

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembelajaran fisika merupakan bagian penting dalam pendidikan sains karena membantu peserta didik memahami berbagai gejala alam, konsep pengukuran, serta penerapan teknologi dalam kehidupan sehari-hari. Fisika tidak hanya menuntut peserta didik untuk menghafal rumus, tetapi juga memahami konsep, menganalisis hubungan antar besaran, serta menerapkan prinsip-prinsip fisika dalam berbagai permasalahan nyata. Oleh karena itu, pembelajaran fisika seharusnya mampu memberikan pengalaman belajar yang konkret, kontekstual, dan mudah dipahami oleh peserta didik.

Namun, dalam praktik pembelajaran fisika, masih terdapat beberapa permasalahan yang sering dihadapi. Salah satunya adalah rendahnya pemahaman peserta didik terhadap konsep fisika yang berkaitan dengan pengukuran, sensor, besaran fisis, dan penerapan teknologi sederhana. Materi pengukuran sering kali dipahami sebatas kegiatan membaca angka pada alat ukur, tanpa dikaitkan dengan bagaimana suatu data fisis diperoleh, diproses, dan dimanfaatkan dalam sistem teknologi. Akibatnya, peserta didik cenderung memahami pengukuran secara teoritis, tetapi belum mampu melihat keterkaitannya dengan kehidupan nyata¹.

Selain itu, pembelajaran fisika di kelas masih sering menggunakan metode ceramah, buku teks, dan gambar statis. Cara tersebut belum sepenuhnya mampu membantu peserta didik memahami proses kerja suatu sistem secara utuh, terutama sistem yang melibatkan hubungan antara input, proses, dan output.

¹Rona Pinta Uli Debata Raja et al., "Analisis Pemahaman Siswa SMA Kelas X SMAN 15 Muaro Jambi Terhadap Materi Pengukuran" 5, no. 1 (2025): 776–84, doi:10.51903/25m1p378.

Padahal, dalam perkembangan teknologi saat ini, banyak konsep fisika yang diterapkan melalui sistem digital, seperti penggunaan sensor untuk membaca besaran fisis, mikrokontroler untuk mengolah data, serta perangkat keluaran untuk menampilkan informasi. Jika pembelajaran tidak didukung oleh media yang tepat, peserta didik dapat mengalami kesulitan dalam memahami hubungan antara konsep fisika dan penerapannya dalam teknologi.

Salah satu konsep fisika yang dekat dengan kehidupan sehari-hari adalah pengukuran ketinggian air. Ketinggian air merupakan salah satu besaran yang dapat diamati dan diukur dari suatu titik acuan tertentu. Konsep ini dapat ditemukan dalam berbagai peristiwa, seperti pemantauan air pada tandon, sungai, kolam, irigasi, dan akuarium. Dalam pembelajaran fisika, pengukuran ketinggian air dapat digunakan sebagai contoh penerapan konsep besaran, satuan, pengukuran, perubahan posisi permukaan air, serta interpretasi data hasil pengukuran. Namun, apabila hanya dijelaskan secara verbal, peserta didik belum tentu mampu memahami bagaimana perubahan ketinggian air dapat dibaca oleh sensor dan diubah menjadi informasi tertentu².

Permasalahan tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran fisika membutuhkan media yang mampu menghubungkan konsep pengukuran dengan penerapan teknologi secara nyata. Media pembelajaran yang sesuai dapat membantu peserta didik memahami bahwa data fisis tidak hanya diperoleh melalui alat ukur manual, tetapi juga dapat diperoleh melalui sistem berbasis sensor. Sensor berfungsi membaca perubahan suatu besaran, kemudian data tersebut diproses oleh mikrokontroler dan ditampilkan dalam bentuk informasi yang mudah dipahami.

²Jurnal Sains Riset et al., "Rancang Bangun Alat Peraga Fisika Untuk Mengukur Kecepatan Suara Berbasis Arduino," *1Jurnal Sains Riset* 13, no. 2 (2023): 426, doi:10.47647/jsr.v10i12.

Dengan demikian, peserta didik tidak hanya mempelajari konsep pengukuran secara abstrak, tetapi juga dapat melihat bagaimana konsep tersebut diterapkan dalam sistem monitoring.

Salah satu contoh penerapan konsep pengukuran dalam kehidupan sehari-hari adalah sistem monitoring ketinggian air akuarium. Akuarium dipilih sebagai konteks pembelajaran karena dekat dengan lingkungan peserta didik dan mudah dipahami. Dalam kehidupan nyata, ketinggian air akuarium perlu dipantau agar tetap berada dalam kondisi aman. Air yang terlalu rendah dapat mengganggu kerja pompa atau filter, sedangkan air yang terlalu tinggi dapat menyebabkan air meluap. Kondisi tersebut dapat dijadikan contoh kontekstual dalam pembelajaran fisika, khususnya untuk menjelaskan konsep pengukuran, batas nilai, data sensor, dan pengambilan keputusan berdasarkan hasil pengukuran.

Meskipun demikian, penggunaan alat monitoring secara langsung dalam pembelajaran tidak selalu mudah dilakukan. Pembuatan alat fisik membutuhkan komponen elektronik seperti sensor, mikrokontroler, kabel, layar, buzzer, serta keterampilan dalam merangkai dan memprogram alat. Keterbatasan fasilitas laboratorium, biaya, waktu, dan keterampilan teknis dapat menjadi hambatan bagi guru maupun peserta didik dalam mempelajari sistem monitoring secara langsung. Akibatnya, peserta didik kurang memperoleh pengalaman belajar yang interaktif dan aplikatif dalam memahami penerapan konsep fisika pada teknologi.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan media pembelajaran alternatif yang dapat memberikan pengalaman belajar secara visual, interaktif, dan mudah diakses. Salah satu media yang dapat digunakan adalah simulasi berbasis Wokwi. Wokwi merupakan platform simulasi elektronika berbasis daring yang

memungkinkan pengguna merancang dan menjalankan rangkaian mikrokontroler secara virtual. Melalui Wokwi, peserta didik dapat mengamati cara kerja sensor, mikrokontroler, dan keluaran sistem tanpa harus menggunakan perangkat fisik secara langsung. Dengan demikian, Wokwi dapat menjadi media pembelajaran yang membantu peserta didik memahami konsep fisika melalui simulasi sistem teknologi sederhana.

Simulasi Wokwi dalam penelitian ini dikembangkan untuk membantu peserta didik memahami sistem monitoring ketinggian air akuarium. Melalui simulasi tersebut, peserta didik dapat mengamati bagaimana perubahan nilai sensor memengaruhi status ketinggian air. Ketika nilai sensor menunjukkan kondisi rendah, sistem akan menampilkan informasi air rendah. Ketika nilai sensor berada dalam batas aman, sistem menampilkan kondisi air normal. Sebaliknya, ketika nilai sensor berada di atas batas maksimum, sistem menampilkan kondisi air tinggi. Proses ini memberikan gambaran kepada peserta didik mengenai hubungan antara besaran fisis, data hasil pengukuran, batas sensor, dan informasi yang dihasilkan oleh sistem.

Media pembelajaran ini juga dapat membantu peserta didik memahami konsep fisika secara lebih kontekstual. Peserta didik tidak hanya melihat angka hasil pengukuran, tetapi juga memahami makna dari angka tersebut. Misalnya, nilai ketinggian air tidak hanya dipandang sebagai data, tetapi juga sebagai dasar untuk menentukan kondisi air rendah, normal, atau tinggi. Dengan demikian, pembelajaran fisika menjadi lebih bermakna karena peserta didik dapat mengaitkan konsep pengukuran dengan pengambilan keputusan dalam kehidupan nyata.

Selain menggunakan simulasi Wokwi, media yang dikembangkan juga didukung oleh website monitoring akuarium. Website berfungsi sebagai media pendukung yang menyajikan informasi tentang tujuan media, petunjuk penggunaan, tautan simulasi, serta tampilan data ketinggian air. Keberadaan website membuat media pembelajaran menjadi lebih terarah dan mudah digunakan. Peserta didik dapat memperoleh informasi awal sebelum menjalankan simulasi, kemudian mengamati hasil simulasi secara lebih sistematis. Integrasi antara website dan simulasi Wokwi diharapkan dapat meningkatkan ketertarikan peserta didik dalam mempelajari fisika, khususnya pada materi pengukuran dan penerapan teknologi³.

Berdasarkan permasalahan tersebut, pengembangan media fisika berbasis simulasi Wokwi menjadi penting dilakukan. Media ini dikembangkan sebagai alternatif pembelajaran yang dapat membantu peserta didik memahami konsep pengukuran ketinggian air, prinsip kerja sensor, pengolahan data oleh mikrokontroler, serta penyajian informasi dalam sistem monitoring. Dengan adanya media ini, pembelajaran fisika diharapkan tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga lebih aplikatif, interaktif, dan sesuai dengan perkembangan teknologi digital.

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* atau R&D karena bertujuan menghasilkan suatu produk media pembelajaran dan mengetahui kelayakannya. Produk yang dikembangkan berupa media fisika berbasis simulasi Wokwi untuk memahami sistem monitoring ketinggian air akuarium yang didukung oleh website monitoring.

³Andi Sri Irtawaty et al., "Penerapan Aplikasi Wokwi Dalam Mendukung Pembelajaran Mikrokontroler Di SMK Negeri 6 Balikpapan," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 1, no. 2 (2026): 82–87, <https://jurnal.pustakabangsaindonesia.com/index.php/pbijpkm>.

Pengembangan media dilakukan melalui tahapan yang sistematis agar produk yang dihasilkan layak digunakan sebagai media pembelajaran fisika⁴.

Dengan demikian, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengembangan Media Fisika Berbasis Simulasi Wokwi untuk Memahami Sistem Monitoring Ketinggian Air Akuarium.” Penelitian ini dilatarbelakangi oleh masih terbatasnya media pembelajaran fisika yang mengintegrasikan konsep pengukuran, sistem sensor, simulasi mikrokontroler, dan website monitoring dalam satu kesatuan media pembelajaran. Beberapa media pembelajaran fisika berbasis simulasi telah dikembangkan, namun masih banyak yang hanya berfokus pada tampilan simulasi atau penjelasan konsep secara terpisah. Sementara itu, media yang menggabungkan simulasi Wokwi dengan website monitoring sebagai sarana untuk memahami sistem pemantauan ketinggian air akuarium masih belum banyak dikembangkan. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kebaruan pada pengintegrasian simulasi Wokwi dan website monitoring sebagai media fisika yang kontekstual, interaktif, dan mudah diakses. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan media fisika yang layak, mudah digunakan, komunikatif, dan bermanfaat sebagai sarana edukasi dalam memahami penerapan konsep fisika pada sistem pemantauan ketinggian air akuarium. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan media pembelajaran fisika berbasis teknologi pada penelitian selanjutnya.

⁴ Hariz Pambudi and Utomo Budiyo, *2nd Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI) 21 Maret 2023-Jakarta*, vol. 2, 2023.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian dan pengembangan ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana prosedur pengembangan media fisika berbasis simulasi Wokwi untuk ketinggian air akuarium dengan menggunakan model 4D?
2. Bagaimana kelayakan media fisika berbasis simulasi Wokwi untuk ketinggian air akuarium berdasarkan penilaian ahli media?
3. Bagaimana kelayakan media fisika berbasis simulasi Wokwi untuk ketinggian air akuarium berdasarkan penilaian ahli praktisi?
4. Bagaimana respons pengguna terhadap implementasi media fisika berbasis simulasi Wokwi untuk ketinggian air di akuarium?

C. Tujuan Penelitian Dan Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian dan pengembangan ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendeskripsikan prosedur pengembangan media fisika berbasis simulasi Wokwi untuk ketinggian air akuarium dengan menggunakan model 4D.
2. Untuk mengetahui kelayakan media fisika berbasis simulasi Wokwi untuk ketinggian air akuarium berdasarkan penilaian ahli media.
3. Untuk mengetahui kelayakan media fisika berbasis simulasi Wokwi untuk ketinggian air akuarium berdasarkan penilaian ahli praktisi.
4. Untuk mengetahui respons pengguna terhadap implementasi media fisika berbasis simulasi Wokwi untuk ketinggian air akuarium.

D. Spesifikasi Produk Yang Diharapkan

Produk yang dihasilkan dalam penelitian dan pengembangan ini berupa media fisika berbasis simulasi Wokwi untuk ketinggian air akuarium yang didukung oleh website monitoring akuarium. Spesifikasi produk yang diharapkan adalah sebagai berikut:

1. Nama Produk

Produk yang dikembangkan bernama Media Fisika Berbasis Simulasi Wokwi untuk Memahami Sistem Monitoring Ketinggian Air Akuarium. Media ini dibuat untuk membantu pengguna memahami konsep fisika yang berkaitan dengan pengukuran ketinggian air, volume air, persentase isi akuarium, dan status kondisi air.

2. Bentuk Produk

Produk ini berbentuk media pembelajaran digital yang terdiri atas dua bagian utama, yaitu website monitoring dan simulasi Wokwi. Website monitoring digunakan sebagai tampilan utama media pembelajaran, sedangkan simulasi Wokwi digunakan untuk menampilkan rancangan sistem monitoring ketinggian air akuarium secara virtual.

3. Platform Website

Website monitoring dikembangkan menggunakan platform Netlify dan dapat diakses secara daring melalui alamat <https://bit.ly/3SCM8QI> Website ini dapat dibuka menggunakan laptop, komputer, maupun telepon pintar yang terhubung dengan jaringan internet.

4. Platform Simulasi

Simulasi sistem monitoring ketinggian air akuarium dikembangkan menggunakan platform Wokwi dan dapat diakses melalui alamat <https://bit.ly/4eRGi50>. Wokwi digunakan untuk menampilkan simulasi rangkaian elektronika dan mikrokontroler secara virtual.

5. Fokus Media

Media ini berfokus pada pemantauan ketinggian air akuarium. Ketinggian air ditentukan berdasarkan jarak antara sensor dengan permukaan air. Data tersebut kemudian digunakan untuk menghitung tinggi air, volume air, persentase isi akuarium, dan status kondisi air.

6. Konsep Fisika yang Digunakan

Konsep fisika yang digunakan dalam media ini adalah pengukuran jarak, ketinggian, volume, dan persentase. Rumus utama yang digunakan untuk menentukan ketinggian air adalah:

$$\text{Tinggi Air} = \text{Tinggi Akuarium} - \text{Jarak Sensor ke Permukaan Air}$$

Rumus tersebut menunjukkan bahwa semakin kecil jarak sensor ke permukaan air, maka semakin tinggi ketinggian air akuarium. Sebaliknya, semakin besar jarak sensor ke permukaan air, maka semakin rendah ketinggian air akuarium.

7. Ukuran Akuarium pada Media

Ukuran akuarium yang digunakan dalam media ini adalah panjang 60 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 40 cm. Ukuran tersebut digunakan sebagai dasar perhitungan volume air dan persentase isi akuarium.

8. Jenis Sensor yang Digunakan

Sensor yang digunakan dalam simulasi adalah sensor ultrasonik virtual. Sensor ultrasonik berfungsi untuk membaca jarak antara sensor dengan permukaan air. Sensor ini bekerja dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik melalui pin trigger dan menerima pantulan gelombang melalui pin echo.

9. Mikrokontroler yang Digunakan

Simulasi Wokwi menggunakan mikrokontroler virtual sebagai pusat pengolahan data. Mikrokontroler menerima data dari sensor ultrasonik, kemudian mengolah data tersebut menjadi informasi tinggi air, volume air, persentase isi akuarium, dan status kondisi air.

10. Bahasa Pemrograman Website

Website monitoring dibuat menggunakan bahasa pemrograman HTML, CSS, dan JavaScript. HTML digunakan untuk menyusun struktur halaman website, CSS digunakan untuk mengatur tampilan website, sedangkan JavaScript digunakan untuk menjalankan fungsi interaktif seperti perhitungan tinggi air, volume air, persentase isi, status air, pompa, buzzer, LED, simulasi, konversi, dan kuis.

11. Bahasa Pemrograman Simulasi Wokwi

Simulasi Wokwi menggunakan bahasa pemrograman C/C++ Arduino melalui file sketch.ino. Bahasa ini digunakan untuk mengatur pembacaan sensor ultrasonik, pengolahan data jarak, perhitungan tinggi air, penentuan kategori air, serta pengaturan indikator berupa LED dan motor atau pompa virtual.

12. Menu pada Website

Website monitoring dilengkapi dengan beberapa menu, yaitu Beranda, Materi, Ketinggian Air, Kalkulator, Konversi, Simulasi, Wokwi, dan Kuis. Menu-menu tersebut disusun agar pengguna dapat mempelajari materi, melakukan perhitungan, melihat simulasi, membuka Wokwi, dan mengerjakan kuis secara terarah.

13. Isi Website Monitoring

Website memuat judul media, deskripsi media, tujuan penggunaan, materi ketinggian air, rumus dasar, kalkulator volume air, konversi satuan, simulasi lengkap, tautan simulasi Wokwi, dan kuis. Isi website tersebut dibuat untuk membantu pengguna memahami konsep monitoring ketinggian air akuarium secara interaktif.

14. Kategori Ketinggian Air

Media menampilkan tiga kategori ketinggian air, yaitu air rendah, air normal, dan air tinggi. Air rendah menunjukkan bahwa ketinggian air berada di bawah batas minimum sehingga air perlu ditambah. Air normal menunjukkan bahwa ketinggian air berada pada batas aman. Air tinggi menunjukkan bahwa ketinggian air berada di atas batas maksimum sehingga air perlu dikurangi atau perlu diwaspadai agar tidak meluap.

15. Batas Kategori Air

Batas kategori air pada media ditentukan berdasarkan persentase ketinggian air terhadap tinggi maksimum akuarium. Air rendah berada pada kondisi di bawah 35%, air normal berada pada rentang 35% sampai 85%, dan air tinggi berada pada kondisi di atas 85%.

16. Indikator pada Simulasi Wokwi

Simulasi Wokwi dilengkapi dengan indikator berupa LED dan motor atau pompa virtual. LED digunakan untuk menunjukkan kategori kondisi air, sedangkan motor atau pompa digunakan sebagai indikator tindakan ketika air berada pada kondisi rendah.

17. Fungsi LED

LED rendah menyala ketika air berada pada kategori rendah. LED normal menyala ketika air berada pada kategori normal. LED tinggi menyala ketika air berada pada kategori tinggi. Indikator LED membantu pengguna memahami kondisi air berdasarkan hasil pembacaan sensor.

18. Fungsi Motor atau Pompa

Motor atau pompa virtual berfungsi sebagai indikator tindakan pada saat air berada dalam kategori rendah. Apabila air rendah, motor atau pompa aktif sebagai tanda bahwa air perlu ditambah. Apabila air normal atau tinggi, motor atau pompa berada dalam keadaan mati.

19. Informasi yang Ditampilkan

Media menampilkan informasi berupa tinggi air, volume air, kapasitas penuh, persentase isi akuarium, ruang kosong, status air, kondisi pompa, buzzer, dan LED. Informasi tersebut membantu pengguna memahami hubungan antara data sensor, hasil perhitungan, dan kondisi air akuarium.

20. Keterpaduan Website dan Wokwi

Website dan simulasi Wokwi dibuat saling berkaitan. Website menampilkan materi, rumus, perhitungan, dan simulasi monitoring, sedangkan Wokwi menampilkan cara kerja sensor dan mikrokontroler secara virtual.

Keduanya menggunakan konsep yang sama, yaitu pengukuran ketinggian air berdasarkan jarak sensor ke permukaan air.

21. Tampilan Media

Media dirancang dengan tampilan sederhana, komunikatif, dan mudah digunakan. Penyusunan menu, materi, simulasi, dan kuis dibuat agar pengguna dapat memahami isi media secara terarah.

22. Fungsi Edukasi

Media ini digunakan sebagai sarana edukasi untuk memahami penerapan konsep fisika pada sistem monitoring ketinggian air akuarium. Melalui media ini, pengguna dapat mempelajari hubungan antara pengukuran jarak, ketinggian air, volume air, persentase isi air, dan teknologi sensor.

23. Instrumen Penilaian Produk

Media dilengkapi dengan instrumen penilaian berupa angket validasi ahli media, angket validasi ahli praktisi, dan angket respons pengguna. Instrumen tersebut digunakan untuk mengetahui kelayakan media dan tanggapan pengguna terhadap produk yang dikembangkan.

24. Aksesibilitas Produk

Produk dapat diakses melalui laptop, komputer, maupun telepon pintar yang terhubung dengan internet. Dengan demikian, media ini dapat digunakan secara fleksibel dalam kegiatan pembelajaran maupun belajar mandiri.

25. Tujuan Pengembangan Produk

Tujuan pengembangan produk ini adalah menghasilkan media fisika berbasis simulasi Wokwi dan website monitoring yang layak, komunikatif, mudah digunakan, serta dapat membantu pengguna memahami sistem pemantauan ketinggian air akuarium secara interaktif.

E. Pentingnya Penelitian Dan Pengembangan

Penelitian dan pengembangan ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara teoritis maupun praktis. Secara teoritis, penelitian ini dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan media pembelajaran fisika berbasis teknologi, khususnya pada penerapan konsep pengukuran ketinggian air. Media yang dikembangkan dapat memperjelas hubungan antara konsep fisika, penggunaan sensor, mikrokontroler, dan sistem monitoring sederhana.

Secara praktis, media ini bermanfaat bagi pengguna karena dapat memberikan gambaran cara kerja sistem pemantauan ketinggian air akuarium secara virtual. Pengguna dapat memahami bahwa sensor memiliki batas pembacaan tertentu dan setiap batas memiliki fungsi yang berbeda.

Dengan demikian, media tidak hanya menampilkan data ketinggian air, tetapi juga memberikan informasi mengenai kondisi air dalam akuarium.

Bagi peserta didik atau mahasiswa, media ini dapat digunakan untuk memahami penerapan konsep fisika secara lebih kontekstual. Bagi pengguna akuarium, media ini dapat memberikan gambaran awal mengenai sistem monitoring ketinggian air berbasis sensor. Bagi peneliti, penelitian ini memberikan pengalaman dalam merancang dan mengembangkan media fisika berbasis simulasi Wokwi dan website.

Bagi peneliti selanjutnya, hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam mengembangkan media yang lebih kompleks, seperti sistem monitoring air berbasis *Internet of Things* secara nyata, grafik *real-time*, penyimpanan data, atau notifikasi otomatis.

F. Asumsi dan Keterbatasan Penelitian dan Pengembangan

Dalam penelitian dan pengembangan kami memiliki beberapa anggapan dan pembatasan. Dugaan dalam penelitian dan pengembangan ini adalah sebagai berikut:

1. Validator ahli media memberikan penilaian secara objektif terhadap media fisika berbasis simulasi Wokwi dan website monitoring ketinggian air akuarium sesuai dengan aspek penilaian yang telah ditentukan.
2. Validator ahli media menilai kelayakan media berdasarkan aspek tampilan media, keterbacaan informasi, navigasi, keterpaduan fitur, simulasi Wokwi, kemudahan penggunaan, kesesuaian media, dan kepraktisan media.
3. Validator ahli praktisi memberikan penilaian secara objektif terhadap kesesuaian media dengan kebutuhan pemantauan ketinggian air akuarium.
4. Validator ahli praktisi menilai media berdasarkan kesesuaian konteks pemeliharaan ikan dalam akuarium, parameter pemantauan ketinggian air, kejelasan informasi, manfaat media, kesesuaian simulasi, kepraktisan penggunaan, dan kelayakan penerapan media.
5. Pengguna menggunakan media sesuai dengan petunjuk penggunaan yang telah disediakan pada website monitoring akuarium.

6. Pengguna mengakses website dan simulasi Wokwi sesuai alur penggunaan media, mulai dari membaca informasi, memahami petunjuk, mengamati simulasi, sampai memberikan respons melalui angket.
7. Pengguna memberikan respons secara jujur dan objektif setelah menggunakan media fisika berbasis simulasi Wokwi dan website monitoring ketinggian air akuarium.
8. Pengguna menilai media berdasarkan pengalaman penggunaan, meliputi kemenarikan tampilan, kemudahan akses, kejelasan informasi, manfaat media, keterkaitan dengan pemantauan akuarium, motivasi belajar, dan kepraktisan media.
9. Media fisika berbasis simulasi Wokwi dan website monitoring dapat digunakan sebagai sarana edukasi untuk memperkenalkan sistem pemantauan ketinggian air akuarium.
10. Simulasi Wokwi yang digunakan dalam media dapat memberikan gambaran awal mengenai cara kerja sensor, mikrokontroler, dan indikator dalam sistem monitoring ketinggian air akuarium.

Sedangkan, keterbatasan dalam penelitian dan pengembangan ini adalah sebagai berikut:

1. Produk yang dikembangkan masih berupa media digital berbasis website monitoring dan simulasi Wokwi, sehingga belum diwujudkan dalam bentuk alat fisik yang dipasang langsung pada akuarium.
2. Data ketinggian air yang ditampilkan dalam media berasal dari simulasi dan perhitungan pada website, bukan dari pembacaan sensor nyata pada akuarium fisik.

3. Media hanya berfokus pada sistem monitoring ketinggian air akuarium, sehingga tidak membahas parameter lain seperti suhu air, pH air, kelembapan, kualitas air, atau kadar oksigen.
4. Sensor yang digunakan dalam media masih berupa sensor ultrasonik virtual pada platform Wokwi, sehingga belum dilakukan pengujian akurasi menggunakan sensor fisik secara langsung.
5. Batas kategori air rendah, air normal, dan air tinggi dalam media bersifat rancangan simulasi yang disesuaikan dengan kebutuhan pengembangan produk.
6. Implementasi produk dilakukan secara terbatas kepada validator dan pengguna yang telah ditentukan dalam penelitian.
7. Penelitian ini berfokus pada pengembangan dan kelayakan media, bukan pada pengujian efektivitas media terhadap peningkatan hasil belajar secara mendalam.
8. Akses media bergantung pada ketersediaan perangkat digital dan koneksi internet pengguna.
9. Fitur lanjutan seperti penyimpanan data otomatis, grafik real-time, notifikasi aplikasi, database, dan integrasi alat fisik berbasis IoT belum dikembangkan dalam penelitian ini.
10. Website monitoring dan simulasi Wokwi masih berfungsi sebagai media edukasi, sehingga penggunaannya ditujukan untuk membantu pemahaman konsep, bukan sebagai sistem monitoring akuarium nyata yang siap digunakan secara langsung.

G. Definisi Istilah

Beberapa istilah yang harus dicermati sebagai fundamental pemahaman terhadap penelitian pengembangan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Media Fisika

Media fisika adalah sarana atau alat bantu yang digunakan untuk menyampaikan konsep-konsep fisika agar lebih mudah dipahami. Dalam penelitian ini, media fisika diwujudkan dalam bentuk simulasi Wokwi dan website monitoring akuarium⁵.

2. Simulasi Wokwi

Simulasi Wokwi adalah platform simulasi elektronika berbasis daring yang dapat digunakan untuk merancang dan menjalankan rangkaian mikrokontroler secara virtual. Dalam penelitian ini, Wokwi digunakan untuk menampilkan sistem pemantauan ketinggian air akuarium.

3. Website Monitoring Akuarium

Website monitoring akuarium adalah media pendukung berbasis web yang digunakan untuk menyajikan informasi, petunjuk penggunaan, tautan simulasi, dan tampilan data ketinggian air akuarium⁶.

4. Ketinggian Air di Akuarium

Ketinggian air akuarium adalah ukuran tinggi permukaan air dalam akuarium dari titik acuan tertentu. Dalam penelitian ini, ketinggian air

⁵Thoha Firdaus, Arini Rosa Sinensis, and Effendi, "Virtual Laboratory in Physics Education: Penguasaan Konsep Mahasiswa Dalam Mata Kuliah Fisika Inti," *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)* 7, no. 1 (June 12, 2023): 40–45, doi:10.30599/jipfri.v7i1.2234.

⁶Indah Dwi Lestari, Wiwi Noviati, and Marlina Novita, "Pengembangan Media Web Google Sites Berbasis Project Based Learning Untuk Siswa SMA Kelas X," *JURNAL PENDIDIKAN MIPA* 14, no. 4 (December 6, 2024): 1123–31, doi:10.37630/jpm.v14i4.2108.

dipantau melalui sensor virtual dan dikategorikan menjadi air rendah, air normal, dan air tinggi.

5. Sensor Ketinggian Air

Sensor ketinggian air adalah komponen yang digunakan untuk membaca tinggi permukaan air. Dalam penelitian ini, sensor ketinggian air digunakan secara virtual melalui simulasi Wokwi.

6. Batas Sensor

Batas sensor adalah nilai atau rentang tertentu yang digunakan untuk menentukan kondisi ketinggian air. Dalam penelitian ini, batas sensor digunakan untuk membedakan kondisi air rendah, air normal, dan air tinggi⁷.

7. Mahasiswa Perikanan

Mahasiswa perikanan adalah mahasiswa yang mempelajari bidang ilmu perikanan, termasuk kegiatan pemeliharaan ikan dan pengelolaan lingkungan perairan. Dalam penelitian ini, mahasiswa perikanan UB (Universitas Brawijaya), Universitas Trunojoyo Madura (UTM), Politeknik Negeri Pontianak (POLNEP) dan Universitas Nusantara PGRI Kediri (UNP) serta pengguna akuarium menjadi subjek implementasi media yang dikembangkan.⁸

⁷Wahyu Eka Febri Anggara et al., *RANCANG BANGUN ALAT MONITOR KETINGGIAN AIR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) MENGGUNAKAN ESP32 DAN FRAMEWORK BLYNK*, *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 7, 2023.

⁸Indah Dwi Lestari, Wiwi Novianti, and Marlina Novita, "Pengembangan Media Web Google Sites Berbasis Project Based Learning Untuk Siswa SMA Kelas X," December 6, 2024.

8. Model 4D

Model 4D adalah model pengembangan yang terdiri atas empat tahap, yaitu *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Dalam penelitian ini, model 4D digunakan sebagai prosedur pengembangan media fisika berbasis simulasi Wokwi.

Model tersebut dipilih karena tahapan pengembangan produk dapat dilakukan secara sistematis mulai dari analisis kebutuhan sampai penyebaran produk⁹.

⁹Sihombing, B. (2024). Model Pengembangan 4D (Define, Design, Develop, dan Disseminate).

H. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan kajian atau hasil studi sebelumnya yang memiliki relevansi dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Kajian ini dapat menjadi landasan, acuan, serta bahan pertimbangan bagi peneliti dalam menyusun dan mengembangkan penelitian, sehingga penelitian yang dilakukan memiliki dasar ilmiah yang kuat dan posisi yang jelas di antara penelitian-penelitian sebelumnya. Berikut penelitian terdahulu dalam penelitian ini:

Tabel 1. 1 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti/Tahun	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	Thoha Firdaus, Arini Rosa Sinensis, dan Effendi / 2023	Virtual Laboratory in Physics Education: Penguasaan Konsep Mahasiswa dalam Mata Kuliah Fisika Inti	Kuasi eksperimen	Hasil penelitian menunjukkan bahwa virtual laboratory dapat digunakan sebagai media interaksi dan visualisasi dalam pembelajaran fisika. Media virtual membantu mahasiswa memahami konsep melalui pengalaman belajar berbasis praktikum yang tidak selalu membutuhkan laboratorium nyata.	Sama-sama menggunakan media virtual untuk membantu pemahaman konsep fisika.	Penelitian terdahulu berfokus pada penggunaan laboratorium virtual dan mata kuliah fisika sedangkan penelitian ini mengembangkan media fisika berbasis simulasi Wokwi yang dirancang untuk memantau ketinggian air akuarium.
2.	Wahyudi dan Edy Sabara / 2022	Desain dan Implementasi Media Pembelajaran Mikrokontroler Berbasis Hybrid Learning	Penelitian dan pengembangan	Hasil penelitian menunjukkan bahwa simulasi Wokwi dapat digunakan sebagai media pembelajaran mikrokontroler. Media yang dikembangkan dapat membantu peserta didik memahami pemrograman dan rangkaian mikrokontroler secara virtual.	Sama-sama menggunakan Wokwi sebagai media simulasi mikrokontroler.	Penelitian terdahulu berfokus pada pembelajaran mikrokontroler berbasis hybrid learning, sedangkan penelitian ini berfokus pada pengembangan media fisika berbasis simulasi Wokwi.

		Menggunakan Wokwi Simulation				untuk pemanta ketinggian air akuarium.
3.	Norbertus Krisnu Prabowo dan Irwanto / 2023	The Implementation of Arduino Microcontroller Boards in Science: A Bibliometric Analysis from 2008 to 2022	Analisis bibliometrik	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan papan mikrokontroler Arduino dalam bidang sains terus berkembang, terutama dalam pembelajaran fisika, STEM, otomatisasi, jaringan, dan akuisisi data.	Sama-sama berkaitan dengan penggunaan mikrokontroler dan sensor dalam bidang sains.	Penelitian terdahulu be kajian bibliometrik ten penggunaan Arduino da bidang sains, sedang penelitian ini be pengembangan pro media fisika berb simulasi Wokwi dan wel monitoring akuarium.
4.	Chiung-Hsing Chen, Yi-Chen Wu, Jia-Xiang Zhang, dan Ying-Hsiu Chen / 2022	IoT-Based Fish Farm Water Quality Monitoring System	Perancangan dan pengujian sistem IoT	Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring kualitas air berbasis IoT dapat digunakan untuk memantau kondisi lingkungan perairan, termasuk data ketinggian air. Sistem tersebut membantu proses pemantauan agar lebih efektif dan terstruktur.	Sama-sama membahas sistem monitoring air dengan memanfaatkan sensor dan teknologi digital.	Penelitian terda mengembangkan sistem nyata untuk monito kualitas air, sedang penelitian mengembangk simulasi Wokwi dan wel monitoring yang berfo pada ketinggian akuarium.
5.	Yurav Singh dan Tom Walingo / 2024	Smart Water Quality Monitoring with	Kajian dan pengembangan	Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pemantauan kualitas air berbasis sensor nirkabel dapat membantu proses monitoring	Sama-sama membahas	Penelitian terdahulu berfokus pada sistem monitoring kualitas air

		IoT Wireless Sensor Networks	sistem jaringan sensor nirkabel	lingkungan perairan secara lebih terukur, cepat, dan efisien.	pemantauan air berbasis sensor.	berbasis jaringan sensor nirkabel, sedangkan penelitian ini berfokus pada pengembangan media fisika berbasis simulasi Wokwi untuk ketinggian air akuarium.
--	--	------------------------------	---------------------------------	---	---------------------------------	--

Berdasarkan 5 penelitian terdahulu di atas, dapat disimpulkan bahwa media virtual, simulasi Wokwi, mikrokontroler, dan sistem monitoring berbasis sensor memiliki keterkaitan yang kuat dengan pengembangan media pembelajaran fisika berbasis teknologi. Penelitian-penelitian sebelumnya menjadi dasar bahwa simulasi digital dapat membantu visualisasi konsep, sedangkan sensor dan mikrokontroler dapat digunakan untuk menjelaskan sistem pemantauan air.

Perbedaan utama penelitian ini dengan penelitian terdahulu terletak pada fokus produk yang dikembangkan. Penelitian ini tidak mengembangkan alat IoT fisik secara langsung, tetapi mengembangkan media fisika berbasis simulasi Wokwi yang didukung website monitoring akuarium. Fokus utama penelitian ini adalah pemantauan ketinggian air akuarium dengan memperhatikan batas sensor dan fungsi sistem, yaitu kategori air rendah, air normal, dan air tinggi. Dengan demikian, penelitian ini memiliki kebaruan pada pengembangan media fisika yang mengintegrasikan konsep pengukuran ketinggian air, simulasi sensor, mikrokontroler, dan website monitoring dalam satu media pembelajaran.