

PENGEMBANGAN ALAT PERAGA *TORRICELLI* MENGGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN INKUIRI TERBIMBING UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK

Nadya Kusuma Suryanti, Imam Suchahyo*

Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

*Corresponding author: imamsuchahyo@unesa.ac.id

Abstrak: Alat peraga merupakan alat bantu yang dirancang untuk mempermudah pemahaman konsep abstrak menjadi lebih konkret dan menarik. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa pembelajaran fisika masih dianggap sulit karena metode konvensional dan keterbatasan alat peraga, terutama pada materi fluida. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan alat peraga interaktif seperti *Torricelli* untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis kevalidan alat peraga *Torricelli* yang telah dikembangkan sebagai cara meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi fluida dinamis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* dengan model ADDIE. Pada persentase kevalidan alat peraga didapatkan hasil sebesar 98,3% dengan kategori sangat valid. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alat peraga *Torricelli* yang telah dikembangkan menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing dapat dinyatakan layak untuk digunakan dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi fluida dinamis.

Kata Kunci: Alat peraga, *Torricelli*, dan Fluida Dinamis

Abstract: Teaching aids are tools designed to facilitate the understanding of abstract concepts by making them more concrete and interesting. The results of the needs analysis indicate that physics learning is still considered difficult due to conventional methods and limitations in teaching aids, particularly in fluid dynamics material. Therefore, the development of interactive teaching aids such as the *Torricelli* apparatus is necessary to improve students' learning outcomes. The objective of this study is to analyze the validity of the *Torricelli* apparatus that has been developed as a means to enhance students' learning outcomes in dynamic fluid material. The method used in this study was *Research and Development* with the ADDIE model. The validity percentage of the teaching aid was 98.3%, categorized as highly valid. The results of this study indicate that the *Torricelli* teaching aid developed using the guided inquiry learning model is suitable for use in improving student learning outcomes in dynamic fluid material.

Keywords: Teaching aids, *Torricelli*, and Dynamic Fluids

PENDAHULUAN

Fisika merupakan salah satu cabang sains yang bertujuan untuk mengembangkan kemampuan berpikir analitis dalam memecahkan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan lingkungan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Namun, mata pelajaran ini sering kali dipandang negatif oleh peserta didik karena dianggap sulit dan membosankan, terutama karena banyaknya rumus dan konsep ilmiah yang harus dipahami (Salpan, 2018). Pemahaman konsep yang baik sangat penting bagi peserta didik dalam mempelajari fisika untuk mencapai hasil belajar yang optimal.

Belajar merupakan sebuah proses yang kompleks dan memiliki banyak dimensi, tidak hanya berkaitan dengan penguasaan pengetahuan, tetapi juga mencakup pengembangan keterampilan

dan pembentukan sikap. Sanjaya (2011) mengemukakan bahwa belajar adalah proses pemecahan masalah, di mana individu berupaya memahami serta menguasai informasi baru. Proses ini memegang peranan penting dalam dunia pendidikan, karena pencapaian hasil belajar peserta didik kerap dijadikan tolak ukur keberhasilan dari strategi pengajaran yang digunakan. Hasil belajar merupakan elemen krusial dalam dunia pendidikan, karena mencerminkan sejauh mana peserta didik telah mencapai kompetensi setelah mengikuti proses pembelajaran. Beragam studi telah dilakukan untuk mengeksplorasi cara-cara dalam memahami dan meningkatkan hasil belajar peserta didik melalui penerapan berbagai strategi dan pendekatan pembelajaran. Menurut Sulasmono (2012), kemampuan memecahkan masalah memiliki peran yang signifikan dalam pendidikan. Pemahaman yang mendalam mengenai konsep dan jenis-jenis pemecahan masalah diyakini dapat memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik.

Keberhasilan guru dalam menyampaikan materi pembelajaran sangat bergantung pada strategi yang digunakan dalam proses pembelajaran. Sanjaya (2014), sebagaimana dikutip oleh Lestari (2015), menyatakan bahwa strategi atau model pembelajaran merupakan elemen penting yang berperan besar dalam menentukan keberhasilan pembelajaran. Oleh karena itu, setiap guru perlu memahami dengan baik fungsi dan peranan strategi dalam mengelola proses belajar mengajar. Di samping itu, diperlukan adanya alternatif pendekatan pembelajaran yang mampu memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpartisipasi secara aktif dalam menemukan konsep-konsep fisika secara langsung. Salah satu pendekatan yang dinilai efektif dalam meningkatkan keaktifan peserta didik adalah model pembelajaran inkuiri terbimbing.

Untuk mengatasi masalah peningkatan hasil belajar, Pembelajaran inkuiri terbimbing terbukti lebih efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional (Saptaputra, 2018). Melalui model ini, peserta didik didorong untuk melakukan eksplorasi, menemukan fakta, serta merumuskan penjelasan yang logis berdasarkan bukti yang diperoleh. Hal tersebut dapat dilihat dari penelitian yang telah dilakukan oleh Zani *et al.* (2018) dalam penelitiannya yang berjudul Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing pada Materi Fluida Statis Untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Keterampilan Proses Sains Siswa, menunjukkan bahwa peningkatan keterampilan proses sains (KPS) dan hasil belajar peserta didik pada materi fluida statis setelah penerapan model inkuiri terbimbing, dengan *N-gain* rata-rata sebesar 49% dan respon peserta didik terhadap model pembelajaran mencapai 95%. Hal ini membuktikan bahwa model pembelajaran inkuiri terbimbing dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik.

Selain itu, terdapat beberapa penelitian yang telah dilakukan mengenai alat peraga yang mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik. Diantaranya, penelitian oleh Krisdiana & Supardi (2015) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran *guided discovery* dengan media PhET meningkatkan hasil belajar peserta didik, dengan nilai rata-rata keterlaksanaan pembelajaran 3,6 (sangat baik) dan peningkatan hasil belajar masing-masing 0,6 (kategori sedang) untuk kelas eksperimen dan 0,7 (kategori tinggi) untuk kelas kontrol. Prayoga (2018) dalam penelitiannya, menyatakan bahwa penggunaan aplikasi *mobile learning* berbasis pemecahan masalah berpengaruh positif terhadap hasil belajar peserta didik, dengan peningkatan hasil belajar yang signifikan pada ranah kognitif C2, C3, dan C4. Penelitian oleh Rahim (2018) menyatakan bahwa media pembelajaran monopoli fisika berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar peserta didik pada konsep teori kinetik gas, dengan nilai signifikansi 0,019 yang menunjukkan bahwa hipotesis alternatif diterima. Terdapat juga penelitian oleh Ariani *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa alat peraga papan seluncur yang dikembangkan valid dan efektif dalam meningkatkan minat belajar peserta didik dengan persentase 85,17% (kategori Sangat Tinggi) dan hasil belajar peserta didik meningkat dengan rata-rata *N-Gain* sebesar 0,7039. Parahna (2022) dalam penelitiannya, juga menyatakan bahwa alat peraga sistem pompa hidrolik sederhana yang dikembangkan mendapatkan penilaian validasi dari ahli media sebesar 95% dan dari ahli materi sebesar 87,5%, menunjukkan bahwa alat tersebut sangat layak digunakan untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik.

Dari penelitian yang telah disebutkan, dapat dilihat bahwa hasil belajar peserta didik juga dapat ditingkatkan menggunakan media pembelajaran. Dimana dalam hal ini peneliti menggunakan alat peraga sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik, dikarenakan alat peraga mampu menjembatani pemahaman peserta didik dari konsep yang abstrak ke bentuk yang lebih konkret dan mudah dipahami. Melalui pengalaman belajar yang nyata, interaktif, dan menarik, peserta didik dapat mengoreksi kesalahan konsep mereka sendiri dan membangun pemahaman yang lebih ilmiah, dengan demikian hasil belajar yang diperoleh akan meningkat.

Hal ini selaras dengan analisis kebutuhan peserta didik yang telah dilakukan peneliti di SMA Negeri 2 Lamongan, dimana dari hasil wawancara salah satu guru fisika yang mengajar di sekolah tersebut mengatakan bahwa mata pelajaran fisika diakui sulit oleh sebagian peserta didik karena guru hanya menyampaikan materi menggunakan metode konvensional yang tidak banyak melibatkan peserta didik secara aktif dalam proses belajar mengajar, alat peraga maupun kit eksperimen juga jarang digunakan dalam kegiatan pembelajaran dikarenakan keterbatasan alat yang dimiliki pihak sekolah, sehingga peserta didik sulit memahami konsep terkhusus pada materi fluida. Dalam fisika, terdapat cabang ilmu yang membahas tentang fluida, yang diklasifikasikan menjadi fluida statis dan fluida dinamis. Penerapan fluida statis dalam kehidupan sehari-hari dapat ditemukan pada rem hidrolis, pompa hidrolis, dongkrak hidrolis, serta dalam pembuktian keaslian bahan menggunakan hukum Archimedes. Sementara itu, contoh fluida dinamis meliputi sistem pemanas ruangan (berdasarkan prinsip kontinuitas), cara kerja karburator pada mobil atau motor, tabung venturi, dan pendeteksian kebocoran tangki (menggunakan prinsip Bernoulli). Mengingat banyaknya penerapan konsep fluida dalam kehidupan sehari-hari, maka penting untuk mempelajari materi ini tidak hanya secara teoretis, tetapi juga melalui praktik langsung. Keberhasilan praktikum dalam pembelajaran fisika sangat bergantung pada ketersediaan peralatan yang memadai, salah satunya adalah alat peraga. Alat peraga berfungsi untuk memperjelas konsep dan pemahaman materi dengan cara ditampilkan dalam proses belajar mengajar. Selain membantu memahami materi, alat peraga juga dapat meningkatkan motivasi belajar dan mendorong peserta didik untuk lebih aktif, sehingga menciptakan suasana pembelajaran yang lebih interaktif dan tidak monoton (Hartati, 2010).

Prinsip dasar dalam penyusunan alat peraga pendidikan bertumpu pada proses memperoleh informasi melalui panca indera. Semakin banyak indera yang terlibat dalam proses pembelajaran, semakin baik pula pemahaman peserta didik terhadap materi yang dipelajari. Dengan kata lain, alat peraga dirancang untuk mengaktifkan sebanyak mungkin indera dalam mengamati suatu objek, sehingga dapat mempermudah proses persepsi (Wahyuningsih, Hakim, & Ashari, 2019). Sebagaimana dijelaskan dalam teori *Cone of Experience* oleh Edgar Dale, yang menekankan pentingnya variasi pengalaman belajar dengan melibatkan berbagai indera, seperti melihat, mendengar, merasakan, dan melakukan langsung, untuk membangun pemahaman yang lebih kuat (Ambarwati, 2023). Dalam teori ini, pengalaman konkret seperti praktik langsung, kunjungan lapangan, eksperimen, dan demonstrasi berada di dasar kerucut, sementara pengalaman yang lebih abstrak seperti gambar, simbol, dan teks berada di bagian atas. Teori ini menegaskan bahwa semakin nyata pengalaman belajar, semakin tinggi pula tingkat pemahaman dan daya ingat peserta didik. Selain itu, Pembelajaran dengan memanfaatkan alat peraga diharapkan dapat menjembatani peserta didik untuk memperoleh pengetahuan, mengembangkan keterampilan psikomotorik, serta mendorong kreativitas dalam menyelesaikan berbagai permasalahan, seperti mengajukan pertanyaan terkait hal-hal yang belum mereka pahami (Prasetyarini, Fatmaryanti, & Akhdinirwanto, 2013).

Terdapat berbagai penelitian yang telah dilakukan untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik, salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Simbolon & Sahyar (2015) menyatakan bahwa model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis eksperimen riil dan laboratorium virtual lebih efektif dalam meningkatkan hasil belajar fisika peserta didik. Selanjutnya, penelitian oleh Mumu *et al.* (2021) menyatakan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan dinyatakan valid dan layak digunakan, dengan peningkatan rata-rata nilai hasil belajar peserta didik sebesar 13,30 setelah

menggunakan perangkat tersebut. Selain itu, penelitian oleh Nurdini *et al.* (2022) menyatakan bahwa penggunaan media simulasi PhET dengan pendekatan inkuiri terbimbing dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik secara signifikan.

Berdasarkan penelitian-penelitian relevan yang telah disebutkan, dapat diketahui bahwa masih terdapat beberapa kekurangan, diantaranya penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa banyak peserta didik yang masih kesulitan dalam memahami konsep fluida dinamis dalam fisika. Berbagai metode telah diterapkan untuk mengatasi kesulitan pemahaman konsep tersebut, seperti pendekatan konflik kognitif dan pembelajaran kooperatif. Namun, masih terdapat kendala dalam penggunaan media praktikum yang interaktif dan efektif. Salah satu penyebabnya adalah keterbatasan fasilitas di sekolah, di mana banyak sekolah tidak memiliki set praktikum yang memadai untuk materi fluida dinamis. Akibatnya, peserta didik kurang mendapatkan pengalaman praktis yang mendukung pemahaman mereka. Selain itu, belum banyak penelitian yang mengkaji penerapan model inkuiri terbimbing dengan alat peraga fisik maupun kit praktikum.

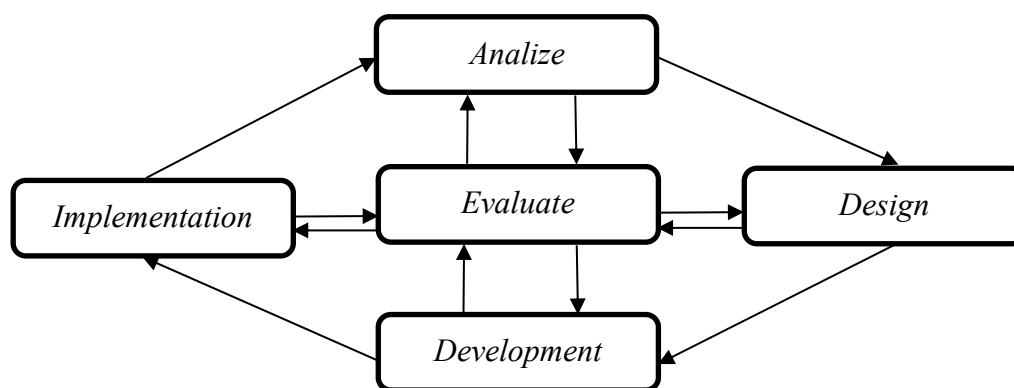
Dari permasalahan tersebut, dapat diketahui bahwa diperlukannya penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan serta menguji efektivitas media pembelajaran interaktif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan mengembangkan set praktikum fluida dinamis berupa alat peraga *Torricelli* yang sesuai dengan kurikulum dan dapat digunakan secara efektif dalam pembelajaran guna meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi fluida dinamis.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian pengembangan (*Research and Development*). Metode *Research and Development* digunakan untuk menghasilkan serta menguji efektivitas suatu produk (Sugiyono, 2015). Dalam penelitian ini, produk yang dikembangkan adalah alat peraga *Torricelli*, yang kemudian diuji kelayakannya berdasarkan aspek kevalidan media pembelajaran.

Pada pengembangan alat peraga *Torricelli* ini menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Develop, Implement, Evaluate*) (Sutarti & Irawan, 2017). Model ini dipilih karena ADDIE merupakan metode perancangan pembelajaran yang bersifat generik dan menyediakan proses terstruktur untuk mengembangkan produk penelitian. Selain itu, keunggulan model ADDIE terletak pada tahapan kerjanya yang sistematis, di mana setiap fase disertai dengan evaluasi dan revisi untuk memastikan produk yang dihasilkan memiliki validitas tinggi.

Model ADDIE yang digunakan dalam penelitian ini merupakan prosedur pengembangan yang dikembangkan oleh Dick dan Carey (1996). Tahapan model pengembangan ADDIE dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tahap Pengembangan
(Sumber: Dick & Carey (1996). *The systematic design of instruction*)

Dalam penelitian ini, model pengembangan ADDIE diterapkan hanya sampai pada tahap *development* (pengembangan). Pembatasan ini dilakukan karena fokus utama penelitian adalah untuk mengevaluasi tingkat kevalidan media yang dikembangkan, yaitu alat peraga *Torricelli*. Oleh

sebab itu, pembahasan dalam penelitian ini hanya mencakup tiga tahap awal dalam model ADDIE, yaitu tahap Analisis (*Analyze*), Perancangan (*Design*), dan Pengembangan (*Development*).

Tahap analisis dalam penelitian ini dilakukan untuk memahami kondisi awal serta latar belakang perlunya pengembangan media pembelajaran. Analisis dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu analisis kurikulum dan analisis kebutuhan di lapangan. Analisis kurikulum difokuskan pada capaian dan tujuan pembelajaran dalam kurikulum merdeka guna menentukan cakupan materi fluida dinamis yang relevan dan menyusun kisi-kisi soal yang sesuai dengan kompetensi yang diharapkan. Sementara itu, analisis kebutuhan lapangan mencakup peninjauan terhadap metode pembelajaran, media yang digunakan, perilaku dan pemahaman peserta didik, serta kondisi lingkungan belajar di sekolah. Hasil analisis ini memberikan gambaran mengenai efektivitas media yang ada dan menunjukkan kesenjangan antara kondisi ideal dan kenyataan di lapangan, sehingga menjadi dasar bagi peneliti dalam merumuskan solusi pengembangan media pembelajaran yang lebih tepat guna dan kontekstual.

Tahap perancangan dilakukan dengan menyusun draft awal yang mencakup desain alat peraga, materi, dan perangkat pendukung pembelajaran. Alat peraga *Torricelli* yang dirancang untuk percobaan ini terdiri dari beberapa komponen dengan panjang pipa 50 cm dengan diameter pipa 7,5 cm yang diberi tiga lubang pancaran air dengan diameter lubang sebesar 2 mm, nantinya pipa ini akan ditaruh diatas nampan seluas 50 cm x 30 cm dan menambahkan pompa air untuk mengalirkan kembali air yang keluar dari lubang pancaran air ke dalam pipa *Torricelli*. Dimensi ini menunjukkan bahwa alat peraga harus dirancang agar mudah digunakan dan diangkut, sehingga peserta didik dapat dengan mudah melakukan percobaan di berbagai lokasi. Draft ini kemudian dikonsultasikan dengan dosen pembimbing untuk mendapatkan masukan dan dilakukan revisi jika diperlukan. Setelah desain dianggap layak dan memenuhi kriteria, draft tersebut dijadikan dasar untuk tahap pengembangan produk.

Tahap pengembangan alat peraga *Torricelli* dilakukan setelah desain disetujui, peneliti memasuki tahap pembuatan media pembelajaran dan melakukan konsultasi berkala dengan dosen pembimbing hingga media dinilai layak. Selanjutnya, media ditinjau oleh dosen penguji untuk mengevaluasi kelayakan desain dan materi. Jika media sudah dinyatakan valid, maka dapat dilanjutkan ke tahap implementasi. Namun, jika masih ditemukan kekurangan, akan dilakukan evaluasi awal dan revisi pada tahap yang relevan, mulai dari analisis hingga pengembangan.

Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data dalam penelitian ini berupa lembar validasi yang dirancang untuk menilai kevalidan alat peraga *Torricelli* dari tiga aspek utama, yaitu media, isi/materi, dan pembelajaran. Proses validasi dilakukan oleh validator yang merupakan dosen fisika ahli media dan guru fisika, dengan menggunakan angket yang telah disusun berdasarkan indikator kevalidan. Validasi bertujuan untuk memastikan bahwa alat peraga yang dikembangkan memiliki kualitas yang layak, sesuai dengan tujuan pembelajaran, serta dapat digunakan secara efektif dalam proses belajar mengajar. Data hasil angket dianalisis menggunakan skala *likert* dengan skor 1 samapi 5, dan hasilnya digunakan sebagai dasar perbaikan agar alat peraga memenuhi standar kelayakan sebagai media pembelajaran. Kategori penilaian skala *likert* dapat dilihat seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Kategori Skala *Likert*

Kategori	Nilai/Skor
Tidak baik	1
Kurang baik	2
Cukup baik	3
Baik	4
Sangat baik	5

(Riduwan, 2015)

Teknik Analisis Data

Setelah seluruh aspek dinilai oleh para validator, skor yang diperoleh akan dikonversi ke dalam bentuk persentase. Setelah diperoleh nilai persentase, hasil tersebut kemudian disimpulkan dengan mengacu pada kualifikasi sebagaimana ditunjukkan di Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Interpretasi Skor Validitas

Persentase Skor	Kriteria
0% - 20%	Tidak Valid
21% - 40%	Kurang Valid
41% - 60%	Cukup Valid
61% - 80%	Valid
81% - 100%	Sangat Valid

(Riduwan, 2015)

Berdasarkan kriteria yang ditetapkan, alat peraga *Torricelli* dianggap valid jika persentase yang diperoleh melebihi 61%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis (*Analyze*)

Pada tahap ini, analisis dilakukan untuk memahami kondisi aktual di lapangan serta latar belakang perlunya pengembangan pembelajaran. Hasil analisis kurikulum menunjukkan bahwa kurikulum merdeka menjadi acuan utama dalam penyusunan soal, dengan fokus pada pengembangan kompetensi peserta didik secara menyeluruh. Materi fluida dinamis memerlukan pendekatan yang tidak hanya mengukur pemahaman teoretis, tetapi juga mendorong keterlibatan aktif melalui eksperimen dan analisis soal. Capaian pembelajaran dijadikan dasar penyusunan kisi-kisi agar sesuai dengan kebutuhan di kelas.

Analisis kebutuhan di lapangan mengungkapkan beberapa tantangan, seperti media pembelajaran yang masih konvensional dan kurang efektif dalam menjelaskan konsep abstrak. Perilaku belajar peserta didik cenderung pasif, dan metode aktif seperti inkuiri terbimbing belum optimal. Meskipun sarana sekolah memadai, belum sepenuhnya mendukung pembelajaran yang berpusat pada peserta didik. Hal ini mendorong perlunya pengembangan media pembelajaran yang dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran fluida dinamis.

Perencanaan (*Design*)

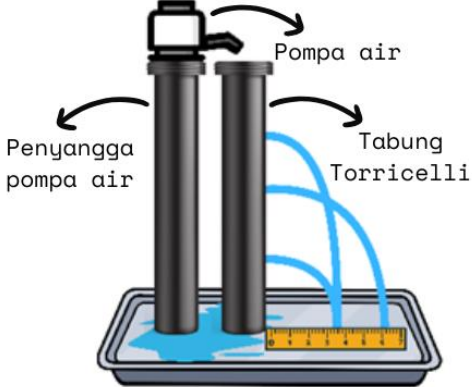

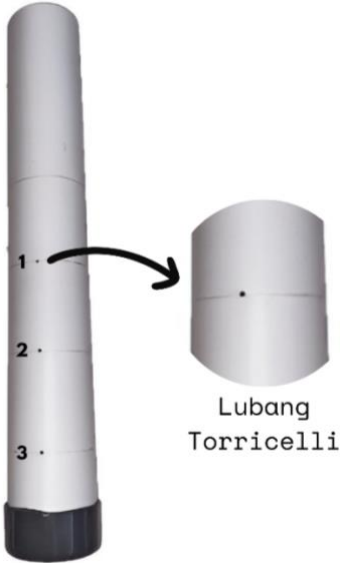
Pada tahap ini, disusun rancangan awal produk berupa alat peraga *Torricelli* yang mencakup desain alat, materi ajar sesuai kompetensi pembelajaran, serta perangkat pendukung lainnya. Draft awal dikembangkan berdasarkan analisis kebutuhan dan kajian teori, dengan tujuan menggambarkan keterkaitan antara tujuan pembelajaran dan fungsi alat peraga.

Draft tersebut kemudian dikonsultasikan dengan dosen pembimbing untuk memperoleh masukan terkait desain dan substansi media. Jika ditemukan kekurangan, dilakukan revisi hingga diperoleh desain akhir yang sesuai dengan standar yang diharapkan. Setelah mendapatkan persetujuan, tahap selanjutnya adalah proses pengembangan produk berdasarkan desain akhir. Berikut contoh desain alat peraga *Torricelli*.

Pada tahap desain, peneliti merancang alat peraga Teorema *Torricelli* dengan mempertimbangkan prinsip ilmiah yang sesuai dengan teori fluida dinamis. Dalam proses ini, peneliti beberapa kali melakukan evaluasi terhadap rancangan awal. Evaluasi pertama dilakukan ketika peneliti menentukan tinggi masing-masing lubang pada tabung, agar sesuai dengan hukum Bernoulli dan prinsip dasar Teorema *Torricelli* yaitu dihitung menggunakan rumus pada Teorema *Torricelli*. Kesalahan awal terjadi karena peneliti kurang cermat dalam memperhitungkan jarak antara lubang pembuangan terhadap lubang pancaran air pertama (paling atas) pada pipa *Torricelli*, sehingga menyebabkan tabung memiliki dua lubang pembuangan yang tidak sesuai. Berdasarkan temuan tersebut, peneliti melakukan perhitungan ulang untuk menentukan letak lubang

pembuangan yang tepat. Lubang pembuangan ini sendiri berfungsi untuk mempertahankan konsep pada Teorema *Torricelli* dimana $v_i = 0$ atau kecepatan turun air diabaikan, hal itu juga didukung dengan penambahan pompa air agar dapat mengalirkan air terus menerus ke dalam pipa agar air tidak habis.

Tabel 3. Desain Alat Peraga *Torricelli*

No	Keterangan	Gambar
1	Sketsa alat peraga <i>Torricelli</i>	
2	Prototipe alat peraga <i>Torricelli</i>	
3	Bagian pipa paralon yang terbuat dari bahan pvc, digunakan sebagai tabung <i>Torricelli</i> yang memiliki 3 lubang dengan diameter yang sama sebesar 2 mm tetapi memiliki ketinggian yang berbeda.	

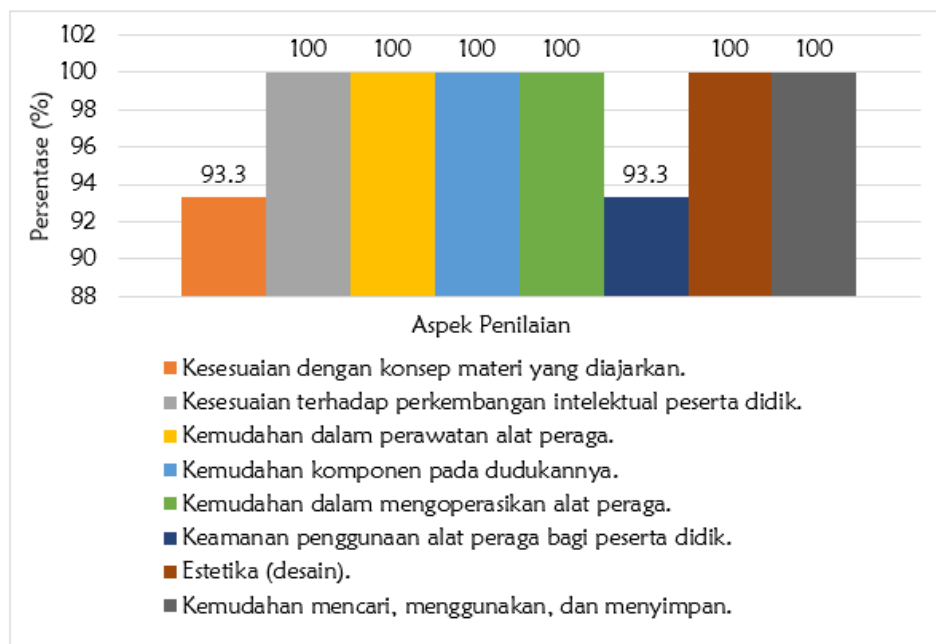
No	Keterangan	Gambar
4	Bagian pipa paralon digunakan sebagai tabung <i>Torricelli</i> yang memiliki lubang pembuangan air yang terletak di bagian belakang dari tiga lubang <i>Torricelli</i> , berfungsi agar air tidak luber ketika air dialirkan kembali ke dalam pipa menggunakan pompa air, lubang tersebut secara tidak langsung juga berfungsi agar v_1 pada Teorema <i>Torricelli</i> bernilai 0 atau kecepatan turun air tidak terlihat.	 The image shows a vertical white PVC pipe with a black cap at the bottom. A grey band is wrapped around the pipe, and a black arrow points from this band to a separate, larger view of a hole cut into the pipe. This hole is labeled 'Lubang pembuangan' (drainage hole).
5	Bagian pompa air, berfungsi untuk mengalirkan air yang keluar dari pipa paralon agar air di dalam pipa tidak berkurang dan berada di ketinggian permukaan air yang sama.	 A hand-operated water pump with a blue top and a white base. It has a silver handle and a clear plastic lid on the side.
6	Bagian nampan, berfungsi untuk menampung air yang keluar dari pipa paralon.	 A simple, rectangular red plastic tray.
7	Bagian penggaris, berfungsi untuk alat ukur jarak jatuh air.	 A wooden ruler with a red scale, used for measuring the distance of the falling water.

Selain itu, revisi juga dilakukan pada ukuran lubang utama (lubang pancaran air) dalam tabung. Awalnya, lubang yang dibuat terlalu besar sehingga mengganggu keluarnya air secara ideal dan menyebabkan prinsip *Torricelli* tidak dapat diterapkan secara tepat. Oleh karena itu, peneliti mengecilkan ukuran lubang dan menyesuaikannya dengan diameter pipa yang digunakan, agar aliran air yang keluar dari setiap lubang dapat merepresentasikan kecepatan dan jarak pancaran sesuai dengan teori. Proses perancangan ini dilakukan secara bertahap dengan mempertimbangkan efektivitas alat dalam mendemonstrasikan konsep yang dituju serta kemudahan penggunaan oleh peserta didik.

Pengembangan (*Development*)

Setelah desain disetujui, peneliti melanjutkan ke tahap pembuatan media sesuai rancangan awal. Proses dilakukan secara sistematis dan disertai konsultasi berkala dengan dosen pembimbing. Media kemudian ditinjau oleh dua dosen fisika ahli media dan satu guru fisika untuk memastikan kelayakan dari segi desain, fungsi, dan keterkaitan materi.

Validasi difokuskan pada aspek media guna menilai kesesuaian dan efektivitasnya. Jika ditemukan kekurangan, dilakukan revisi hingga media dinyatakan layak untuk diimplementasikan. Hasil analisis selama tahap pengembangan disajikan sebagai berikut.



Gambar 2. Hasil Validasi Media

Berdasarkan data validasi media yang didapatkan maka data tersebut dihitung dan dianalisis hingga mendapatkan hasil seperti gambar 2, nilai yang sudah didapat dari ketiga validator kemudian dihitung persentasenya sehingga apabila dirata-rata maka nilainya adalah 98,3%. Dengan melihat kualifikasi persentase Riduwan (2015) maka nilai yang diperoleh tergolong sangat valid dan dinyatakan layak digunakan dalam proses pembelajaran.

Terdapat masukan dan saran dari validator yang menjadi acuan dalam menyempurnakan desain alat peraga *Torricelli* beserta perangkat pembelajarannya. Rincian umpan balik, saran, serta tindak perbaikan yang telah dilakukan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Umpan Balik pada Tahap Pengembangan

Revisi	Sebelum	Sesudah
Lubang pembuangan pada pipa paralon sebelum direvisi terdapat dua lubang karena terdapat kesalahan penempatan tinggi lubang pembuangan sehingga pipa paralon diberi lubang pembuangan dengan jarak yang presisi dari dasar pipa agar alat peraga sesuai dengan teori pada teorema <i>Torricelli</i> .		
Tiga lubang pada pipa paralon tidak perlu ditambahkan pipa kecil untuk mengurangi terjadinya tubulensi. Pada alat peraga <i>Torricelli</i> ini, diameter lubangnya yaitu 2 mm yang dilubangi menggunakan solder 40 watt dengan mata solder sebesar 4 mm.		

Alat peraga *Torricelli* dinyatakan valid menurut Riduwan (2015) jika memperoleh persentase kevalidan sebesar 61% atau lebih. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa media pembelajaran yang dikembangkan memperoleh validitas sebesar 98,3% dimana termasuk dalam kategori sangat valid.

Validasi yang digunakan mencakup 8 aspek penilaian kevalidan, yaitu: Kesesuaian dengan konsep yang diajarkan, Kesesuaian dengan perkembangan intelektual peserta didik, Kemudahan perawatan alat, Kemudahan komponen pada dudukannya, Kemudahan pengoperasian alat, Keamanan penggunaan alat bagi peserta didik, Nilai estetika (desain), dan Kemudahan mencari, mengambil, dan menyimpan alat. Rincian validasi terhadap 8 aspek tersebut adalah sebagai berikut.

a) Kesesuaian dengan konsep yang diajarkan

Hasil penilaian terhadap kesesuaian konsep yang diajarkan pada alat peraga *Torricelli* mencapai 93,9%, termasuk dalam kategori sangat valid. Persentase tersebut menunjukkan bahwa alat peraga *Torricelli* yang dikembangkan sesuai dengan materi fluida dinamis pada sub bab Teorema *Torricelli* yang diajarkan kepada peserta didik kelas XI-3 di SMAN 2 Lamongan.

Akan tetapi aspek ini mendapatkan persentase lebih kecil dibandingkan aspek yang lain dikarenakan Teorema *Torricelli* yang sebenarnya menggunakan toren yang sangat besar, sehingga nilai v_1 atau kecepatan turun air bisa diabaikan, sedangkan alat peraga yang dikembangkan menggunakan paralon dimana membutuhkan pompa air agar dapat mempertahankan Teorema *Torricelli* dimana $v_1 = 0$, dengan adanya pompa tersebut maka terjadi sedikit turbulensi oleh air yang jatuh ke permukaan paralon sehingga pancaran airnya sedikit terganggu. Walaupun seperti itu, alat peraga *Torricelli* pada aspek ini dievaluasi lagi agar tetap dapat menyesuaikan dengan materi yang ada sehingga layak digunakan dalam pembelajaran.

b) Kesesuaian dengan perkembangan intelektual peserta didik

Hasil penilaian terhadap kesesuaian dengan perkembangan intelektual peserta didik pada alat peraga *Torricelli* mencapai 100%, yang termasuk dalam kategori sangat valid. Persentase ini menunjukkan bahwa pengembangan alat peraga *Torricelli* telah berhasil menyesuaikan dengan kemampuan intelektual peserta didik di era perkembangan zaman.

c) Kemudahan perawatan alat

Hasil penilaian terhadap kemudahan perawatan alat peraga *Torricelli* mencapai 100%, termasuk dalam kategori sangat valid. Persentase ini menunjukkan bahwa seluruh komponen pada alat peraga *Torricelli* cukup mudah untuk dirawat, terutama karena bahan dasar alat peraga yang digunakan terbuat dari paralon yang terlogolong awet dan tidak mudah rusak.

d) Kemudahan komponen pada dudukannya

Hasil evaluasi terhadap kemudahan komponen pada dudukan alat peraga *Torricelli* mencapai 100%, termasuk dalam kategori sangat valid. Persentase ini menunjukkan alat peraga *Torricelli* yang dikembangkan dirancang dengan struktur yang kuat ketika digunakan.

e) Kemudahan pengoperasian alat

Hasil penilaian terhadap kemudahan pengoperasian alat peraga *Torricelli* mencapai 100%, termasuk dalam kategori sangat valid. Persentase ini menunjukkan bahwa alat peraga *Torricelli* yang dikembangkan mudah digunakan untuk demonstrasi dan percobaan oleh peserta didik. Operasional alat peraga *Torricelli* ini sangat sederhana, yaitu dengan mengisi pipa paralon dengan air hingga sebatas lubang pembuangan dan menyalakan pompa air agar air yang keluar melalui pipa bisa masuk kembali ke dalam pipa melalui pompa air, selanjutnya kita bisa menghitung jarak jatuh air dari tiga lubang dengan ketinggian yang berbeda.

f) Keamanan penggunaan alat bagi peserta didik

Hasil penilaian terhadap keamanan penggunaan alat bagi peserta didik pada alat peraga *Torricelli* mencapai 93,3%, termasuk dalam kategori sangat valid. Persentase ini menunjukkan bahwa alat peraga *Torricelli* yang dikembangkan aman digunakan oleh peserta didik saat melakukan percobaan dalam kegiatan pembelajaran, karena komponen-komponen yang digunakan tidak menimbulkan resiko kecelakaan bagi peserta didik.

Akan tetapi aspek ini mendapatkan persentase lebih kecil dibandingkan aspek yang lain dikarenakan alat peraga yang dikembangkan menggunakan media air dimana jika tidak berhati-hati dalam menggunakan alat peraga maka air dapat tumpah, oleh karena itu evaluasi pada aspek ini yaitu pentingnya pengawasan bagi peserta didik agar percobaan dapat berjalan dengan lancar.

g) Nilai estetika (desain)

Hasil penilaian terhadap nilai estetika dari segi warna dan bentuk alat peraga *Torricelli* mencapai 100%, termasuk dalam kategori sangat valid. Bentuk alat peraga *Torricelli* ini adalah rangkaian beberapa komponen yang disatukan, seperti pipa paralon sepanjang 40 cm, pompa air, dan nampan sebagai wadah air. Hal ini dapat memotivasi peserta didik untuk belajar menggunakan alat sederhana sebagai alat peraga seperti alat peraga *Torricelli* yang telah dikembangkan peneliti.

h) Kemudahan mencari, menggunakan, dan menyimpan alat

Hasil penilaian terhadap kemudahan, mencari, menggunakan, dan menyimpan alat peraga *Torricelli* mencapai 100%, termasuk dalam kategori valid. Persentase ini menunjukkan bahwa alat peraga *Torricelli* yang dikembangkan mudah untuk dicari karena pipa paralon banyak ditemukan, alat peraga *Torricelli* ini juga mudah dalam penggunaan dan menyimpan alat tersebut, karena alat peraga ini bisa di bongkar pasang agar lebih mudah dalam menyimpan dan juga menggunakan alat peraga *Torricelli* yang dikembangkan.

Setelah mendapatkan beberapa revisi dan masukan dari dosen fisika ahli media dan guru fisika, peneliti melakukan uji coba terhadap alat peraga *Torricelli*. Uji coba dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah alat peraga tersebut berfungsi sebagaimana mestinya. Percobaan yang dilakukan adalah menentukan jarak jatuh air menggunakan alat peraga *Torricelli*. Dengan menggunakan variabel kontrol diameter lubang dan gaya gravitasi. Variabel manipulasinya adalah ketinggian lubang dan jumlah lubang yang diubah-ubah sebanyak tiga kali. Variabel responnya adalah jarak jatuh air di sumbu x dan kecepatan keluar air.

Alat peraga *Torricelli* yang dikembangkan dinyatakan sangat valid dengan rata-rata persentase keseluruhan sebesar 98,3%. Menurut Riduwan (2015), persentase tersebut masuk dalam kategori sangat valid dan alat peraga yang dikembangkan layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis alat peraga *Torricelli* untuk meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik kelas XI-3 di SMAN 2 Lamongan ditinjau dari validitas media pembelajaran menunjukkan nilai persentase rata-rata sebesar 98,3%. Dengan begitu alat peraga *Torricelli* yang dikembangkan termasuk dalam kategori sangat valid dan layak digunakan. Langkah berikutnya yang dapat ditempuh adalah melakukan uji coba penggunaan alat peraga *Torricelli* pada materi fluida dinamis, serta mengevaluasi efektivitas dan pengembangannya saat diterapkan dalam proses pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwati, S. (2023). Implementasi Teori Cone Of Experince Edgar Dale Dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam Di Smp Negeri 1 Baturraden Kabupaten Banyumas. *Universitas Islam Negeri Profesor Kiai Haji Saifuddin Zuhri Purwokerto* .
- Ariani, N. A., Gumay, O. P., & Amin, D. A. (2023). Pengembangan Alat Peraga Papan Seluncur Pada Materi Hukum Newton Untuk Meningkatkan Minat Dan Hasil Belajar. *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4 (2). 56 – 61 .
- Dick, W., & Carey, L. M. (1996). *The Systematic Design Of Instruction*. New York: Harper Collins.
- Hartati, B. (2010). Pengembangan Alat Peraga Gaya Gesek Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sma. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 6, 128-132.
- Lestari, A. S. (2015). *Efektivitas Penggunaan Strategi Pembelajaran Inkuiri Dalam Meningkatkan Sikap Percaya Diri Dan Prestasi Belajar Peserta Didik Kelas X Pada Mata Pelajaran Ekonomi Di Sma Negeri 2 Wates*. Universitas Negeri Yogyakarta.

- Mumu, A. S., Dungus, F., & Mondolang, A. H. (2021). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Menggunakan Alat Peraga Fluida Dinamis Untuk Meningkatkan Hasil Belajar. *Jurnal Pendidikan Fisika Charm Sains*, 2 (3). 179-188.
- Nurdini, S. D., Husniyah, R., Chusni, M. M., & Mulyana, E. (2022). Penggunaan Physics Education Technology (Phet) Dengan Model Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Fluida Dinamis. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6 (1). 136-146 .
- Parahna, O. M. (2022). Pengembangan Alat Peraga Sistem Pompa Hidrolik Sederhana Pada Materi Fluida Statis Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik.
- Prasetyarini, A., Fatmaryanti, S. D., & Akhdinirwanto, R. W. (2013). Pemanfaatan Alat Peraga Ipa Untuk Peningkatan Pemahaman Konsep Fisika Pada Siswa Smp Negeri I Buluspesantren Kebumen Tahun Pelajaran 2012/2013. 2(1).
- Prayoga, D. M. (2018). Pengaruh Media Pembelajaran Mobile Learning Pendekatan Pemecahan Masalah Konsep Fluida Dinamis Terhadap Hasil Belajar Siswa.
- Rahim, M. A. (2018). Pengaruh Media Pembelajaran Monopoli Fisika Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Konsep Teori Kinetik Gas.
- Riduwan. (2015). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Alfabeta.
- Salpan. (2018). Pemanfaatan “Palu Batik” Dalam Pembelajaran Fisika Sebagai Upaya Meningkatkan Prestasi Dan Motivasi Belajar Siswa Sma Melalui Model Discovery Learning. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika (Jmpf)*, Volume 2 Nomor 8.
- Sanjaya, W. (2011). *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Prenada Media.
- Sanjaya, W. (2014). *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Prenada Media Grup (Kencana).
- Saptaputra, B. W. (2018). Penerapan Metode Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa.
- Simbolon, D. H., & Sahyar. (2015). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbasis Eksperimen Riil Dan Laboratorium Virtual Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 21 (3).
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D).
- Sulasamono, B. S. (2012). Problem Solving: Signifikansi, Pengertian, Dan Ragamnya. 28 (2). 156-165.
- Sutarti, T., & Irawan, E. (2017). *Kiat Sukses Meraih Hibah Penelitian Pengembangan. Edisi Pertama. Cetakan Pertama*. Yogyakarta: Group Penerbit Cv Budi Utama.
- Wahyuningsih, F. T., Hakim, Y. A., & Ashari. (2019). Pengembangan Alat Peraga Pengukur Debit Air Menggunakan Sensor Flow Berbasis Arduino Sebagai Media Pembelajaran Fluida. *Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 12(1), 38-45.
- Zani, R., Adlim, & Safitri, R. (2018). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Pada Materi Fluida Statis Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Dan Keterampilan Proses Sains Siswa . (*Jipi*) *Jurnal Ipa Dan Pembelajaran Ipa*, 2 (2). 56-63.