

Digitalisasi Pembelajaran Fisika

Prof. Dr. Agus Setyo Budi, M.Sc.
Muhammad Nur Farizky, M.Si.

Digitalisasi Pembelajaran Fisika

**Prof. Dr. Agus Setyo Budi, M.Sc.
Muhammad Nur Farizky, M.Si.**

PT BUKULOKA LITERASI BANGSA

Anggota IKAPI: No. 645/DKI/2024



Digitalisasi Pembelajaran Fisika

Penulis : Prof. Dr. Agus Setyo Budi, M.Sc., Muhammad Nur Farizky, M.Si.
ISBN : 978-634-324-108-9 (PDF)
Penyunting Naskah : Fahri Firliansyah.
Tata Letak : Fahri Firliansyah.
Desain Sampul : Novikean Keysah Sanisri

Penerbit

Penerbit PT Bukuloka Literasi Bangsa

Distributor: PT Yapindo

Kompleks Business Park Kebon Jeruk Blok I No. 21, Jl. Meruya Ilir Raya No. 88, Desa/Kelurahan Meruya Utara, Kecamatan Kembangan, Kota Adm. Jakarta Barat, Provinsi DKI Jakarta, Kode Pos: 11620

Email: penerbit.blb@gmail.com

Whatsapp: 0878-3483-2315

Website: bukuloka.com

© Hak cipta dilindungi oleh undang-undang

Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak ciptaan tersebut pertama kali dilakukan pengumuman.

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit. Ketentuan Pidana Sanksi Pelanggaran Pasal 2 UU Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta.

Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan prebuttal sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (Tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

Barang siapa dengan sengaja menyerahkan, menyiarkan, memamerkan, mengedarkan atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas tersusunnya buku ajar yang berjudul *Digitalisasi Pembelajaran Fisika*. Buku ini hadir untuk memberikan pemahaman mengenai pemanfaatan teknologi digital dalam proses pembelajaran fisika modern, termasuk penggunaan media interaktif, simulasi, dan perangkat lunak edukasi untuk membantu memahami konsep-konsep fisika yang kompleks. Melalui buku ini, pembaca diharapkan dapat memahami bagaimana digitalisasi dapat meningkatkan efektivitas, kreativitas, dan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran fisika.

Buku ini ditujukan untuk masyarakat umum agar menjadi bacaan yang mudah dipahami oleh guru, dosen, mahasiswa pendidikan fisika, maupun siapa saja yang memiliki minat terhadap inovasi pembelajaran sains.

Jakarta, Juli 2026

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
Bab 1: Konsep Digitalisasi Dalam Pembelajaran Fisika.....	1
1.1 Transformasi Digital dalam Pendidikan.....	1
1.2 Pendidikan di Era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0.....	4
1.3 Peran Teknologi dalam Pembelajaran Fisika	7
1.4 Kerangka Pembelajaran Fisika Digital.....	10
1.5 Tantangan dan Peluang Pembelajaran Fisika Digital.....	14
1.6 Latihan Soal.....	17
Bab 2: Learning Management System (Lms) Dalam Pembelajaran Fisika	19
2.1 Konsep Sistem Manajemen Pembelajaran	19
2.2 Platform LMS Populer	23
2.3 Implementasi LMS dalam Pembelajaran Fisika.....	28
2.4 Evaluasi Penggunaan LMS	33
2.5 Latihan Soal.....	38
Bab 3: Multimedia Pembelajaran Fisika	40
3.1 Konsep Multimedia Pembelajaran	40
3.2 Prinsip Desain Multimedia (Teori Mayer)	43
3.3 Video Pembelajaran Fisika.....	47
3.4 Media Interaktif Pembelajaran Fisika	52
3.5 Latihan Soal.....	57
Bab 4: Simulasi Fisika dan Laboratorium Virtual.....	59
4.1 Konsep Simulasi dalam Pembelajaran Fisika	59
4.2 Aplikasi Simulasi Fisika.....	62
4.3 Integrasi Simulasi dalam Pembelajaran	66
4.4 Laboratorium Virtual dan Laboratorium Jarak Jauh	69
4.5 Latihan Soal.....	72
Bab 5: Asesmen Digital Dalam Pembelajaran Fisika	74
5.1 Konsep Asesmen Digital	74
5.2 Aplikasi Kuis Interaktif	78

5.3 Portofolio Digital.....	81
5.4 Pengembangan E-Rubrik.....	85
5.5 Latihan Soal.....	89
Bab 6: Augmented Reality dan Virtual Reality Dalam Fisika	91
6.1 Konsep Realitas Tertambah.....	91
6.2 Konsep Realitas Virtual.....	95
6.3 Integrasi AR/VR dalam Pembelajaran Fisika	99
6.4 Implementasi Tantangan AR/VR.....	103
6.5 Masa Depan AR/VR dalam Pembelajaran Fisika	108
6.6 Latihan.....	109
Bab 7: Pembelajaran Berbasis Game dan Iot Dalam Fisika	111
7.1 Konsep Pembelajaran Berbasis Permainan	111
7.2 Pengembangan Game Pembelajaran Fisika	115
7.3 Internet of Things (IoT) dalam Pembelajaran Fisika	119
7.4 Integrasi IoT dalam Praktikum.....	123
7.5 Latihan Soal.....	127
Bab 8: Model Pembelajaran Fisika Berbasis Digital	129
8.1 Model Pembelajaran Berbasis Teknologi.....	129
8.2 Strategi Pembelajaran Fisika Digital	134
8.3 Desain Pembelajaran Fisika Digital	139
8.4 Kompetensi Guru Fisika Digital.....	144
8.5 Latihan Soal.....	148
Bab 9: Pengembangan Media Digital Pembelajaran Fisika ..	150
9.1 Analisis Kebutuhan Media	150
9.2 Desain Media Pembelajaran.....	154
9.3 Implementasi Media Digital.....	158
9.4 Evaluasi Media Pembelajaran	163
9.5 Latihan Soal.....	167
Bab 10: Tren dan Masa Depan Digitalisasi Pembelajaran Fisika	169
10.1 Transformasi Pendidikan Fisika.....	169
10.2 Inovasi Teknologi Pendidikan Fisika	173
10.3 Tantangan Digitalisasi Pembelajaran	178

10.4 Arah Pengembangan Pendidikan Fisika Digital.....	182
10.5 Latihan Soal.....	186
Daftar Pustaka.....	188
Profil Penulis	211

Daftar Pustaka

- Abtokhi, A., Fahmi, H., & Sholahuddin, M. (2024). Dampak Integrasi Moodle LMS pada Diskusi Kelompok untuk Mendukung Pembelajaran Kolaboratif. Prosiding Konferensi Bersama Ilmu Layanan dan Rekayasa Perangkat Lunak 2024, 10613717.
- Ahzari, S., & Akmam, A. (2025). Menganalisis Pemikiran Kritis Siswa sebagai Dasar Pengembangan Multimedia Fisika Interaktif dengan Strategi Pembelajaran Generatif dan Konflik Kognitif. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 13(2), 17702. <https://doi.org/10.26618/jpf.v13i2.17702>
- Aksoy, G. (2023). Pengaruh pengalaman laboratorium virtual terhadap prestasi dan persepsi siswa dalam belajar fisika. *Jurnal Internasional Teknik Online dan Biomedis*, 19(11), 39049. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v19i11.39049>
- Al Faqih, MV, Widiarni, A., Andini, N., Saregar, A., Sharov, S., & Mohammed Faraj, B. (2023). Fisikawaii Adventure: Upaya Meningkatkan Partisipasi Belajar Siswa melalui Gamifikasi dan Realitas Virtual. *Tinjauan Pembelajaran dan Pendidikan Daring*, 3(2), 294.
- Alindayu, RK, Bergonia, MA, & Lanwang, MG (2025). Analisis isi penelitian pembelajaran berbasis teknologi dan inovasi pedagogis dalam fisika SMA. *JPSI: Jurnal Pendidikan Sains*

- Indonesia, 13(4), 1—15.
<https://doi.org/10.24815/jpsi.v13i4.49129>
- Almahasees, Z., Mohsen, K., & Amin, MO (2021). Persepsi dosen dan mahasiswa tentang pembelajaran daring selama COVID-19. *Frontiers in Education*, 6, 638470.
<https://doi.org/10.3389/educ.2021.638470>
- Amaaz, A., Mouradi, A., & Erradi, M. (2024). Model untuk Praktikum Fisika Menggunakan Pembelajaran Seluler dan Sistem Manajemen Pembelajaran (LMS) di Perguruan Tinggi: Desain, Validasi, dan Evaluasi. *Jurnal Pendidikan Sains Baltik*, 23, 809-828.
- Andriani, W., Kaniawati, I., Suhyani, NO, Afandi, A., & Wati, E. (2025). Menjelajahi potensi realitas tertambah dan realitas virtual dalam pendidikan fisika: Tinjauan sistematis tentang inovasi dan dampak pendidikan. *Pendidikan dan Pengembangan Diri*, 20(4), 975.
<https://doi.org/10.55549/epess.975>
- Asoodar, M., Janesarvatan, F., Yu, H., & de Jong, N. (2024). Landasan teoritis dan implikasi realitas tertambah, realitas virtual, dan realitas campuran untuk pembelajaran imersif dalam pendidikan profesi kesehatan. *BMC Medical Education*, 24, 311. <https://doi.org/10.1186/s41077-024-00311-5>
- Ayeni, OO, Al Hamad, NM, Chisom, ON, Osawaru, B., & Adewusi, OE (2024). AI dalam pendidikan: Tinjauan pembelajaran personalisasi dan teknologi pendidikan. *Global Scientific*

- and Academic Research Review, 18(2), 62.
<https://doi.org/10.30574/gscarr.2024.18.2.0062>
- Banda, HJ, & Nzabahimana, J. (2021). Pengaruh integrasi simulasi teknologi pendidikan fisika terhadap pemahaman konseptual siswa dalam fisika: Tinjauan literatur. *Physical Review Physics Education Research*, 17, 023108.
<https://doi.org/10.1103/physrevphyseducres.17.023108>
- Banda, HJ, & Nzabahimana, J. (2022). Dampak pembelajaran berbasis simulasi interaktif Teknologi Pendidikan Fisika (PhET) terhadap motivasi dan prestasi akademik di kalangan mahasiswa fisika Malawi. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 100(12), 10010-3. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-10010-3>
- Bereczki, EO, & Karpati, A. (2021). Kreativitas yang ditingkatkan teknologi: Studi kasus berganda tentang keyakinan dan praktik guru ahli integrasi teknologi digital. *Thinking Skills and Creativity*, 40, 100791.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100791>
- Berlianti, NA, Hayati, N., & Fitriyah, LA (2021). Persepsi dan Sikap Siswa: Implementasi aplikasi fisika laboratorium virtual (PVL) pada masa pandemi COVID-19. *Jurnal Pendidikan Sains*, 8(2), 10845. <https://doi.org/10.21107/JPS.V8I2.10845>
- Bishop, J., & Verleger, M. (2020). Kelas terbalik: Survei penelitian. *Prosiding Konferensi Tahunan ASEE ke-120*, 22585.
<https://doi.org/10.18260/1-2--22585>
- Bojović, Ž., Bojović, PD, Vujošević, D., & Šuh, J. (2020). Pendidikan di masa krisis: Transisi cepat ke pembelajaran

- jarak jauh. Aplikasi Komputer dalam Pendidikan Teknik, 28(6), 1404-1416. <https://doi.org/10.1002/cae.22318>
- Borish, V., & Lewandowski, HJ (2025). Kemungkinan dan tantangan dalam mengintegrasikan eksperimen kuantum jarak jauh yang dapat diakses melalui cloud ke dalam mata kuliah sarjana. *Physical Review Physics Education Research*, 21, 010133. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.21.010133>
- Boudine, H., Bentaleb, M., Soulaymani, A., El Karfa, D., & Tayebi, M. (2024). Solusi cerdas dalam pendidikan: Seberapa inklusif proyek ruang kelas digital Maroko bagi berbagai kelompok sosial. *Jurnal Kecerdasan Buatan dalam Rekayasa dan Teknologi*, 7(4), 1312. <https://doi.org/10.32629/jai.v7i4.1312>
- Bouras, N., Ayaichi, L., Amaaz, A., Mouradi, A., & Erradi, M. (2025). Pembelajaran Seluler dalam Pendidikan Fisika: Mengevaluasi Dampak Video Interaktif pada Kerja Praktik. *Jurnal Internasional Teknologi Seluler Interaktif*, 19(13), 53617. <https://doi.org/10.3991/ijim.v19i13.53617>
- Bousboula, T., El Fadli, F., & Khaldi, M. (2025). Studi Perbandingan antara Moodle, Canvas dan Google Classroom. *Jurnal Internasional Penelitian dan Inovasi dalam Ilmu Sosial*, 9(3), 219.
- Braga, AN, Neto, AAM, Alves, T., Filho, SCFP, Braga, A., Souza, N., & Alves, DT (2025). Keberadaan pengetahuan sebelumnya yang selaras dengan prinsip-prinsip Teori

- Kognitif Pembelajaran Multimedia pada sekelompok mahasiswa pendidikan guru Fisika. *Cadernos de Pesquisa*, 22(12), 300. <https://doi.org/10.54033/cadpedv22n12-300>
- Burchard, C., Nguru, F., & Pembe, FK (2026). Integrasi multimedia dalam pendidikan Fisika di sekolah menengah Tanzania: tantangan dan peluang. *Science Education Quarterly*, 1(1), 1049. <https://doi.org/10.55056/seq.1049>
- Cao, TXL (2023). Manfaat dan tantangan penggunaan LMS dalam pembelajaran campuran: Pandangan dari guru dan mahasiswa EFL di sebuah universitas negeri Vietnam. *Jurnal Internasional Pendidikan Guru*, 23(3), 35.
- Castillo, JFV, Santiago, LB, & García, SM (2025). Optimalisasi pembelajaran fisika melalui realitas virtual imersif: Sebuah studi tentang efikasi permainan serius. *Ilmu Terapan*, 15(6), 3405. <https://doi.org/10.3390/app15063405>
- Dhaas, A. (2024). Realitas tertambah dalam pendidikan: Tinjauan hasil pembelajaran dan implikasi pedagogis. *Asian Journal of Contemporary Education*, 4(1), 2028. <https://doi.org/10.47672/ajce.2028>
- Diana, N., Latifah, S., Yuberti, Komikesari, H., Rohman, M., & Tiyan, L. (2021). Mengembangkan asesmen berpikir kritis berbasis e-learning sebagai media evaluasi pembelajaran fisika dengan kuis interaktif Kahoot!. *Jurnal Fisika: Seri Konferensi*, 1796(1), 012055. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012055>

- Divjak, B., Rienties, B., Iniesto, F., Vondra, P., & Žák, M. (2022). Kelas terbalik di pendidikan tinggi selama pandemi COVID-19: Temuan dan rekomendasi penelitian masa depan. *Pembelajaran dan Motivasi*, 81, 101859. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00316-4>
- Diwakar, S., Kumar, D., Radhamani, R., Sasidharakurup, H., Nizar, N., Achuthan, K., Nedungadi, P., Raman, R., & Nair, BG (2018). Laboratorium virtual dan jarak jauh meningkatkan pembelajaran mandiri dan interaksi: Pengembangan, penerapan, dan penilaian dengan umpan balik langsung dan daring. *PeerJ Preprints*, 26715v1. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.26715v1>
- Duarte Cango, Kapak (2025). Mereka adalah para inovator dalam STEM: strategi berbasis pada eksperimen virtual fisika dan matematika yang unggul bagi para ahli yang memiliki kompetensi ilmiah di universitas. *Budaya Digital dan Sains/Studi Pedagogis*, 83, 63969. <https://doi.org/10.63969/dcsyyps83>
- Dzikrina, A., & Yeni J, F. (2024). Pengembangan modul elektronik terintegrasi dengan simulasi PhET pada mata pelajaran fisika kelas XII IPA. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA*, 10(11), 9135. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i11.9135>
- El Kharki, K., Berrada, K., & Burgos, D. (2021). Desain dan implementasi laboratorium virtual untuk mata kuliah fisika di universitas-universitas Maroko. *Sustainability*, 13(7), 3711. <https://doi.org/10.3390/su13073711>

- El Nasr E. Sobaih, A., Hasanein, AM, & Abu Elnasr, AE (2020). Respons terhadap COVID-19 di Pendidikan Tinggi: Penggunaan Media Sosial untuk Mempertahankan Komunikasi Akademik Formal di Negara Berkembang. *Keberlanjutan*, 12(16), 6520.
- Elmi Mahzum, HS, Mohammad Faizul Nasrudin, M., Mailizar, & Fitria Herliana. (2023). Analisis pemanfaatan Sistem Manajemen Pembelajaran (LMS) sebagai media pembelajaran di Departemen Pendidikan Fisika Universitas Syiah Kuala. *Jurnal Fisika: Seri Konferensi*, 2596(1), 012070.
- Escobar, DLT, & Lopez, NDL (2026). Tren laboratorium virtual dan jarak jauh untuk pendidikan fisika: analisis bibliometrik (2014–2024). *Jurnal Fisika Eropa*, 47(1), 015001. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/ae3f65>
- Fadda, D., Salis, C., & Vivanet, G. (2022). Tentang efektivitas laboratorium virtual dan jarak jauh dalam pendidikan STEM di sekolah menengah: Tinjauan sistematis tingkat kedua. *Educational & Cultural Studies Review*, 26, 99-126. <https://doi.org/10.7358/ecps-2022-026-fadd>
- Fadillah, MA, Hirahmah, A., & Fitri, NC (2025). Media Pembelajaran Seluler dan Pendidikan Fisika: Menjelajahi Preferensi, Kompetensi, dan Motivasi Siswa di Era Digital. *American Journal of Education and Learning*, 2(2), 002. <https://doi.org/10.25082/amler.2025.02.002>

- Fathurohman, A., Fitonia, A., & Yuliana, Y. (2024). Studi Literatur: Penggunaan LMS Schoology dalam Pembelajaran Fisika di Sekolah di Indonesia. *Radiasi: Jurnal Berkala Ilmiah*, 17(1), 3920.
- Fitriah, I., & Zawanis, SF (2024). Efektivitas media laboratorium virtual dalam pendidikan fisika: Sebuah meta-analisis tentang pemahaman konseptual siswa dan keterampilan berpikir tingkat tinggi. *Jurnal Sains dan Teknik Internasional*, 5(2), 1761.
<https://doi.org/10.62159/isej.v5i2.1761>
- García-Robles, P., Cortés-Pérez, I., Nieto-Escámez, F., García-López, H., Obrero-Gaitán, E., & Osuna-Pérez, M. (2024). Realitas virtual yang mendalam dan augmented reality dalam pendidikan anatomi: Tinjauan sistematis dan meta-analisis. *Pendidikan Ilmu Anatomi*, 17(2), 2397.
<https://doi.org/10.1002/ase.2397>
- Gilhooly, M., Donaldson, N., & Widenhorn, R. (2023). Menggunakan Sistem Manajemen Pembelajaran untuk Melibatkan Siswa Secara Aktif dalam Kursus Fisika Pengantar yang Relevan dengan Biomedis. *The Physics Teacher*, 61, 100478.
- Gkintoni, E., Antonopoulou, H., Sortwell, A., & Halkiopoulos, C. (2025). Menantang Teori Beban Kognitif: Peran Neurosains Pendidikan dan Kecerdasan Buatan dalam Mendefinisikan Ulang Efektivitas Pembelajaran. *Brain Sciences*, 15(2), 203.
<https://doi.org/10.3390/brainsci15020203>

- Gladys, MJ, Rogers, L., Sharafutdinova, G., Barnham, N., Nichols, P., & Dastoor, P. (2022). Meningkatkan keterlibatan dalam pembelajaran melalui teknologi strategis multimodal. *Jurnal Internasional Inovasi dalam Pendidikan Sains dan Matematika*, 30(3), 1-18.
<https://doi.org/10.30722/ijisme.30.03.002>
- Gligorea, I., Cioca, M., Oancea, R., Gorski, A.-T., Gorski, H., & Tudorache, P. (2023). Pembelajaran adaptif menggunakan kecerdasan buatan dalam e-learning: Tinjauan literatur. *Ilmu Pendidikan*, 13(12), 1216.
<https://doi.org/10.3390/educsci13121216>
- Gunawan, G., Harjono, A., Made, N., Suranti, Y., Herayanti, L., & Nisrina, N. (2024). Dampak kursus mekanika berbasis LMS terhadap kreativitas calon guru fisika di era pasca-pandemi: Sebuah studi kuasi-eksperimental. *Jurnal Kekayaan Intelektual dan Pengembangan Pendidikan*, 8(11), 8644.
- Gunawan, G., Sahidu, H., Susilawati, S., Harjono, A., & Herayanti, L. (2019). Sistem Manajemen Pembelajaran dengan Moodle untuk Meningkatkan Kreativitas Calon Guru Fisika. *Jurnal Fisika: Seri Konferensi*, 1417(1), 012078.
- Haidamaka, I. (2025). Informasi dan lingkungan pendidikan fisika dalam konteks transformasi digital pendidikan. *Dinamika Perkembangan Pendidikan dan Sains*, 1(102), 24–30.
<https://doi.org/10.52256/2710-3986.1-102.2025.24>
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2020). Realitas virtual imersif sebagai alat pedagogis dalam

- pendidikan: Tinjauan literatur sistematis tentang hasil pembelajaran kuantitatif dan desain eksperimental. *Jurnal Penelitian Komputasi Pendidikan*, 40(4), 169. <https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2>
- Handayani, W., Rozimela, Y., Thahar, HE, & Sari, I. (2024). Rubrik untuk penilaian e-portofolio: Mendefinisikan kriteria standar. *Jurnal Pembelajaran Bahasa dan Pedagogi Indonesia*, 4(1), 60—75. <https://doi.org/10.24036/ijolp.v4i1.60>
- Harahap, RH, Sudarma, TF, Novika, S., & Festiyed, F. (2025). Efektivitas dan Inovasi Pembelajaran Berbasis Masalah dalam Pembelajaran Fisika dalam Satu Dekade: Analisis Literatur tentang Pengembangan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan dan Studi Sosial*, 12(3), 7121. <https://doi.org/10.36987/jes.v12i3.7121>
- Herlina, H., Arsyad, M., & Palloan, P. (2025). Pengembangan bahan ajar fisika terpadu simulasi PhET laboratorium virtual terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, 9(1), 14717. <https://doi.org/10.20527/jipf.v9i1.14717>
- Hutahaeen, H., Isnaini, M., & Hutahaeen, J. (2025). Penerapan Model Computer Assisted instruction dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(5), 10872. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i5.10872>
- Irawan, IDA, Kusairi, S., Khusaini, K., Basri, NA, & Dahlan, A. (2025). Pengembangan video formatif feedback interaktif

- berbasis komputer untuk meningkatkan pemahaman konseptual siswa tentang fluida statis. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 13(2), 17899.
<https://doi.org/10.26618/jpf.v13i2.17899>
- Islamiyah, M., Sujito, S., & Nasikhudin, N. (2025). Peran pembelajaran berbasis masalah dengan bantuan laboratorium virtual dalam pembelajaran fisika: Tinjauan literatur sistematis. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, 9(2), 15366.
<https://doi.org/10.20527/jipf.v9i2.15366>
- Javaheri, H., Lauer, F., Lauer, L., Altmeyer, K., Brnken, R., Peschel, M., Wehn, N., & Lukowicz, P. (2022). Materi Pengajaran Cerdas dengan Dukungan Realitas Tertambah Real-Time untuk Pendidikan Fisika Tingkat Dasar. *Seri Prosiding Konferensi Internasional ACM*, 3544793, 3560322.
<https://doi.org/10.1145/3544793.3560322>
- Kalogiannakis, M., Papadakis, S., & Zourmpakis, AI (2021). Gamifikasi dalam pendidikan sains. Tinjauan sistematis literatur. *Ilmu Pendidikan*, 11(1), 22.
<https://doi.org/10.3390/educsci11010022>
- Kamalov, F., Santandreu Calonge, D., & Gurrib, I. (2023). Era baru kecerdasan buatan dalam pendidikan: Menuju revolusi multifaset yang berkelanjutan. *Keberlanjutan*, 15(16), 12451.
<https://doi.org/10.3390/su151612451>
- Kamalov, F., Santandreu Calonge, D., & Gurrib, I. (2023). Era baru kecerdasan buatan dalam pendidikan: Menuju revolusi

- multifaset yang berkelanjutan. *Keberlanjutan*, 15(16), 12451.
<https://doi.org/10.3390/su151612451>
- Khoussa, GH, & Benachenhou, A. (2024). Karakterisasi sel surya melalui laboratorium realitas virtual jarak jauh. Dalam Konferensi Internasional 2024 tentang Komunikasi Lanjutan dan Rekayasa Komputasi (hlm. 10829052). IEEE.
<https://doi.org/10.1109/ICAECOT62402.2024.10829052>
- Kim, J., Lee, H.-K., & Cho, YH (2022). Desain pembelajaran untuk mendukung kolaborasi siswa-AI: Perspektif guru terkemuka untuk AI dalam pendidikan. *Pendidikan dan Teknologi Informasi*, 27, 10831–10852.
<https://doi.org/10.1007/s10639-021-10831-6>
- Kim, J., Lee, HK, & Cho, YH (2022). Desain pembelajaran untuk mendukung kolaborasi siswa-AI: Perspektif guru terkemuka untuk AI dalam pendidikan. *Pendidikan dan Teknologi Informasi*, 27(3), 3621-3645.
<https://doi.org/10.1007/s10639-021-10831-6>
- Kim, NJ, & Kim, MK (2022). Persepsi guru tentang penggunaan alat pendidikan berbasis kecerdasan buatan untuk penulisan ilmiah. *Frontiers in Education*, 7, 755914.
<https://doi.org/10.3389/educ.2022.755914>
- Kö, A., & Kanadlı, S. (2025). Pengaruh lingkungan pembelajaran interaktif terhadap hasil belajar dalam pendidikan sains: Sebuah meta-analisis jaringan. *Jurnal Pendidikan Sains*, 26(1), 10202. <https://doi.org/10.1007/s10956-025-10202-7>

- Kumar, A., Krishnamurthi, R., Bhatia, S., Kaushik, K., Ahuja, NJ, Nayyar, A., & Masud, M. (2021). Alat dan praktik pembelajaran campuran: Analisis komprehensif. *IEEE Access*, 9, 85151-85197. <https://doi.org/10.1109/access.2021.3085844>
- Kumar, G., Gupta, P., & Markan, C. (2024). Alat verifikasi topologi waktu nyata sesuai permintaan untuk debugging sirkuit di laboratorium jarak jauh. Dalam Konferensi Internasional Keamanan dan Privasi Perawatan Kesehatan 2024 (hlm. 10960149). *IEEE*. <https://doi.org/10.1109/IHCSP63227.2024.10960149>
- Kurbanbekov, B., Ramankulov, S., Nurizinova, M., & Asanbek, B. (2025). Dampak teknologi VR dalam pengajaran fisika terhadap pengetahuan siswa: sebuah studi tentang percepatan benda. *Jurnal Internasional Evaluasi dan Penelitian dalam Pendidikan*, 14(6), 34942. <https://doi.org/10.11591/ijere.v14i6.34942>
- Kurbanbekov, B., Ramankulov, S., Nurizinova, M., & Asanbek, B. (2025). Dampak teknologi VR dalam pengajaran fisika terhadap pengetahuan siswa: Sebuah studi tentang percepatan benda. *Jurnal Internasional Evaluasi dan Penelitian dalam Pendidikan*, 14(6), 34942. <https://doi.org/10.11591/ijere.v14i6.34942>
- Lahme, S., Klein, P., Lehtinen, A., Müller, A., Pirinen, PP, Ronevi, L., & Šuáč, A. (2023). Kursus laboratorium fisika di bawah transformasi digital: Survei tiga negara di antara instruktur

- laboratorium universitas tentang peran teknologi digital baru dan tujuan pembelajaran. *Physical Review Physics Education Research*, 19(2), 020159.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.020159>
- Lampropoulos, G. (2025). Realitas bertambah, realitas virtual, dan sistem bimbingan cerdas dalam pendidikan dan pelatihan: Tinjauan literatur sistematis. *Ilmu Terapan*, 15(6), 3223.
<https://doi.org/10.3390/app15063223>
- Li, M., & Yu, Z. (2022). Kepuasan, peran, dan literasi digital guru selama pandemi COVID-19. *Keberlanjutan*, 14(3), 1121.
<https://doi.org/10.3390/su14031121>
- Liu, S. (2025). Interpretasi logis, dilema praktis, dan jalur praktis teknologi digital yang memungkinkan transformasi pendidikan tinggi. *Penelitian Inovasi Pendidikan*, 3(6), 680.
<https://doi.org/10.18063/eir.v3i6.680>

- Luan, H., Gczy, P., Lai, H., Gobert, JD, Yang, SJH, Ogata, H., Baltes, J., Guerra, R. da S., Li, P., & Tsai, CC (2020). Tantangan dan arah masa depan big data dan kecerdasan buatan dalam pendidikan. *Frontiers in Psychology*, 11, 580820. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.580820>
- Maison, J., Bachtiar, B., & Widianoro. (2025). Penilaian diagnostik lima tingkat berbasis web: Persepsi siswa tentang kesalahpahaman tekanan hidrostatik. *Jurnal Kontemporer Pendidikan dan Studi Sosial*, 20(1), 8151. <https://doi.org/10.18844/cjes.v20i1.8151>
- Masopust, P., Peterkova, AM, Vvrov, A., Smid, L., Silhanek, D., & Randa, M. (2025). Realitas virtual dan augmented dalam pendidikan fisika: Peluang, tantangan, dan perspektif didaktik. *Journal of Physics: Conference Series*, 3155(1), 012027. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/3155/1/012027>
- Mathew, A., Sagayam, DM, Immanuel, JS, & Jebarani, PE (2025). Pendidikan fisika generasi berikutnya: pembelajaran pendulum sederhana bertenaga AR/VR untuk OBE dan NEP 2020. *Asian Journal of Scientific Research*, 2025, 1285. <https://doi.org/10.70102/afts.2025.1834.1285>
- Matsun, M., Hadiati, S., & Saputri, DF (2022). Pengembangan media pembelajaran fisika berbasis IoT dan pengaruhnya terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Fisika Indonesia*, 8(5), 2284. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i5.2284>

- Mayer, RE (2024). Masa Lalu, Masa Kini, dan Masa Depan Teori Kognitif Pembelajaran Multimedia. *Educational Psychology Review*, 36(1), 23-42. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09842-1>
- Mishra, D. (2025). Pembelajaran campuran dan strategi kelas terbalik untuk pendidikan guru abad ke-21: Inovasi pedagogis di era digital. *Ilmu Pendidikan: Teori dan Praktik*, ES2D8G22. <https://doi.org/10.47413/es2d8g22>
- Mustafa, AN (2024). Masa depan pendidikan matematika: Teknologi pembelajaran adaptif dan kecerdasan buatan. *Jurnal Internasional Penelitian Ilmiah dan Rekayasa Lanjutan*, 12(1), 1134. <https://doi.org/10.30574/ijsra.2024.12.1.1134>
- Naz, Z., Azam, A., Khan, MUG, Saba, T., Al-Otaibi, S., & Rehman, A. (2024). Pengembangan dan evaluasi laboratorium VR imersif kimia organik dan fisika untuk pendidikan siswa. *Physica Scripta*, ad3024. <https://doi.org/10.1088/1402-4896/ad3024>
- Nurwina, A., Yani, A., & Arsyad, M. (2025). Pengembangan bahan ajar fisika berbasis Google Sites untuk meningkatkan kemampuan kolaborasi siswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA*, 11(7), 11871. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i7.11871>
- Okoye, K., Haruna, H., Arrona-Palacios, A., Quintero, HN, Ortega, LOP, Sanchez, AL, Arias Ortiz, E., Escamilla, J., & Hosseini, S. (2022). Dampak teknologi digital terhadap

- pengajaran dan pembelajaran di pendidikan tinggi di Amerika Latin: Tinjauan tentang jangkauan, hambatan, dan kendala. *Pendidikan dan Teknologi Informasi*, 27, 12214–1. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11214-1>
- Oppong, E., Appiah-Twumasi, E., Mensah, E., & Ateko, KD (2024). Transformasi digital pendidikan: Tantangan, efektivitas, dan persepsi penerapan pembelajaran berbantuan komputer di kelas fisika. *European Journal of Open Education and E-learning Studies*, 8(3), 5204. <https://doi.org/10.46827/ejoe.v8i3.5204>
- Oy, ZR, Marn, VI, Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Tinjauan sistematis penelitian tentang aplikasi kecerdasan buatan di pendidikan tinggi: di mana para pendidik berada?. *Jurnal Internasional Teknologi Pendidikan di Pendidikan Tinggi*, 16(39), 171-0. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Park, S., & Kim, Y. (2022). Metaverse: Taksonomi, komponen, aplikasi, dan tantangan terbuka. *IEEE Access*, 10, 10005-10032. <https://doi.org/10.1109/access.2021.3140175>
- Portugez-Castro, M., & Castillo-Martinez, IM (2026). Penilaian portofolio berbasis GenAI untuk pemikiran kompleks: Inovasi berbasis GPT dalam pendidikan bisnis. *Frontiers in Education*, 11, 1729156. <https://doi.org/10.3389/feduc.2026.1729156>
- Prasetya, LA, Rofiudin, A., & Herwanto, HW (2025). Implementasi Internet of Things (IoT) dalam pendidikan: Tinjauan literatur

- sistematis. *Jurnal Aplikasi Pendidikan dan Kerja Sama*, 2(1), 19. <https://doi.org/10.69693/jeca.v2i1.19>
- Qureshi, S., & Baig, N. (2025). Transformasi digital dalam pendidikan tinggi: Inovasi pedagogis, tantangan, dan hasil pembelajaran. *Jurnal Teknologi yang Ditingkatkan Layanan dan Keberlanjutan*, 13(4), 2340. <https://doi.org/10.21015/vtess.v13i4.2340>
- Rahman, H., Wahid, SA, Ahmad, F., & Ali, N. (2024). Pembelajaran berbasis game di metaverse: Kelas kimia virtual untuk ikatan kimia untuk pendidikan jarak jauh. *Pendidikan dan Teknologi Informasi*, 29, 12575-5. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12575-5>
- Rahmat, AD, Wilujeng, I., Kuswanto, H., Daud, ANM, & Saepuzaman, D. (2024). LKS Pengembangan Simulasi PhET Terpadu untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis di SMP. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 12(1), 34742. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v12i1.34742>
- Rahmawati, T., Dzulhizati, DK, Nahadi, Siswaningsih, W., Suhandi, H., Anwar, S., & Zahira, AD (2024). Pengembangan instrumen penilaian portofolio elektronik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa dalam materi persamaan reaksi kimia. *E3S Web of Conferences*, 482, 04028. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448204028>
- Ramadhani, R., Umam, R., Abdurrahman, A., & Syazali, M. (2019). Pengaruh model pembelajaran berbasis masalah terbalik

- yang terintegrasi dengan LMS-Google Classroom untuk siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Cendekiawan Muda Berbakat*, 548350. <https://doi.org/10.17478/jegys.548350>
- Rianti, R., Gunawan, G., Verawati, NNS, & Taufik, M. (2024). Pengaruh model pembelajaran berbasis masalah berbantuan simulasi PhET terhadap pemahaman konsep fisika. *Jurnal Lembaga Kependidikan Fisika*, 12(1), 8783. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v12i1.8783>
- Roy, S. (2025). Laboratorium virtual: Alat pembelajaran yang ampuh dalam memberikan pendidikan sains. *Jurnal Pendidikan Sains*, 80, jjv47. <https://doi.org/10.29070/v80jjv47>
- Rozi Nasution, SW, Hidayat, T., Sari, LP, Nasution, H., Siregar, DA, & Nasution, USZ (2025). Pengembangan alat peraga fisika berbasis IoT untuk praktikum fisika dasar. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Fisika Indonesia*, 11(12), 13441. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i12.13441>
- Sade, F., & Widiastuti, I. (2022). Portofolio dan rubrik dalam blended learning: Alternatif penilaian sains. *Jurnal Ilmu Pembelajaran*, 22(23), 25—45. <https://doi.org/10.22251/jlcci.2022.22.23.25>
- Shakhina, I., Podzygun, O., Petrova, A., & Gordiichuk, G. (2023). Pendidikan cerdas dalam transformasi masyarakat digital. *Pedagogy and Education Management Review*, 67, 51–64. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2023-67-51-64>

Shemyakina, S., & Filippova, E. (2025). Transformasi digital pendidikan sains dengan contoh pengajaran fisika di perguruan tinggi. Konferensi Internasional ke-4 tentang Telekomunikasi dan Pemrosesan Sinyal (TELE) 2025, 11211524.

<https://doi.org/10.1109/TELE66816.2025.11211524>

Siregar, WS, Sinaga, JAH, Simamora, P., & Simanjuntak, MP (2025). Tinjauan literatur tentang E-Learning, Blended Learning, dan Hybrid Learning serta Implementasinya dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Sains Pendidikan Fisika*, 6(3), 2141. <https://doi.org/10.37251/sjpe.v6i3.2141>

Slade, C., Mahon, K., Lynagh, J., McGrath, D., Sheppard, K., Ahsan, SQM, & Benson, K. (2024). Evaluasi pedagogis platform penilaian digital (DAP) suatu institusi: Mengintegrasikan faktor pedagogis, teknis, dan kontekstual. *Jurnal Teknologi Pendidikan Australasia*, 40(6), 9448. <https://doi.org/10.14742/ajet.9448>

Striekowski, W., Lisovskiy, A., Rakhimova, G., & Vasileva, T. (2024). Pembelajaran adaptif berbasis AI untuk transformasi pendidikan berkelanjutan. *Pembangunan Berkelanjutan*, 32(10), 3221. <https://doi.org/10.1002/sd.3221>

Studi C1068. (2024). Dampak Aplikasi Pembelajaran Seluler terhadap Beban Kognitif dan Kinerja Pembelajaran Siswa dalam Biologi. *Jurnal Internasional Pembelajaran dan Organisasi Seluler*, 5(3), 5380. <https://doi.org/10.28945/5380>

- Sujito, S., Pramono, NA, Sultur, S., Wisodo, H., & Kurniawan, BR (2024). Pengembangan praktikum pemodelan bifokal terhadap getaran harmonik sebagai inovasi dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Aplikasinya*, 14(2), 184–198. <https://doi.org/10.26740/jpfa.v14n2.p184-198>
- Sung, DV (2025). Masa depan pendidikan 4.0: Komputasi awan sebagai tulang punggung sistem pembelajaran cerdas. *IJARST*, 30, 24. <https://doi.org/10.48175/ijarsct-30024>
- Tang, Z. (2025). Penelitian tentang reformasi pengajaran fisika perguruan tinggi dalam konteks digitalisasi. *Jurnal Pendidikan, Pengajaran dan Studi Sosial*, 7(4), 1–15. <https://doi.org/10.22158/jetss.v7n4p1>
- Tapalova, O., & Zhiyenbayeva, N. (2022). Kecerdasan buatan dalam pendidikan: AIEd untuk jalur pembelajaran yang dipersonalisasi. *Jurnal Eropa Pendidikan dan Pembelajaran*, 20(5), 2597. <https://doi.org/10.34190/ejel.20.5.2597>
- Tasnia, F. (2023). Pengukuran standar dalam pembelajaran daring: Sebuah rubrik sebagai fokus pada praktik pengajaran-pembelajaran untuk meningkatkan kualitas pendidikan. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Pendidikan*, 1(3), 37. <https://doi.org/10.59652/jetm.v1i3.37>
- Thalib, N., Mursalin, M., & Irsan, I. (2025). Pengembangan laboratorium virtual sebagai media interaktif untuk mengatasi miskonsepsi fisika pada topik efek Doppler. *Jurnal*

- Lembaga Kependidikan Fisika, 13(2), 18239.
<https://doi.org/10.33394/j-lkf.v13i2.18239>
- Thalib, N., Mursalin, M., & Irsan, I. (2025). Pengembangan laboratorium virtual sebagai media interaktif untuk mengatasi miskonsepsi fisika pada topik efek Doppler. *Jurnal Lembaga Kependidikan Fisika*, 13(2), 18239.
<https://doi.org/10.33394/j-lkf.v13i2.18239>
- Thomas, AJ, & S., R. (2024). Model kelas terbalik dalam pendidikan sains: Meningkatkan keterlibatan siswa melalui konten digital interaktif. *Shodhkosh: Jurnal Studi Interdisipliner*, 5(6), 1680.
<https://doi.org/10.29121/shodhkosh.v5.i6.2024.1680>
- Torrevillas, MP, Paylaga, GJ, Sayson, NLB, Arogancia, DC, Castro, EJ, & Malayao, SO (2025). Paket pembelajaran berbasis simulasi yang dilengkapi dengan scaffolding metakognitif dalam pengajaran gerak proyektil. *Salud Y Ciencia*, 2025(2211), 56294.
<https://doi.org/10.56294/saludcyt20252211>
- Verawati, NNS, & Nisrina, N. (2025). Membayangkan kembali pendidikan fisika: Menangani keterlibatan siswa, reformasi kurikulum, dan integrasi teknologi untuk pembelajaran. *Jurnal Internasional Teknologi Pendidikan dan Pembelajaran Elektronik*, 2(1), 14058.
<https://doi.org/10.33394/ijete.v2i1.14058>
- Yaman, H., Sousa, C., Neves, PP, & Luz, F. (2025). Implementasi pembelajaran berbasis permainan dalam konteks pendidikan:

- Tantangan dan strategi intervensi. *Jurnal Eropa Pendidikan dan Pembelajaran*, 22(10), 3480. <https://doi.org/10.34190/ejel.22.10.3480>
- Yuan, S., Huang, H., & Wu, L. (2025). Realitas virtual dan realitas tertambah dalam pendidikan teknik tinggi: Tinjauan literatur sistematis. *Pendidikan Teknik Berbantuan Komputer*, 70022. <https://doi.org/10.1002/cae.70022>
- Yurchenko, AO, Proshkin, V., Naboka, O., & Shamonia, V. (2023). Penggunaan teknologi digital dalam pendidikan: Studi kasus pembelajaran fisika. *Jurnal Internasional untuk Penelitian dalam Pendidikan dan Beasiswa*, 9(2), 02. <https://doi.org/10.31261/ijrel.2023.9.2.02>
- Zahra, X., Chu, X., Chai, CS, Jong, MSY, Isteni Stari, A., Spector, M., Liu, J., Jing, Y., Li, Y. (2021). Tinjauan kecerdasan buatan (AI) dalam pendidikan dari tahun 2010 hingga 2020. *Jurnal Penelitian Komputasi Pendidikan*, 59(1), 8812542. <https://doi.org/10.1155/2021/8812542>
- Zawacki-Richter, O., Marn, VI, Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Tinjauan sistematis penelitian tentang aplikasi kecerdasan buatan di pendidikan tinggi – di mana para pendidik? *Jurnal Internasional Teknologi Pendidikan di Pendidikan Tinggi*, 16, 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zhu, Z., Yu, M., & Riezebos, P. (2016). Kerangka penelitian pendidikan cerdas. *Jurnal Teknologi Pendidikan & Masyarakat*, 19(1), 70–89. <https://doi.org/10.1186/s40561-016-0026-2>

Buku Ajar Berjudul **Digitalisasi Pembelajaran Fisika** mengulas bagaimana perkembangan teknologi mengubah cara memahami konsep-konsep fisika di era sekarang. Berbagai materi fisika yang sebelumnya dianggap rumit disajikan melalui pendekatan digital yang lebih interaktif, visual, dan mudah dipahami oleh pembaca dari berbagai kalangan.

Pembahasan dalam buku ini memperlihatkan bagaimana perangkat digital, simulasi, dan media interaktif membantu menjelaskan fenomena fisika modern secara lebih menarik dan aplikatif dalam kehidupan sehari-hari.

Buku ini ditujukan untuk masyarakat umum yang ingin mengenal fisika dengan cara yang lebih sederhana, praktis, dan mengikuti perkembangan teknologi masa kini.

