



Pengembangan Modul Elektronik Alat-Alat Optik Berbasis STEM Menggunakan Aplikasi *Flip PDF Professional*

Widya Rahmatika Rizaldi, Sudirman, Abidin Pasaribu, dan Saparini*

Pendidikan Fisika, Universitas Sriwijaya, Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

*saparini@fkip.unsri.ac.id

Abstrak

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa salah satu faktor kesulitan belajar optik yaitu sebesar 37,9% mahasiswa menyebutkan karena minimnya referensi mengenai materi alat-alat optik. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan modul elektronik berbasis STEM menggunakan aplikasi *flip pdf professional* yang valid dan praktis. Penelitian ini menggunakan model pengembangan *Rowntree* yang terdiri dari tahap perencanaan, pengembangan, dan evaluasi. Tahap evaluasi menggunakan evaluasi formatif *Tessmer* meliputi tahap *self-evaluation*, *one-to-one*, *small group*, dan *field test evaluation*. Namun, pada penelitian ini hanya sampai tahap *small group evaluation*. Teknik pengumpulan data menggunakan *walkthrough* dan angket. Subjek penelitian yaitu mahasiswa Angkatan 2018 kelas Indralaya dan Palembang di Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya yang berjumlah 58 orang. Berdasarkan hasil validasi ahli, diperoleh hasil aspek isi yang sangat valid dengan skor 91,4%, aspek kebahasaan yang sangat valid dengan skor 97,1%, serta aspek desain yang sangat valid dengan skor 94,2%. Kepraktisan modul elektronik ini juga mendapat skor 93,75% dengan kategori sangat praktis yang dinilai melalui tahapan *one-to-one evaluation* dan melalui tahapan *small group evaluation* dengan skor 88,89% kategori sangat praktis. Implikasi penelitian ini tersedianya bahan ajar yang sesuai dengan perkuliahan optik bagi mahasiswa pendidikan fisika dan mendukung siswa dalam belajar.

Kata Kunci: Alat-Alat Optik; Modul Elektronik; Penelitian Pengembangan; STEM

Abstract

The needs analysis results show that one of the factors of difficulty in learning optics is 37.9% of students mentioning that it is due to the lack of references regarding the material of optical instruments. This study aims to produce a STEM-based electronic module using a valid and practical professional flip pdf application. This research uses the Rowntree development model of planning, development, and evaluation stages. The evaluation stage using Tessmer's formative evaluation includes self-evaluation, one-to-one, small group, and field test evaluation. However, this study only up to the small group evaluation stage. Data collection techniques using walkthroughs and questionnaires. The research subjects were students of class 2018 Indralaya and Palembang in the Physics Education Study Program, FKIP Sriwijaya University, totalling 58 people. Based on the expert validation results, the content aspect was very valid with a score of 91.4%, the linguistic element was very valid with a score of 97.1%, and the design aspect was very valid with a score of 94.2%. The practicality of this electronic module also received a score of 93.75% in the very practical category, which was assessed through the one-to-one evaluation stage and the small group evaluation stage with a score of 88.89% in the very practical category.



The implication of this research is the availability of teaching materials through optical lectures for physics education students and support students in learning.

Keywords: *Optical Instruments; Electronic Modules; Research Development; STEM*

Received : 9 Februari 2022

Accepted : 11 Juni 2022

Published : 2 Juli 2022

DOI : <https://doi.org/10.20527/jipf.v6i2.5006>

© 2022 Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika

How to cite: Rizaldi, W. R., Sudirman, S., Pasaribu, A., & Saparini, S (2022). Pengembangan modul elektronik alat-alat optik berbasis stem menggunakan aplikasi *flip pdf professional*. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(2). 360-367.

PENDAHULUAN

Dunia pendidikan saat ini semakin berkembang sejalan dengan perkembangan teknologi. Perkembangan teknologi tersebut itu dapat dilihat melalui pengembangan kurikulum, model pembelajaran, metode pembelajaran, hingga media pembelajaran (Kenedi et al., 2018). Pemanfaatan teknologi sangat penting diterapkan dalam proses pembelajaran salah satunya pemanfaatan teknologi untuk media dalam sebuah proses pembelajaran (Akhmadan, 2017). Pemanfaatan media pembelajaran dalam proses pembelajaran salah satunya penggunaan bahan ajar berupa modul elektronik/digital. Modul digital merupakan sumber belajar berupa bahan ajar yang dapat diakses melalui perangkat digital (Misbah et al., 2021). Berdasarkan angket analisis kebutuhan yang telah dibagikan, ditemukan sebanyak 82,5% mahasiswa mengalami kesulitan dalam pembelajaran, diantaranya yang menjadi fokus yaitu kesulitan dalam memahami materi serta minimnya referensi untuk mendukung pembelajaran. Modul elektronik diharapkan mempermudah mahasiswa dalam mencari referensi digital disaat pembelajaran dilakukan secara daring saat ini. Ditambah saat ini, mahasiswa kesulitan mengakses fasilitas referensi cetak seperti pada perpustakaan dikarenakan penerapan Pembatasan

Sosial Berskala Besar yang diterapkan pemerintah berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 21 Tahun 2020 sehingga menyebabkan terbatasnya kegiatan yang melibatkan keramaian dalam sebuah tempat. Modul digital diciptakan tidak terikat waktu dan tempat sehingga diharapkan dapat memudahkan peserta didik dalam menggunakannya terutama pada kondisi belajar jarak jauh. Penggunaan modul elektronik yang sangat memudahkan ini memungkinkan siswa memperoleh materi secara tuntas (Depdiknas, 2017). Modul elektronik yang dirancang dilengkapi dengan petunjuk belajar mandiri, contoh soal, evaluasi, materi, serta pedoman penilaian yang membuat tercapainya sebuah kegiatan pelajaran (Akaygun & Aslan-Tutak, 2016).

Perkembangan teknologi juga menuntut pendidik untuk bisa mengimbangi hal tersebut. Salah satu upaya yang dilakukan yaitu melalui STEM (Perinpasingam, Arumugam, Subramaniam, & Mylvaganam, 2014). Pendekatan STEM merupakan pendekatan yang bertujuan untuk menyatukan mahasiswa dengan dunia kerja dimana saat ini dunia kerja pada abad 21 menuntut manusia untuk bisa memecahkan masalah dengan melibatkan teknologi dan inovasi. Keterkaitan antara keempat bidang ilmu pada STEM bisa menyerasikan antar masalah yang terjadi di dunia nyata

(Cooper & Heaverlo, 2013). Oleh karena itu, dengan melibatkan STEM dalam pembelajaran dapat membekali peserta didik ketika menghadapi masalah pada kehidupan nyata yang berlandaskan pada ilmu pengetahuan (Sukanto et al., 2012). Modul elektronik yang dikembangkan juga memperhatikan tuntutan revolusi industri agar mahasiswa tidak hanya menguasai konsep, melainkan juga keterampilan seperti kecakapan STEM yang berguna untuk menghadapi berbagai permasalahan pada kehidupan nyata. Kemudian diperkuat pada analisis kebutuhan yang menunjukkan sebanyak 42,1% subjek penelitian memiliki pengetahuan mengenai STEM sebesar 40% yang demikian STEM bukan merupakan hal yang baru bagi mahasiswa sebagai subjek penelitian.

Modul elektronik berbasis STEM ini memuat materi alat-alat optik pada mata kuliah optik. Mengingat penerapan alat-alat optik banyak didalam kehidupan sehari-hari (Sukanto et al., 2012). Kemudian alat-alat optik yang menggunakan prinsip pembiasan dan pemantulan sehingga memudahkan manusia untuk mengobservasi objek-objek tertentu (Arkundato, 2008). Adapun alat-alat optik diantaranya yaitu mata, kamera, lup, mikroskop, teleskop, dll.

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa 82,8% mahasiswa mengalami kesulitan dalam pemahaman materi alat-alat optik. Salah satu faktor kesulitan tersebut yaitu sebesar 37,9% mahasiswa menyebutkan karena minimnya referensi mengenai materi alat-alat optik. Selain itu, mahasiswa menyatakan sangat membutuhkan referensi secara digital untuk mendukung pembelajaran jarak jauh seperti pada keadaan pandemi saat ini.

Pengembangan modul elektronik berbasis STEM pada materi alat-alat optik ini menggunakan aplikasi *flip pdf professional*. Penggunaan aplikasi ini bertujuan agar penyajian modul

elektronik tidak hanya mengandung tulisan saja tetapi dapat memasukkan fitur lain agar terkesan tidak membosankan/monoton (Sulistyarini, 2015). Aplikasi ini bisa memuat berbagai fitur seperti penambahan gambar, tulisan, video, animasi, *hyperlink*, kuis, dll. Penelitian sebelumnya mengenai pengembangan bahan ajar elektronik materi alat-alat optik menggunakan aplikasi *flip pdf professional* telah dilakukan dengan hasil persentase total sebesar 79,45% yang termasuk kategori sangat baik, hanya saja pada penelitian ini, tidak berbasis STEM serta subjek penelitiannya yaitu peserta didik pada Sekolah Menengah Atas (Sriwahyuni et al., 2019). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan modul elektronik berbasis STEM menggunakan aplikasi *flip pdf professional* yang valid dan praktis.

METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian pengembangan yang bertujuan menghasilkan produk berupa modul elektronik materi alat-alat optik berbasis STEM menggunakan aplikasi *flip pdf professional* yang valid dan praktis. Model pengembangan yang digunakan yaitu model pengembangan *Rowntree* karena model ini memang berorientasi pada produk. Tahapan pertama dari rangkaian model pengembangan *Rowntree* ini adalah tahap perencanaan yang terdiri atas analisis kebutuhan, analisis Rencana Pembelajaran Semester (RPS), merumuskan tujuan pembelajaran, dan menentukan materi. Selanjutnya masuk pada tahap pengembangan yang terdiri atas kegiatan pengembangan topik, penyusunan draft, kemudian produksi prototipe yang disebut prototipe 1 dan siap masuk ke tahapan evaluasi. Kemudian pada tahapan evaluasi, menggunakan evaluasi *Tessmer* yang terdiri atas lima tahapan yaitu *self evaluation; expert review, one-to-one evaluation; small group*

evaluation, dan *field test*. Namun pada penelitian ini hanya sampai pada tahapan evaluasi *small group evaluation*. Subjek penelitian ini yaitu mahasiswa calon guru fisika kelas Indralaya dan kelas Palembang pada Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya sebanyak 64 orang. Subjek penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Subjek penelitian

Kelas	Jumlah Mahasiswa
Indralaya	44
Palembang	20

Instrumen dan teknik pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan teknik *walkthrough* dimana teknik ini digunakan pada tahapan *expert review*. Teknik ini berguna untuk mengevaluasi dan memvalidasi produk sebagai dasar untuk merevisi prototipe 1. Tahapan ini dilakukan oleh validator yang ahli dibidangnya dan akan dibagikan lembar validasi yang diisi berupa tanggapan dan juga saran. Adapun aspek yang akan divalidasi oleh ahli pada tahapan *expert review* yaitu aspek isi, aspek kebahasaan, serta aspek desain dari modul elektronik yang akan dikembangkan tersebut. Selanjutnya teknik pengumpulan data melalui angket. Angket ini merupakan pengumpulan data dengan cara membagikan seperangkat pernyataan tertulis kepada subjek penelitian sebagai responden. Angket yang dibagikan ini digunakan untuk mengetahui kepraktisan modul elektronik ini dari segi tanggapan mahasiswa. Teknik pengumpulan data angket ini dilakukan pada tahapan *one-to-one evaluation* dan *small group evaluation*.

Teknik analisis data ada dua yaitu teknik analisis data *walkthrough* dan teknik analisis data angket. Analisis data pada teknik pengumpulan data *walkthrough* dihitung untuk mengetahui kevalidannya. Setelah nilai validasi didapat, nilai tersebut disesuaikan

dengan kriteria Hasil Validasi Ahli seperti pada tabel 2 (Wiyono, 2015).

Tabel 2 Kategori hasil validasi ahli

Rata-rata	Kategori
$86 \leq HVA \leq 100$	Sangat Valid
$70 \leq HVA < 86$	Valid
$56 \leq HVA < 70$	Kurang Valid
$0 \leq HVA < 56$	Kurang Valid/Rendah

Selanjutnya analisis data angket dilakukan untuk mengetahui kepraktisan dari sisi mahasiswa sebagai pengguna modul elektronik. Analisis data angket dihitung menggunakan rumus berikut (Wiyono, 2015):

$$\text{Persentase} = \frac{\text{nilai yang didapat}}{\text{nilai maksimum}} \times 100\%$$

Kemudian, hasil yang didapat dari *one-to-one evaluation* dan *small group evaluation* yang telah dikalkulasi melalui rumus, dikelompokkan sesuai kategori seperti pada tabel 3 (Wiyono, 2015).

Tabel 3 Kategori hasil *one-to-one evaluation* dan *small group evaluation*

Rata-rata	Kategori
$86 \leq HEOS \leq 100$	Sangat Praktis
$70 \leq HEOS < 86$	Praktis
$56 \leq HEOS < 70$	Kurang Praktis
$0 \leq HEOS < 56$	Kurang Praktis/Rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan utama dari diadakannya penelitian ini salah menghasilkan produk berupa modul elektronik berbasis STEM yang valid dan praktis. Pertama uji validitas dilakukan pada tahapan *expert review* yang dilakukan oleh ahli dibidangnya. Setelah mendapatkan total penilaian dari ketiga aspek, mulai dari isi, desain, dan kebahasaan, dilakukan rekapitulasi secara keseluruhan untuk mendapat hasil akhir dari tahapan *expert review*. Berikut Tabel 4 menampilkan hasil rekapitulasi tahapan *expert review*.

Tabel 4 Hasil *expert review*

No	Aspek Validasi	Rekapitulasi Nilai (%)	Kategori
1	Validasi Isi	91,4	Sangat Valid
2	Validasi	97,2	Sangat

No	Aspek Validasi	Rekapitulasi Nilai (%)	Kategori
3	Kebahasaan	94,2	Valid
	Validasi		Sangat
	Desain		Valid

Hasil yang disajikan Tabel 4, sejalan dengan penelitian pengembangan bahan ajar elektronik materi optik sebelumnya. Penelitian tersebut menyebutkan bahwa bahan ajar elektronik yang dikembangkan termasuk kategori sangat valid pada masing-masing aspek (Sriwahyuni et al., 2019). Namun demikian, produk yang berhasil dikembangkan tersebut bukan bahan ajar elektronik materi optik berbasis STEM.

Setelah mendapat penilaian, saran serta masukan dari para ahli, para ahli mengizinkan untuk melanjutkan penelitian pada tahapan ujicoba terhadap mahasiswa. Ujicoba ini dimulai pada tahapan *one-to-one evaluation* dan didapat hasil sebesar 93,75% dengan kategori sangat praktis.

Selanjutnya setelah prototipe-1 melewati tahapan *expert review* dan *one-to-one evaluation*, prototipe 1 direvisi selanjutnya disebut sebagai prototipe 2 yang siap diujicobakan pada tahapan *small group evaluation*. Selanjutnya tahapan *small group evaluation* didapat persentase sebesar 88,89% dengan kategori sangat praktis.

Pengembangan bahan ajar yang diterima baik oleh peserta didik dapat digunakan sebagai bahan ajar (Lestari et al., 2018). Pada tahapan ini sudah bisa dihasilkan produk berupa prototipe-3 karena sudah tidak lagi dilakukan revisi. Berdasarkan segala tahapan yang telah dilewati, maka modul elektronik alat-alat optik berbasis STEM ini sudah valid menurut hasil *expert review* dan praktis menurut hasil *one-to-one evaluation* dan *small group evaluation*.



Gambar 1 Modul elektronik alat-alat optik

Melalui beberapa tahapan penelitian yang dilaksanakan, telah berhasil dikembangkannya modul elektronik berbasis STEM menggunakan aplikasi *flip pdf professional* yang valid dan praktis. Penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan pengembangan modul berbasis STEM materi optik menunjukkan hasil serupa yaitu modul IPA berbasis STEM termasuk kategori sangat valid dengan persentase 92,5% (Ainun Afwina et al., 2021). Hal serupa juga ditunjukkan pada pengembangan modul elektronik berbasis STEM materi lensa diperoleh hasil sangat valid (93,8%) dan sangat praktis (85,7%) (Fitriyani et al., 2021). Pengembangan modul elektronik berbasis STEM pada materi fisika dan IPA tidak terbatas pada materi optik saja namun pada materi lain seperti usaha dan energi (Alifiyah et al., 2020); IPA SMP (Zulaiha & Kusuma, 2020); Fisika Inti (Sudirman & Taufiq, 2018); Praktikum Fisika Dasar 1 (Sari, 2021).

Modul berbasis STEM yang telah dikembangkan, berdasarkan penelitian sebelumnya telah banyak dilakukan penelitian lanjutan untuk melihat pengaruh maupun efektifitas penggunaannya dalam pembelajaran. Beberapa penelitian tersebut menunjukkan hasil sebagai berikut: (1) modul IPA berbasis STEM yang telah dikembangkan efektif digunakan dalam pembelajaran IPA di SMP (Ainun Afwina et al., 2021); (2) kemampuan literasi sains siswa setelah diterapkan e-modul berbasis TPACK-STEM lebih tinggi dibanding sebelumnya (Aulia et al., 2021); (3) kemampuan literasi sains siswa setelah diterapkan UKBM berbasis PjBL-STEM lebih tinggi dibanding sebelumnya (Alifiyah et al., 2020); (4) penggunaan modul fisika berbasis STEM mampu meningkatkan hasil belajar siswa (Ulfa et al., 2021); (5) Modul Fisika berbasis STEM dinyatakan efektif yang ditunjukkan dari hasil belajar fisika siswa (Alifiyah et al., 2020); (6) Modul STEM terintegrasi kewirausahaan mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa (Alifiyah et al., 2020). Penelitian terhadap penggunaan modul pembelajaran fisika atau IPA berbasis STEM yang telah dilaksanakan menunjukkan bahwa modul tersebut tidak hanya mampu meningkatkan hasil belajar siswa, namun kemampuan literasi sains dan keterampilan proses sains siswa.

Secara keseluruhan penelitian tentang pengembangan modul pembelajaran fisika maupun IPA berbasis STEM memberikan kontribusi pada proses pembelajaran baik Fisika di SMA maupun IPA di SMP. Penelitian terkait STEM pada pendidikan maupun pembelajaran masih dapat terus dilaksanakan dan dikembangkan. Hal tersebut didasari atas penelitian tentang trend penelitian pendidikan STEM dari tahun 2007 sampai 2017, dimana terdapat 3 topik utama pada rentang tahun tersebut yaitu inovasi

pembelajaran STEM, pengembangan profesional terkait STEM, dan pengaruh jenis kelamin dan karir berkaitan dengan STEM (Chomphuphra et al., 2019).

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa Telah berhasil dikembangkan modul elektronik alat-alat optik berbasis STEM menggunakan aplikasi *flip pdf professional* dengan subjek penelitiannya yaitu mahasiswa kelas Indralaya dan Palembang angkatan 2018 di Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya. Modul elektronik alat-alat optik berbasis STEM menggunakan aplikasi *flip pdf professional* ini sangat valid setelah melewati tahapan evaluasi *expert review* dengan skor yang didapat sebesar 91,4% untuk penilaian aspek isi, skor 97,1% untuk aspek kebahasaan, dan skor 94,2% untuk aspek desain. Modul elektronik ini juga dinyatakan sangat praktis setelah melewati rangkaian tahapan evaluasi *one-to-one evaluation* didapat rata-rata skor sebesar 93,7% dan diuji kembali pada tahapan *small group evaluation* dengan rata-rata skor yang didapat sebesar 88,89%. Implikasi dari hasil penelitian ini yaitu tersedianya bahan ajar yang sesuai dengan perkuliahan optik bagi mahasiswa pendidikan fisika dan mendukung siswa dalam belajar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainun Afwina, D., Dwi, P. A., & Singih Budiarto, A. (2021). Engineering, and mathematics) pokok bahasan alat-alat optik dalam pembelajaran ipa di smp. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika*, 2(2), 126–132.
- Akaygun, S., & Aslan-Tutak, F. (2016). STEM images revealing stem conceptions of pre-service chemistry and mathematics teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science*

- and Technology*, 4(1), 56.
<https://doi.org/10.18404/ijemst.44833>
- Akhmadan, W. (2017). Pengembangan bahan ajar materi garis dan sudut menggunakan macromedia flash dan moodle kelas vii sekolah menengah pertama. *Jurnal Gantang*, 2(1), 27–40.
<https://doi.org/10.31629/jg.v2i1.62>
- Alifiyah, C. N., Parno, P., & Kusairi, S. (2020). Efektivitas penggunaan ukbm terhadap literasi sains materi alat optik dalam model pjb-stem dengan asesmen formatif pada siswa kelas xi mia sma negeri 9 malang. *Briliant: Jurnal Riset Dan Konseptual*, 5(4), 679.
<https://doi.org/10.28926/briliant.v5i4.515>
- Arkundato, A. dkk. (2008). *Modul mata kuliah optik*. Universitas Terbuka.
- Aulia, D. M., Parno, & Kusairi, S. (2021). Pengaruh e-module berbasis tpack-stem terhadap literasi sains alat optik dengan model pbl-stem disertai asesmen formatif. *Jurnal Riset Pendidikan Fisika*, 6(1), 7–12.
- Chomphuphra, P., Chaipidech, P., & Yuenyong, C. (2019). Trends and research issues of stem education: A review of academic publications from 2007 to 2017. *Journal of Physics: Conference Series*, 1340(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1340/1/012069>
- Cooper, R., & Heaverlo, C. (2013). Problem solving and creativity and design: What influence do they have on girls' interest in stem subject areas? *American Journal of Engineering Education (AJEE)*, 4(1), 27–38.
<https://doi.org/10.19030/ajee.v4i1.7856>
- Depdiknas. (2017). *Panduan praktis penyusunan e-modul: Dirjen Dikdasmen Direktorat Pembinaan SMA*.
- Fitriyani, Sudirman, & Andriani, N. (2021). Pengembangan modul elektronik android berbasis stem. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 8(2), 228–235.
- Kenedi, A. K., Hendri, S., Ladiva, H. B., & Nelliarti. (2018). Kemampuan koneksi matematis siswa sekolah dasar dalam memecahkan masalah matematika. *Jurnal Numeracy*, 5(2), 226–235.
- Lestari, W. M., Ariani, T., & Gumay, O. P. U. (2018). Pengembangan bahan ajar fisika berbasis scientific approach. *Science and Physics Education Journal (SPEJ)*, 2(1), 18–29.
<https://doi.org/10.31539/spej.v2i1.435>
- Misbah, M., Sasmita, F. D., Dinata, P. A. C., Deta, U. A., & Muhammad, N. (2021). The validity of introduction to nuclear physics e-module as a teaching material during covid-19 pandemic. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1796(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012070>
- Perinpasingam, P. T. S., Arumugam, N., Subramaniam, S., & Mylvaganam, G. (2014). Development of a Science Module through Interactive Whiteboard. *Rev. Eur. Stud.*, 6(31).
- Sari, D. K. (2021). Pengembangan e-modul praktikum fisika dasar 1 dengan pendekatan stem untuk menumbuhkan kemandirian belajar. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 5(1), 44.
<https://doi.org/10.20961/jdc.v5i1.50560>
- Sriwahyuni, I., Risdianto, E., & Johan, H. (2019). Pengembangan bahan ajar elektronik menggunakan flip pdf professional pada materi alat-alat optik di SMA. *Jurnal Kumparan Fisika*, 2(3), 145–152.
- Sudirman, & Taufiq, K. (2018).

- Pengembangan modul mata kuliah gelombang berbasis stem (science, technology, engineering and mathematics) pada program studi pendidikan fisika. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika (JIPF)*, 5(2), 134–140.
- Sukanto, I., Suyatna, A., & Maharta, N. (2012). Pengembangan media pembelajaran alat-alat optik berbasis teknologi informasi dan komunikasi. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 1(1), 92–103.
- Sulistyarini, E. (2015). *Pengembangan bahan ajar fisika SMA materi gelombang bunyi berbasis interactive PDF (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Semarang)*. Universitas Negeri Semarang.
- Ulfa, E. M., Subiki, S., & Nuraini, L. (2021). Efektivitas penggunaan modul fisika terintegrasi stem (science, technology, engineering, and mathematics) materi usaha dan energi di sma. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 10(4), 136. <https://doi.org/10.19184/jpf.v10i4.27456>
- Wiyono, K. (2015). Pengembangan model pembelajaran fisika berbasis ict pada implementasi kurikulum 2013. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 2(2), 123–131. <https://doi.org/10.36706/jipf.v2i2.2613>
- Zulaiha, F., & Kusuma, D. (2020). Pengembangan modul berbasis stem untuk siswa smp. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 6(2), 246–255. <https://doi.org/10.29303/jpft.v6i2.2182>