



## IMPLIKASI ALAT PERAGA FLUIDA DINAMIS (ASAS BERNOULLI) TERINTEGRASI TPACK TERHADAP KETERAMPILAN PROSES SAINS PESERTA DIDIK KELAS XI IPA MA AL-BAIRUNY

Ino Angga Putra<sup>1\*</sup>, Siti Yulia Wati<sup>2</sup>, Kartika Wulandari<sup>3</sup>

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas KH. A. Wahab Hasbullah, Jombang, Indonesia

### Abstrak

Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa sangat penting dalam proses pembelajaran dan sesuai dengan keterampilan abad 21 yaitu berpikir kritis, berpikir kreatif, komunikasi dan kolaborasi. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui KPS siswa menggunakan media alat peraga fluida dinamis terintegrasi TPACK. Jenis penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif deskriptif. Sampel penelitian ini adalah siswa kelas XI IPA MA Al-Bairuny sejumlah 20 siswa dengan teknik pengambilan sampel yaitu teknik sampel jenuh karena jumlah sampel yang dipilih sama dengan jumlah populasi. Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan *one-shot case study*. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi dengan mempertimbangkan rubrik penilaian KPS. Data hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan persentase kategori KPS. Berdasarkan analisis data menunjukkan implikasi produk penelitian di lapangan dapat mengembangkan KPS siswa berdasarkan persentase KPS siswa dengan hasil 82.5 % dalam kategori baik. Penelitian ini memberikan implikasi dalam mengembangkan keterampilan proses sains peserta didik melalui penggunaan alat peraga yang interaktif dengan mengintegrasikan TPACK dalam pembelajaran fisika.

Masuk:  
2 Februari 2025  
Diterima:  
27 Mei 2025  
Diterbitkan:  
30 Juni 2025

### Kata kunci:

Alat Peraga, Fluida, KPS,  
TPACK

### PENDAHULUAN

Aspek penting terwujudnya manusia yang berintelektual dan berkarakter yaitu melalui pendidikan dimana tidak hanya fokus pada aspek kognitif saja namun juga pembentukan karakter mencakup moralitas, etika dan kepribadian (Erniyanti et al., 2022). Menurut Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang sistem pendidikan dimana pendidikan merupakan usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara.

Oleh karena itu, pendidikan sangat penting untuk dimiliki sejak kecil sampai dewasa ini serta peserta didik mendapatkan kecakapan hidup (*life skill*) yang sesuai dengan kebutuhannya (Gusliana, 2024).

Kegiatan pembelajaran yang terjadi di sekolah saat ini tidak terlepas dari kurikulum yang sedang berlaku, yaitu kurikulum revisi. Kurikulum 13 versi revisi merupakan kurikulum yang memberikan kebebasan kepada peserta didik untuk belajar. Kurikulum 13 adalah salah satu inovasi dalam dunia pendidikan agar dapat menyesuaikan dengan kebutuhan abad 21 (Harjono et al., 2019). Hal ini didukung oleh Rahmadi (2019) bahwa peserta didik di abad 21 ini harus dapat unggul dan mengikuti tantangan perkembangan serta mencari bakatnya

\*Korespondensi: Ino Angga Putra  [inoanggaputra@unwaha.ac.id](mailto:inoanggaputra@unwaha.ac.id)

 Pendidikan Fisika,

Universitas KH. A. Wahab Hasbullah, Jombang, Indonesia

secara bebas. Pembelajaran abad 21 ini akan memerlukan orang yang kreatif dan inovatif terutama pada kondisi di era *Society 5.0* agar dapat menyesuaikan dengan cepat. (Nurohmah, et al., 2023). Di era *Society 5.0* ditandai evolusi teknologi digital dan menuntut sebuah lembaga pendidikan untuk mengintegrasikan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan pelayanan yang prima guna peningkatan mutu (Islam et al., 2022).

Salah satu bentuk inovasi pembelajaran melalui terintegrasi dengan pendekatan TPACK (*Technological, Pedagogical, Content Knowledge*). Ini bukan hanya tentang pengetahuan dan teknologi tetapi ada aspek yang sangat penting untuk kegiatan pembelajaran yaitu aspek TPACK (*Technological, Pedagogical, Content Knowledge*). Menurut Fajero et al. (2021) TPACK merupakan aspek pengetahuan dan keterampilan dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam pembelajaran. Hal ini didukung oleh sejumlah referensi yang menyatakan bahwa analisis TPACK terbagi menjadi beberapa aspek yaitu, *Technological Knowledge* (TK), *Pedagogical Knowledge* (PK), *Content Knowledge* (CK), *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK), *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) dan *Technological Content Knowledge* (TCK) (Koehler et al., 2013; Meileni et al., 2022; Rosyid, 2016; Suyamto et al., 2020).

Berdasarkan hasil observasi di kelas ditemukan beberapa masalah yaitu kurangnya variasi belajar dalam proses pembelajaran fisika sehingga membuat peserta didik menjadi bosan dan mengantuk dan rendahnya pemahaman dan keterampilan proses sains peserta didik dalam pembelajaran fisika. Menurut Wulandari & Perdana (2023) keterampilan proses sains dalam pembelajaran fisika menjadi kompetensi penting yang harus dicapai oleh peserta didik masih kurang diperhatikan dalam pembelajaran fisika. Upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut salah satunya menggunakan alat peraga terintegrasi TPACK (*Technological, Pedagogical, Content Knowledge*). Melalui

integrasi TPACK dengan media belajar memungkinkan guru dapat merancang desain pembelajaran lebih kondusif dan efektif sehingga terjadinya interaksi multiarah (Rohman et al., 2024). Alat peraga ini digunakan untuk mengetahui keterampilan proses sains peserta didik dan melibatkan peserta didik dalam penelitian yang akan dilakukan. Alat peraga yang dimaksud digunakan sebagai alat untuk mempermudah dalam proses pembelajaran fisika yaitu alat peraga Asas Bernoulli.

Keterampilan proses sains adalah teknik yang digunakan oleh ilmuwan dalam memperoleh informasi dan untuk menemukan informasi baru. Contoh kegiatan keterampilan proses sains adalah kegiatan praktikum. Menurut Nugraha et al. (2017) keterampilan proses sains berbanding lurus dengan kemampuan berpikir kritis. Menurut Zubaidah et al. (2017) keterampilan proses sains peserta didik dapat dilihat dari indikator 5M yaitu mengamati (*observasi*), menanya (*question*), mencoba (*experiment*), menalar (*assosiaty*) dan mengomunikasikan (*communication*). Meningkatnya keterampilan proses sains peserta didik akan meningkatkan pula kemampuan atau keterampilan lanjutan yang sangat dibutuhkan peserta didik dalam menguasai keterampilan abad 21 (Nuraina et al., 2024).

Upaya peningkatan keterampilan proses sains melalui penggunaan media pembelajaran dapat dilakukan menggunakan alat peraga. Alat peraga memiliki peranan penting dalam menciptakan suasana pembelajaran yang baik (Mubarokiyah et al., 2024). Alat peraga berfungsi sebagai cara atau teknik untuk mengantarkan bahan pelajaran agar sampai kepada tujuan (Kaltsum, 2017). Hal ini ditegaskan oleh Scott & Yreteberg (1990) dimana *Lesson will be much easier and much more interesting for the children if you make full use of things and objects as well as language to get your meaning across*.

Pada pembelajaran fisika, alat peraga yang dapat digunakan berupa alat peraga sederhana terbuat dari botol plastik dan

sedotan yang dirancang untuk menjelaskan asas Bernoulli atau disebut Air Mancur Heron (Gambar 1). Prinsip kerja alat peraga ini didasari oleh terjadi perbedaan tekanan udara, perbedaan ketinggian wadah, dan hukum gravitasi. Adanya tekanan udara tersebut akan menciptakan siklus aliran air yang berkelanjutan tanpa memerlukan energi eksternal atau energi listrik.



**Gambar 1. Air Mancur Heron**

Implementasi alat peraga atau media terintegrasi TPACK dapat berimplikasi terhadap keterampilan proses sains siswa di dalam proses pembelajaran. Hasil penelitian Khaira et al. (2021) menyatakan bahwa media terintegrasi TPACK dapat meningkatkan keaktifan dan hasil belajar siswa melalui rancangan pembelajaran. Hal ini dipertegas oleh Setyawati et al. (2022) bahwa media pembelajaran terintegrasi TPACK dapat meningkatkan ketercapaian motivasi belajar siswa melalui perangkat pembelajaran. Hal ini dibuktikan banyaknya penelitian tentang media belajar terintegrasi TPACK yang telah dipublikasikan dalam berbagai artikel (Putra et al., 2023; Rofina & Mellisa, 2022; Wijaya et al., 2020).

Berdasarkan penjabaran di atas peneliti melakukan penelitian berjudul "Implikasi Alat Peraga Fluida Dinamis (Asas Bernoulli) Terintegrasi TPACK Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas XI IPA MA AL-Bairuny". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil keterampilan proses sains peserta didik setelah mengikuti kegiatan pembelajaran dengan menggunakan alat peraga fluida dinamis (asas bernoulli) terintegrasi TPACK. Implikasi dari

penelitian ini diharapkan dapat melatih Keterampilan Proses Sains peserta didik dalam merancang suatu alat, hasil belajar siswa meningkat, dan adanya variasi konsep pembelajaran sehingga siswa menjadi lebih giat dan termotivasi.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif deskriptif dengan desain *one-shot case study*. Sampel penelitian ini dipilih dengan menggunakan teknik sampel jenuh yang berjumlah 20 orang. Hal ini dilakukan karena jumlah sampel dalam penelitian ini sama dengan populasi penelitian yaitu 20 orang peserta didik di XI IPA MA Al-Bairuny. Pertimbangan lain dalam pemilihan sampel ini ditinjau dari kebutuhan waktu dan tenaga dalam penelitian.

Data dalam penelitian dikumpulkan dengan menggunakan metode observasi kinerja peserta didik pada saat melaksanakan kegiatan praktikum. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa lembar atau rubrik penilaian keterampilan proses sains yang melibatkan 5 indikator saat melakukan kegiatan praktikum. Data KPS diolah dengan menggunakan persentase ketercapaian yang ditunjukkan pada persamaan (1).

$$P = \frac{\sum skor}{40} \times 100\% \quad (1)$$

Data lembar atau rubrik penilaian keterampilan proses sains siswa dihitung kemudian persentase yang diperoleh dibagi ke dalam lima kategori seperti yang tercantum dalam Tabel 1.

**Tabel 1. Kategori Penilaian Keterampilan Proses Sains Siswa**

Persentase	Kategori
≥85	Sangat Baik
70-85	Baik
55-70	Cukup
40-55	Kurang Baik
<40	Sangat Kurang Baik

(Arikunto, 2013)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh data hasil Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa terintegrasi TPACK pada materi fluida dinamis (Asas Bernoulli) pada Tabel 2 dan Gambar 2.

**Tabel 2. Persentase KPS siswa**

No.	Indikator KPS	Persentase	Kategori
1	Mengamati	87.5	Sangat baik
2	Menanya	77.5	Baik
3	Mencoba	77.5	Baik
4	Menalar	82.5	Baik
5	Mengomunikasikan	87.5	Sangat baik

Keterampilan Proses Sains siswa akan dijelaskan berdasarkan aspek KPS yang terdiri dari lima aspek terintegrasi TPACK sebagai berikut:

### 1. Mengamati

Pada aspek mengamati memiliki persentase 87.5% dengan kategori sangat baik. Aspek ini memiliki empat sub pemberian skor yaitu tidak melakukan pengamatan, melakukan pengamatan tetapi tidak menggunakan prosedur yang ada, melakukan pengamatan dengan menggunakan sebagian prosedur yang ada, dan melakukan pengamatan dengan menggunakan seluruh prosedur yang ada.

Aspek mengamati ini adalah proses saat melakukan percobaan atau praktikum, bagaimana siswa dalam mengamati dengan prosedur yang sudah dijelaskan. Siswa melakukan pengamatan pada peristiwa air mancur heron dimana air dapat keluar secara terus menerus. Siswa rata-rata nilainya seimbang dan baik pada sub melakukan pengamatan dengan menggunakan sebagian prosedur yang ada dan melakukan pengamatan dengan menggunakan seluruh prosedur yang ada (Rohmah, 2016). Pada aspek mengamati cenderung memiliki faktor lebih mudah dalam kegiatan praktikum

sehingga mengakibatkan siswa berhasil dalam aspek mengamati.

### 2. Aspek Menanya

Pada aspek menanya memiliki persentase 77.5% dalam kategori baik. Aspek ini memiliki empat sub pemberian skor yaitu tidak menanya apapun saat pengamatan, menanya sebagian tentang pengamatan, menanya sebagian hasil pengamatan dengan benar, dan menanya seluruh hasil eksperimen pengamatan dengan benar. Aspek ini adalah bagaimana siswa menanya saat pengamatan dengan konsep yang benar dan tepat. Siswa mengalami proses untuk memvisualkan konsep dan mendorong rasa ingin tahu mereka dalam mengamati alat peraga air mancur heron ini.

Aspek menanya cenderung memiliki faktor yang sulit, kemampuan siswa berbeda-beda sehingga mengakibatkan biasanya siswa kurang siap dalam menanya hal yang akan ditanyakan karena kurang paham dalam isi pengamatan.

### 3. Aspek Mencoba

Pada aspek memprediksi memiliki persentase 77.5% dalam kategori baik. Aspek ini memiliki empat pemberian skor yaitu tidak mencoba percobaan sekalipun, mencoba percobaan namun tidak tepat dan tidak benar, mencoba percobaan dengan tepat dan benar, tetapi masih ada sedikit kesalahan saat percobaan, dan mencoba percobaan dengan tepat dan benar.

Siswa melakukan percobaan alat peraga Air mancur Heron dimana mulai merakit dan mengoperasikan alat tersebut. Aspek ini adalah mencoba percobaan dengan benar sesuai langkah-langkah (Gambar 3). Tetapi, siswa cenderung sulit karena kemampuan siswa yang berbeda dan kurangnya siswa dalam melakukan percobaan (Sari & Setyarsih, 2017). Oleh karena itu, siswa sulit dalam mencoba percobaan yang ada.



**Gambar 2. Siswa melakukan percobaan Asas Bernoulli**

#### 4. Aspek Menalar

Pada aspek menalar memiliki persentase 82.5% dalam kategori baik. Aspek ini memiliki empat pemberian skor yaitu tidak menalar sedikit pun saat percobaan, menalar sebagian saat percobaan, menalar percobaan dengan tepat, tetapi masih ada sedikit kesalahan saat percobaan, dan menalar percobaan dengan tepat dan benar. Siswa melakukan penalaran terkait alat peraga air mancur heron ini dimana air mancur yang keluar terus menerus dan bagaimana proses kerjanya. Hal ini membentuk proses berjalannya berpikir kritis dan kreatif siswa.

Pada aspek ini siswa mampu membentuk proposisi-proposisi dan konsep saat pengamatan, sehingga siswa cenderung lebih mudah dalam proses menalar (Miriam, S. & Zainuddin, 2017). Akan tetapi siswa ada yang belum mampu membentuk konsep saat percobaan, namun siswa teratasi dengan cara membaca LKPD dan buku yang sudah disiapkan.

#### 5. Aspek Mengomunikasikan

Pada aspek mengomunikasikan memiliki persentase 87.5% dalam kategori sangat baik. Aspek ini memiliki empat pemberian skor yaitu tidak mengomunikasikan data hasil ke dalam tabel atau ke data pengamatan, mengomunikasikan sebagian hasil eksperimen ke dalam tabel atau ke data pengamatan dengan benar, mengomunikasikan sebagian hasil eksperimen ke dalam tabel atau ke data pengamatan dengan benar, dan

mengomunikasikan seluruh hasil eksperimen ke dalam tabel atau ke data pengamatan dengan benar. Siswa mempresentasikan hasil praktikumnya masing-masing kelompok dengan membawa alat peraga yang digunakan. Siswa menjelaskan konsep asas Bernoulli melalui alat peraga tersebut berdasarkan data yang telah diperoleh dari praktikum.

Pada aspek ini siswa mampu mengomunikasikan data dengan benar karena siswa sudah paham atau sudah belajar materi fluida dinamis terlebih dahulu. Sehingga dalam aspek mengomunikasikan siswa mampu memahami materi yang diajarkan dan dapat mengomunikasikan data pengamatan dengan benar dan lengkap sesuai dengan praktikum atau percobaan.

Keterampilan proses sains merupakan keterampilan yang melibatkan siswa dalam melakukan sesuatu hal yang berhubungan dengan fenomena melewati praktikum dalam proses pembelajaran. Keterampilan proses sains merupakan kemampuan yang dapat ditransfer dan dilatihkan serta mencerminkan perilaku ilmuwan (Sujarwanto & Putra, 2018). Dalam KPS ini ada lima aspek yaitu mengamati, menanya, mencoba, menalar, dan mengomunikasikan. Sejalan dengan hasil penelitian Widyaningsih & Yusuf (2016) bahwa hasil KPS siswa dalam kategori baik dan KPS itu sangat penting untuk memahami konsep atau proses sains siswa sehingga KPS adalah aspek yang sangat penting untuk mengetahui pengetahuan dan pemahaman konsep siswa.

Hasil penelitian Putra & Sujarwanto (2017) dimana implementasi bahan ajar multimedia interaktif di lapangan dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik berdasarkan hasil Uji-T sebesar 3.277 dengan taraf signifikansi 0.051 seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Penelitian oleh Nurdiansah & Makiyah (2021) menunjukkan bahwa modul *hybrid project-based learning* berbasis

laboratorium dapat meningkatkan keterampilan proses sains (KPS) siswa dimana hasil analisis menggunakan uji-t menunjukkan bahwa  $t_{hitung} > t_{tabel}$  yaitu  $3,54 > 1,76$  (Gambar 4).

Paired Samples Test			
	t	df	Sig. (2-tailed)
Pair1 KPS11-KPS22	-3,277	8	0,051

**Gambar 3. Hasil Uji-t implementasi bahan ajar multimedia interaktif**

Kelompok	Korelasi	dk	$t_{hitung}$	$t_{tabel}$
Pre-test dan Post-test kelas eksperimen	0,60	14	3,54	1,76

**Gambar 4. Hasil Uji-t implementasi modul *hybrid project-based learning* berbasis laboratorium**

Hal ini didukung juga oleh Suryaningsih & Nisa (2021) bahwa melalui kegiatan KPS ternyata dapat menunjang keterampilan berpikir kreatif siswa, literasi sains, dan keterampilan motorik siswa, serta sebagai inovasi dalam proses pembelajaran. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Apriliyanti, et al. (2015) dimana melalui alat peraga IPA tema pemisahan campuran dapat meningkatkan keterampilan proses sains dengan nilai gain ternormalisasi sebesar 0,71 (kriteria tinggi). Selain itu, Riyadi et al. (2018) menjelaskan bahwa melalui alat peraga Fisika materi cahaya dapat meningkatkan

keterampilan proses sains siswa sebesar 86,45 (sangat baik) dan hasil penelitian Ashar & Suklin (2021) dimana tingkat keterampilan proses sains peserta didik setelah mengikuti pembelajaran listrik searah menggunakan media pembelajaran berbasis alat peraga panel surya (*solar cell*) sederhana adalah 81,15 dan 83,90, dengan persentase pada kategori tinggi sehingga media panel surya (*solar cell*) sederhana efektif digunakan dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh simpulan bahwa profil keterampilan proses sains peserta didik setelah penggunaan alat peraga fluida dinamis (Asas Bernoulli) terintegrasi TPACK (*Technological, Pedagogical, Content Knowledge*) berada pada kategori baik dengan rata-rata persentase 82.5%. Hal ini menunjukkan bahwa keterampilan proses sains peserta didik dapat difasilitasi dengan berbagai aktivitas saintifik sekalipun dengan menggunakan alat peraga sederhana.

Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam sampel yang terlibat dalam penelitian. Oleh karena itu peneliti merekomendasikan penelitian selanjutnya untuk melakukan penelitian sejenis yang melibatkan sampel yang lebih besar, menggunakan desain penelitian yang melibatkan kelas kontrol, dan menggunakan instrumen tes yang lebih kompleks untuk mendapatkan komparasi data antara hasil KPS melalui observasi dengan tes.

## REFERENSI

- Apriliyanti, D. D., Haryani, S., & Widiyatmoko, A. (2015). Pengembangan Alat Peraga IPA Terpadu Pada Tema Pemisahan Campuran Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains. *Unnes Science Education Journal*, 4(2), 836-.
- Ashar, H., & Suklin, arwan. (2021). Efektivitas Media Pembelajaran Berbasis Alat Peraga Panel Surya Sederhana Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Pada Materi Listrik Searah. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 9(1 SE-Articles), 77–82. <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/PendidikanFisika/article/view/14944>
- Arikunto, S. 2013. Validitas. Dalam Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan. Jakarta: Bumi Aksara.
- Erniyanti, Zulkarnaen, & Supriyadi, S. (2022). Analisis Pengaruh Gaya

- Belajar Terhadap Keaktifan Belajar Fisika Peserta Didik Kelas X-9 SMA Negeri 1 Samarinda. *Seminar Nasional PPG Universitas Mulawarman* 3, 65-70.
- Fajero, T., Festiawan, R., Anggraeni, D., Rilastiyo Budi, D., Pendidikan Jasmani, J., & Ilmu-Ilmu Kesehatan, F. (2021). Analisis Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) dalam Implementasi Metode Pembelajaran Daring pada Era Covid-19 di SMA Negeri se-Kota Tegal. *Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi*, 7(2), 342–353. <https://ojs.mahadewa.ac.id/index.php/jpkr/article/view/1136>
- Fauziah, N. N., Lestari, R., Rustini, T., Arifin, M. H. (2022). Perkembangan Pendidikan IPS di Indonesia pada Tingkat Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar* 6(1), 89-104.
- Gusliana, G. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Guided Inquiry Menggunakan Pendekatan Diferensiasi untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik. *Diffraction*, 5(2), 91–100. <https://doi.org/10.37058/diffraction.v5i2.8496>
- Islam, U., Datokarama, N., Hasanah, S. U., Rusdin, R., Ubadah, U., & Kunci, K. (2022). *Kurikulum Merdeka Pada Madrasah Di Era Society 5.0: Sebuah Kajian Literatur*. 1, 1–5.
- Kaltsum, H. U. (2017). Pemanfaatan Alat Peraga Edukatif Sebagai Media Pembelajaran Bahasa Inggris Sekolah Dasar. *The 6th University Research Colloquium (URECOL) Universitas Muhammadiyah Magelang*, 6, 19–24.
- Khaira, I. K., Susilawati, E., & Renaldi, R. (2021). Implementasi Rancangan Pembelajaran Berbasis Tpack Sebagai Integrasi Pembelajaran Di Era Society 5.0 Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mata Kuliah Ekonomi Kesehatan. *Jurnal Teknologi Pendidikan (JTP)*, 14(2), 111. <https://doi.org/10.24114/jtp.v14i2.28336>
- Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2013). What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Journal of Education*, 193(3), 13–19. <https://doi.org/10.1177/002205741319300303>
- Meileni, H., Satriadi, I., Oktapriandi, S., Aprianty, D., Prasetya, D. H., Prasetyo, A., & Faraby, M. (2022). The Implementation of Tpack Framework Based Interactive Digital Learning for Cruise Vocational School (SMKP) Sinar Bahari Palembang. *Proceedings of the 5th FIRST T1 T2 2021 International Conference (FIRST-T1-T2 2021)*, 9, 282–287. <https://doi.org/10.2991/ahe.k.220205.049>
- Mubarokiyah, T. M., Aripin, H., & Rizal, R. (2024). RADEC Learning Model: Practicum to Enhance Students' Science Process Skills on Temperature and Heat. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 9(3), 415–425. <https://doi.org/10.26737/jipf.v9i3.5641>
- Nugraha, A. J., Suyitno, H., & Susilaningsih, E. (2017). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Ditinjau dari Keterampilan Proses Sains dan Motivasi Belajar melalui Model PBL. *Journal of Primary Education*, 6(1), 35–43.
- Nuraina, N., Mastuang, M., & Dewantara, D. (2024). Kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik Berintegrasi Kearifan Lokal Menggunakan Kooperatif Tipe STAD untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains. *Diffraction*, 6(1), 9–19. <https://doi.org/10.37058/diffraction.v6i1.8582>
- Nurdiansah, I., & Makiyah, Y. S. (2021). Efektivitas Modul Hybrid Project Based Learning (H-Pjbl) Berbasis Laboratorium Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 7(2), 104–110. <https://doi.org/10.29303/jpft.v7i2.2750>
- Putra, I. A., Rahma, Y. A., Nisa, K., & Anwar, M. S. (2023). Reconstruction Of

- Audio-Visual Learning Media Based On TPACK (Pedagogical Content And Knowledge Technology) On Moral Theology Material. *APPLICATION: Applied Science in Learning Research*, 3(2), 1–10. <https://doi.org/10.32764/application.v3i2.4587>
- Putra, I. A., & Sujarwanto, E. (2017). Analisis Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Melalui Bahan Ajar Multimedia Interaktif Alat. *Momentum: Physics Education Journal*, 1(2), 91–102. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21067/mpej.v1i2.2013>
- Rahmadi, I. F. (2019). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): Kerangka Pengetahuan Guru Abad 21. *Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan*, 6(1), 65. <https://doi.org/10.32493/jpkn.v6i1.y2019.p65-74>
- Riyadi, H., Wati, M., & Annur, S. (2018). Pengembangan Alat Peraga Fisika Materi Cahaya Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Siswa Smp. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 2(1), 42. <https://doi.org/10.20527/jipf.v2i1.1012>
- Rofina, A., & Mellisa. (2022). Pengembangan media pembelajaran audio visual berbasis video dokumenter pada materi kultur jaringan tanaman anggrek hitam. *BIOLOGY AND EDUCATION JOURNAL*, 2(1), 24–33.
- Rohman, D. F., Roziqin, M. K., Putra, I. A., Hidayatulloh, D., & Abdillah, A. (2024). Development of TPACK Integrated Learning Tools on Aqidah Akhlak Learning Materials for Class XII Madrasah Aliyah Students. *APPLICATION: Applied Science in Learning Research*, 4(1), 11–18. <https://doi.org/10.32764/application.v4i1.4639>
- Rosyid, A. (2016). Technological Pedagogical Content Knowledge: Sebuah Kerangka Pengetahuan Bagi Guru Indonesia Di Era MEA. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Pendidikan Inovasi Pembelajaran Berbasis Karakter Dalam Menghadapi Masyarakat Ekonomi ASEAN*, 446–454.
- Scott, W., & Yreteberg, L. (1990). *Teaching English to Children*. Longman.
- Setyawati, E., Suratno, S., & Sofyan, S. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Ips Berbasis Tpack Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik Smpn 30. *JMPIS: Jurnal Manajemen Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 3(2), 1043–1053.
- Sujarwanto, E., & Putra, I. A. (2018). Investigasi Keterampilan Proses Sains Terintegrasi Mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas KH. A. Wahab Hasbullah. *Momentum: Physics Education Journal*, 2(2), 79–85.
- Suryaningsih, S., & Ainun Nisa, F. (2021). Kontribusi STEAM Project Based Learning dalam Mengukur Keterampilan Proses Sains dan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2(6), 1097–1111. <https://doi.org/10.36418/japendi.v2i6.198>
- Suyanto, J., Masykuri, M., & Sarwanto, S. (2020). Analisis Kemampuan Tpack (Technolgical, Pedagogical, and Content, Knowledge) Guru Biologi SMA Dalam Menyusun Perangkat Pembelajaran Materi Sistem Peredaran Darah. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(1), 46. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v9i1.41381>
- Widyaningsih, S. W., & Yusuf, I. (2016). Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Melalui Penggunaan Media Laboratorium Virtual Pada Mata Kuliah Fisika Dasar Universitas . *Jurnal Pancaran Pendidikan*, 5(3), 99–110.
- Wijaya, T. T., Murni, S., Purnama, A., & Tanuwijaya, H. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Tpack Menggunakan Hawgent Dynamic Mathematics Software. *Journal of Elementary Education*, 03(03), 3.

- Wulandari, N., & Perdana, R. (2023). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Cooperative Learning dengan Metode Praktikum Berbantuan Alat Peraga Ayunan Bandul Sederhana. *Diffraction*, 5(1), 17–23.  
<https://doi.org/10.37058/diffraction.v5i1.6409>
- Zubaidah, S., Mahanal, S., Yuliati, L., Dasna, I. W., Pangestuti, A. A., Puspitasari, D. R., Mahfudhillah, H. T., Robitah, A., Kurniawati, Z. I., Rosyida, F., & Sholihah, M. (2017). *Ilmu pengetahuan alam Kurikulum 2013 kelas VIII semester 1* (F. A. Idah (ed.); Jilid 2). Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemendikbud.