

Pengembangan Media Audio Visual Berbasis Animasi untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika pada Materi Getaran

¹Nurul Fitriani

Universitas Muhammadiyah Maumere
Nurulfitriani361@gmail.com

²Nurfadilah

Universitas Muhammadiyah Maumere

³Sahlan

Universitas Muhammadiyah Maumere

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi efektivitas penggunaan media *audio-visual* berbasis animasi dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika pada materi getaran untuk siswa kelas VIII SMP Muhammadiyah Waipare. Menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model 4-D, penelitian ini melibatkan 37 siswa sebagai sampel total. Metode pengumpulan data mencakup pre-test dan post-test untuk mengukur pemahaman konsep, serta validasi instrumen oleh ahli media dan materi. Hasil validasi instrumen penelitian menunjukkan tingkat kelayakan yang tinggi dengan persentase keseluruhan 73%. Validasi ahli media menghasilkan penilaian "Sangat layak" dengan persentase 84%, terutama pada aspek rekayasa perangkat lunak (91%) dan relevansi (89%). Validasi ahli materi juga menunjukkan hasil positif dengan kriteria "Sangat layak" untuk sebagian besar aspek, termasuk tujuan pembelajaran (85%), metode pembelajaran (81,25%), dan sumber pembelajaran (79,17%). Meskipun beberapa aspek seperti desain pembelajaran dan materi pembelajaran memerlukan penyempurnaan, secara keseluruhan media pembelajaran yang dikembangkan dinilai sangat layak. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan media *audio-visual* berbasis animasi berpotensi signifikan dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika pada siswa, mengatasi kesulitan dan kebosanan dalam pembelajaran fisika, serta menyediakan alternatif media pembelajaran yang inovatif dan menarik.

Kata kunci: Media Audiovisual, Animasi Fisika, Media Pembelajaran



This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

1. PENDAHULUAN

Pendidikan adalah upaya ingatan dan rancangan untuk mencapai dan mewujudkan iklim proses belajar dan mengajar supaya siswa memperoleh pengetahuan agama dan spiritual, pengendalian diri, sopan santun, dan keterampilan yang diperlukan [1]. Pengetahuan harus menguasai beragam kemampuan terhadap siswa secara menyeluruh dan terpadu dari

perspektif kemajemukan, moral, etika, pribadi, sosial, dan budaya [2]. Namun, tujuan pendidikan yang relevan untuk setiap bidang studi dapat ditetapkan dengan lebih akurat [3]. Peserta didik dalam segala jenjang pendidikan selalu menganggap pembelajaran fisika itu sulit [4]. Faktor dari pemicu adanya pandangan buruk terhadap fisika dikarenakan peserta didik mulai merasa bosan terhadap proses pembelajaran sehingga menurunkan tingkat konsentrasi peserta didik tidak tertarik terhadap media ajar [5]. Kurangnya variasi dari penyampaian materi dan model serta metode yang digunakan masih dianggap kuno tanpa adanya adaptasi terhadap perkembangan teknologi dan informasi [6]. Oleh sebab itu, salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah dengan menggunakan media pembelajaran [7].

Media pembelajaran adalah semua alat yang digunakan untuk menyampaikan informasi [8]. Media pembelajaran berfungsi sebagai alat yang dapat digunakan oleh guru untuk menyampaikan pelajaran sehingga peserta didik tertarik dengan apa yang diajarkan [9]. Hanya saja, saat menggunakan media pembelajaran, guru harus dapat memilih media pembelajaran yang sesuai dengan materi yang akan disampaikan dan juga harus sesuai dengan karakter peserta didik saat memilih media pembelajaran [10]. Salah satu media pembelajaran yang dapat digunakan untuk meningkatkan pemahaman konsep Fisika yaitu media *audio-visual* berbasis animasi [11].

Media pembelajaran yang digunakan dalam proses kegiatan belajar mengajar dapat dipilih dengan mempertimbangkan jenis atau sifat mata pelajaran yang sedang dipelajari [12]. Pembelajaran yang bersifat pemahaman teori dan konsep, media yang relevan digunakan yaitu berjenis *Audio-Visual* [13]. Media *Audio-Visual* memberikan visual ilustrasi dan penggunaan audio untuk membantu peserta didik memahami konsep yang sedang dipelajari [14]. Salah satu jenis media pembelajaran *Audio-Visual* adalah Video Animasi [15]. Video animasi terbentuk dari kumpulan gambar bergerak berupa objek dengan pemberian efek tertentu sehingga tampak realistis dan menarik [16]. Objek tersebut dapat berupa benda hidup dan tak hidup [17]. Animasi tampak menarik dengan pepaduan warna dan tulisan pendukung yang tepat, dan akan lebih menarik dengan bantuan audio/suara [18].

Pemahaman konsep Fisika adalah kemampuan peserta didik untuk memahami dan menerapkan konsep-konsep Fisika dalam berbagai situasi [19]. Konsep berarti penguasaan sejumlah materi pembelajaran sehingga peserta didik tidak hanya mengenal dan memahami topik, tetapi juga mampu mengungkapkan ide dalam bentuk yang lebih mudah dipahami dan digunakan [20]. Dalam pembelajaran Fisika, pemahaman konsep sangat penting karena akan meningkatkan daya ingat peserta didik dan membantu mereka menerima materi fisika melalui

imajinasi [21]. Oleh karena itu, pemahaman konsep adalah hal pertama yang harus dimiliki peserta didik sebelum dapat mempelajari materi fisika [22]. Getaran merupakan gerak bolak-balik suatu benda terhadap titik keseimbangannya [23]. Keseimbangan maksudnya keadaan suatu benda berada pada posisi diam jika tidak ada gaya yang bekerja pada benda tersebut [24]. Getaran dapat terjadi pada benda yang diam maupun yang bergerak [25].

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi penggunaan media pembelajaran *audio-visual* berbasis animasi dalam meningkatkan pemahaman konsep Fisika pada peserta didik. Penelitian ini menyoroti pentingnya pemilihan media yang tepat untuk mengatasi kesulitan pembelajaran Fisika, yang sering dianggap sulit dan membosankan oleh siswa, dengan fokus pada efektivitas video animasi dalam membantu siswa memahami dan menerapkan konsep Fisika secara lebih mudah dan menarik.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Muhammadiyah Waipare pada kelas VIII semester genap tahun ajaran 2024 mulai tanggal 26 April 2024 sampai dengan 10 Mei 2024. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model 4-D yang mencakup empat tahapan: *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebaran). Pada tahap *Define*, kebutuhan dan tujuan pengembangan media *audio visual* berbasis animasi untuk pembelajaran konsep fisika pada materi getaran diidentifikasi. Tahap *Design* melibatkan penyusunan tes, pemilihan media, pemilihan format, dan desain awal media pembelajaran, termasuk pembuatan *storyboard*, penataan materi, dan pembuatan karakter animasi. Tahap *Develop* mencakup pengembangan media sesuai dengan desain, validasi oleh ahli materi dan media, serta uji coba pada peserta didik. Produk yang telah diuji kemudian diimplementasikan dan dinilai melalui angket dan tes hasil belajar. Tahap *Disseminate* melibatkan pengumpulan data hasil belajar dan umpan balik dari peserta didik untuk evaluasi dan penyesuaian media. Teknik analisis data kuantitatif deskriptif digunakan untuk mengukur pemahaman konsep fisika sebelum dan setelah penggunaan media, dengan perbandingan *pre-test* dan *post-test* serta analisis frekuensi jawaban. Hasil analisis disajikan secara naratif dan penggunaan rumus *standar gain* serta persentase untuk menilai efektivitas media pembelajaran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh melalui penelitian ini terdiri dari informasi statistik mengenai hasil belajar siswa fisika yang berfokus pada materi getaran pada kelas VIII semester II di

SMP Muhammadiyah Waipare, yang mencakup total 37 siswa. Sampel penelitian yang digunakan dalam penyelidikan ini mewakili seluruh populasi siswa, umumnya dikenal sebagai pengambilan sampel total. Penelitian ini menggunakan alat untuk menguji pemahaman konsep. Alat ini diberikan kepada peserta didik sebelum mereka terlibat dalam pembelajaran menggunakan media audio visual, yang dikenal sebagai pre-test. Hasil pre-test dan post-test dibandingkan untuk mengukur tingkat pemahaman peserta didik tentang konsep fisika setelah mereka terlibat dalam pembelajaran menggunakan media audio visual. Alat ini juga dapat digunakan untuk menilai pengembangan media audio visual berbasis animasi sebagai alat bantu pembelajaran.

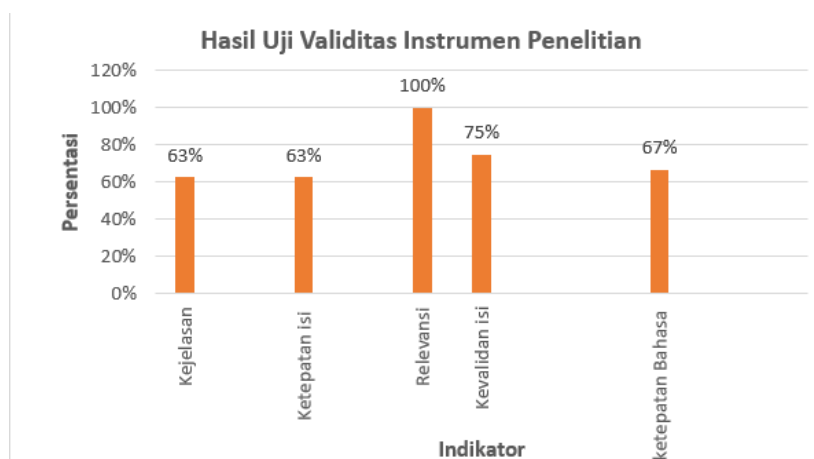
3.1. Hasil Validasi Instrumen Penelitian

Tabel hasil validasi instrumen penelitian menunjukkan meningkatkan pemahaman pada peserta didik menggunakan media *audio visual* berbasis animasi berikut ini:

Tabel 1. Hasil Validasi Instrumen Penelitian

Aspek penilaian	Indikator	Penilaian validator		Σ per aspek	Rata-rata	%	Kriteria
		Validator 1	Validator 2				
Kejelasan	1	2	3	10	2,5	63%	Cukup layak
	2	2	3				
Ketepatan isi	1	3	3	10	2,5	63%	Cukup layak
	2	2	2				
Relevansi	1	4	4	8	4	100%	Sangat layak
Kevalidan isi	1	3	3	18	3	75%	Layak
	2	3	3				
	3	3	3				
Ketepatan bahasa	1	3	2	16	3	67%	Cukup layak
	2	2	3				
	3	3	3				
Jumlah rata-rata				12,4	3	73%	Sangat layak

Pada Tabel 1. di atas menampilkan hasil penilaian dari dua validator terhadap lima aspek penilaian, yaitu kejelasan, ketepatan isi, relevansi, kevalidan isi, dan ketepatan bahasa. Masing-masing aspek memiliki beberapa indikator yang dinilai dengan skor antara 1 sampai 4. Aspek kejelasan dan ketepatan isi masing-masing mendapat skor rata-rata 2,5 dari total 10, dengan persentase 63%, yang dinilai cukup layak. Aspek relevansi mendapat skor rata-rata 4 dari total 8, dengan persentase 100%, yang dinilai sangat layak. Aspek kevalidan isi mendapat skor rata-rata 3 dari total 18, dengan persentase 75%, yang dinilai layak. Aspek ketepatan bahasa mendapat skor rata-rata 3 dari total 16, dengan persentase 67%, yang dinilai cukup layak. Secara keseluruhan, jumlah rata-rata penilaian adalah 3, dengan persentase 73%, yang masuk dalam kategori sangat layak.



Gambar 1. hasil uji validitas penelitian menggunakan excel

Gambar 1. tersebut menunjukkan hasil uji validitas instrumen penelitian untuk beberapa indikator. Relevansi memiliki persentase tertinggi yaitu 100%, diikuti oleh kevalidan isi dengan 75%. Ketepatan bahasa berada di urutan ketiga dengan 67%, sementara kejelasan dan ketepatan isi memiliki persentase yang sama yaitu 63%. Hasil ini mengindikasikan bahwa instrumen penelitian memiliki tingkat validitas yang bervariasi di antara indikator-indikator yang diuji, dengan relevansi sebagai aspek terkuat dan kejelasan serta ketepatan isi sebagai aspek yang mungkin memerlukan perbaikan lebih lanjut.

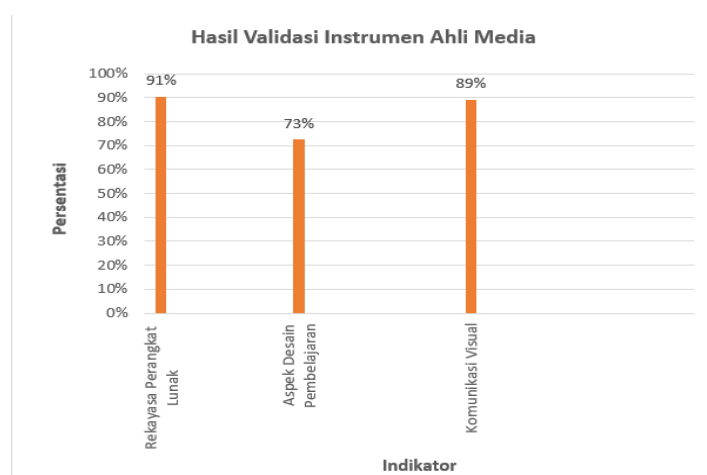
3.2. Hasil Validasi Instrumen Ahli Media

Tabel hasil validasi instrumen ahli media menunjukkan meningkatkan pemahaman pada peserta didik menggunakan media *audio visual* berbasis animasi berikut ini:

Tabel 2. Hasil Validasi Instrumen ahli media

Aspek penilaian	Indikator	Penilaian validator		Σ per aspek	Rata-rata	%	Kriteria
		Validator 1	Validator 2				
Rekayasa perangkat lunak	1	3	4	29	3,625	91%	Sangat layak
	2	4	4				
	3	3	4				
	4	3	4				
Aspek desain pembelajaran	1	2	4	29	2,9	73%	Layak
	2	2	4				
	3	3	3				
	4	3	3				
	5	2	3				
Relevansi	1	4	4	50	4	89%	Sangat layak
	2	3	4				
	3	3	4				
	4	3	4				
	5	3	4				
	6	3	4				
	7	3	4				
Jumlah rata-rata skor				36	3	84%	Sangat layak

Tabel 2 menunjukkan hasil penilaian validasi untuk tiga aspek utama: rekayasa perangkat lunak, aspek desain pembelajaran, dan relevansi. Rekayasa perangkat lunak mendapat skor rata-rata 3,625 dengan persentase 91%, dikategorikan sebagai "Sangat layak". Aspek desain pembelajaran memperoleh skor rata-rata 2,9 dengan persentase 73%, dinilai "Layak". Relevansi mendapat skor tertinggi dengan rata-rata 4 dan persentase 89%, juga termasuk dalam kategori "Sangat layak". Secara keseluruhan, jumlah rata-rata skor dari ketiga aspek adalah 3 dengan persentase 84%, yang mengindikasikan bahwa instrumen penelitian ini secara umum dinilai "Sangat layak" oleh kedua validator. Hasil ini menunjukkan bahwa instrumen memiliki kualitas yang baik, terutama dalam hal rekayasa perangkat lunak dan relevansi, sementara aspek desain pembelajaran mungkin memerlukan sedikit penyempurnaan meskipun masih dalam kategori layak.



Gambar 2. Hasil uji validitas ahli media menggunakan excel

Gambar 2 tersebut menunjukkan hasil validasi instrumen ahli media untuk tiga indikator. Indikator "Relevansi Perangkat Lunak" memiliki persentase tertinggi sebesar 91%, diikuti oleh "Komunikasi Visual" dengan 89%, dan "Aspek Desain Pembelajaran" dengan 73%. Data ini disajikan dalam bentuk diagram batang vertikal, dengan sumbu x menampilkan ketiga indikator dan sumbu y menunjukkan persentase. Warna oranye digunakan untuk semua batang, memudahkan perbandingan visual antar indikator. Grafik ini memberikan gambaran cepat tentang penilaian ahli media terhadap berbagai aspek instrumen, dengan dua indikator mendapat penilaian sangat tinggi di atas 80% dan satu indikator mendapat penilaian yang lebih rendah namun masih cukup baik di atas 70%.

3.3. Hasil Validasi Instrumen Ahli Materi

Tabel hasil validasi instrumen ahli materi menunjukkan meningkatkan pemahaman pada peserta didik menggunakan media *audio visual* berbasis animasi berikut ini:

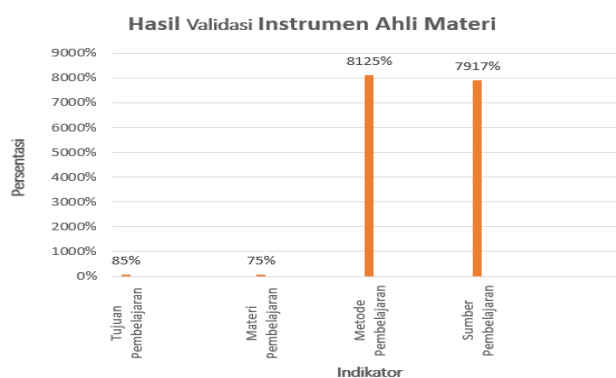
Tabel 3. Hasil Validasi Instrumen ahli materi

Aspek penilaian	Indikator	Penilaian validator		Σ per aspek	Rata-rata	%	Kriteria
		Validator 1	Validator 2				
Tujuan Pembelajaran	1	2	4	34	3,4	85%	Sangat layak
	2	2	4				
	3	3	4				
	4	3	4				
	5	4	4				
Materi pembelajaran	1	3	4	29	2,9	73%	Layak
	2	3	3				
	3	2	3				
	4	3	3				
Metode pembelajaran	1	2	4	26	3,25	81,25%	Sangat layak
	2	3	4				
	3	3	4				
	4	2	4				
Sumber pembelajaran	1	2	4	38	3,167	79,17%	Sangat layak
	2	2	4				
	3	3	4				
	4	4	4				
	5	2	3				
	6	3	3				
Jumlah rata-rata skor				30,5	3	40,50%	Sangat layak

Tabel 3 menampilkan hasil penilaian validator terhadap beberapa aspek pembelajaran.

Aspek yang dinilai meliputi Tujuan Pembelajaran, Materi pembelajaran, Metode pembelajaran, dan Sumber pembelajaran. Setiap aspek memiliki beberapa indikator yang dinilai oleh dua validator. Hasil penilaian menunjukkan bahwa Tujuan Pembelajaran mendapat nilai tertinggi dengan persentase 85% dan kriteria "Sangat layak". Materi pembelajaran mendapat nilai terendah dengan 73% namun masih dalam kategori "Layak".

Metode pembelajaran dan Sumber pembelajaran masing-masing mendapat 81,25% dan 79,17%, keduanya termasuk dalam kriteria "Sangat layak". Secara keseluruhan, rata-rata skor adalah 3 dengan persentase 40,50% dan kriteria "Sangat layak". Penilaian ini menunjukkan bahwa secara umum, semua aspek pembelajaran yang dinilai memenuhi standar kelayakan yang tinggi menurut para validator.



Gambar 3. hasil uji validitas ahli materi menggunakan excel:

Gambar 3 menampilkan hasil validasi instrumen ahli materi untuk empat indikator pembelajaran. Data menunjukkan bahwa "Metode Pembelajaran" memperoleh persentase tertinggi sebesar 81,25%, diikuti oleh "Sumber Pembelajaran" dengan 79,17%. "Tujuan Pembelajaran" mendapat 85%, sementara "Materi Pembelajaran" memperoleh persentase terendah yaitu 75%. Grafik batang vertikal ini menggunakan warna orange untuk semua indikator, memudahkan perbandingan visual. Meskipun ada inkonsistensi dalam skala persentase, grafik ini tetap memberikan gambaran relatif tentang penilaian ahli materi terhadap berbagai aspek instrumen pembelajaran, dengan semua indikator mendapat penilaian yang cukup tinggi di atas 75%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil validasi instrumen penelitian, ahli media, dan ahli materi, dapat disimpulkan bahwa penggunaan media *audio visual* berbasis animasi dalam pembelajaran fisika materi getaran untuk siswa kelas VIII SMP Muhammadiyah Waipare dinilai sangat layak. Instrumen penelitian secara keseluruhan mendapat persentase 73% (sangat layak), dengan relevansi mencapai 100%. Validasi ahli media menunjukkan hasil yang sangat baik dengan persentase total 84%, terutama pada aspek rekayasa perangkat lunak (91%) dan komunikasi visual (89%). Sementara itu, validasi ahli materi juga menunjukkan hasil yang positif dengan semua aspek dinilai layak atau sangat layak, khususnya tujuan pembelajaran (85%) dan metode pembelajaran (81,25%). Meskipun ada beberapa aspek yang memerlukan sedikit penyempurnaan, secara keseluruhan hasil validasi ini mengindikasikan bahwa media audio visual berbasis animasi yang dikembangkan memiliki potensi yang baik untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika pada siswa

REFERENSI

- [1]. S. Arifin, "The Effectiveness of Islamic Religious Education Teaching Management in the Development of Characteristics in Students," *Devotion: Journal of Research and Community Service*, vol. 3, no. 6, pp. 507–518, 2022, doi: 10.36418/dev.v3i6.143.
- [2]. P. R. Hobson and J. S. Edwards, *Religious Education in a Pluralist Society*. Routledge, 2019, doi: 10.4324/9781315865560.
- [3]. Y. Nurman, Y. Yusriadi, and S. Hamim, "Development of Pluralism Education in Indonesia: A Qualitative Study," *Journal of Ethnic and Cultural Studies*, vol. 9, no. 3, pp. 106–120, 2022, doi: 10.29333/ejecs/1207.
- [4]. L. Bao and K. Koenig, "Physics education research for 21st century learning," *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, vol. 1, no. 1, p. 2, 2019, doi: 10.1186/s43031-019-0007-8.

- [5]. R. Darmayanti et al., "Students' Attitudes Towards Learning Mathematics: 'Too Soft Attitudes-Very Difficult-Boring-In A Good Way'," *Indonesian Journal of Learning and Educational Studies*, vol. 1, no. 1, pp. 29–50, 2023, doi: 10.62385/ijles.v1i1.11.
- [6]. M. Habraken and T. Bondarouk, "Embracing Variety in Decision-Making Regarding Adoption of Industry 4.0," *Administrative Sciences*, vol. 10, no. 2, p. 30, 2020, doi: 10.3390/admsci10020030.
- [7]. D. T. Erlangga, "Student problems in online learning: solutions to keep education going on," *Journal of English Language Teaching and Learning*, vol. 3, no. 1, pp. 21–26, 2022, doi: 10.33365/jeltl.v3i1.1694.
- [8]. S. A. Aljawarneh, "Reviewing and exploring innovative ubiquitous learning tools in higher education," *Journal of Computing in Higher Education*, vol. 32, no. 1, pp. 57–73, 2020, doi: 10.1007/s12528-019-09207-0.
- [9]. W. Winarto, A. Syahid, and F. Saguni, "Effectiveness the Use of Audio Visual Media in Teaching Islamic Religious Education," *International Journal of Contemporary Islamic Education*, vol. 2, no. 1, pp. 81–107, 2020, doi: 10.24239/ijcied.Vol2.Iss1.14.
- [10]. A. P. Wulandari et al., "Pentingnya media pembelajaran dalam proses belajar mengajar," *Journal on Education*, vol. 5, no. 2, pp. 3928–3936, 2023.
- [11]. Z. Zakirman, C. Rahayu, and W. Gusta, "E-Animation Media to Improve The Understanding of Elementary School Science Learning," *Jurnal Basicedu*, vol. 6, no. 3, pp. 3411–3419, 2022, doi: 10.31004/basicedu.v6i3.2595.
- [12]. N. L. Andriyani and N. W. Suniasih, "Development of Learning Videos Based on Problem-Solving Characteristics of Animals and Their Habitats Contain in Ipa Subjects on 6th-Grade," *Journal of Education Technology*, vol. 5, no. 1, p. 37, 2021, doi: 10.23887/jet.v5i1.32314.
- [13]. K. Sarwinda, E. Rohaeti, and M. Fatharani, "The development of audio-visual media with contextual teaching learning approach to improve learning motivation and critical thinking skills," *Psychology, Evaluation, and Technology in Educational Research*, vol. 2, no. 2, p. 98, 2020, doi: 10.33292/petier.v2i2.12.
- [14]. N. Karlina and R. Setiyadi, "The use of audio-visual learning media in improving student concentration in energy materials," *PrimaryEdu - Journal of Primary Education*, vol. 3, no. 1, p. 17, 2019, doi: 10.22460/pej.v3i1.1229.
- [15]. N. Marlana, R. Dwijayanti, and I. Widayati, "Is Audio Visual Media Effective for Learning?," in *Proceedings of the 1st International Conference on Education Social Sciences and Humanities (ICSSHUM 2019)*, 2019, doi: 10.2991/icesshum-19.2019.42.
- [16]. E. Barut Tugtekin and O. O. Dursun, "Effect of animated and interactive video variations on learners' motivation in distance Education," *Education and Information Technologies*, vol. 27, no. 3, pp. 3247–3276, 2022, doi: 10.1007/s10639-021-10735-5.
- [17]. R. Gasparatou, M. Ergazaki, and N. Kosmopoulou, "Using Philosophy for Children to introduce the living/non-living distinction in kindergarten," *International Journal of Early Years Education*, pp. 1–16, 2020, doi: 10.1080/09669760.2020.1848522.
- [18]. F. P. Rachmavita, "Interactive media-based video animation and student learning motivation in mathematics," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1663, no. 1, p. 012040, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1663/1/012040.
- [19]. H. Putranta and S. Supahar, "Development of Physics-Tier Tests (PysTT) to Measure Students' Conceptual Understanding and Creative Thinking Skills: A Qualitative

- Synthesis," *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, vol. 7, no. 3, pp. 747–775, 2019, doi: 10.17478/jegys.587203.
- [20]. D. W. Setiawan, S. Suharno, and T. -, "The Influence of Active Learning on the Concept of Mastery of Sains Learning by Fifth Grade Students at Primary School," *International Journal of Educational Methodology*, vol. 5, no. 1, pp. 177–181, 2019, doi: 10.12973/ijem.5.1.189.
- [21]. C. Fazio et al., "Strategies for Active Learning to Improve Student Learning and Attitudes Towards Physics," in *Strategies for Active Learning to Improve Student Learning and Attitudes Towards Physics*, 2021, pp. 213–233, doi: 10.1007/978-3-030-78720-2_15.
- [22]. S. Cai, C. Liu, T. Wang, E. Liu, and J. Liang, "Effects of learning physics using Augmented Reality on students' self-efficacy and conceptions of learning," *British Journal of Educational Technology*, vol. 52, no. 1, pp. 235–251, 2021, doi: 10.1111/bjet.13020.
- [23]. Z. Tang, Y. Li, Y. Zhou, and H. Zhang, "Inertial Vibration Characteristics of Track Chassis Caused by Reciprocating Motion of Crank Slider," *Shock and Vibration*, vol. 2019, pp. 1–18, 2019, doi: 10.1155/2019/4378138.
- [24]. E. Di Paolo, E. Thompson, and R. Beer, "Laying down a forking path: Tensions between enaction and the free energy principle," *Philosophy and the Mind Sciences*, vol. 3, 2022, doi: 10.33735/phimisci.2022.9187.
- [25]. M. Śmieja, J. Mamala, K. Prażnowski, T. Ciepliński, and Ł. Szumilas, "Motion Magnification of Vibration Image in Estimation of Technical Object Condition-Review," *Sensors*, vol. 21, no. 19, p. 6572, 2021, doi: 10.3390/s21196572.
- [26]. M. D. Abdulrahman et al., "Multimedia tools in the teaching and learning processes: A systematic review," *Heliyon*, vol. 6, no. 11, p. e05312, 2020, doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e05312
- [27]. M. Pikoli and A. Lukum, "Development of audio-visual learning media integrating character education in chemistry learning to facilitate conceptual change and character strengthening of high school students," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1968, no. 1, p. 012007, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1968/1/012007.
- [28]. I. Mufidah, L. Nulhakim, and T. P. Alamsyah, "Development of Learning Media for Video Audio-Visual Stop Motion Based on Contextual Teaching and Learning in Science Learning Water Cycle Material," *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, vol. 4, no. 3, p. 449, 2020, doi: 10.23887/jisd.v4i3.27357.
- [29]. L. Sun, "Research on the Application of 3D Animation Special Effects in Animated Films: Taking the Film Avatar as an Example," *Scientific Programming*, vol. 2022, pp. 1–7, 2022, doi: 10.1155/2022/1928660.
- [30]. F. Gaiseanu, "Information in the Universal Triangle of Reality for Non-living/Living Structures: From Philosophy to Neuro/Life Sciences," *Philosophy Study*, vol. 11, no. 8, 2021, doi: 10.17265/2159-5313/2021.08.003.
- [31]. F. A. Robinson, O. Bown, and M. Velonaki, "Designing Sound for Social Robots: Candidate Design Principles," *International Journal of Social Robotics*, vol. 14, no. 6, pp. 1507–1525, 2022, doi: 10.1007/s12369-022-00891-0.
- [32]. A. Thahir et al., "The Effectiveness of STEM Learning: Scientific Attitudes and Students' Conceptual Understanding," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1467, no. 1, p. 012008, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1467/1/012008.

- [33]. A. Choirunnisa, N. Nurhanurawati, S. Dahlan, C. Choirudin, and M. S. Anwar, "Development of Islamic Value-Based Mathematics Teaching Materials to Improve Students' Understanding of Mathematical Concepts," *Jurnal Analisa*, vol. 8, no. 1, pp. 11–20, 2022, doi: 10.15575/ja.v8i1.17073.
- [34]. N. Suprpto, H. S. Ibisono, and H. Mubarok, "The use of physics pocketbook based on augmented reality on planetary motion to improve students' learning achievement," *Journal of Technology and Science Education*, vol. 11, no. 2, p. 526, 2021, doi: 10.3926/jotse.1167.
- [35]. A. V. Eliseev, N. K. Kuznetsov, S. V. Eliseev, and Q. T. Vuong, "Influence of inertial links on the distribution of vibration amplitudes of points of the working body of a technological vibrating," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1061, no. 1, p. 012013, 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1061/1/012013.
- [36]. F. A. Hashim et al., "Archimedes optimization algorithm: a new metaheuristic algorithm for solving optimization problems," *Applied Intelligence*, vol. 51, no. 3, pp. 1531–1551, 2021, doi: 10.1007/s10489-020-01893-z.
- [37]. L. Bovnegra, K. Kirkopulo, A. Pavlyshko, V. Litvinov, and I. Sydorenko, "Discrete mathematical structures in the analysis and synthesis of passive and active vibration isolating devices," *Odes'kyi Politechnichnyi Universytet Pratsi*, vol. 1, no. 67, pp. 81–89, 2023, doi: 10.15276/opu.1.67.2023.10.
- [38]. X. Li et al., "Frequency Up-Conversion for Vibration Energy Harvesting: A Review," *Symmetry*, vol. 14, no. 3, p. 631, 2022, doi: 10.3390/sym14030631.