

PENGEMBANGAN MEDIA SIMULASI FISIKA BERBASIS TPACK PADA MATERI HUKUM NEWTON

Syamiah Alfi^{1*}, Agung Tralisno²

^{1,2} Universitas Adiwangsa Jambi, Indonesia

Correspondence e-mail: syamiahalfi.sa@gmail.com^{1*}

Article History

Accepted: December 10th 2024
Approved: December 29th 2024
Published: January 01th 2025

DOI:

[10.30822/magneton.v3i1.3945](https://doi.org/10.30822/magneton.v3i1.3945)

ABSTRAK

Penggunaan teknologi dalam pengajaran fisika masih belum banyak dilaksanakan. Minimnya pemanfaatan media fisika yang menarik dan interaktif dapat mengurangi ketertarikan siswa dan penguasaan mereka terhadap materi yang diajarkan. Untuk menjawab permasalahan ini, telah dikembangkan media simulasi pembelajaran fisika. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengembangkan media simulasi pendidikan fisika yang dapat digunakan dengan baik untuk mendukung pembelajaran yang berlandaskan TPACK. Penelitian ini menggunakan model ADDIE untuk pengembangannya. Alat pengumpul informasi yang digunakan adalah kuesioner untuk mengecek keabsahan dari para validator materi, validator media, serta tanggapan dari siswa. Prosedur analisis data meliputi pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Dari hasil penilaian para ahli materi dan ahli media, didapatkan persentase 94% dan 92%, yang menunjukkan bahwa media ini termasuk dalam kategori sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Sementara itu, respon dari para siswa menunjukkan bahwa 83,4% berada dalam kategori sangat baik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa media simulasi fisika Hukum Newton mampu mendukung pembelajaran berbasis TPACK di sekolah.

Kata Kunci: Hukum newton; media simulasi; TPACK

ABSTRACT

The integration of technology in physics education is not yet common. The absence of engaging and interactive physics resources may lead to a decline in students' enthusiasm and understanding of the subject matter being taught. To address this issue, simulation tools for physics learning have been created. This study aims to design effective simulation resources for physics education that align with TPACK principles. The ADDIE model is employed for the development process. A questionnaire is utilized to gather feedback on the validity from material and media experts, as well as from students. The analysis of the data utilizes both quantitative and qualitative methods. The evaluations from material and media experts yielded scores of 94% and 92%, indicating that these resources are highly suitable for educational purposes. Additionally, student feedback revealed that 83.4% categorized their responses as very positive. Therefore, it can be concluded that the physics simulation media centered on Newton's Laws effectively supports TPACK-driven learning in educational settings.

Keywords: Newton's laws; simulation media; TPACK.



PENDAHULUAN

Dalam kehidupan era 21, masyarakat harus selalu menggunakan teknologi dalam hidup mereka. Teknologi bukan hanya mendukung komunikasi, tetapi juga memiliki banyak keuntungan dalam bidang pendidikan. Teknologi yang diterapkan dalam belajar membantu memperjelas materi dan mendorong siswa untuk belajar. Ini merupakan dampak dari transformasi pendidikan di era 4.0. Aktivitas literasi digital bertujuan untuk memperkaya kreativitas dan mutu pembelajaran. Disamping itu, dengan adanya digitalisasi, para guru dapat meningkatkan kemampuan mereka sehingga proses belajar mengajar menjadi lebih menarik (Nilyani et al., 2023). Mengintegrasikan teknologi ke dalam proses belajar mengajar sangat krusial untuk memperdalam pemahaman siswa tentang gejala alam, teknologi, dan lingkungan. Kemajuan yang cepat dalam teknologi dan ilmu pengetahuan membutuhkan cara pengajaran yang inovatif (Sangidah et al., 2024).

Menurut Sutrisno dalam Purnawati et al., (2020), penggunaan teknologi dalam dunia pendidikan memudahkan siswa untuk mendapatkan informasi dan menumbuhkan minat mereka dalam belajar. Kemampuan seperti berkomunikasi, berpikir kreatif, bekerja sama, menganalisis dengan kritis, serta menyelesaikan masalah, yang didukung oleh keahlian teknologi, merupakan keterampilan penting yang perlu dimiliki di abad ke-21. Penerapan teknologi di lingkungan pendidikan, khususnya dalam mata pelajaran fisika, belum diterapkan secara efektif. Ini disebabkan oleh fakta bahwa para pengajar masih belum sepenuhnya paham bagaimana memanfaatkan teknologi saat mengajar. Masalah ini terjadi saat strategi dan metode pengajaran dikaitkan dengan teknologi, serta ketika materi ajar berkolaborasi dengan teknologi. (Purnawati et al., 2020). Teknologi telah dimanfaatkan mulai dari tingkat sekolah dasar hingga universitas, teknologi dimanfaatkan dengan menggunakan sumber daya teknologi sebagai alat bantu belajar. Alat bantu belajar yang paling umum digunakan adalah computer (Akhmadan, 2017).

Pelajaran fisika adalah salah satu materi yang krusial di sekolah, karena fisika sangat berhubungan dengan dunia di sekitar kita. Namun masih banyak siswa yang kurang meminati pelajaran fisika, karena dianggap fisika itu sulit dan banyaknya rumus yang harus dihafal (Alfi & Tralisno, 2023). Siswa sangat jarang bertanya mengenai hal yang mereka belum ketahui, karena beranggapan fisika merupakan pelajaran yang kompleks dipenuhi oleh rumus dan hafalan (Fitria et al., 2023). Salah satu bidang fisika yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari adalah Hukum Newton, yang memainkan peran krusial dalam aktivitas rutin.

Hukum Newton adalah topik fisika yang relevan dan memiliki banyak penerapan di sekitar kita (Majid & Linuwih, 2019). Karena fisika sering dianggap sulit oleh beberapa siswa, ini menjadi tantangan bagi guru fisika dalam memberikan Pengetahuan Konten Pedagogi (PCK). Awalnya, pengetahuan guru terbatas pada aspek pedagogis dan konten, tetapi seiring waktu dan perkembangan teknologi, guru dituntut untuk bisa menggabungkan teknologi dalam pembelajaran. Menggunakan teknologi secara efisien dalam pendidikan bukanlah tugas yang sederhana, terutama untuk pengajar fisika. Agar dapat memilih teknologi yang sesuai, calon pengajar fisika harus memahami materi yang akan diajarkan (Erlangga et al., 2024).

Untuk mengatasi tantangan yang dihadapi guru dalam menggabungkan penggunaan teknologi dengan materi pembelajaran di sekolah, Minhar dan Koehler mengajukan kerangka teori yang menempatkan teknologi dalam PCK, yang dikenal dengan TPACK (Pengetahuan Konten Pedagogis Teknologis). TPACK merupakan integrasi antara teknologi, metode pengajaran, dan materi yang digunakan dalam proses pendidikan di sekolah, dan penggabungan ini perlu dikuasai oleh para pendidik. Struktur TPACK menjelaskan tiga kategori pengetahuan yang dilengkapi dengan elemen teknis, yaitu pengetahuan teknis (PK), pengetahuan konten teknis (TCK), dan pedagogi teknis (TP) (Amelia et al., 2021).

Lebih jauh lagi, TPACK menghubungkan teknologi, materi ajar, dan metode pengajaran untuk menciptakan kegiatan pembelajaran yang berorientasi pada siswa. Sehingga melalui TPACK guru bebas melakukan inovasi pembelajaran yang diajarkannya tanpa khawatir seluruh komponen tidak dapat berjalan lancar (Rachman et al., 2023). TPACK juga diartikan sebagai pengetahuan keterampilan dan kemampuan guru yang berkaitan dengan pengintegrasian teknologi ke dalam pembelajaran. TPACK fokus bukan pada pemanfaatan teknologi semata,

namun juga bagaimana memanfaatkan teknologi secara efektif dalam proses pembelajaran (Musdalifa & Dimpudus, 2024).

Kemampuan seorang pendidik dalam proses pengajaran sangat tergantung pada pemahaman TPACK yang dimilikinya. Kombinasi antara teknologi, isi materi, dan metode pengajaran memiliki hubungan yang sangat kuat. Namun, pada praktiknya, pemanfaatan teknologi dalam pendidikan masih belum mencapai potensi maksimal. Hal ini terlihat dari rendahnya tingkat penguasaan teknologi di kalangan guru dan siswa. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Supriyadi (2018), Rendahnya tingkat keterampilan teknologi di kalangan guru dan siswa terjadi karena mereka jarang menggunakan teknologi saat belajar. Sementara itu, kekuatan TPACK yang paling terlihat dari para guru adalah keterampilan mengajar dan pengetahuan yang mereka punya. (Supriyadi et al., 2018).

Salah satu metode penerapan teknologi dalam pendidikan di sekolah adalah dengan menggunakan media untuk belajar. Pemanfaatan media belajar dapat menjadi pilihan untuk meningkatkan ketertarikan dan kemampuan siswa dalam memahami fisika, karena dapat menyampaikan informasi dari guru kepada siswa (Farizi et al., 2019). Media pengajaran berperan sebagai alat yang digunakan oleh guru untuk menyampaikan informasi. Sebagai contoh, perangkat lunak simulasi praktis yang sangat penting dalam pembelajaran fisika. Salah satu contoh terkenal dari simulator laboratorium virtual ialah PhET (Pendidikan Fisika dan Teknologi) (Fitriyati & Prastowo, 2022). Pemerintah sangat menyarankan penggunaan media pembelajaran yang berlandaskan teknologi informasi. Penggunaan media pembelajaran, menjadikan aktivitas belajar menjadi lebih seru dan inovatif. (Maulida et al., 2024).

Media pembelajaran tidak hanya berbentuk lembaran teks saja namun dapat dibuat menjadi media yang interaktif yang mampu memunculkan komunikasi dua arah. Media pembelajaran terus mengalami inovasi salah satunya adalah media simulasi. (Tralisno & Alfi, 2023). Pengembangan media simulasi dapat mendukung siswa untuk mengerti konsep fisika secara visual dengan menggunakan grafik dan gambar yang bergerak (Rizaldi et al., 2020). Pengalaman dalam menggunakan media simulasi sangat penting, karena dapat mengkonstruksi makna yang sifatnya abstrak menjadi lebih konkret (Tralisno, 2018). Metode simulasi dirancang untuk mengasah kemampuan profesional, memahami suatu konsep, melatih pemecahan masalah, serta meningkatkan partisipasi siswa (Qusyairi, 2020). Penelitian yang telah dilakukan mengindikasikan adanya perbedaan yang jelas dalam hasil pembelajaran antara pemanfaatan media simulasi dan media konvensional. Hal ini tercermin dari hasil belajar yang telah tergolong ke dalam kategori sedang (Putri et al., 2020).

Salah satu program yang bisa dipakai untuk menciptakan media simulasi adalah *Adobe Flash Professional*. Program ini sering digunakan untuk menciptakan animasi. Salah satu manfaat dari *Adobe Flash Professional* adalah ukuran file yang lebih ringan dan kemampuannya untuk mengimpor gambar dan audio, yang menghasilkan animasi yang lebih menarik (Soprihatin & Haqiqi, 2021). Animasi yang dihasilkan dapat dikendalikan dan disimpan sebagai file swf, sehingga bisa digunakan di semua komputer, meskipun software *Adobe Flash Professional* tidak terpasang (Nalinda & Sulistyorini, 2018).

Pembuatan bahan ajar dengan menggunakan *Adobe Flash Professional* dapat meningkatkan partisipasi siswa dalam memahami ide-ide yang abstrak, sehingga kegiatan belajar menjadi menyenangkan dan efisien (Tralisno, 2018). Banyak studi yang telah dilaksanakan mengindikasikan bahwa bahan ajar yang dirancang dengan *Adobe Flash Professional* menarik dan dapat diakses dengan mudah oleh siswa atau guru sebagai pilihan sumber pembelajaran lainnya (Bayu, 2021). Efektivitas bahan ajar interaktif yang menggunakan *Adobe Flash Professional* menunjukkan peningkatan rata-rata hasil belajar sebesar 90% dan dianggap sangat efisien. Ini menunjukkan bahwa pemanfaatan media *Adobe Flash Professional* berperan positif dalam kegiatan belajar mengajar di sekolah (Gestiani & Indrawati, 2019). Penelitian lainnya juga menegaskan bahwa pembuatan alat pembelajaran menggunakan perangkat lunak *Adobe Flash Professional* telah dianggap valid dan efektif setelah melalui uji validitas oleh para validator media dan materi, serta mendapatkan tanggapan siswa dalam kategori sangat baik (Wahid et al., 2020); (Jalaluddin et al., 2019); (Trilaksono et al., 2018).

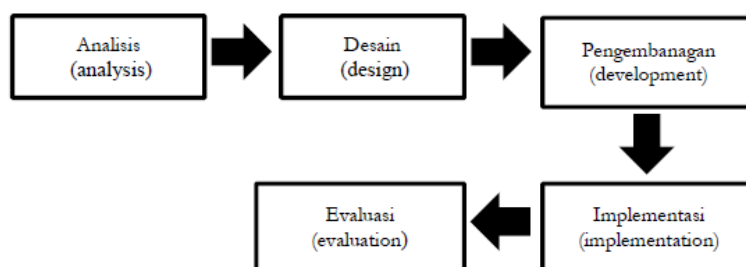
Berdasarkan penjelasan yang telah diberikan, peneliti akan mengembangkan media pembelajaran yang memanfaatkan teknologi melalui perangkat lunak *Adobe Flash Professional*. Media yang akan dikembangkan tidak hanya fokus pada animasi, berbeda dari alat pembelajaran yang telah dikembangkan oleh peneliti sebelumnya. Didalam produk peneliti juga akan menyertakan simulasi yang bisa dioperasikan oleh pengguna. Materi yang akan disampaikan dalam media pembelajaran fisika adalah Hukum Newton. Pemilihan Hukum Newton dilakukan berdasarkan hasil survei lapangan yang menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap materi Hukum Newton, khususnya terkait penggunaan katrol pada bidang miring, masih belum optimal.

Dalam media simulasi fisika, akan ditampilkan gambaran penggunaan katrol pada bidang miring, di mana nilai koefisien statis, koefisien dinamis, serta berat objek dapat ditentukan oleh pengguna. Selain memiliki simulasi, platform ini juga akan menawarkan animasi yang menarik, contoh-contoh soal, dan soal evaluasi untuk siswa yang dapat meningkatkan ketertarikan serta pemahaman mereka terhadap materi yang dipelajari. Pembuatan media pembelajaran yang berbasis simulasi sangat diperlukan untuk mendukung metode pengajaran. Pemanfaatan media simulasi fisika dalam pengajaran dapat membantu guru dalam mendukung pembelajaran TPACK, di mana selama proses belajar, guru mampu mengintegrasikan teknologi, pedagogi, dan pengetahuan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas media simulasi fisika terkait Hukum Newton dalam mendukung metode pembelajaran yang berbasis TPACK. Diharapkan, hasil dari penelitian ini dapat memberikan dampak positif dalam bidang pendidikan, terutama pada pelajaran fisika mengenai Hukum Newton di tingkat sekolah menengah atas. Studi ini diharapkan bisa menambah antusiasme, semangat, dan minat siswa dalam mempelajari fisika. Hasil dari penelitian ini diharapkan bisa diterapkan oleh guru fisika maupun pengajar mata pelajaran lain di berbagai sekolah, guna mendukung pembelajaran berbasis TPACK. Selain itu, diharapkan para guru dapat menerapkan metode pengajaran yang inovatif selama proses belajar mengajar.

METODE

Penelitian ini adalah sebuah studi R&D yang ditujukan untuk menghasilkan suatu produk. Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini mengikuti model pengembangan ADDIE, yang mencakup lima langkah, yaitu Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Model ini terdiri dari lima tahap yang terstruktur. Tahapan-tahapan dalam model ADDIE dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini. (Sugiyono, 2017)



Gambar 1. Langkah Pengembangan Model ADDIE.

Tahap Analisis

Pada tahap ini, peneliti melakukan analisis terhadap kebutuhan dan permasalahan yang dialami oleh sekolah dan siswa. Peneliti juga mengkaji kurikulum. Peneliti juga meneliti kurikulum untuk mengetahui tujuan yang ingin diraih selama proses pendidikan serta sasaran pembelajaran. Evaluasi dilakukan terhadap materi hingga media pembelajaran siswa. Proses analisis ini mempertimbangkan materi pokok, pengalaman belajar siswa, serta keterampilan yang diharapkan dari siswa.

Tahap Desain

Pada fase perancangan, peneliti mengembangkan konsep produk dengan cara mengatur format pengembangan media. Proses ini dimulai dengan merancang materi pendukung media yang sesuai dengan kebutuhan, mencari gambar, menciptakan desain yang menarik untuk media, menyusun evaluasi, serta membuat simulasi media menggunakan *Adobe Flash Professional*.

Tahap Pengembangan

Pada fase pengembangan dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa media dan materi sesuai dengan standar oleh para ahli di bidang tersebut. Jika produk yang digunakan belum memenuhi syarat valid, peneliti akan melakukan revisi pada media, tetapi jika sudah memenuhi kriteria valid, media tersebut akan melanjutkan ke tahap percobaan untuk mengevaluasi efektivitasnya. Penelitian ini menggunakan metode analisis data yang berfokus pada perangkat non-tes. Teknik yang diterapkan adalah analisis deskriptif dengan skala Likert. Data yang didapatkan dalam penelitian ini merupakan data kualitatif yang dianalisis dengan pendekatan kuantitatif, lalu disajikan dalam bentuk angka dan dijelaskan secara verbal (Erlangga et al., 2024). Analisis deskriptif digunakan untuk menilai data dari penilaian terbuka dengan tujuan memberikan umpan balik, rekomendasi, dan perbaikan. Dalam studi ini, subjek yang diteliti terdiri dari 1 validator materi, 1 validator media, dan 29 siswa kelas XI.

Tabel 1. Kriteria Skala Likert

Skor	Analisis Kualitatif
5	Sangat baik
4	Baik
3	Cukup
2	Kurang
1	Sangat Kurang

Sumber: Sugiyono, (2017)

Selanjutnya, mencari hasil penilaian dari evaluator yang merupakan pakar materi dan media dengan memanfaatkan rumus (Erlangga et al., 2024)

$$\text{Nilai Validasi} = \frac{\text{Total skor yang diperoleh}}{\text{Total skor maksimal}} \times 100\%$$

Setelah dicari nilai validasi, kemudian dicari nilai rata-rata validasi masing-masing ahli menggunakan persamaan.

$$\text{Rata - rata Nilai Validasi} = \frac{\text{Jumlah nilai validasi dari semua ahli}}{\text{Jumlah para ahli}} \times 100\%$$

Hasil akhir dari evaluasi pakar dihitung dengan menggunakan rumus persentase ini, untuk menentukan apakah media yang dibuat masuk dalam kategori layak atau tidak.

$$P = \frac{\sum R}{N} \times 100\%$$

Dimana:

P = Persentase Nilai

$\sum R$ = Total semua nilai yang diberikan oleh setiap responden

N = Total nilai ideal untuk suatu item.

Selanjutnya, hasil yang didapat dari proses validasi akan diselaraskan dengan kategori penilaian yang ada di Tabel 2. (Sugiono, 2017).

Tabel 2. Kriteria Kelayakan Ahli Materi dan Ahli Media

Interval	Analisis Kualitatif
$80 \leq X \leq 100\%$	Sangat layak
$60 \leq X \leq 80\%$	Layak
$40 \leq X \leq 60\%$	Cukup
$20 \leq X \leq 40\%$	Tidak layak
	Sangat tidak layak

Sumber: (Sugiono, 2017).

Tahap Implementasi

Pada tahap pelaksanaan, peneliti melakukan ujicoba mengenai efektivitas media kepada 29 siswa kelas XI. Langkah ini diambil untuk mengevaluasi reaksi siswa terhadap media simulasi fisika yang telah dikembangkan. Data mengenai tanggapan siswa dikumpulkan melalui kuesioner yang diisi sebelum ujian. Tujuannya adalah untuk memahami reaksi siswa setelah mengikuti pembelajaran yang menggunakan media simulasi fisika, yang dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$P = \frac{A}{B} \times 100 \%$$

Keterangan:

P = Persentase respons siswa

A = Banyak siswa yang memilih

B = Jumlah siswa

Nilai kelayakan berdasarkan respon siswa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Respon Siswa

Persentase Respon Siswa	Kategori
$80\% < R < 100\%$	Sangat baik
$60\% \leq R < 80\%$	Baik
$40\% \leq R < 60\%$	Cukup baik
$20\% \leq R < 40\%$	Kurang baik
$0\% \leq R < 20\%$	Tidak baik

Tahap Evaluasi

Pada fase ini, penilaian didapatkan melalui kuesioner yang diisi oleh siswa serta saran dari pakar media dan materi terkait kelemahan yang terdapat pada media simulasi fisika materi Hukum Newton.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi ini memiliki tujuan mengembangkan media pembelajaran simulasi fisika yang mendukung kegiatan belajar mengajar dengan menggunakan pendekatan TPACK. Pengembangan dilaksanakan setelah menyelesaikan tahap pertama, yaitu tahap Analisis. Pada tahap analisis kesulitan siswa, peneliti memberikan beberapa pertanyaan kepada siswa mengenai materi fisika yang dianggap sulit dipahami. Banyak siswa menjawab bahwa materi Hukum Newton terutama pada materi katrol kurang mereka pahami. Dari hasil analisis kesulitan siswa, maka peneliti memilih materi Hukum Newton sebagai topik yang dibahas dalam media simulasi fisika. Setelah mendapatkan materi yang sesuai, selanjutnya tahap analisis materi. Analisis materi dilakukan dengan menganalisis topik materi Hukum Newton pada capaian mata pelajaran di sekolah. Analisis konten bertujuan untuk mengidentifikasi materi yang akan disajikan dalam media pendidikan. Selanjutnya analisis pengguna, dengan menggunakan lembar observasi peneliti akan mengetahui sejauh mana siswa memahami penggunaan media pembelajaran dan memaksimalkan penggunaan *software Adobe Flash Professional* yang akan digunakan dalam pembuatan media simulasi fisika.

Tahap kedua merancang desain media pembelajaran menggunakan *flowchart* dan *storyboard*. Pengembangan media simulasi fisika untuk mendukung pembelajaran TPACK terdiri dari cover media, petunjuk penggunaan menu media, daftar isi, materi usaha dan energi, animasi media berupa gambar bergerak, contoh soal usaha energy, simulasi media yang bisa dikontrol dalam penggunaannya serta soal evaluasi.

Selanjutnya, langkah ketiga adalah mengembangkan media untuk pembelajaran simulasi fisika. Media simulasi ini dirancang untuk mendukung metode pembelajaran yang berfokus pada TPACK, sehingga elemen-elemen dalam TPACK diselaraskan dengan proses pengembangan media. Unsur-unsur TPACK meliputi Pengetahuan Teknologi (TK), Pengetahuan Konten (CK), Pengetahuan Pedagogi Teknologi (TPK), Pengetahuan Konten Teknologi (TCK), dan Pengetahuan Pedagogi Konten (PCK).

Pengetahuan Teknologi (TK) merupakan fondasi teknologi yang mendukung kegiatan pembelajaran. Sebagai ilustrasi, terdapat penggunaan aplikasi *Adobe Flash Professional*, jaringan internet, animasi, simulasi, laboratorium virtual, dan lain-lain. Teknologi yang digunakan untuk menghasilkan media ini adalah aplikasi *Adobe Flash Professional*. Aplikasi ini gampang digunakan dan menjadikan media pembelajaran lebih menarik, interaktif, serta kreatif. Desain sampul media ditampilkan pada Gambar 2. Gambar 1 menunjukkan tampilan menu utama yang meliputi kompetensi, materi, evaluasi, dan panduan praktikum.



Gambar 1. Tampilan Menu Awal Media

Pedagogy Knowledge (PK) adalah cara atau strategi yang diterapkan dalam proses belajar. Strategi yang diterapkan pada media adalah pendekatan ilmiah.

Topik yang akan dibahas dalam media adalah Hukum Newton. Salah satu topik dalam Hukum Newton adalah menentukan konsep dua objek yang saling tumpang. Ilustrasi menggambarkan konsep objek yang bertumpuk di permukaan horizontal dan gaya-gaya yang berpengaruh pada objek tersebut.



Gambar 2. Ilustrasi Benda Bertumpuk

Techonology Pedagogy Knowledge (TPK) adalah interaksi yang saling memengaruhi antara teknologi dan pedagogi dapat diterapkan dengan menggunakan *Adobe Flash Professional*. Software ini memiliki bermacam property yang dapat digunakan dalam mendukung pembuatan media simulasi fisika materi Hukum Newton. Guru dan siswa dapat menggunakan software ini untuk

mendukung proses pembelajaran. Gambar 3 menunjukkan simulasi yang diterapkan dalam media, berupa simulasi menentukan besarnya percepatan gerak dua benda yang dihubungkan pada katrol, dan memiliki gaya gesek statis dan gaya gesek kinetis. Dalam simulasi, siswa dapat mengubah berat objek, mengatur besar gaya gesek statis dan kinetis, sehingga mereka bisa mengamati perbedaan percepatan dari objek tersebut.



Gambar 3. Simulasi Katrol yang Dihubungkan 2 benda

Pedagogical Content Knowledge (PCK) adalah elemen terakhir dalam TPACK, yaitu pemahaman tentang cara menggabungkan materi pembelajaran dengan strategi pengajaran untuk memperbaiki proses belajar. Ini sangat bermanfaat untuk mengubah konten menjadi metode pengajaran, seperti mempersembahkan materi dengan cara yang bervariasi atau mengadaptasi sumber belajar sesuai dengan kebutuhan siswa. Gambar 4 menunjukkan aspek-aspek penilaian untuk menilai keterampilan siswa dalam memahami konsep yang telah diajarkan.



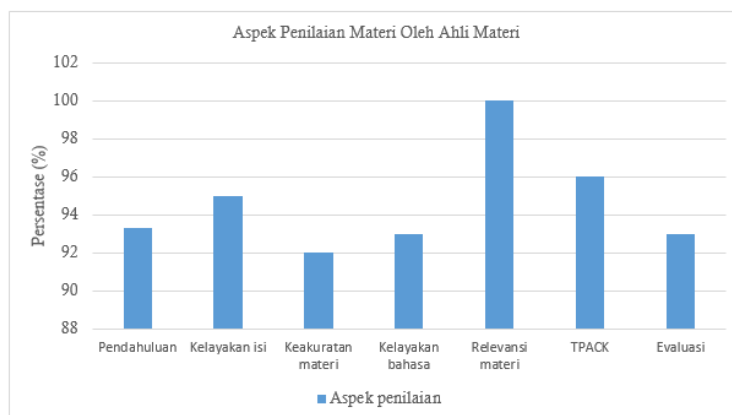
Gambar 4. Tampilan Evaluasi Media Pembelajaran

Selanjutnya, media yang sudah disiapkan akan diperiksa oleh validator media dan validator materi untuk memastikan kesesuaiannya. Terdapat beberapa aspek yang akan dinilai oleh kedua validator tersebut. Berikut ini adalah hasil dari penilaian yang dilakukan oleh validator.

Tabel 4. Hasil Validasi Materi oleh Validator Materi

Komponen Penilai	Jumlah Aspek yang Diperoleh	Skor Maksimal Aspek	Persentase (%)	Kategori
Pendahuluan	14	15	93,3	Sangat layak
Apek kelayakan isi	19	20	95	Sangat layak
Aspek Keakuratan materi	23	25	92	Sangat layak
Aspek kelayakan bahasa	14	15	93	Sangat layak
Aspek relevansi materi	15	15	100	Sangat layak
TPACK	24	25	96	Sangat layak
Evaluasi	14	15	93	Sangat layak
Persentase Total			94	
Kategori				Sangat layak

Tabel 4 menampilkan hasil evaluasi dari validator mengenai berbagai aspek yang dinilai dalam materi yang akan disampaikan. Dalam hal kelayakan isi, akurasi materi, penggunaan bahasa yang tepat, dan evaluasi, skor yang diperoleh mencapai 93%, sementara TPACK mendapatkan skor 96%. Ini menunjukkan bahwa semua aspek sangat cocok untuk diterapkan dalam media. Untuk aspek relevansi materi, persentase skornya adalah 100%, yang mengindikasikan bahwa materi yang disajikan sangat relevan dan sangat pantas. Rerata untuk setiap aspek berada antara 90-100%, yang tergolong dalam kategori sangat baik. Rata-rata total persentase dari semua aspek mencapai 94%, yang juga masuk dalam kategori sangat baik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa konten yang ada dalam media simulasi dinilai sangat layak untuk digunakan, menurut penilaian para validator materi.



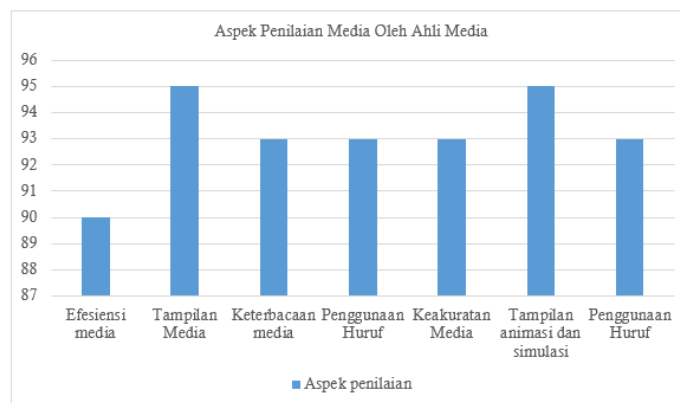
Gambar 5. Grafik Penilaian Aspek Materi

Selanjutnya, media simulasi diuji oleh validator media. Hasil dari pengujian oleh validator dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan hasil Tabel 4 dan Gambar 6, persentase yang diberikan oleh validator media untuk masing-masing aspek yang dinilai berada dalam kisaran 90-100%. Pada aspek efisiensi media, keterbacaan media, penggunaan huruf, keakuratan media, dan penggunaan huruf skor persentase rata-rata 93% hal ini menunjukkan bahwa aspek tersebut sudah sangat layak. Sedangkan pada tampilan media dan animasi simulasi memperoleh skor persentase 95% lebih tinggi bila dibandingkan dengan penilaian pada aspek yang lain. Animasi dan simulasi pada media menurut ahli media sudah tepat dan sangat layak ditampilkan dalam media simulasi fisika materi Hukum Newton. Simulasi yang ditampilkan dalam media dapat dikontrol oleh pengguna dan divariasikan nilainya, sehingga pengguna media dapat belajar lebih interaktif dalam menggunakan media.

Tabel 5. Hasil Validasi Media oleh Validator Media

Komponen Penilaian	Jumlah Aspek yang Diperoleh	Skor Maksimal Aspek	Persentase (%)	Kategori
Efisiensi Media	18	20	90	Sangat layak
Tampilan Media	19	20	95	Sangat layak
Keterbacaan Media	14	15	93	Sangat layak
Penggunaan Huruf	14	15	93	Sangat layak
Keakuratan media	14	15	93	Sangat layak
Animasi dan simulasi	19	20	95	Sangat layak
Penggunaan Huruf	14	15	93	Sangat layak
Persentase Total			92	
Kategori				Sangat layak

Nilai rata-rata persentase total penilaian aspek adalah 92%, oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa media simulasi Hukum Newton sangat layak digunakan dalam pembelajaran. Untuk penjelasan lebih lanjut, silakan lihat Gambar 6 yang menampilkan grafik persentase evaluasi media oleh pakar media.



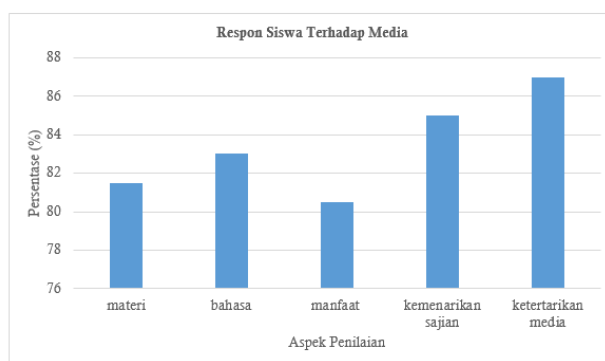
Gambar 6. Grafik Persentase Penilaian media

Pada langkah keempat, peneliti akan menerapkan media simulasi fisika kepada para siswa untuk mengamati tanggapan siswa terhadap alat yang dirancang guna membantu proses pembelajaran yang berfokus pada TPACK. Tanggapan siswa terhadap media simulasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Respon Siswa Terhadap Media

Komponen Penilaian	Persentase (%)	Kategori
Materi	81,5	Sangat baik
Bahasa	83	Sangat baik
Ketertarikan	87	Sangat baik
Manfaat	80,5	baik
Kemenarikan Sajian	85	Sangat baik
Rata-rata persentase	83,4	Sangat Baik

Berdasarkan hasil respon siswa terhadap media simulasi diperoleh persentase masing-masing aspek berada pada rentang 80%-100%. Pada aspek manfaat memiliki persentase yang kecil yaitu 80,5% namun tetap dalam kategori baik. Aspek ketertarikan memiliki persentase lebih tinggi yaitu 87%, artinya siswa memiliki ketertarikan dalam menggunakan media simulasi dalam pembelajaran. Rata-rata persentase respon siswa adalah 83,4 % ini termasuk dalam kategori sangat baik.



Gambar 7. Grafik Respon Siswa

Berdasarkan evaluasi yang dilakukan oleh para validator media dan konten, terungkap bahwa media simulasi fisika yang menggunakan pendekatan TPACK dengan tema Hukum Newton yang dikembangkan dengan *Adobe Flash Professional* dianggap layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Ini terlihat dari persentase yang didapat, yaitu 92% untuk validator media dan 94% untuk validator materi, yang keduanya berada rentang 90% - 100%, sehingga dianggap sangat layak. Penilaian dari validator materi mengenai relevansi materi mendapatkan nilai maksimal yaitu 100%, yang menandakan bahwa materi yang disajikan sudah sesuai. Dalam

penilaian TPACK, materi yang dihadirkan mendapat skor 96%, menunjukkan bahwa langkah-langkah TPACK telah diterapkan dengan baik.

Dari segi kelayakan isi, penggunaan bahasa juga dianggap sesuai, di mana bahasanya jelas dan mengikuti aturan kaidah yang benar. Aspek evaluasi pun sudah dinilai sangat baik karena telah memenuhi semua tahapan yang diperlukan. Sementara itu, penilaian ahli media terhadap media itu sendiri, aspek tampilan, simulasi, dan animasi mendapatkan skor 95%, yang menunjukkan bahwa tampilan simulasi memenuhi harapan. Pada aspek efisiensi, keterbacaan, penggunaan huruf, serta akurasi media juga dinilai sangat baik dengan rata-rata persentase 93%. Hasil ini sejalan dengan studi yang dilakukan oleh Putri (2021) dan Tralisno (2018) menunjukkan bahwa penggunaan perangkat lunak *Adobe Flash Professional* untuk pengembangan media pembelajaran simulasi adalah tepat dan telah mendapatkan validasi melalui evaluasi oleh para validator media.

Tabel 6 menunjukkan tanggapan siswa terhadap media simulasi. Rata-rata tanggapan siswa pada Tabel 6 tercatat sebesar 83,4%, yang masuk dalam kategori sangat memuaskan. Pada hal daya tarik penyajian dan ketertarikan terhadap media, masing-masing mendapatkan nilai sebesar 85% dan 87%. Temuan ini menandakan bahwa siswa sudah memberikan respon positif dan menunjukkan ketertarikan dalam pemanfaatan media pembelajaran simulasi. Namun, untuk aspek manfaat, persentasenya lebih rendah dibandingkan dengan aspek lainnya, yaitu 80,5%. Ada beberapa siswa yang belum sepenuhnya memahami keuntungan dari media yang disajikan, sehingga nilai mengenai kebermanfaatan tetap rendah, tetapi masih tergolong baik. Pada aspek bahasa, media mendapatkan skor 83%, yang menunjukkan bahwa penggunaan bahasa dalam media cukup mudah dimengerti.

Berdasarkan evaluasi dari para validator media, validator materi, dan masukan dari siswa, media simulasi ini dianggap layak digunakan untuk mendukung pembelajaran yang berorientasi pada TPACK. Temuan dari penelitian ini didukung oleh sejumlah penelitian sebelumnya. Penerapan teknologi yang berfokus pada TPACK dapat berfungsi sebagai cara yang efektif meningkatkan ketertarikan siswa dalam belajar. Analisis data mengindikasikan terjadinya peningkatan yang jelas dalam ketertarikan siswa saat menggunakan pendekatan TPACK jika dibandingkan dengan yang mengikuti cara pengajaran konvensional. (Maulida et al., 2024). Pemanfaatan media sebagai alat teknologi dapat mendukung pengajar dalam menyampaikan materi dengan cara yang lebih kreatif dan inovatif untuk mendukung pembelajaran yang berorientasi pada TPACK. (Farizi et al., 2019). Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang bertujuan untuk memperkuat proses pembelajaran yang berlandaskan TPACK. Pentingnya penggunaan media animasi juga disarankan untuk mendukung pembelajaran TPACK (Farizi et al., 2019). Penelitian lain oleh (Fitriyati & Prastowo, 2022), mengungkapkan bahwa penerapan media simulasi dalam kegiatan belajar dapat meningkatkan motivasi siswa, sehingga mereka dapat memperdalam pelajaran dengan lebih baik dan meraih hasil belajar yang maksimal. Tralisno (2018), menyatakan bahwa memakai *Adobe Flash Professional* untuk menghasilkan media pembelajaran simulasi sangat membantu dan dianggap sangat optimal untuk diterapkan dalam kegiatan belajar mengajar.

Pada tahap terakhir penelitian, dilakukan evaluasi terhadap media yang telah dibuat. Hasil dari penilaian para validator materi dan media mengindikasikan bahwa media pembelajaran simulasi fisika tentang Hukum Newton sangat layak untuk diterapkan dalam kegiatan belajar mengajar di sekolah guna mendukung pembelajaran yang berbasis TPACK. Di sisi lain, tanggapan siswa menunjukkan bahwa media simulasi fisika dinilai sangat baik dan berhasil menarik perhatian siswa pada pelajaran fisika, yang terlihat dari hasil aspek ketertarikan siswa mencapai 87%. Namun, masih ada beberapa kekurangan dalam media ini menurut penilaian para validator media. Kekurangan tersebut meliputi durasi animasi yang terlalu cepat dan penjelasan soal evaluasi yang tidak mendalam.

Para validator materi dan media memberikan saran dan masukan untuk memperbaiki kekurangan-kekurangan tersebut. Sementara itu, dari respons siswa, aspek manfaat media hanya mendapatkan persentase skor 80,5%, yang disebabkan oleh kurangnya pemahaman siswa tentang sejauh mana efektivitas media ini, serta rendahnya kreativitas siswa dalam menerapkan media tersebut. Diharapkan penelitian berikutnya dapat mengembangkan media pembelajaran

simulasi dengan materi yang berbeda, memperbaiki kekurangan, serta menggunakan aplikasi lain, seperti *mobile learning*, untuk meningkatkan minat siswa dalam belajar fisika.

KESIMPULAN

Dari semua riset yang telah dilakukan, bisa disimpulkan bahwa media pembelajaran simulasi fisika Hukum Newton sangat layak untuk meningkatkan pembelajaran yang berorientasi pada TPACK. Media ini telah dinilai oleh para pakar di bidang media dan materi, dan mereka menyatakan bahwa alat ini sangat layak untuk digunakan. Selain itu, masukan dari para siswa juga menunjukkan bahwa media ini efektif dalam menarik perhatian mereka dan meningkatkan ketertarikan terhadap penggunaannya. Penggunaan media simulasi terbukti sangat berguna di sekolah sebagai sarana bantu dalam pembelajaran berbasis TPACK. Diharapkan media simulasi fisika ini bisa dikembangkan dengan aplikasi lain, seperti pembelajaran *mobile learning* untuk materi fisika. Selain itu, metode simulasi fisika yang didasarkan pada TPACK digunakan sebagai salah satu pilihan media pembelajaran yang inovatif dan efektif untuk mengajarkan fisika di tingkat Sekolah Menengah Atas.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmadan. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Flash Dan Moodle. *Jurnal Gantang*, *II*(1), 27–40.
- Alfi, S., & Tralisno, A. (2023). Efektifitas Mobile Learning Media (PMLM) dalam Meningkatkan Kemampuan Higher Order Thinking Skills (HOTS). *Jurnal Inovasi Edukasi*, *6*(2), 181–188. <https://doi.org/10.35141/jie.v6i2.955>
- Amelia, A., Nurfalah, E., & Mulhayatiah, D. (2021). Peningkatan TPACK Guru Fisika Melalui Media Pembelajaran Berbasis Google Apps. *Journal of Teaching and Learning Physics*, *6*(2), 69–76. <https://doi.org/10.15575/jotalp.v6i2.10298>
- Bayu, A. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika dengan Menggunakan Adobe Flash Professional CS6 Pada Materi Peluang. *Jurnal Inovasi Edukasi*, *2*(1), 38–44.
- Erlangga, M. F., Syam, M., & Sulaeman, N. F. (2024). Pengembangan Lembar Kerja Elektronik Berbasis TPACK Berbantuan Flip PDF Corporate Edition pada Mata Kuliah Fisika Dasar II. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika (JLPP)*, *5*(1), 23-33.
- Farizi, Z. Al, Sulisworo, D., Hasan, M. H., & Rusdin, M. E. (2019). Pengembangan Media Animasi untuk Mendukung Pembelajaran Berbasis TPACK dengan POWTOON pada Materi Torsi SMA Kelas XI. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, *10*(2), 108–113. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v10i2.4017>
- Fitria, N., Aziizi, M. K. R., Hardoyo, T., Supriadi, B., Harjianto, A., & Junaidi, M. R. (2023). Penggunaan Phet Simulation Untuk Meningkatkan Aktivitas Dan Hasil Belajar Siswa Smp Islam Panggul. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, *7*(2), 428–438. <https://doi.org/10.37478/optika.v7i2.3394>
- Fitriyati, I., & Prastowo, A. (2022). Pembelajaran Daring Menggunakan Phet Simulations Untuk Meningkatkan Keaktifan Dan Hasil Belajar Siswa Madrasah Ibtidaiyah. *Al-Madrasah: Jurnal Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, *6*(4), 1041. <https://doi.org/10.35931/am.v6i4.1120>
- Gestiani, N., & Indrawati, T. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Menggunakan Aplikasi Adobe Flash Professional CS6 Pada Materi Teks Deskripsi Di Kelas IV Sekolah Dasar Nessira. *Tjyybjb.Ac.Cn*, *27*(2), 58–66.

- Jalaluddin, M., Yuris, M., & Alfat, S. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika SMA Kelas XI menggunakan Adobe Flash Professional CS6 Pada Materi Momentum dan Impuls. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 4(4), 174. <https://doi.org/10.36709/jipfi.v4i4.9743>
- Majid, M. I., & Linuwih, S. (2019). Majid & Linuwih_2019_UKBM. *Unnes Physics Education Journal*, 8(3), 228–238.
- Maulida, B. A., Albahij, A., & Mufidah, L. (2024). Pengaruh Penggunaan Teknologi TPACK dalam Meningkatkan Minat Belajar Matematika Peserta Didik SD. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 1266–1275.
- Musdalifa, & Dimpudus, A. (2024). Integrasi TPACK (Technological , Pedagogical , and Content Knowledge) Dalam Pembelajaran Matematika Materi Bentuk Aljabar. *Jurnal Arjuna: Publikasi Ilmu Pendidikan, Bahasa Dan Matematika*, 2(3), 267–275. <https://doi.org/https://doi.org/10.61132/arjuna.v2i3.877>
- Nalinda, H., & Sulistyorini, S. (2018). Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis PBL pada Muatan Pelajaran IPA Kelas IV. *Joyful Learning Journal*, 7(1), 25–31.
- Nilyani, K., Anjani, H. R., Desnita, & Usmeldi. (2023). *JEP (Jurnal Eksakta Pendidikan) Needs Analysis to Develop Physics Learning E-Modules on*. 7(2), 289–300.
- Purnawati, W., Maison, M., & Haryanto, H. (2020). E-LKPD Berbasis Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): Sebuah Pengembangan Sumber Belajar Pembelajaran Fisika. *Tarbawi: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 16(2), 126–133. <https://doi.org/10.32939/tarbawi.v16i2.665>
- Putri, R. S. S., Yani, A., & Amin, B. D. (2020). Pemanfaatan Software Simulasi dalam Pembelajaran terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta didik kelas XI SMAN 9 Makassar. *Prosiding Seminar Nasional Fisika PPs Universitas Negeri Makassar*, 2, 150–152.
- Qusyairi, L. A. H. (2020). Pemanfaatan Media Dalam Metode Simulasi Pada Pembelajaran PAI. *PENSA : Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 2(2), 195–211.
- Rachman, A., Rini, T. P. W., Anggreani, C., Alfiah, S., & Shalihah, U. (2023). Pemanfaatan Media Tpack (Technology, Paedagogy, and Content Knowledge) Bagi Guru Di Kota Banjarmasin. *Communnity Development Journal*, 4(6), 13518–13521.
- Rizaldi, D. R., Jufri, A. W., & Jamaluddin, J. (2020). PhET: Simulasi Interaktif Dalam Proses Pembelajaran Fisika. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(1), 10–14. <https://doi.org/10.29303/jipp.v5i1.103>
- Sangidah, Uswatun khasanah, Harun Mustofa, A. F. N. (2024). Optimalisasi Pembelajaran IPA Di Sekolah Dasar Melalui Pendekatan TPACK (*Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(1), 2026–2033.
- Soprihatin, P. Y., & Haqiqi, A. K. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Simulasi Interaktif Berbasis Adobe Flash Materi Suhu Dan Kalor. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 6(2), 129–138. <https://doi.org/10.15575/jotalp.v6i2.12438>
- Sugiono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung. ALFABETA.

- Supriyadi, S., Bahri, S., & Waremra, R. S. (2018). Kemampuan Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Mahasiswa Pada Matakuliah Strategi Belajar Mengajar Fisika. *Jurnal Inspirasi Pendidikan*, 8(2), 1–9. <https://doi.org/10.21067/jip.v8i2.2632>
- Tralisno, A. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis Multimedia Simulasi Menggunakan Adobe Flash Professional CS6 Pada Kosep Fuzzle Geometri Kelas VIII SMP. *Jurnal Inovasi Edukasi*, 1(2), 48–79.
- Tralisno, A., & Alfi, S. (2023). Efektivitas Multimedia Pembelajaran Matematika Berbasis Simulasi dalam Melatih Keterampilan Psikomotor Peserta Didik pada Konsep Geometri. *NUMBERS: Jurnal Pendidikan Matematika & Ilmu Pengetahuan Alam*, 1(4), 1–8.
- Trilaksono, D., Darmadi, D., & Murtafi'ah, W. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Menggunakan Adobe Flash Professional Berbasis Literasi Untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 7(2), 180. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v7i2.1428>
- Wahid, A., Handayanto, A., & Purwosetiyono, F. X. D. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Etnomatematika Menara Kudus Menggunakan Adobe Flash Professional CS 6 pada Siswa Kelas VIII. *Imajiner: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 2(1), 58–70. <https://doi.org/10.26877/imajiner.v2i1.5765>