains. *International Journal of Computer Applications*, 182(49), 36–49. <https://doi.org/10.5120/ijca2019918763>
- Puspitasari, R. D., Latifah, S., Wati, W., & Yana, E. T. (2018). Kemandirian Belajar Fisika Pada Peserta Didik Dengan Pembelajaran Berbasis Proyek. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 01(1), 1–12.
- Pusvyta Sari. (2015). Memotivasi Belajar Dengan Menggunakan E-Learning. *Jurnal Ummul Qura*, 6(Jurnal Ummul Qura Vol VI, No 2, September 2015), 20–35. <http://ejournal.kopertais4.or.id/index.php/qura/issue/view/531>
- Ramadhani, R., Umam, R., Abdurrahman, A., & Syazali, M. (2019). The effect of flipped-problem based learning model integrated with LMS-google classroom for senior high school students. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(2), 137–158. <https://doi.org/10.17478/jegys.548350>
- Rochim, R. A., Prabowo, P., & Budiyanto, M. (2021). Analisis Kebutuhan Perangkat Pembelajaran Model PjBL Terintegrasi STEM Berbasis E-Learning di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Basicedu*, 5(6), 5370–5378. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i6.1655>

- Rogers, E. M. (2011). *Physics for the inquiring mind: the methods, nature, and philosophy of physical science* (P. U. Press (ed.)). Princeton University Press.
- Salehi, H., Shojaee, M., & Sattar, S. (2014). Using e-learning and ICT courses in educational environment: A review. *English Language Teaching*, 8(1), 63–70. <https://doi.org/10.5539/elt.v8n1p63>
- Santhalia, P. W., & Yuliati, L. (2021). An Exploration of Scientific Literacy on Physics Subjects within Phenomenon-based Experiential Learning. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 11(1), 72–82. <https://doi.org/10.26740/jpfa.v11n1.p72-82>
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2015). *Physics for Scientist and Engineers with Modern Physics* (7 ed.). (7th ed.). Thomson Learning.
- Seyhan, H. G. (2015). The effects of problem solving applications on the development of science process skills, logical thinking skills and perception on problem solving ability in the science laboratory. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 16(2), 1–31.
- Shatri, Z. G. (2020). Advantages and disadvantages of using information technology in learning process of students. *Journal of Turkish Science Education*, 17(3), 420–428. <https://doi.org/10.36681/tused.2020.36>
- Syafii, W., & Yasin, R. M. (2013). Problem solving skills and learning achievements through problem-based module in teaching and learning biology in high school. *Asian Social Science*, 9(12 SPL ISSUE), 220–228. <https://doi.org/10.5539/ass.v9n12p220>
- Sze Yean, L. (2019). Promoting Active Learning and Independent Learning Among Primary School Students Using Flipped Classroom. *International Journal of Education, Psychology and Counseling*, 4(30), 324–341. www.ijepc.com
- Taufik, M. (2014). Pengaruh Pendekatan Open Ended terhadap Motivasi Belajar dan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMAN 5 Mataram. *AgriSains*, 5(1), 58–86.
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2020). *Physics For Scientists And Engineers* (F. and Company (ed.)). Freeman and Company.
- Umkabu, T., & Lestari, S. (2023). Strategi Pembelajaran Experiential Learning terhadap Peningkatan Akademik Siswa di SD Muhammadiyah Abepura. *EDUKASIA: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(1), 459–468.
- Widiartini, Ketut, N., & Sudhirta, G. (2019). Effect of KWL Learning Method (Know-Want-Learn) and Self- Assessment on Student Learning Independence Vocational. *International Journal of Social Sciences and Humanities*, 3(2), 277–284.
- Wieman, C., & Perkins, K. (2005). Research on traditional instruction. *Physics Today*, 58(November), 1–14.
- Wulandari, R. (2021). Pengembangan E-MODUL Fisika Dasar untuk Pembelajaran Online Berbasis Android Mobile. *PAKAR Pendidikan*, 18(2), 57–63. <https://doi.org/10.24036/pakar.v18i2.198>
- Yance, R. D., Ramli, E., & Mufit, F. (2013). Pengaruh Penerapan Model Project Based Learning (Pbl) Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas Xi Ipa Sma Negeri 1 Batipuh Kabupaten Tanah Datar. 1(April), 48–54.

