

PENGEMBANGAN *PHYSICS PARAMETER MONITORING SYSTEM* (PPMS) BERBASIS IOT UNTUK PEMBELAJARAN MENGANALISIS CUACA

Nanda Luspita*, Yudi Guntara, Ganesha Antarnusa
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
*email: nandaluspitaa@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan kelayakan media *Physics Parameter Monitoring System* (PPMs) pada materi Suhu Kalor untuk menganalisis cuaca. Metode penelitian yang digunakan *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4-D. Tahapan model 4-D terdiri atas 4 tahap yaitu tahap *define*, tahap *design*, tahap *develop*, dan tahap *disseminate*. Subjek penelitian ini terdiri dari seorang validasi ahli serta uji coba terbatas kepada 20 orang siswa yang belum mempelajari materi suhu dan kalor. Hasil validasi ahli terhadap alat peraga memperoleh nilai sebesar 87%. Hasil validasi ahli terhadap LKPD memperoleh nilai sebesar 82%. Hasil penilaian dari siswa sebagai pengguna sebesar 83,6%. Media PPMs pada materi suhu dan kalor yang telah dikembangkan menunjukkan kelayakan untuk digunakan dalam pembelajaran.

Kata Kunci: Cuaca, IoT, Suhu Kalor

ABSTRACT

This study aims to determine the characteristics and feasibility of Physics Parameter Monitoring System (PPMs) media on Temperature Heat material to analyze the weather. The research method used is Research and Development (R&D) with the 4-D development model. The stages of the 4-D model consist of 4 stages, namely the define stage, design stage, develop stage, and disseminate stage. The subjects of this study consisted of an expert validation and a limited trial to 20 students who had not learned the material of Heat Temperature. The results of expert validation of teaching aids obtained a score of 87%. The results of expert validation of LKPD obtained a value of 82%. The assessment results from students as users amounted to 83.6%. The PPMs media on temperature and heat material that has been developed shows its suitability for use in learning.

Keywords: Heat Temperature, IoT, Weather

1. PENDAHULUAN

Pendidikan Fisika di era modern dituntut untuk relevan dengan perkembangan teknologi dan perubahan lingkungan global. Salah satu tantangan utama adalah bagaimana mengintegrasikan konsep fisika dalam konteks nyata yang dihadapi oleh peserta didik sehari-hari. Fenomena cuaca dan perubahan iklim, seperti fluktuasi suhu dan kelembapan memberikan apersepsi teori fisika dengan peristiwa nyata. Sayangnya pembelajaran fisika di banyak sekolah masih cenderung teoritis sehingga kurang memberikan pengalaman langsung kepada peserta didik untuk memahami hubungan antara parameter fisika dengan dinamika lingkungan.

Salah satu penelitian oleh (Iswanto et al., 2022) menemukan bahwa kemampuan siswa untuk memahami konsep Suhu dan Kalor melalui tes pilihan ganda beralasan berada pada kategori paling rendah, dengan nilai rata-rata 13,06. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa proses pembelajaran di kelas mengharuskan

siswa menghafal dan menimbun berbagai pengetahuan tanpa memiliki kewajiban memahami pengetahuan tersebut untuk diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini berisiko peserta didik hanya pintar secara teori saja namun kurang paham dalam mengaplikasikannya di kehidupan. Peserta didik sulit memahami hubungan antara konsep fisika dengan fenomena kehidupan nyata seperti analisis cuaca.

Pembelajaran suhu dan kalor masih bersifat teoritis dan kurang mengaitkan dengan fenomena yang terjadi dalam kehidupan. Proses belajar di kelas memaksa peserta didik untuk menghafal dan menimbun berbagai informasi tanpa dituntut untuk menganalisis informasi tersebut kemudian diimplementasikan di kehidupan. Hal ini berisiko peserta didik hanya pintar secara teori saja namun kurang paham dalam mengaplikasikannya di kehidupan. Minimnya media pembelajaran yang kontekstual menyebabkan peserta didik

kesulitan memahami hubungan antara konsep fisika dengan dunia nyata (Hidayat et al., 2021).

Kurikulum merdeka telah mendorong penggunaan pendekatan berbasis proyek (*Problem Based Learning*) untuk meningkatkan keterampilan abad ke-21 seperti pemecahan masalah dan pembelajaran secara kontekstual. Model pembelajaran yang berfokus pada masalah (PBL) adalah suatu metode yang menggunakan isu-isu nyata di sekitar sebagai dasar untuk memperoleh pengetahuan dan pemahaman. Dengan pendekatan ini, siswa dapat meningkatkan kemampuan berpikir secara kritis dan menyelesaikan berbagai masalah (Fakhriyah, 2019).

Fokus kurikulum fisika pada dasarnya adalah untuk membuat siswa memahami konsep dan mampu menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari (Hamzah et al., 2021). Namun, implementasinya di sekolah sering terkendala oleh kurangnya alat peraga dan fasilitas teknologi yang memadai.

Hasil wawancara dengan guru fisika sekolah menengah atas menunjukkan bahwa media pembelajaran masih sangat terbatas. Hanya buku pelajaran media yang digunakan oleh guru. Kurangnya alat praktikum untuk membantu siswa memahami konsep dan penerapan dalam kehidupan sehari-hari merupakan kendala bagi guru dalam mengajar (Detasari et al., 2022). Berdasarkan observasi, media pembelajaran di Kelas XI SMA Muhammadiyah Makassar hanyalah papan tulis, sedangkan fisika adalah pelajaran yang banyak mengandung konsep-konsep abstrak sehingga membutuhkan media agar pembelajaran menjadi lebih konkrit arahnya dan mudah dipahami (Putra, 2021).

Konsep fisika dalam pembelajaran merupakan konsep abstrak yang sulit dipahami jika tidak menggunakan alat bantu berupa media pembelajaran. Menurut Kause (2019) alat peraga dapat membantu guru menyampaikan pesan dan informasi tentang pelajaran fisika dengan lebih jelas kepada siswa. Alat peraga membuat pemahaman siswa tentang konsep fisika yang kompleks menjadi lebih sederhana.

Menurut Marscella et al (2019) segala jenis alat bantu atau media belajar yang membantu menjelaskan materi disebut alat peraga. Sementara itu, menurut Siburian & Galung (2022) alat peraga dapat diartikan

sebagai segala sesuatu yang digunakan untuk mengubah konsep-konsep pembelajaran yang bersifat abstrak dan tidak jelas menjadi lebih nyata dan mudah dipahami. Dengan demikian, alat ini mampu merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan minat siswa selama proses belajar.

Penggunaan alat peraga bertujuan untuk membuat materi pelajaran menjadi lebih konkrit. Secara umum, penggunaan alat peraga dalam pembelajaran memiliki beberapa manfaat, antara lain meningkatkan aktivitas belajar siswa, menghemat waktu belajar, serta memberikan alasan yang rasional dalam pembelajaran dengan cara merangsang minat dan keterlibatan siswa.

Media pembelajaran lain yang dapat membantu menjelaskan konsep yang abstrak adalah LKPD. Menurut Triana, (2021), LKPD adalah alat ajar untuk siswa yang mencakup panduan aktivitas yang melibatkan siswa secara langsung dan berkaitan dengan keterampilan yang ingin diperoleh.

Manfaat utama dari LKPD adalah membuat peserta didik lebih mudah memahami materi, melatih kemandirian, dan meningkatkan aktivitas peserta didik selama proses pembelajaran. LKPD juga berperan sebagai media yang mendukung keterlibatan peserta didik dalam diskusi kelompok dan investigasi mandiri, yang pada akhirnya mengarahkan peserta didik untuk menyelesaikan masalah secara mandiri atau bersama-sama dalam kelompok (Ansyah Edi et al., 2021).

Berbagai penelitian sebelumnya telah menunjukkan manfaat penggunaan IoT untuk mendukung pembelajaran. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Fera Linda Ismawanti et al (2022), model pembelajaran discovery berbasis *Internet of Things* (IoT) memiliki dampak positif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dalam kategori tinggi, dengan nilai *mean effect size* sebesar 1,154.

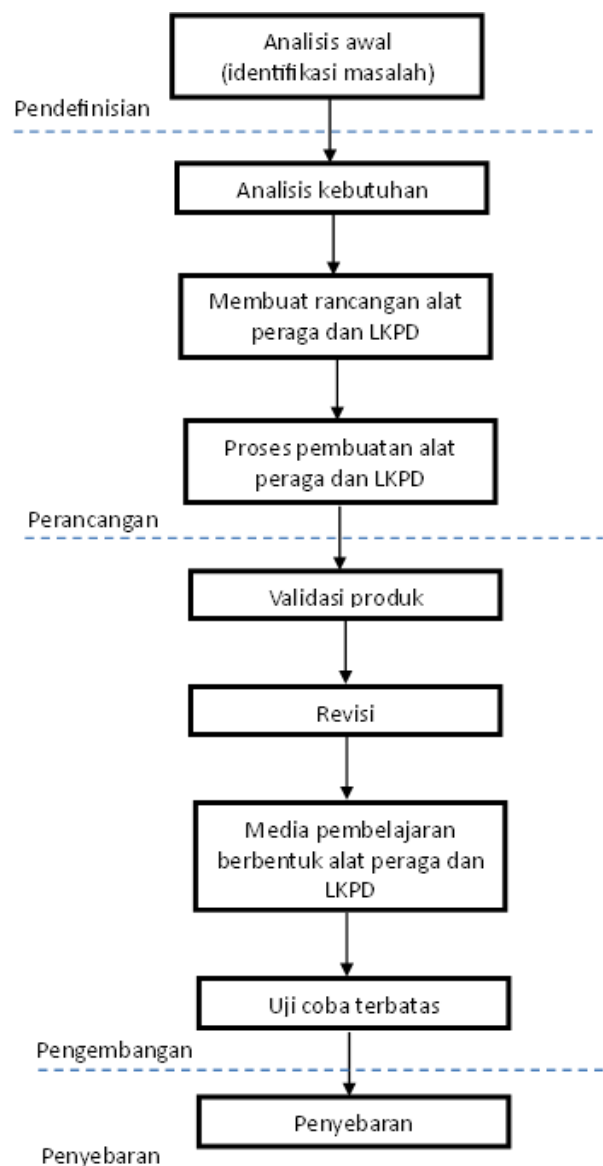
Selain itu, studi dari Agustina et al., (2024) menemukan bahwa alat peraga berbasis IoT memungkinkan pembelajaran yang lebih interaktif, real-time, dan berbasis data, membantu peserta didik memahami konsep abstrak secara lebih konkrit. Teknologi ini juga mendukung metode pembelajaran berbasis eksperimen dan meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran.

Internet of Things (IoT) pada dasarnya berarti internet, yang berarti bahwa komputer, handphone, dan peralatan elektronik lainnya telah terhubung ke internet untuk berinteraksi satu sama lain, dengan lingkungan, dan dengan peralatan komputasi cerdas lainnya melalui jaringan internet (Ertyan et al., 2019). Menurut Zainul Muttaqin et al (2022) konsep *Internet of Things* bertujuan untuk meningkatkan pemanfaatan internet yang selalu terhubung. Hal ini memungkinkan kita untuk menghubungkan perangkat dan objek fisik lainnya dengan berbagai sensor dan aktuator dalam jaringan, sehingga mereka dapat mengumpulkan data serta mengontrol kinerjanya secara mandiri. Menurut Rosyidi & Romadhon, (2021), Ada banyak manfaat *Internet of Things*, seperti transfer data dan kontrol jarak jauh yang terkoneksi ke jaringan global melalui sensor yang tertanam dan aktif.

Berdasarkan tantangan tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan *Physics Parameter Monitoring System* (PPMs) berbasis IoT untuk Menganalisis Cuaca dan Pembelajaran Suhu dan Kalor. *Physics Parameter Monitoring System* (PPMs) terdiri dari alat peraga berbasis IoT dan LKPD berbasis PBL. Alat peraga ini dirancang untuk tiga tujuan utama: (1) memantau suhu dan kelembapan dengan menggunakan sensor DHT11 dan ESP8266, (2) menyajikan data melalui platform Blynk, dan (3) mengintegrasikan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang sesuai dengan capaian pembelajaran kurikulum merdeka. Dengan pendekatan ini, peserta didik tidak hanya dapat memahami konsep suhu dan kalor, tetapi juga mampu menerapkannya untuk menganalisis data, mengidentifikasi potensi risiko kesehatan dan lingkungan, serta mengembangkan usulan mitigasi yang tepat.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi metode *Research and Development* (Penelitian dan Pengembangan) dengan tujuan utama untuk menghasilkan produk tertentu serta menguji validitas dan efektivitasnya. Model pengembangan yang diterapkan adalah model 4-D yang diperkenalkan oleh Thiagarajan (1974) terdiri dari empat tahap. Tahapan 4-D dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 3 Cilegon pada semester genap tahun ajaran 2024/2025. Untuk mengumpulkan data, digunakan berbagai metode, seperti observasi, angket untuk validasi kelayakan alat peraga dan LKPD, serta angket respon dari siswa (Susanti et al., 2025). Dalam analisis data kuantitatif, penelitian ini menerapkan teknik statistik deskriptif yang kemudian dikonversi menjadi data kuantitatif berdasarkan skala Likert, guna menganalisis hasil dari instrumen ahli dan instrumen TAM. Teknik yang digunakan untuk memberikan kriteria aturan pemberian skor berdasarkan skala likert, dengan aturan pemberian skor dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala Likert

Skor	Skala
5	Sangat Baik
4	Baik
3	Cukup
2	Kurang
1	Sangat Kurang

Untuk mengetahui skor yang diperoleh dikembangkan peneliti dengan teknik pengolahan data berikut:

$$NP = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

NP = Nilai presentase kelayakan (%)

n = Jumlah skor yang diperoleh pada setiap aspek

N = Jumlah skor total pada setiap aspek

100 = bilangan tetap

(Sugiyono, 2013a)

Dari hasil yang telah diperoleh kemudian diinterpretasikan apakah produk yang dihasilkan layak atau tidak berdasarkan interpretasi kriteria uji kelayakan yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Interpretasi Kelayakan Media

Persentase (%)	Kriteria
81% - 100 %	Sangat baik
61% - 80%	Baik
41% - 60%	Cukup
21% - 40%	Kurang
0% - 20%	Sangat kurang

(Sugiono, 2017)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan produk berupa alat peraga berbasis *Internet of Things* (IoT) dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang berlandaskan pada pendekatan *Problem Based Learning* (PBL) pada topik Suhu dan Kalor di kelas XI. Media pembelajaran yang dikembangkan bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep fisika. Jenis penelitian ini adalah Penelitian dan Pengembangan (R&D) dengan mengadopsi model pengembangan 4D. Model ini mencakup empat tahap, yaitu tahap pendefinisian, tahap perancangan, tahap pengembangan, dan tahap penyebaran. Berikut adalah penjelasan lebih rinci mengenai keempat tahap tersebut:

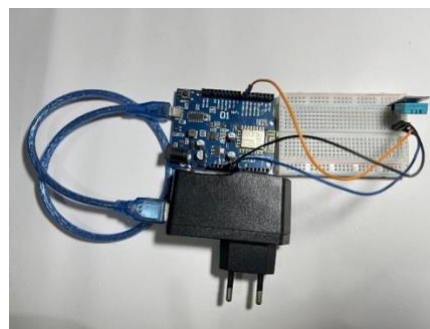
3.1 Tahap Pendefinisian (*Define*)

Pada tahap *define* dilakukan 2 tahapan, yaitu analisis kebutuhan dan analisis materi. Tujuan analisis kebutuhan adalah untuk mengetahui ketersediaan dan kebutuhan media pembelajaran. Berdasarkan hasil wawancara dengan Guru Mata pelajaran Fisika SMAN 3 Kota Cilegon, didapatkan hasil bahwa pembelajaran mengenai Suhu dan Kalor minim alat peraga untuk menunjang pembelajaran yang berdasarkan fenomena dalam kehidupan sehari-hari. Guru tersebut juga menyatakan bahwa sangat bagus alat peraga PPMs berbasis IoT ini untuk dibuat dan untuk diperagakan dalam materi suhu dan kalor, karena alat peraga ini dapat mengajarkan siswa secara langsung tentang masalah yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

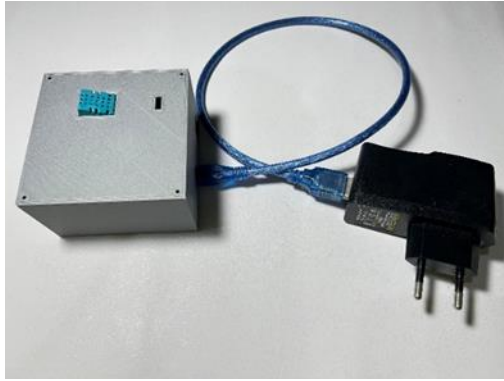
Selanjutnya yaitu analisis materi dilakukan untuk menjabarkan fakta-fakta dan menganalisis konsep-konsep yang harus dikuasai peserta didik terkait dengan materi Suhu dan Kalor. Pada tahap ini materi Suhu dan Kalor menjadi kendala karena konsepnya yang abstrak.

3.2 Tahap Perancangan (*design*)

Pada tahapan ini dilakukan perancangan alat peraga dan LKPD. Perangkat keras yang digunakan untuk membuat PPMs ini mencakup ESP8266 sebagai mikrokontroler, sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan, breadboard sebagai media penyambung tanpa solder, serta jumper wire untuk koneksi antar-komponen, dan juga adaptor 5V/2A untuk sebagai sumber daya. Desain awal dan desain akhir alat peraga berturut-turut ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

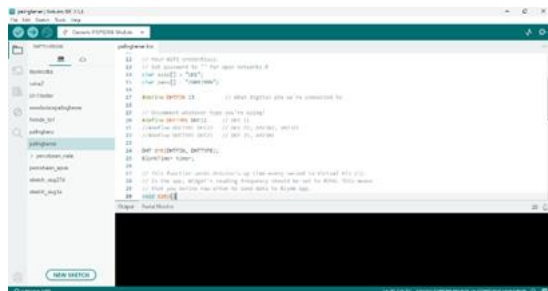


Gambar 2. Desain Awal Alat Peraga



Gambar 3. Desain Akhir Alat Peraga

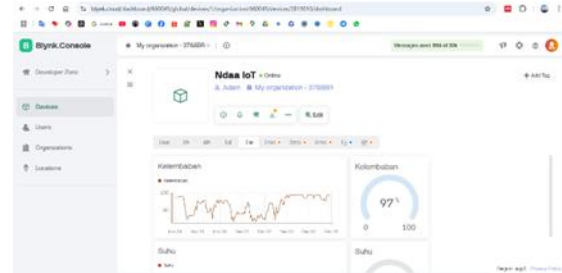
Dari sisi perangkat lunak, diperlukan Arduino IDE untuk pemrograman ESP8266, Aplikasi Blynk untuk menampilkan data secara *real-time*, serta beberapa library tambahan seperti ESP8266WiFi, BlynkSimpleEsp8266, dan DHT sensor library. Script pemrograman Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Script Pemrograman Arduino IDE

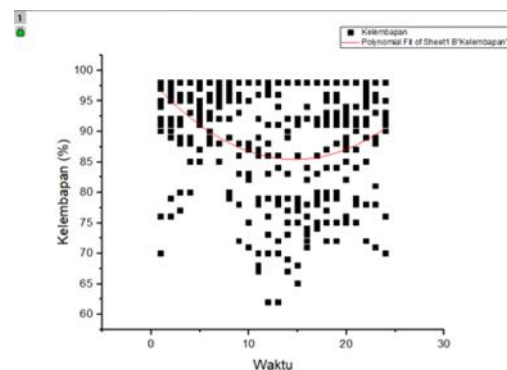
Setelah program ditulis, kode diunggah ke ESP8266 melalui Arduino IDE. Jika berhasil, ESP8266 akan otomatis terhubung ke jaringan Wi-Fi dan mulai mengirimkan data ke aplikasi Blynk. Data suhu dan kelembapan dapat dipantau secara *real-time* melalui dashboard Blynk di smartphone. Pengujian dilakukan untuk memastikan alat bekerja dengan baik dalam berbagai kondisi suhu dan kelembapan. Jika terjadi kesalahan, pengecekan dilakukan pada koneksi hardware, konfigurasi Wi-Fi, dan kode program. Tampilan web blynk IoT ditunjukkan pada Gambar 5.

Alat peraga berbasis IoT ini akan digunakan untuk melakukan pemantauan suhu dan kelembapan udara secara kontinu selama dua minggu. Selama periode pemantauan, data yang diperoleh akan menunjukkan tren perubahan suhu dan kelembapan dalam berbagai kondisi cuaca.

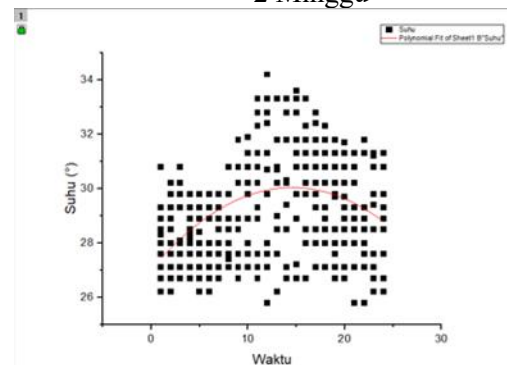


Gambar 5. Tampilan Web Blynk IoT

Setelah proses monitoring selesai, hasil pengukuran yang telah direkam dalam bentuk grafik akan dicantumkan dalam LKPD sebagai bahan pembelajaran. Grafik ini akan digunakan oleh peserta didik untuk menganalisis pola perubahan cuaca, memahami hubungan antara suhu dan kelembapan, serta menghubungkannya dengan konsep energi kalor dan termodinamika dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, peserta didik dapat mengembangkan keterampilan analitis mereka melalui pembelajaran berbasis data nyata yang diperoleh langsung dari lingkungan sekitar. Grafik suhu dan kelembapan yang telah dimonitor selama 2 minggu berturut-turut ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Grafik Kelembapan Selama 2 Minggu

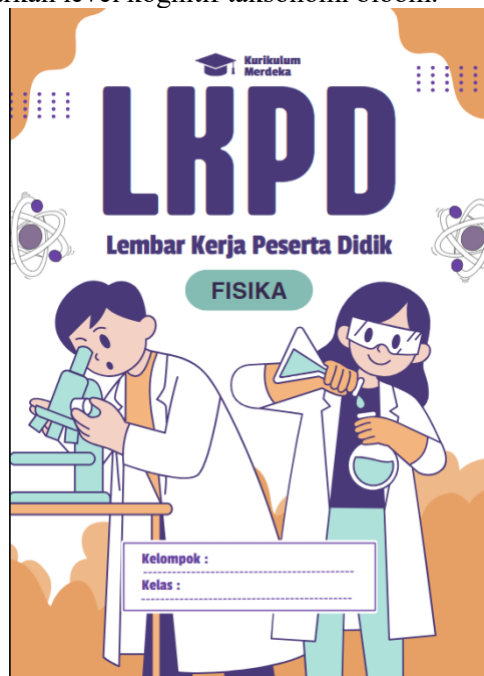


Gambar 7. Grafik Suhu Selama 2 Minggu

Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa hubungan suhu dengan kelembaban adalah berbanding terbalik. Setelah perancangan alat peraga selesai, dilanjutkan dengan perancangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis Problem-Based Learning (PBL). Untuk mendukung tampilan yang menarik dan interaktif, LKPD dirancang menggunakan aplikasi Canva.

Desain LKPD mencakup kombinasi teks, ilustrasi, dan grafik yang membantu visualisasi konsep suhu dan kalor secara lebih jelas. Setiap bagian dibuat sistematis dengan penekanan pada aspek pemecahan masalah, sehingga peserta didik dapat berpikir kritis dalam memahami hubungan antara energi kalor dan fenomena cuaca.

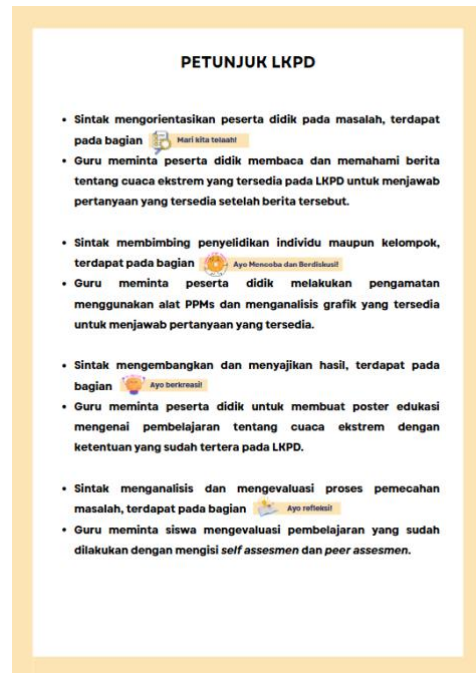
Perancangan LKPD dimulai dengan menentukan capaian pembelajaran yang sesuai, yaitu Peserta didik dapat menerapkan prinsip dan konsep energi kalor dan termodinamika dengan berbagai perubahan pada mesin kalor. Setelah itu, indikator pembelajaran ditentukan berdasarkan level kognitif taksonomi bloom.



Gambar 8. Cover LKPD

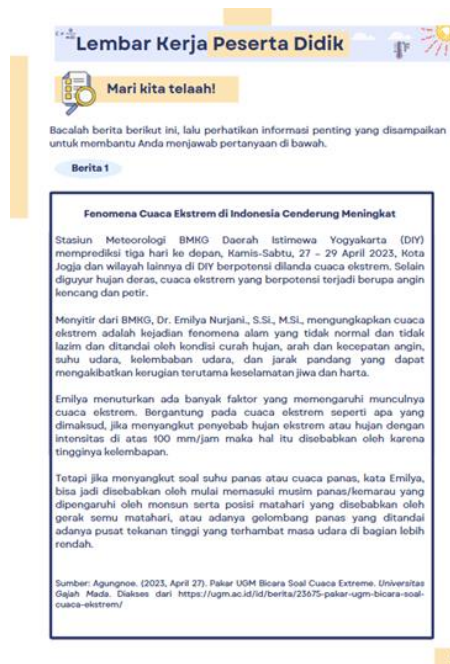
Setelah capaian dan indikator pembelajaran ditetapkan, langkah selanjutnya adalah merancang LKPD dengan struktur yang sesuai dengan sintaks PBL. Dari 5 sintaks PBL, yang digunakan pada LKPD ini hanya 4 sintaks. Setiap sintaks namanya diubah menggunakan bahasa yang lebih santai sehingga pembelajaran menggunakan LKPD lebih mudah dipahami dan menyenangkan. Cover dan Petunjuk LKPD

berturut-turut ditunjukkan pada Gambar 8 dan Gambar 9.



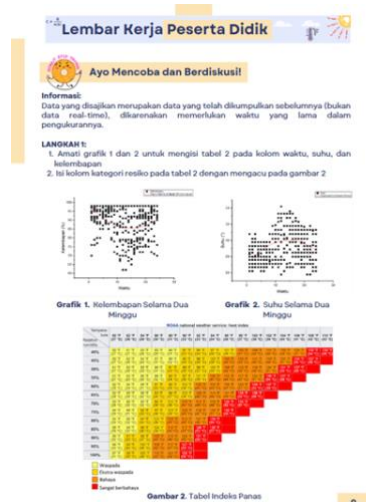
Gambar 9. Petunjuk LKPD

Tahapan pertama adalah orientasi peserta didik pada permasalahan, di mana LKPD diawali dengan berita atau fenomena nyata tentang cuaca ekstrem, seperti gelombang panas. Tahap orientasi peserta didik pada masalah dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Sintaks Orientasi Siswa Pada Masalah

Tahap kedua adalah mengorganisasi peserta didik dalam penyelidikan, yang dilakukan dengan peserta didik membuat kelompok untuk saling berdiskusi. Selanjutnya, tahap penyelidikan mandiri dan kolaboratif difasilitasi dengan menyediakan grafik hubungan suhu dan kelembapan, di mana peserta didik diminta menganalisis pola perubahan yang terjadi. Tahap mengorganisasi peserta didik dalam penyelidikan dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Sintaks Mengorganisasi Peserta Didik dalam Penyelidikan

Selanjutnya sintaks mengembangkan dan menyajikan hasil, peserta didik diminta untuk membuat poster mengenai hasil diskusinya yang akan dipresentasikan secara berkelompok. Tahap mengembangkan dan menyajikan hasil dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Sintaks Mengembangkan dan Menyajikan Hasil

Pada sintaks menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah, peserta didik diminta mengevaluasi hasil pembelajaran dengan cara mengisi *self assessment* dan *peer assessment*. Tahap menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Sintaks Menganalisis dan Mengevaluasi Proses Pemecahan Masalah

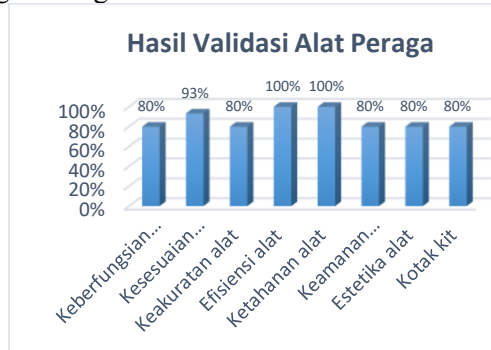
Setelah desain selesai, LKPD diuji coba dan dievaluasi agar sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Dengan pendekatan ini, peserta didik tidak hanya memahami teori suhu dan kalor tetapi juga dapat menghubungkannya dengan fenomena nyata yang mereka alami sehari-hari.

3.3 Tahap Pengembangan (*Develop*)

Pada tahapan ini dilakukan validasi produk dan uji coba terbatas. Aspek penilaian validasi dosen ahli untuk alat peraga terdiri dari Keberfungsian alat, Kesesuaian teknologi, Keakuratan alat, Efisiensi alat, Ketahanan alat, Keamanan bagi peserta didik, Estetika alat, dan Kotak kit. Hasil validasi ahli terhadap alat peraga PPMs untuk menganalisis cuaca dapat dilihat pada Gambar 14.

Penilaian ahli terhadap alat peraga PPMs pada materi Suhu dan Kalor pada aspek Keberfungsian alat memiliki persentase sebesar 80% dengan kategori Baik, pada aspek Kesesuaian teknologi memiliki persentase sebesar 93% dengan kategori Sangat baik, pada aspek Keakuratan alat memiliki persentase

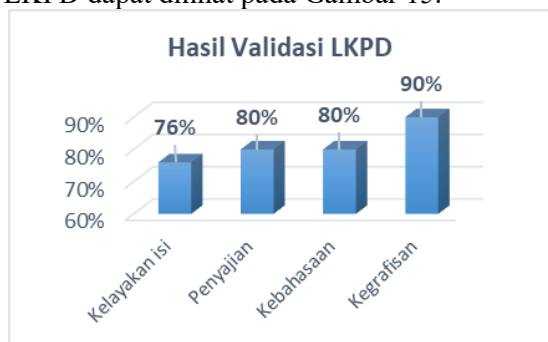
sebesar 80% dengan kategori Baik, pada aspek Efisiensi alat memiliki persentase 100% dengan kategori Sangat baik, pada aspek Ketahanan alat memiliki persentase 100% dengan kategori Sangat baik, pada aspek Keamanan bagi peserta didik memiliki persentase 80% dengan kategori Baik, pada aspek Estetika alat memiliki persentase 80% dengan kategori Baik, dan pada aspek Kotak kit memiliki persentase 80% dengan kategori Baik.



Gambar 14. Grafik Hasil Validasi Ahli terhadap LKPD PPMs

Berdasarkan delapan aspek penilaian ahli terhadap alat peraga PPMs pada materi Suhu dan Kalor memiliki nilai persentase sebesar 87% yang dinyatakan Sangat Baik sesuai dengan kategori penilaian yaitu 81% s.d. 100%.

Aspek penilaian validasi ahli untuk LKPD terdiri dari Kelayakan isi, Penyajian, Kebahasaan, dan Kegrafisan. Hasil validasi ahli LKPD dapat dilihat pada Gambar 15.

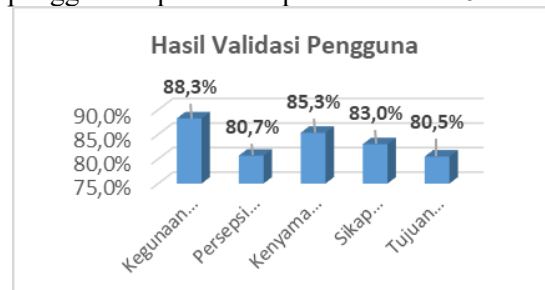


Gambar 15. Grafik Hasil Validasi Ahli terhadap LKPD

Penilaian ahli terhadap LKPD pada materi Suhu dan Kalor pada aspek Kelayakan isi memiliki persentase sebesar 76% dengan kategori Baik, pada aspek Penyajian memiliki persentase sebesar 80% dengan kategori Baik, pada aspek Kebahasaan memiliki persentase sebesar 80% dengan kategori Baik, dan pada aspek Kegrafisan memiliki persentase 90% dengan kategori Sangat baik. Berdasarkan

keempat aspek penilaian ahli terhadap LKPD PPMs pada materi Suhu dan Kalor memiliki nilai persentase sebesar 82% dengan kategori Sangat baik sesuai dengan kategori penilaian yaitu 81% s.d. 100%.

Setelah dilakukan uji oleh ahli, selanjutnya dilakukan uji terbatas untuk mengetahui respon pengguna. Hasil validasi pengguna dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Grafik Hasil Validasi Pengguna

Berdasarkan Gambar 16 didapatkan bahwa penilaian tiap aspek oleh 20 pengguna terhadap media PPMs dikategorikan Sangat baik dengan rerata persentase 83,6%. Respon pengguna diuraikan berdasarkan beberapa aspek sebagai berikut:

- 1) Aspek kegunaan yang dirasakan mendapatkan persentase sebesar 88,3% dengan kategori sangat baik.
- 2) Aspek persepsi kemudahan penggunaan mendapatkan persentase 80,7% dengan kategori baik.
- 3) Aspek kenyamanan yang dirasakan mendapatkan persentase 85,3% dengan kategori sangat baik.
- 4) Aspek sikap terhadap penggunaan mendapatkan persentase 83% dengan kategori sangat baik.
- 5) Aspek tujuan untuk menggunakan mendapatkan persentase 80,5% dengan kategori baik.

Temuan dalam penelitian ini yang menunjukkan tingkat kelayakan sangat baik baik dari ahli maupun siswa (masing-masing 87%, 82%, dan 83,6%) memperkuat temuan sebelumnya oleh Kepong, (2025) yang menyatakan bahwa rata-rata hasil *posttest* pada kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal ini diperkuat oleh hasil uji signifikansi yang menunjukkan adanya pengaruh signifikan, dengan nilai sig. 2-tailed sebesar 0,033 yang lebih kecil dari 0,05 (sig. 2-tailed $\leq 0,05$), yang berarti

Ha diterima dan H_0 ditolak. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *Internet of Things* (IoT) berpengaruh terhadap pemahaman konsep siswa. Hal ini memperkuat bahwa pendekatan berbasis teknologi tidak hanya menarik, namun juga meningkatkan pemahaman konsep.

Lebih lanjut, hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Hamzah et al., (2021) dan Detasari et al., (2022) yang menunjukkan bahwa penggunaan alat berbasis mikrokontroler seperti Arduino, baik untuk pengukuran suhu maupun pengembangan media pembelajaran fisika, dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep abstrak, khususnya suhu dan kalor.

Adapun dari sisi visualisasi dan LKPD, pendekatan ini juga mendukung temuan Sudiarta, (2019), yang menyatakan bahwa media berbasis visual seperti grafis dan animasi mampu meningkatkan berpikir kritis siswa terutama dalam materi abstrak seperti energi kalor dan perubahan suhu. Keterlibatan peserta didik yang aktif dalam proses berpikir, menganalisis, dan menyimpulkan fenomena juga selaras dengan pendekatan PBL yang disarankan dalam Kurikulum Merdeka.

3.4 Tahap Penyebaran

Setelah menyelesaikan pengembangan produk akhir dan melakukan uji coba terbatas, langkah selanjutnya adalah tahap diseminasi. Dalam penelitian ini, diseminasi dilakukan secara terbatas dengan membagikan alat peraga PPMs dan LKPD kepada guru fisika di SMAN 3 Cilegon. Tujuannya adalah agar alat tersebut dapat digunakan secara efektif dan berdampak positif dalam kegiatan pembelajaran mengenai suhu dan kalor.

Media LKPD tersedia dalam format PDF dan dapat disebarluaskan kepada masyarakat umum melalui email, jika diperlukan. Namun, karena adanya keterbatasan waktu, dana, dan keahlian peneliti, alat peraga ini tidak didistribusikan secara luas, sehingga tidak diproduksi dalam jumlah besar.

4. KESIMPULAN

Media PPMs telah dikembangkan melalui beberapa tahapan sehingga

menghasilkan sebuah media pembelajaran yang dapat digunakan saat pembelajaran. Media ini dikembangkan untuk mendukung pembelajaran yang kontekstual.

Uji kelayakan media PPMs dilakukan oleh dosen ahli dan juga pengguna yang merupakan siswa kelas XI. Penilaian terhadap alat peraga oleh dosen ahli memperoleh persentase sebesar 87%. Penilaian terhadap LKPD oleh dosen ahli memperoleh persentase sebesar 82%. Hasil penilaian dari 20 siswa sebagai pengguna memperoleh persentase sebesar 83,6%. Keseluruhan penilaian berada dalam rentang 81% - 100% yang menyatakan kategori sangat baik. Berdasarkan data yang telah diolah dan dianalisis, media *Physics Parameter Monitoring System* (PPMs) untuk Menganalisis Cuaca dan Pembelajaran Suhu Kalor dinyatakan layak digunakan untuk digunakan dalam pembelajaran.

5. REFERENSI

- Agustina, I., Astuti, D., & Bhakti, Y. B. (2024). *Prosiding Seminar Nasional Sains Penggunaan Alat Peraga Fisika Berbasis Internet of Things (IoT) untuk siswa SMP : Analisis Literature Review*. 5(1), 280–284.
- Ansyah Edi, Yokos Pranata, N. L., Pranata, Y., Latipah, N., Fatmawati, U., & Bengkulu, S. (2021). Pengembangan LKPD IPA Berbasis *Problem Based Learning* pada Materi Pencemaran Lingkungan untuk Siswa SMP Kelas VII. *Jurnal Pendidikan Tematik*, 2(3), 283–288.
- Detasari, A. T., Hadiati, S., & Sukadi, E. (2022). PENGEMBANGAN ALAT UKUR SUHU BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO NANO SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PADA MATERI SUHU DAN KALOR. *Vidya Karya*, 37(2), 68. <https://doi.org/10.20527/jvk.v37i2.14531>
- Ertayan, P. V., Pangaribuan, P., & Wibowo, A. S. (2019). Sistem Monitoring Dan Mengontrol Aquarium Dalam Pemeliharaan Ikan Hias Dari Jarak

- Jauh. *E-Proceeding of Engineering*, 6(2), 3102–3108.
- Fakhriyah, F. (2019). Perangkat Pembelajaran *Problem Based Learning*. *Jpii 3 (1) (2014) 95-101*, 3(2), 134–139.
- Fera Linda Ismawanti, Mohamad Nur, & Yuanita, L. (2022). The Effect of SAVI Learning Model on Students' Critical Thinking Skills. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, 3(2), 239–247. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v3i2.208>
- Hamzah, H., M, M., & Hasrul, H. (2021). PENGEMBANGAN ALAT UKUR SUHU MENGGUNAKAN SENSOR LM35 BERBASIS ARDUINO UNO SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN FISIKA. *PHYDAGOGIC Jurnal Fisika Dan Pembelajarannya*, 4(1), 6–15. <https://doi.org/10.31605/phy.v4i1.1357>
- Hidayat, A., Zainuddin, Z., & Misbah, M. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Suhu dan Kalor Menggunakan Pembelajaran Generatif. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(3), 151. <https://doi.org/10.20527/jipf.v4i3.2054>
- Iswanto, I. H., Wulandari, A. Y. R., Putera, D. B. R. A., Sutarja, M. C., & Huzairi, H. (2022). Identifikasi Pemahaman Konsep Siswa pada Materi Suhu dan Kalor di MTS Agung Mulia. *Jurnal Natural Science Educational Research (NSER)*, 5(2), 129–137. <https://journal.trunojoyo.ac.id/nser/article/view/17588>
- Kause, M. C. (2019). Rancang Bangun Alat Peraga Fisika Berbasis Arduino (Studi Kasus Gerak Jatuh Bebas). *CYCLOTRON*, 2(1). <https://doi.org/10.30651/cl.v2i1.2511>
- Kepong, B. (2025). *Pengaruh Model Pembelajaran Internet of Things (IOT) terhadap Pemahaman Konsep Matematika pada Materi Penjumlahan terhadap Siswa SD Sanggar*. 8, 2470–2475.
- Marscella, F. A., Komikesari, H., Fakhri, J., & Dewi, P. S. (2019). Termoskop dan Pendingin Udara Sederhana: Pengembangan Alat Peraga Fisika Untuk Pembelajaran Fisika. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 2(3), 333–343. <https://doi.org/10.24042/ij sme.v2i3.4359>
- Muttaqin, H. Z., Ahmad Faizol, & Abdul Wahid. (2022). PENERAPAN *INTERNET OF THINGS (IoT)* UNTUK MONITORING DAN CONTROLLING PH AIR SUHU AIR DAN PEMBERIAN PAKAN IKAN GUPPY. *JATI(Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(1), 276–284.
- Putra, D. P. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Kartun 3D. *Jurnal Literasi Digital*, 1(2), 88–93. <https://doi.org/10.54065/jld.1.2.2021.17>
- Rosyidi, L., & Romadhon, M. S. (2021). Seminar dan Workshop *Internet of Things* guna merealisasikan Pembelajaran Industri 4.0 di Sekolah dan Masyarakat. *Dedikasi Sains Dan Teknologi*, 1(1), 24–30. <https://doi.org/10.47709/dst.v1i1.957>
- Siburian, H. H., & Galung, J. (2022). Peningkatan Minat Belajar Anak Usia Dini Menggunakan Alat Peraga Gambar. *PEADA': Jurnal Pendidikan Kristen*, 3(1), 1–16. <https://doi.org/10.34307/peada.v3i1.36>
- Sudiarta, N. (2019). Penerapan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Materi Suhu dan Kalor. *Journal of Education Action Research*, 3(4), 440. <https://doi.org/10.23887/jear.v3i4.22664>
- Susanti, A. D., Sundaygara, C., & Pratiwi, H. Y. (2025). VIR-LAB TO IMPROVE UNDERSTANDING OF PHYSICS CONCEPTS. *JoTaLP: Journal of Teaching and Learning Physics*, 1, 71–80.
- Thiagarajan, S. (1974). Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook. In *Journal of School Psychology* (Vol. 14, Issue 1). [https://doi.org/10.1016/0022-4405\(76\)90066-2](https://doi.org/10.1016/0022-4405(76)90066-2)
- Triana, N. (2021). *LKPD Berbasis Eksperimen Tingkatkan Hasil Belajar Siswa*.

Guepedia.