

Pengembangan Media PowerPoint Interaktif dalam Konteks Pengenalan Mekanika Lagrange pada Siswa SMA Menggunakan Metode 4D

Zunita Dwi Anggraini*, Senia Damayanti, Bayu Setiaji

Universitas Negeri Yogyakarta

Abstrak: Kualitas Pendidikan bangsa di masa sekarang memiliki pengaruh yang sangat besar di masa yang akan datang. Kegiatan belajar mata pelajaran Fisika pada jenjang SMA perlu menggunakan media yang interaktif. Pengembangan media berbentuk *PowerPoint* dilakukan dengan menggunakan metode 4D. Metode 4D ini melibatkan empat tahapan utama, yakni tahap pendefinisian, tahap perancangan, tahap pengembangan, dan tahap penyebaran. Materi yang ditampilkan merupakan pengenalan mekanika lagrange bagi siswa SMA. Disusun media *PowerPoint* yang interaktif dan disertai ilustrasi serta animasi yang menarik. Hasil dari pengembangan media ditentukan dengan menggunakan instrument penilaian yang memiliki empat aspek. Media divalidasi oleh tiga orang ahli dari masing-masing aspek. Berdasarkan penilaian yang dilakukan, media yang dikembangkan layak untuk dipublikasikan dan sesuai dengan kriteria kelayakan yang telah ditentukan. Didapatkan komentar dan saran untuk mengemas informasi dalam bentuk bagan atau poin, menambahkan simulasi, dan mengintegrasikan animasi yang menarik akan meningkatkan pengalaman belajar siswa secara signifikan. Dilakukan perbaikan berdasarkan komentar dan saran ahli dan menghasilkan produk final yang layak untuk digunakan.

Kata Kunci: Media, Lagrange, 4D

DOI: <https://doi.org/10.47134/jtp.v1i4.372>

*Correspondence: Zunita Dwi Anggraini

Email:

zunitadwi.2023@student.uny.ac.id

Received: 20-03-2024

Accepted: 19-05-2024

Published: 27-06-2024



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license

(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: The quality of national education today has a tremendous impact in the future. The activities of learning physics on high school need to use interactive media. Powerpoint media development use the 4d method. The method involves four main stages, the define, the design, the development, and the dissemination. The materials displayed are the introduction of Lagrange mechanics for high school students. It is composed of interactive media powerpoint and accompanied by interesting illustrations and animation. The results of media development are determined by using an assessment instrument that has four aspects. The media is validated by three experts from each aspect. Based on assessments, the established media is worthy of publication and fit the predetermined criteria for worthiness. Obtaining comments and suggestions to package information in chart or points, adding simulations, and integrating interesting animation will enhance students' learning experiences significantly. Proceed with expert commentary and advice and produce the final product worth using.

Keywords: Media, Lagrange, 4D

Pendahuluan

Pendidikan memiliki peran yang sangat penting dalam persiapan sumber daya manusia yang berkualitas bagi suatu negara. Kualitas sumber daya manusia merupakan faktor yang sangat penting dalam mencerminkan tingkat peradaban suatu negara. Tingkat kualitas sumber daya manusia dalam suatu negara tidak dapat dipisahkan dari kualitas pendidikan yang ada di negara tersebut (Fauth, 2019; Holder, 2019). Dalam konteks saat ini, kualitas pendidikan negara memiliki dampak yang signifikan pada masa depan (Yoga Utomo dan Ratnawati, 2018). Seiring dengan kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan, dunia pendidikan terus berkembang. Dengan cara yang sama, media pembelajaran yang digunakan dalam proses pembelajaran semakin canggih dan bukan hanya media yang tersedia di lingkungan sekitar. Ada banyak media pembelajaran yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Melalui media pembelajaran proses belajar mengajar bisa lebih menarik dan menyenangkan bagi siswa agar pelajaran-pelajaran yang dirasa sulit dapat untuk mudah dipahami.

Salah satu model pengembangan yang digunakan dalam dunia Pendidikan adalah model Four -D (4D). Model pengembangan ini dikembangkan oleh Sivasailam Thiagarajan, Dorothy S. Semmel, dan Melvyn I. Semmel tahun 1974 (Jasmine Riani Johan, Tuti Iriani, dan Arris Maulana, 2023). Model 4D adalah model pengembangan yang dapat digunakan untuk mengembangkan berbagai jenis media pembelajaran (Arkadiantika et al. 2020). Setelah melalui proses pengembangan dalam pelatihan, model ini disebut model Four-D(4D) yang terdiri dari empat tahap: define, design, develop, dan disseminate (Haviz 2013).

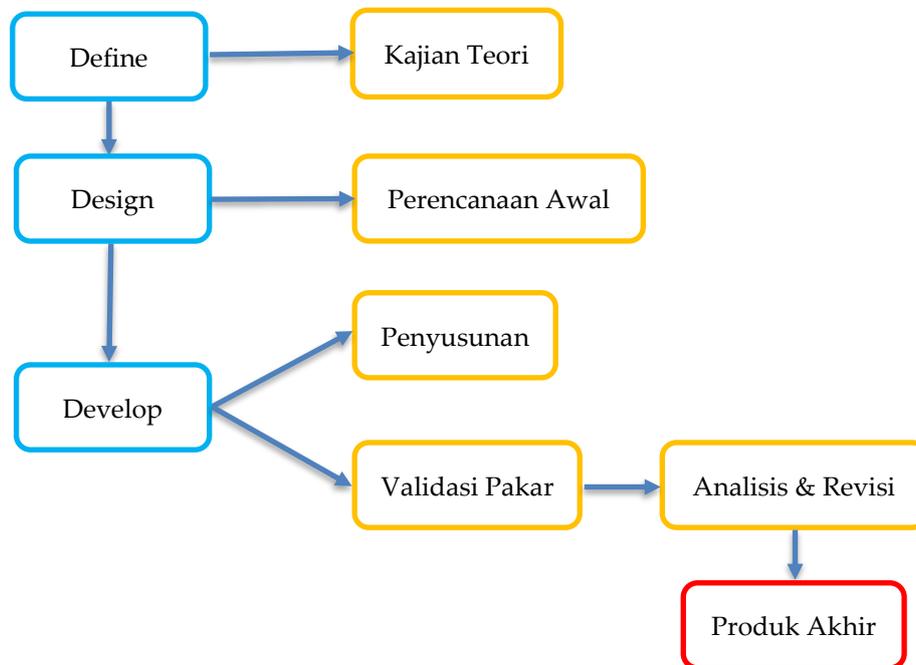
Salah satu pelajaran yang dirasa sulit yaitu mekanika analitik (Amaliyah et al., 2021). Mekanika analitik adalah cabang ilmu fisika yang mempelajari tentang gerak yang bekerja pada benda. Dia merupakan reformulasi matematis dari mekanika Newton dan memperhatikan faktor arah dalam analisis. Dalam mekanika analitik, tidak ada komponen arah, sehingga ia juga disebut dengan mekanika scalar sebagai alternatif mekanika Newton. Mekanika analitik membahas gerak suatu sistem fisis (benda) dengan ketentuan awal persoalan yang berbeda berdasarkan ada tidaknya gaya yang bekerja pada sistem (Nathalia Puji Lestari, 2021). Topik yang dipelajari meliputi analisis gerak dengan metode Lagrange, kalkulus variasi, masalah 2 benda, pengali Lagrange, dan analisis gerak dengan metode Hamilton (Shofa et al., 2020).

Tujuan pada penelitian kali ini untuk mengembangkan atau mengenalkan media pembelajaran menggunakan PowerPoint yang interaktif dalam konteks pengenalan mekanika lagrange pada siswa SMA menggunakan metode 4D.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan sebagai studi pengembangan menggunakan pendekatan Metode 4D. Objek penelitian berfokus pada pembuatan media interaktif berbasis PowerPoint yang bertujuan untuk memperkenalkan konsep mekanika lagrange kepada siswa tingkat menengah atas. Proses pengembangan media interaktif menggunakan

Metode 4D ini melibatkan empat tahapan utama, yakni tahap define (pendefinisian), tahap design (perancangan), tahap develop (pengembangan), dan tahap disseminate (penyebaran). Namun, penelitian ini dibatasi hingga tahapan pengembangan saja, atau tahap ketiga dalam metode tersebut tersebut.



Bagan 1. Metode 4D

Tahap pendefinisian dilaksanakan dalam konteks mata pelajaran fisika di jenjang pendidikan SMA. Data terkait capaian pembelajaran dijadikan landasan untuk menentukan cakupan materi yang akan dimasukkan dalam media PowerPoint yang dikembangkan. Proses seleksi materi untuk disertakan dalam media tersebut didasarkan pada kriteria kemampuan penerapan prinsip mekanika analitik. Evaluasi terhadap capaian pembelajaran siswa SMA dilakukan melalui penelusuran yang terinci, menggunakan sumber situs resmi melalui tautan yang disediakan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Tahap perancangan dilaksanakan dengan menyusun rencana pembuatan media berdasarkan materi yang telah dipilih sebagai landasan. Materi-materi yang telah dipilih dikompilasi dengan cermat untuk membentuk narasi yang kohesif, yang kemudian akan diintegrasikan ke dalam format PowerPoint. Proses ini melibatkan konversi materi-materi tersebut menjadi narasi yang padu dan terstruktur, yang nantinya akan disampaikan melalui media interaktif. Selain narasi, tahap perancangan juga melibatkan pembuatan animasi dan ilustrasi yang relevan, yang bertujuan untuk memperkaya presentasi dan memperjelas konsep-konsep yang kompleks.

Setelah hasil perencanaan awal terkumpul, tahap berikutnya adalah penyusunan secara sistematis dalam bentuk presentasi PowerPoint interaktif. Untuk memastikan kualitas dan keefektifan media yang dikembangkan, dilakukan proses validasi oleh para ahli, yakni guru dan dosen. Proses validasi ini menggunakan lembar penilaian angket yang

dirancang khusus dan didapatkan melalui laman Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Apabila hasil validasi sesuai dengan standar yang ditetapkan, media yang dikembangkan tersebut dapat diimplementasikan secara luas dalam proses pembelajaran di sekolah menengah atas.

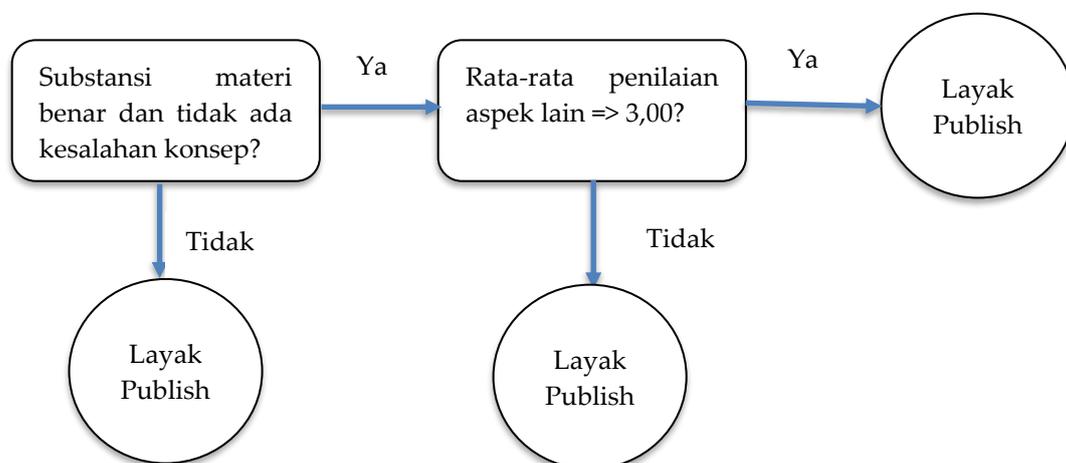
Instrumen Penelitian

Dilakukan validasi menggunakan instrumen evaluasi media pembelajaran yang mengacu pada Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi Pendidikan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan untuk menguji kelayakan dari media yang dikembangkan untuk diujicobakan. Validator merupakan ahli materi, ahli desain pembelajaran, ahli media dan komunikasi pembelajaran serta pengguna yang sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan. Media dinilai berdasarkan empat aspek yakni:

1. Materi (3 indikator)
2. Desain pembelajaran (5 indikator)
3. Media dan komunikasi pembelajaran (7 indikator)
4. Daya implementasi & respons pengguna (6 indikator)

Teknik Analisis Data

Untuk menghitung hasil validasi suatu media yang didapatkan dari validator, dilakukan penilaian kelayakan berdasarkan ketentuan yang tertera pada Bagan 2.



Bagan 2. Standar Kelayakan Media Pembelajaran

Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Tahapan Pengembangan Media

Pengembangan media ini difokuskan pada metode 4D, yang mencakup langkah-langkah *defind* (pendefinisian), *design* (perancangan), *development* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran). Penyajian data didasarkan pada uji validitas pengembangan media powerpoint, yang didasarkan pada empat hal utama. Oleh karena itu,

pengembangan terbatas pada tahap ketiga, yaitu development. Sesuai dengan metode tersebut, prosesnya melibatkan tiga tahap, yaitu

1. Pendefinisian

Pada tahap *defind*, pencarian informasi tentang kurikulum dilakukan melalui sumber resmi, seperti laman Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Hasil penelusuran menunjukkan bahwa kurikulum untuk pembelajaran fisika di sekolah menengah atas dibagi menjadi dua fase, yaitu fase E dan fase F. Fase E ditargetkan untuk siswa kelas 10, sementara fase F ditujukan untuk siswa kelas 11 dan 12. Berdasarkan tujuan pembelajaran yang ditetapkan, ditemukan bahwa metode penyelesaian masalah dalam mekanika mengacu pada prinsip-prinsip Newtonian.

2. Perancangan

Penyusunan materi dilakukan dengan menerapkan pendekatan yang mengambil inspirasi dari dunia olahraga. Banyak gerakan dalam konteks olahraga yang dapat dipelajari dengan memperhatikan lintasan yang membentuk pola parabola. Dalam hal ini, studi kasus gerak parabola dipilih sebagai konten utama dalam media pembelajaran, dengan fokus pada penentuan percepatan terhadap sumbu-x dan sumbu-y. Untuk memberikan pemahaman yang lebih jelas mengenai pergerakan benda, digunakan ilustrasi berupa animasi yang dibuat menggunakan platform animasi Canva. Hal ini bertujuan untuk memperjelas konsep pergerakan benda yang menjadi fokus pembelajaran.

3. Pengembangan

Media dikembangkan dalam format presentasi *PowerPoint* yang menggabungkan elemen animasi dan ilustrasi. Setelah melakukan pengumpulan materi dari berbagai referensi, termasuk buku dan artikel terkait, dilakukan penyusunan narasi sebagai pengantar untuk menyampaikan materi dengan lebih interaktif. Narasi tersebut dirancang dengan penyisipan pertanyaan-pertanyaan yang bertujuan untuk merangsang partisipasi aktif siswa selama sesi pembelajaran. Setelah media tersebut terbentuk secara komprehensif, tahap selanjutnya adalah validasi oleh pakar materi, seperti dosen, serta pengguna langsungnya, yaitu guru.

B. Hasil Pengembangan Media Pembelajaran

Setelah dilakukan pengembangan media, terbentuklah sebuah media pembelajaran dengan basis powerpoint. Media dibuat interaktif dengan penambahan pertanyaan yang memancing berpikir kritis siswa dengan tampilan sebagai berikut:

1. Halaman Judul



Gambar 1. Halaman Judul

2. Apersepsi



Gambar 2. Apersepsi

3. Review Pembelajaran



Gambar 3. Review Pembelajaran

4. Ilustrasi



Gambar 4. Review Pembelajaran

5. Materi



Gambar 5. Review Pembelajaran

C. Pembahasan Validasi Oleh Ahli

Proses validasi didasarkan pada beberapa aspek yang akan divalidasi oleh ahli materi, ahli desain pembelajaran, ahli media dan komunikasi pembelajaran serta pengguna yang telah memenuhi kriteria evaluator yang telah ditentukan.

1. Materi

Produk yang dikembangkan telah divalidasi oleh ahli materi yaitu Ibu Riza Ariyani Nur Khasanah M. Sc., Ph.D. Dari hasil validasi ahli media komunikasi pembelajaran

didapatkan substansi materi sudah benar dan tidak ada kesalahan konsep dengan hasil rata-rata 3,67 yang disesuaikan dengan kriteria kelayakan terletak pada kulisifikasi layak untuk di publikasi. Pengembangan media yang telah divalidasi oleh ahli ini kemudian dilakukan revisi/perbaikan sesuai dengan komentar dan saran yang telah diperoleh dari validator media komunikasi pembelajaran. Komentar dan saran oleh ahli media dan komunikasi pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komentar dan Saran Ahli Materi

No.	Komentar dan Saran
1.	Lengkapi dengan video apersepsi dan <i>review</i> .
2.	Lengkapi dengan ilustrasi/gambar gerak parabola beserta vektor-vektornya.
3.	Tambah persamaan lagrangian secara umum.
4.	Beri definisi pada setiap <i>symbol</i> .

2. Desain Pembelajaran

Produk yang dikembangkan telah divalidasi oleh ahli desain pembelajaran yaitu Ibu Riza Ariyani Nur Khasanah M. Sc., Ph.D. Dari hasil validasi ahli media komunikasi pembelajaran didapatkan hasil rata-rata 3,60 yang disesuaikan dengan kriteria kelayakan terletak pada kulisifikasi layak untuk di publikasi. Pengembangan media yang telah divalidasi oleh ahli ini kemudian dilakukan revisi/perbaikan sesuai dengan komentar dan saran yang telah diperoleh dari validator media komunikasi pembelajaran. Komentar dan saran oleh ahli media dan komunikasi pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komentar dan Saran Ahli Media Komunikasi Pembelajaran

No.	Komentar dan Saran
1.	Gunakan kalimat biasa (jangan menggunakan huruf balok).
2.	Gunakan ukuran <i>font</i> yang besar.
3.	Tambah animasi yang menarik.
4.	Perbaiki rumus/persamaan matematis.
5.	Pakai <i>bullet and numbering</i> .
6.	Penekanan kata penting (beda warna).

3. Media Komunikasi Pembelajaran

Produk yang dikembangkan telah divalidasi oleh ahli media komunikasi pembelajaran yaitu Ibu Riza Ariyani Nur Khasanah M. Sc., Ph.D. Dari hasil validasi ahli media komunikasi pembelajaran didapatkan hasil rata-rata 3,20 yang disesuaikan dengan kriteria kelayakan terletak pada kulisifikasi layak untuk di publikasi. Pengembangan media yang telah divalidasi oleh ahli ini kemudian dilakukan revisi/perbaikan sesuai dengan komentar dan saran yang telah diperoleh dari validator media komunikasi pembelajaran. Komentar dan saran oleh ahli media dan komunikasi pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komentar dan Saran Ahli Media Komunikasi Pembelajaran

No.	Komentar dan Saran
1.	Narasi yang digunakan sudah bagus, tetapi lebih baiknya jika dikemas/ ditampilkan dalam bentuk bagan-bagan atau point-point.
2.	Simulasi yang ditampilkan masih terlalu sederhana, bisa ditambahkan simulasi menggunakan Phet.
3.	Tambahkan animasi yang lebih menarik untuk siswa.

4. Daya Implementasi & Respons Pengguna

Produk yang dikembangkan telah divalidasi oleh pengguna (guru) yaitu oleh Ibu Daimah, S.Pd., M.Pd sebagai pengguna satu dan Bapak Djiyarto, S.Pd sebagai pengguna dua. Dari hasil validasi ahli media komunikasi pembelajaran didapatkan hasil rata-rata 3,80 dan 3,60 yang disesuaikan dengan kriteria kelayakan terletak pada kulisifikasi layak untuk di publikasi. Pengembangan media yang telah divalidasi oleh ahli ini kemudian dilakukan revisi/perbaikan sesuai dengan komentar dan saran yang telah diperoleh dari validator media komunikasi pembelajaran. Komentar dan saran oleh ahli media dan komunikasi pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Komentar dan Saran Pengguna Satu

No.	Komentar dan Saran
1.	Mudah digunakan karena semua siswa sudah familiar dengan aplikasi PPT.
2.	Siswa akan lebih tertarik jika ditambahkan apersepsi yang menarik sebelum masuk ke materi inti.
3.	Dapat digunakan untuk belajar siswa dan media pembelajaran guru, perlu disesuaikan dengan kebutuhan dan kemampuan siswa yang berdeferensiasi.
4.	Bisa ditambahkan satu atau dua soal HOT Aplikatif.
5.	Tambahan contoh contoh aplikasi akan lebih baik.

Tabel 5. Komentar dan Saran Pengguna Dua

No.	Komentar dan Saran
1.	Tulisan dalam PPT kurang besar, akan tidak terbaca dengan jelas bagi siswa yang duduk di belakang.
2.	Perlu disampaikan tujuan pembelajaran, motivasi serta apersepsi terhadap materi pembelajaran sehingga muncul ketertarikan siswa pada konsep yang akan diajarkan.
3.	Perlu dipertimbangkan cakupan materi yang disampaikan dalam satu jam tatap muka sehingga sesuai dengan durasi waktu dalam sekali pertemuan.
4.	Perlu diberikan pertanyaan atau stimulus bentuk lain yang dapat memancing siswa berpikir kritis.

No.	Komentar dan Saran
5.	Perlu ada penambahan motivasi berupa pengaitan materi dengan kehidupan nyata pada awal pembelajaran. Sehingga muncul minat siswa mempelajari materi yang disampaikan.

5. Hasil Akhir Media

Setelah dilakukan validasi pakar, dilakukan revisi untuk membentuk produk final yang lebih baik. Media dibuat interaktif dengan penambahan berdasarkan komentar dan saran validator dengan tampilan sebagai berikut:

1. Tampilan Judul



Gambar 6. Tampilan Judul

2. Tampilan Apersepsi



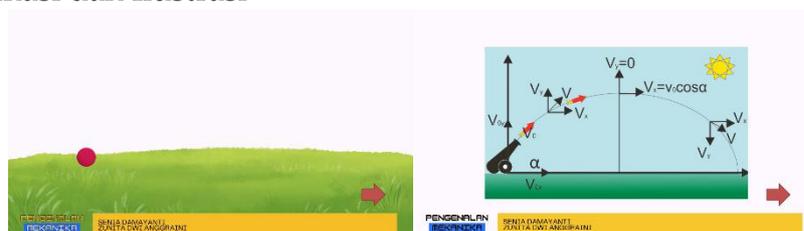
Gambar 7. Tampilan Apersepsi

3. Tampilan Review



Gambar 8. Tampilan Review

4. Tampilan Animasi dan Ilustrasi



Gambar 9. Tampilan Animasi dan Ilustrasi

5. Tampilan Materi

<p>Persamaan Lagrange</p> $\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial q_k} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{q}_k} \right)$ $\mathcal{L} = K - U$ <p>\mathcal{L} = Lagrangian q = Koordinat umum K = Energi Kinetik \dot{q} = Turunan pertama koordinat U = Energi Potensial umum terhadap waktu</p>	$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial \frac{1}{2} m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2) - mgy}{\partial \dot{y}} \right) - \frac{\partial \frac{1}{2} m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2) - mgy}{\partial y} = 0$ $\frac{d}{dt} m\dot{y} + mg = 0$ $m\ddot{y} + mg = 0$ $m\ddot{y} = -mg$ $\ddot{y} = -g$
---	---

Gambar 10. Tampilan Materi

Simpulan

Media PowerPoint yang dikembangkan layak untuk dipublikasikan. Berdasarkan keempat aspek penilaian yang digunakan, didapatkan bahwa substansi materi dan konsep yang disajikan sudah. Selanjutnya pada aspek penilaian dengan skala angka, didapatkan rata-rata diatas 3,00 sehingga dinyatakan layak untuk publish. Melalui komentar dan saran yang didapat, revisi media dilakukan dengan menambahkan ilustrasi dan video sebagai apersepsi, pemberian ilustrasi yang lebih lengkap dan mudah dipahami, dan perbaikan penulisan kalimat menggunakan huruf yang lebih besar untuk memudahkan pengguna dalam membaca materi yang ditampilkan

Daftar Pustaka

- Amaliyah, M., Suardana, I. N., & Selamet, K. (2021). Analisis kesulitan belajar dan faktor-faktor penyebab kesulitan belajar IPA siswa SMP Negeri 4 Singaraja. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Sains Indonesia*, 4(1), 90-101. <https://doi.org/10.23887/jppsi.v4i1.33868>
- Arkadiantika, I., Ramansyah, W., Effindi, M. A., & Dellia, P. (2020). Pengembangan media pembelajaran virtual reality pada materi pengenalan termination dan splicing fiber optic. *Jurnal Dimensi Pendidikan dan Pembelajaran*, 8(1), 29-36. <https://doi.org/10.24269/dpp.v0i0.2298>
- Aufa, M., F., & Kamaruddin. (2023). Analisis Konsep Momentum dan Tumbukan pada Permainan Lato-Lato. *Jurnal FisTa: Fisika dan Terapannya*, 4(1), 1-4. <https://doi.org/10.53682/fista.v4i1.235>
- Azzahidah, M., Kusairi, S., Hanatan, A., & Hariyanto, H. (2024). Analisis Kesulitan Siswa SMA Pada Materi Hukum Newton Menggunakan Instrumen Force Concept Inventory (FCI). *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 15(1), 7 - 17. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v15i1.14990>
- Bambang, S., Haniyah, A., Ratih, W., & Amar, M., A. (2023). Persamaan gerak vertikal ke bawah dipengaruhi gaya gesek udara menggunakan Theorema Lagrange. *Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi*, (8)2, 231-235. <https://dx.doi.org/10.30998/string.v8i2.17839>
- Dedi, M., Ramacos, F., Hafizha, F., A., Rial, R., Juli, F., D., R., & Rindina A. (2023). Edukasi fisika dan praktik roket air di MTs N 6 Sijunjung. *Journal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 7(4), 2552-2556. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v7i4.19666>

- Fauth, B. (2019). The effects of teacher competence on student outcomes in elementary science education: The mediating role of teaching quality. *Teaching and Teacher Education*, 86. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.102882>
- Furqan, B. A., Ratnawulan, Darvina, Y., & Sari, S. Y. (2019). Pengaruh model problem based learning (PBL) berbantuan media animasi terhadap hasil belajar fisika peserta didik pada materi termodinamika dan gelombang mekanik di kelas XI MAN 2 Padangkika. *Jurnal Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 12(4), 697-704. <http://dx.doi.org/10.24036/7284171074>
- Hartini, T. I., Liliarsari, Setiawan, A., & Ramalis, T. R. (2019). Efektivitas penerapan pembelajaran berbasis multiple representasi terhadap penguasaan konsep materi gaya sentral pada mahasiswa pendidikan fisika. *Journal of Science Education and Practice*, 1(3), 13-18. <https://doi.org/10.33751/jsep.v3i1.1376>
- Haviz, M. (2013). Research and development; penelitian di bidang kependidikan yang inovatif, produktif dan bermakna. *Ta'dib*, 16(1), 28-43. <https://doi.org/10.31958/jt.v16i1.235>
- Holder, K. (2019). Teachers' perspectives on instructional quality and performance evaluation in the context of inclusion and educational standards. *Zeitschrift Fur Erziehungswissenschaft*, 22(2), 325-346. <https://doi.org/10.1007/s11618-018-0854-7>
- Johan, J. R., Iriani, T., & Maulana, A. (2023). Penerapan model Four-D dalam pengembangan media video keterampilan mengajar kelompok kecil dan perorangan. *Jurnal Pendidikan West Science*, 1(6), 372-378. <https://doi.org/10.58812/jpdws.v1i6.455>
- Julio, R. I. (2024). Analisis pengaruh media pembelajaran berbasis video animasi canva pada pembelajaran mekanika teknik. *Jurnal Humaniora, Sosial dan Bisnis*, 2(3), 360-364.
- Lailatus, S., Novita, B., H., P., & Rif'ati, D., H. (2023). Analisis Konsep Momen Gaya, Momen Inersia, dan Keseimbangan Benda Tegar pada Rumah Adat Osing Banyuwangi. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains dan Terapan (INTERN)*, 2(2), 76-84. <https://doi.org/10.58466/intern.v2i2.1192>
- Lestari, N.P., & Millen, N. R. (2021). *Mekanika Analitik*. Anyflip. <https://online.anyflip.com/zhxqo/bvom/mobile/>
- Lora, H. A., Sesunan, F., & Wahyudi, I. (2017). Perbandingan pemahaman konsep siswa pada pembelajaran impuls dan momentum menggunakan media animasi 3D dengan 2D. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 46-55. <http://dx.doi.org/10.24127/jpf.v7i1.1395>
- Making, M. Y. M., & Hariyanto, V. L. (2016). Pengembangan media pembelajaran mekanika teknik berbasis videoscibe dan aurora 3D presentation pada materi konstruksi pelengkung tiga sendi. *Jurnal Elektronik Mahasiswa Pendidikan Teknik Sipil*, 4(1), 1-5.
- Meilinda, R., Risty, A., Adellia, N., A., Wahyu, K. (2024). Kajian mekanik pada materi pesawat sederhana review publikasi ilmiah. *MERDEKA Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(3), 171-190. <http://dx.doi.org/10.58797/pilar.0102.09>

-
- Rahmawati, A. (2015). Meningkatkan kualitas pembelajaran mekanika teknik melalui media pembelajaran inovatif, *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Ekonomi dan Bisnis*, (1-8). Universitas Sebelas Maret.
- Shofa, M. I., Redhana, I. W., & Juniartina, P. P. (2020). Analisis kebutuhan pengembangan media pembelajaran IPA berbasis argument mapping. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains Indonesia (JPPSI)*, 3(1), 31-40. <https://doi.org/10.23887/jppsi.v3i1.24620>
- Utomo, A. Y., & Ratnawati, D. (2018). Pengembangan video tutorial dalam pembelajaran sistem pengapian di SMK. *Jurnal Taman Vokasi*, 6(1), 68–76. <https://doi.org/10.30738/jtvok.v6i1.2839>