

Analisis Pemahaman Konsep Gerak Parabola melalui Media Pembelajaran Berbasis Sensor dengan Pendekatan Inkuiri

¹Muhammad Aldi Aulia Fathurohman, ²M Afif Rizky A, ³Hasan Amin
^{1,2,3}Sistem Komputer, Universitas Pamulang, Kota Tangerang Selatan

E-mail: ¹dosen03233@unpam.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep gerak parabola melalui pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi. Konsep gerak parabola sering dianggap sulit karena bersifat abstrak dan menuntut pemahaman hubungan antarvariabel fisik, seperti kecepatan awal, sudut peluncuran, tinggi maksimum, dan jangkauan horizontal. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dikembangkan alat peraga berbasis sensor yang mengintegrasikan teknologi inframerah dan mikrokontroler Arduino. Alat ini mampu melakukan pengukuran variabel fisik gerak parabola secara real-time, sehingga siswa dapat secara langsung mengamati dan menganalisis hubungan antarvariabel yang terlibat. Selain itu, pendekatan pembelajaran berbasis inkuiri diterapkan untuk mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses eksplorasi, pengumpulan data, dan analisis hasil percobaan. Penelitian ini meliputi tahap perancangan alat, uji coba, serta analisis data yang dilakukan pada siswa Madrasah Aliyah Al-Musdaryah Cileunyi. Hasil uji coba menunjukkan bahwa alat peraga yang dikembangkan efektif dalam memvisualisasikan lintasan gerak parabola secara konkret. Data eksperimen menunjukkan peningkatan tinggi maksimum dari 0,65 m menjadi 0,78 m serta peningkatan jangkauan horizontal dari 1,23 m menjadi 1,54 m seiring dengan bertambahnya kecepatan awal. Selain meningkatkan pemahaman konseptual, kombinasi penggunaan alat peraga berbasis sensor dan pendekatan inkuiri juga terbukti mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis siswa. Pembelajaran menjadi lebih bermakna karena siswa dapat mengaitkan konsep fisika dengan fenomena nyata, sehingga motivasi belajar meningkat. Penelitian ini merekomendasikan integrasi alat peraga dengan perangkat lunak analisis data untuk mempermudah pemrosesan hasil eksperimen serta pengembangan media serupa pada materi fisika lainnya. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan pembelajaran fisika berbasis teknologi yang mampu menjembatani konsep abstrak menjadi lebih konkret dan mudah dipahami siswa.

Kata kunci : Gerak Parabola, Media Berbasis Sensor, Pembelajaran Inkuiri, Mikrokontroler, Pembelajaran Fisika

ABSTRACT

This study aims to improve students' understanding of the concept of parabolic motion through the development of technology-based learning media. Parabolic motion is often difficult to understand because it is abstract and requires a deep understanding of the relationship between physical variables, such as initial velocity, launch angle, maximum height, and horizontal reach. To overcome this, a sensor-based teaching aid was developed by integrating infrared technology and an Arduino microcontroller. This tool allows real-time measurement of physical variables of parabolic motion, so that students can directly observe the relationship between variables. An inquiry-based approach was also applied to encourage students to be actively involved in data exploration and analysis. The research process involved tool design, trials, and data analysis

conducted on students of Madrasah Aliyah Al-Musdaryiah Cileunyi. The results showed that this teaching aid was effective in visualizing parabolic trajectories concretely. The trial data showed an increase in maximum height from 0.65 m to 0.78 m and horizontal reach from 1.23 m to 1.54 m along with an increase in initial velocity. In addition to improving students' conceptual understanding, the combination of teaching aids and inquiry approaches also succeeded in developing their critical and analytical thinking skills. With this approach, students can see the application of physics concepts in real life, which increases their motivation to learn. This study recommends the integration of teaching aids with data analysis software to facilitate data processing and develop similar modules for other physics materials. Thus, the results of this study provide significant contributions to technology-based physics learning, making abstract concepts more accessible and understandable to students.

Keyword : Parabolic Motion, Sensor-Based Media, Inquiry Learning, Microcontroller, Physics Learning

1. PENDAHULUAN

Gerak parabola merupakan salah satu topik penting dalam fisika yang sering kali dianggap sulit dipahami oleh siswa. Hal ini disebabkan oleh sifatnya yang kompleks, yang mengintegrasikan gerak horizontal beraturan dengan gerak vertikal yang dipengaruhi oleh gravitasi. Pemahaman terhadap gerak parabola memerlukan analisis mendalam terhadap hubungan antara variabel fisik, seperti kecepatan awal, sudut peluncuran, tinggi maksimum, dan jangkauan horizontal. Selain itu, konsep-konsep tersebut umumnya diperkenalkan melalui persamaan matematis yang abstrak, sehingga menantang siswa dalam menghubungkan teori dengan fenomena nyata. Tantangan ini semakin diperburuk oleh kurangnya visualisasi konkret dalam pembelajaran tradisional, yang sering kali hanya mengandalkan buku teks atau diagram statis. Penelitian menunjukkan bahwa pengintegrasian media pembelajaran berbasis teknologi, seperti alat peraga yang memvisualisasikan lintasan gerak parabola secara real-time, dapat menjadi solusi efektif untuk menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik, sehingga siswa dapat memahami konsep ini dengan lebih baik.

Pemahaman siswa terhadap konsep abstrak dalam fisika, termasuk gerak

parabola, sering kali terkendala oleh sifat konsep tersebut yang sulit divisualisasikan. Gerak parabola melibatkan analisis lintasan dua dimensi yang terdiri dari gerak horizontal dan vertikal, yang masing-masing memiliki karakteristik unik. Dalam konteks pembelajaran, siswa sering kali kesulitan memahami bagaimana kedua gerak ini saling berinteraksi untuk membentuk lintasan berbentuk parabola. Selain itu, representasi konsep ini biasanya dilakukan menggunakan persamaan matematis yang abstrak, seperti , yang memerlukan kemampuan analitis untuk menghubungkan variabel-variabel seperti sudut peluncuran (θ), kecepatan awal (v_0), dan percepatan gravitasi (g). Tanpa media pembelajaran yang mendukung visualisasi nyata, siswa cenderung mengalami kesulitan dalam memahami hubungan antara teori dan fenomena fisik yang terjadi.

Selain sifat abstrak, kompleksitas matematis yang menyertai konsep gerak parabola juga menjadi tantangan tersendiri. Proses penyelesaian perhitungan sering kali memerlukan pemahaman mendalam tentang trigonometri, kalkulus, dan aljabar. Kendala ini diperparah oleh metode pembelajaran tradisional yang cenderung mengutamakan pendekatan hafalan daripada eksperimen langsung.

Akibatnya, siswa tidak hanya kesulitan memahami bagaimana variabel seperti kecepatan awal dan sudut peluncuran memengaruhi tinggi maksimum atau jarak horizontal, tetapi juga kehilangan motivasi untuk mempelajari fisika. Penggunaan media berbasis teknologi, seperti alat peraga yang memvisualisasikan gerak parabola secara real-time, dapat membantu siswa untuk mengatasi tantangan ini. Alat tersebut memungkinkan mereka melakukan eksperimen interaktif, sehingga mereka tidak hanya memahami konsep, tetapi juga dapat melihat langsung hasil dari perubahan variabel yang dilakukan.

Media pembelajaran berbasis teknologi memiliki potensi besar untuk meningkatkan pemahaman siswa, terutama dalam memahami konsep fisika yang abstrak seperti gerak parabola. Teknologi seperti alat peraga berbasis sensor memberikan visualisasi konkret yang membantu siswa memahami hubungan antara teori dan fenomena nyata. Alat peraga ini memungkinkan siswa untuk melihat lintasan parabola secara real-time, sehingga mereka dapat menghubungkan variabel seperti kecepatan awal, sudut peluncuran, dan percepatan gravitasi dengan hasil fisiknya, seperti tinggi maksimum dan jangkauan horizontal. Sebagai contoh, alat berbasis sensor inframerah tidak hanya memberikan data yang akurat tetapi juga memfasilitasi eksperimen interaktif yang melibatkan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran. Dengan demikian, media berbasis teknologi ini berkontribusi pada pembelajaran yang lebih menarik, relevan, dan interaktif dibandingkan metode tradisional yang mengandalkan buku teks atau diagram statis.

Selain mempermudah visualisasi konsep, media berbasis teknologi juga mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis dan analitis siswa. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen, menganalisis data, dan menarik

kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh. Sebagai contoh, model pembelajaran berbasis inkuiri yang digabungkan dengan media teknologi memberi siswa kebebasan untuk mengeksplorasi variabel-variabel fisik dan mengevaluasi pengaruhnya terhadap hasil eksperimen. Hal ini tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi, tetapi juga membangun kemampuan problem-solving yang penting dalam kehidupan sehari-hari. Dengan integrasi teknologi, pembelajaran fisika dapat menjadi lebih relevan dan aplikatif, sehingga memotivasi siswa untuk mempelajari konsep-konsep yang sebelumnya dianggap sulit.

Tujuan utama penelitian ini adalah mengembangkan dan menguji alat peraga gerak parabola berbasis sensor untuk mendukung pembelajaran fisika. Alat peraga ini dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang interaktif dengan memanfaatkan teknologi sensor inframerah dan mikrokontroler seperti Arduino. Alat ini mampu mengukur berbagai variabel fisik seperti kecepatan awal, tinggi maksimum, dan jangkauan horizontal secara real-time, sehingga mempermudah siswa dalam memahami konsep gerak parabola. Selain itu, alat ini dirancang untuk mengatasi kendala yang sering dihadapi siswa, seperti kesulitan dalam memvisualisasikan lintasan parabola atau menghubungkan variabel fisik dengan hasil eksperimen. Dengan adanya alat ini, proses pembelajaran menjadi lebih efektif karena siswa tidak hanya menerima penjelasan teori, tetapi juga terlibat langsung dalam eksperimen yang relevan dengan kehidupan sehari-hari.

Selain pengembangan alat, penelitian ini juga bertujuan untuk menilai efektivitas pendekatan berbasis inkuiri dalam meningkatkan pemahaman siswa. Pendekatan inkuiri memungkinkan siswa untuk secara aktif berpartisipasi dalam proses pembelajaran melalui eksplorasi, perumusan masalah, eksperimen, dan

analisis data. Dalam konteks penelitian ini, alat peraga berbasis sensor dipadukan dengan modul praktikum inkuiri, di mana siswa diminta untuk mengajukan pertanyaan, merancang eksperimen, dan menarik kesimpulan berdasarkan data yang diperoleh. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual siswa, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis yang penting di era modern. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menjawab tantangan pembelajaran fisika yang abstrak melalui penggabungan teknologi dan pedagogi inovatif.

2. LANDASAN TEORI

MPU6050

MPU6050 merupakan modul sensor berbasis Micro-Electro-Mechanical System (MEMS) yang mengintegrasikan accelerometer 3-axis dan gyroscope 3-axis dalam satu chip. Sensor ini diproduksi oleh InvenSense dan banyak digunakan dalam sistem embedded untuk mendeteksi percepatan, kemiringan, dan rotasi suatu objek. MPU6050 berkomunikasi menggunakan protokol I2C (Inter-Integrated Circuit), sehingga dapat dengan mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti Arduino.

Dalam konteks penelitian ini, MPU6050 berfungsi untuk mendeteksi perubahan percepatan dan sudut kemiringan saat peluncuran proyektil, sehingga membantu dalam pengukuran parameter awal gerak parabola, seperti sudut elevasi dan percepatan awal. Data yang diperoleh dari accelerometer dan gyroscope kemudian diproses untuk mendukung analisis hubungan antarvariabel dalam gerak parabola. Penggunaan sensor ini memungkinkan pengambilan data yang lebih presisi dan real-time dibandingkan metode pengukuran manual.

Sensor Infrared

Sensor Infrared (IR) merupakan perangkat elektronik yang memanfaatkan radiasi inframerah untuk mendeteksi keberadaan atau pergerakan suatu objek. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip pemancaran dan penerimaan sinyal inframerah. Ketika sinar inframerah terhalang oleh objek, sensor akan menghasilkan perubahan sinyal yang dapat diolah oleh mikrokontroler.

Dalam penelitian ini, sensor IR digunakan untuk mendeteksi titik jatuh proyektil atau menghitung waktu tempuh tertentu dalam lintasan gerak parabola. Keunggulan sensor IR terletak pada respon yang cepat, konsumsi daya rendah, dan kemudahan integrasi dengan sistem mikrokontroler. Dengan memanfaatkan sensor IR, pengukuran jangkauan horizontal dan parameter lainnya dapat dilakukan secara lebih akurat dan objektif, sehingga mendukung validitas data eksperimen.

Organic Light Emitting Diode

OLED (Organic Light Emitting Diode) adalah teknologi layar yang menggunakan lapisan senyawa organik yang memancarkan cahaya ketika dialiri arus listrik. Berbeda dengan LCD, OLED tidak memerlukan lampu latar (backlight) karena setiap piksel dapat menghasilkan cahaya sendiri. Hal ini membuat layar OLED memiliki kontras tinggi, sudut pandang luas, serta konsumsi daya yang relatif efisien.

Dalam penelitian ini, modul OLED digunakan sebagai media tampilan data hasil pengukuran sensor secara real-time. Informasi seperti sudut peluncuran, tinggi maksimum, atau jangkauan horizontal dapat langsung ditampilkan pada layar sehingga memudahkan siswa dalam membaca dan menganalisis data. Penggunaan OLED mendukung visualisasi data yang lebih interaktif dan meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran.

Arduino

Arduino merupakan platform mikrokontroler berbasis open-source yang dirancang untuk memudahkan pengembangan sistem elektronik dan embedded system. Salah satu papan yang paling populer adalah Arduino Uno yang menggunakan mikrokontroler ATmega328P. Arduino dilengkapi dengan lingkungan pemrograman (Arduino IDE) yang sederhana dan mudah dipahami, sehingga banyak digunakan dalam bidang pendidikan, prototipe elektronik, dan penelitian.

Dalam penelitian ini, Arduino berperan sebagai pusat pengendali sistem (controller) yang menerima input dari sensor MPU6050 dan sensor infrared, kemudian memproses data tersebut dan menampilkannya melalui layar OLED. Integrasi antara Arduino dan berbagai sensor memungkinkan pengukuran variabel gerak parabola dilakukan secara otomatis dan real-time. Penggunaan Arduino dalam pembelajaran fisika juga sejalan dengan pengembangan pembelajaran berbasis teknologi dan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), yang mendorong siswa memahami konsep fisika melalui pendekatan eksperimental berbasis perangkat elektronik.

3. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan desain pengembangan untuk menciptakan dan menguji alat peraga gerak parabola berbasis sensor. Desain penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan media pembelajaran inovatif yang dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep fisika yang kompleks. Tahapan penelitian melibatkan tiga langkah utama. Pertama, pembuatan alat yang mencakup perancangan dan perakitan komponen seperti sensor inframerah, MPU-6050, Arduino Uno, OLED display, dan

baterai.¹ Tahap ini juga melibatkan kalibrasi alat untuk memastikan pengukuran variabel fisik seperti kecepatan awal, tinggi maksimum, dan jangkauan horizontal dilakukan dengan akurat. Kedua, uji coba alat dilakukan dengan melibatkan siswa Madrasah Aliyah Al-Musdaryah Cileunyi. Dalam uji coba ini, siswa menggunakan modul berbasis inkuiri untuk melakukan eksperimen, mencatat hasil pengukuran, dan menganalisis hubungan antar variabel dalam gerak parabola. Ketiga, data dikumpulkan melalui observasi untuk menilai tingkat partisipasi siswa dan efektivitas penggunaan alat. Data dianalisis secara kualitatif untuk mendapatkan wawasan mendalam tentang dampak alat peraga terhadap pemahaman siswa.



Berdasarkan bagan di atas, Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan tujuan mengembangkan dan menguji efektivitas media pembelajaran berbasis sensor pada materi gerak parabola. Model pengembangan yang digunakan mengacu pada tahapan ADDIE yang meliputi Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation. Model ini dipilih karena sistematis dan sesuai untuk pengembangan produk pembelajaran berbasis teknologi.

Tahap pertama adalah analisis kebutuhan (analysis). Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan pembelajaran melalui observasi proses pembelajaran fisika dan wawancara dengan guru serta siswa. Analisis difokuskan pada kesulitan siswa dalam

¹ Tersiana, Andra. *Metode penelitian*. Anak Hebat Indonesia, 2018.

memahami konsep gerak parabola yang bersifat abstrak dan memerlukan pemahaman hubungan antarvariabel fisik seperti kecepatan awal, sudut peluncuran, tinggi maksimum, dan jangkauan horizontal. Selain itu, dilakukan kajian literatur untuk memperoleh landasan teoretis terkait pembelajaran berbasis inkuiri serta pemanfaatan sensor dan mikrokontroler Arduino dalam pembelajaran fisika.

Tahap kedua adalah perancangan (design). Pada tahap ini dirancang alat peraga gerak parabola berbasis sensor inframerah yang terintegrasi dengan mikrokontroler Arduino untuk mengukur variabel fisik secara real-time. Selain perancangan perangkat keras dan rangkaian elektronik, disusun pula modul praktikum berbasis inkuiri yang memuat langkah-langkah pembelajaran mulai dari perumusan masalah, penyusunan hipotesis, pelaksanaan eksperimen, analisis data, hingga penarikan kesimpulan. Instrumen penelitian yang digunakan meliputi tes pemahaman konsep (pre-test dan post-test), lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, dan angket respon siswa.

Tahap ketiga adalah pengembangan (development). Pada tahap ini dilakukan perakitan alat, pemrograman mikrokontroler Arduino, serta integrasi sensor inframerah untuk mengukur tinggi maksimum dan jangkauan horizontal. Setelah alat selesai dirakit, dilakukan kalibrasi dan uji coba terbatas untuk memastikan keakuratan dan kestabilan pengukuran. Media dan modul yang dikembangkan kemudian divalidasi oleh ahli materi dan ahli media untuk memastikan kesesuaian isi, desain, dan kelayakan penggunaan dalam pembelajaran.

Tahap keempat adalah implementasi (implementation). Media pembelajaran yang telah dikembangkan diujicobakan kepada siswa Madrasah Aliyah Al-Musdadiyah Cileunyi. Sebelum pembelajaran dilaksanakan, siswa

diberikan pre-test untuk mengetahui tingkat pemahaman awal.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

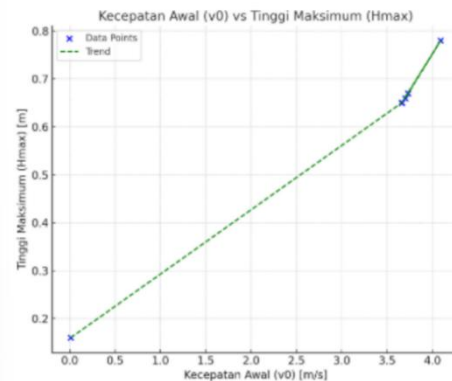
Efektivitas Alat Peraga

Penelitian ini diawali dengan desain awal alat peraga gerak parabola yang bertujuan untuk membantu visualisasi konsep fisika dalam pembelajaran. Desain awal alat peraga ini mencakup pemilihan bahan yang mudah didapatkan dan aman digunakan, serta mempertimbangkan prinsip kerja yang sederhana namun efektif. Alat peraga ini dirancang untuk memvisualisasikan jalur lintasan parabola yang terbentuk ketika suatu benda dilemparkan dengan sudut tertentu dan kecepatan awal tertentu.

Proses pembuatan alat peraga ini diawali dengan penelitian terhadap teori gerak parabola, diikuti dengan pembuatan sketsa desain alat yang mencakup mekanisme penggerak, bahan yang digunakan, dan sistem pendukung yang diperlukan. Setelah desain selesai, prototipe pertama dibuat dan diuji untuk memastikan kelayakan dan keakuratannya dalam menggambarkan gerak parabola sesuai dengan prinsip fisika yang berlaku. Selanjutnya, dilakukan evaluasi terhadap hasil percobaan untuk menentukan apakah alat peraga ini efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep gerak parabola pada siswa.



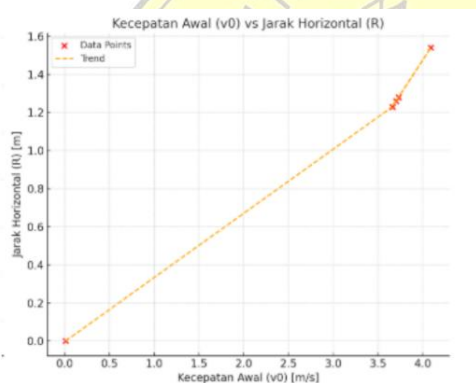
Gambar 1 menunjukkan desain alat peraga gerak parabola yang dirancang untuk mendukung pembelajaran fisika. Alat ini terdiri dari beberapa komponen utama, seperti landasan miring dengan sudut yang dapat diatur, pegas sebagai mekanisme pelontar, dan bola yang digunakan sebagai benda uji. Komponen lainnya termasuk pengukur sudut (protraktor) untuk memastikan akurasi dalam pengaturan sudut peluncuran. Desain ini memungkinkan siswa untuk memahami konsep gerak parabola melalui eksperimen langsung. Dengan memanfaatkan alat ini, siswa dapat mengamati variabel penting seperti sudut peluncuran, kecepatan awal, dan jarak tempuh bola secara nyata. Selain itu, penggunaan alat ini mendukung pendekatan berbasis inkuiri, di mana siswa aktif terlibat dalam eksplorasi konsep-konsep fisika secara praktis.



Grafik menunjukkan bahwa tinggi maksimum (H_{max}) meningkat seiring bertambahnya kecepatan awal (v_0). Hal ini sesuai dengan teori gerak parabola, di mana tinggi maksimum dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai komponen vertikal kecepatan awal ($v_0 \sin \theta$) dan g adalah percepatan gravitasi. Ketika kecepatan awal meningkat, komponen vertikalnya juga meningkat, sehingga energi kinetik vertikal yang lebih besar menghasilkan tinggi maksimum yang lebih tinggi. Pada grafik ini, nilai H_{max} bervariasi dari sekitar 0,65 meter hingga 0,78 meter, yang sesuai dengan kisaran kecepatan awal antara 3,66 m/s hingga 4,09 m/s. Variasi ini menunjukkan hubungan yang konsisten dengan teori, di mana H_{max} berbanding lurus dengan kuadrat komponen vertikal kecepatan awal. Dengan demikian, data pada grafik mendukung prinsip gerak parabola dan menunjukkan pola yang logis dalam konteks hukum fisika.

Selain itu, grafik ini memberikan gambaran eksperimental yang mendukung model matematika gerak parabola. Hubungan antara kecepatan awal dan tinggi maksimum yang mendekati linier pada grafik ini dapat menjadi indikasi bahwa sudut peluncuran (θ) dalam percobaan cenderung tetap atau mendekati konstan. Hal ini penting karena dalam gerak parabola, sudut peluncuran memengaruhi komponen vertikal kecepatan awal (v_{0y}), yang pada akhirnya menentukan tinggi maksimum. Faktor lain yang perlu diperhatikan adalah pengaruh hambatan udara. Jika hambatan

udara diabaikan, hasil yang diperoleh dalam grafik sepenuhnya sesuai dengan teori. Namun, dalam situasi nyata, adanya hambatan udara dapat sedikit mengurangi tinggi maksimum yang dicapai. Dengan demikian, data dalam grafik ini kemungkinan telah diukur dalam kondisi ideal atau dengan pengaruh hambatan udara yang sangat kecil. Grafik ini tidak hanya mendukung teori gerak parabola tetapi juga menjadi dasar untuk mengamati bagaimana kecepatan awal memengaruhi tinggi maksimum dalam sistem yang diatur dengan baik. Penggunaan data eksperimental ini dapat memperkuat pemahaman tentang hubungan antara variabel-variabel fisika dalam gerak parabola, baik dalam pengajaran maupun penelitian



Grafik menunjukkan hubungan antara kecepatan awal (v_0) dan jarak horizontal (R) dalam gerak parabola. Berdasarkan grafik, terlihat bahwa jarak horizontal meningkat secara signifikan seiring bertambahnya kecepatan awal. Hal ini sesuai dengan teori gerak parabola, di mana jarak horizontal (R) dapat dihitung menggunakan persamaan

$$R = \frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g}$$

dengan g sebagai percepatan gravitasi dan θ sebagai sudut peluncuran. Ketika kecepatan awal meningkat, energi kinetik yang lebih besar menghasilkan jarak horizontal yang lebih jauh, terutama jika sudut peluncuran tetap konstan. Grafik ini menunjukkan nilai R yang bervariasi dari hampir nol hingga sekitar 1,5 meter,

sesuai dengan kisaran kecepatan awal dari 0 hingga sekitar 4 m/s. Pola yang mendekati linier pada grafik juga mengindikasikan hubungan langsung antara kecepatan awal dan jarak horizontal dalam kondisi ideal, mendukung prinsip dasar dari gerak parabola.

Oleh karena itu, pembahasan terkait efektivitas alat peraga dapat ditinjau dari kemampuan alat tersebut dalam menghasilkan data yang sesuai dengan teori gerak parabola. Grafik hubungan antara kecepatan awal (v_0) dan jarak horizontal (R) menunjukkan bahwa alat peraga mampu memberikan hasil yang akurat, dengan pola data yang mendekati hubungan matematis.

$$\frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g}$$

Hal ini menunjukkan bahwa alat peraga tersebut efektif dalam membantu memahami prinsip dasar gerak parabola.

Efektivitas alat peraga juga terlihat dari kemampuannya dalam memvisualisasikan fenomena fisika secara nyata. Dengan menggunakan alat ini, peserta didik dapat melihat langsung bagaimana perubahan kecepatan awal memengaruhi jarak horizontal, sehingga konsep yang abstrak menjadi lebih konkret. Selain itu, alat ini dapat meningkatkan partisipasi aktif siswa dalam proses pembelajaran melalui eksperimen langsung, yang berpotensi meningkatkan pemahaman konsep serta keterampilan berpikir kritis. Alat peraga ini terbukti efektif dalam menyampaikan konsep gerak parabola karena dapat memfasilitasi pembelajaran yang berbasis data eksperimen, memberikan hasil yang valid, serta membantu siswa menghubungkan teori dengan praktik. Hal ini menjadikan alat peraga sebagai media yang sangat bermanfaat dalam pembelajaran fisika berbasis inkuiri.

Uji Validitas Instrumen

Uji validitas dilakukan menggunakan korelasi Product Moment Pearson antara skor tiap butir dengan skor total (corrected item-total correlation). Rumus yang digunakan:

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Dengan jumlah responden N=30 pada taraf signifikansi 5% diperoleh nilai $r_{tabel} = 0,361$.

Butir	r-hitung	r-tabel	Keterangan
1	0,72	0,361	Valid
2	0,69	0,361	Valid
3	0,74	0,361	Valid
4	0,78	0,361	Valid
5	0,76	0,361	Valid
6	0,65	0,361	Valid
7	0,71	0,361	Valid

Berdasarkan hasil perhitungan, seluruh butir memiliki nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$, sehingga dapat disimpulkan bahwa semua item pernyataan valid dan layak digunakan

Uji Reliabilitas Instrumen

Uji reliabilitas dilakukan menggunakan Cronbach's Alpha dengan rumus:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

Keterangan:

k = jumlah item

S_i^2 = varians tiap item

S_t^2 = varians total

Dari hasil pengujian didapat nilai Cronbach's Alpha sebesar 0.87

Interpretasi reliabilitas:

Rentang Alpha	Interpretasi
0,80 – 1,00	Sangat Tinggi
0,60 – 0,79	Tinggi
0,40 – 0,59	Cukup
< 0,40	Rendah

Karena nilai $\alpha = 0,87 > 0,80$, maka instrumen termasuk dalam kategori sangat reliabel.

Presentase dan Interpretasi Skor

Analisis persentase dan interpretasi skor dilakukan untuk mengetahui tingkat respon siswa terhadap penggunaan alat peraga berbasis sensor dalam pembelajaran gerak parabola. Analisis ini bertujuan untuk memberikan gambaran kuantitatif mengenai kecenderungan sikap dan persepsi siswa terhadap efektivitas media yang dikembangkan. Perhitungan persentase dilakukan dengan membandingkan total skor yang diperoleh dari seluruh responden dengan skor maksimum yang mungkin dicapai, kemudian dikategorikan berdasarkan kriteria interpretasi tertentu. Hasil analisis ini digunakan untuk menentukan tingkat kelayakan dan penerimaan media pembelajaran dalam proses pembelajaran fisika. Persentase diperoleh menggunakan rumus:

$$P = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

$$P = \frac{934}{1050} \times 100\% = 88,95\%$$

Interpretasi:

Persentase	Kategori
81% – 100%	Sangat Baik
61% – 80%	Baik
41% – 60%	Cukup
21% – 40%	Kurang
0% – 20%	Sangat Kurang

Hasil persentase sebesar 88,95% berada pada kategori Sangat Baik, yang menunjukkan bahwa siswa memberikan respon positif terhadap penggunaan alat peraga berbasis sensor dalam pembelajaran gerak parabola.

Analisis Peningkatan Pemahaman Siswa

Materi fisika seperti gerak parabola, sering kali menjadi tantangan bagi siswa karena sifatnya yang abstrak dan kompleks. Kesenjangan antara teori dan

fenomena nyata sering kali membuat siswa kesulitan memahami konsep-konsep yang diajarkan. Dalam metode pembelajaran tradisional, pendekatan berbasis buku teks dan diagram statis sering kali tidak cukup untuk menjelaskan hubungan antara variabel-variabel fisika, seperti kecepatan awal, sudut peluncuran, tinggi maksimum, dan jangkauan horizontal. Kondisi ini mengakibatkan kurangnya pemahaman yang mendalam dan motivasi belajar siswa.

Untuk mengatasi tantangan ini, penggunaan alat peraga berbasis teknologi menawarkan solusi yang efektif. Alat peraga seperti sensor inframerah yang terintegrasi dengan Arduino memungkinkan siswa untuk melihat lintasan gerak parabola secara real-time. Visualisasi nyata ini membantu siswa menghubungkan teori dengan praktik, sehingga konsep-konsep yang sebelumnya abstrak menjadi lebih konkret. Dengan alat ini, siswa tidak hanya memahami bagaimana variabel-variabel seperti kecepatan awal dan sudut peluncuran memengaruhi lintasan parabola, tetapi juga dapat melakukan eksperimen interaktif untuk menguji teori yang dipelajari.

Keunggulan lain dari pendekatan ini adalah penggabungan media pembelajaran berbasis teknologi dengan model pembelajaran inkuiri. Melalui pendekatan inkuiri, siswa diajak untuk aktif dalam proses pembelajaran dengan merumuskan masalah, melakukan eksperimen, dan menganalisis data. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual siswa terhadap materi, tetapi juga membangun keterampilan berpikir kritis dan analitis yang sangat diperlukan di era modern. Dengan demikian, siswa tidak hanya menjadi penerima informasi, tetapi juga terlibat langsung dalam penemuan konsep.

Pernyataan	Rata-rata Skor	Persentase Setuju
------------	----------------	-------------------

		& Sangat Setuju
Alat peraga membantu saya memahami konsep gerak parabola	4,47	86,7% (26 siswa)
Saya lebih memahami hubungan antara kecepatan awal dan jangkauan horizontal	4,40	83,3% (25 siswa)
Saya lebih memahami konsep tinggi maksimum setelah praktikum	4,43	86,7% (26 siswa)
Alat ini memvisualisasikan lintasan parabola dengan jelas	4,53	90% (27 siswa)
Pengukuran real-time memudahkan saya memahami hubungan antarvariabel	4,50	86,7% (26 siswa)
Pembelajaran berbasis inkuiri membuat saya lebih aktif	4,37	80% (24 siswa)
Saya lebih termotivasi belajar fisika setelah menggunakan alat ini	4,47	86,7% (26 siswa)

Berdasarkan hasil analisis respon siswa, diperoleh rata-rata skor keseluruhan sebesar 4,45 yang berada pada kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum siswa memberikan respon positif terhadap penggunaan alat peraga berbasis sensor dalam pembelajaran gerak parabola. Sebanyak 85% siswa menyatakan bahwa alat peraga yang digunakan membantu

meningkatkan pemahaman mereka terhadap konsep gerak parabola. Selain itu, mayoritas siswa mengungkapkan bahwa visualisasi lintasan serta pengukuran variabel secara real-time membuat konsep yang sebelumnya bersifat abstrak menjadi lebih konkret dan mudah dipahami. Temuan ini memperkuat bahwa integrasi teknologi sensor dalam pembelajaran fisika efektif dalam mendukung pemahaman konseptual siswa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat peraga berbasis sensor mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap gerak parabola. Data menunjukkan bahwa tinggi maksimum dan jangkauan horizontal meningkat seiring dengan peningkatan kecepatan awal. Hasil eksperimen ini sejalan dengan teori fisika, yang menunjukkan bahwa alat ini efektif dalam memvisualisasikan konsep-konsep abstrak menjadi lebih mudah dipahami. Dengan bantuan alat ini, siswa dapat melihat langsung hubungan antara teori dan hasil eksperimen mereka.

Selain membantu visualisasi, pendekatan ini juga mendukung pengembangan keterampilan siswa. Siswa dapat mengeksplorasi variabel fisik, melakukan analisis data, dan menarik kesimpulan berdasarkan hasil eksperimen. Proses ini tidak hanya meningkatkan pemahaman mereka terhadap konsep-konsep fisika, tetapi juga membangun keterampilan pemecahan masalah yang penting dalam kehidupan sehari-hari. Dengan keterampilan ini, siswa akan lebih percaya diri untuk menghadapi tantangan yang lebih kompleks di masa depan.

Pengintegrasian alat peraga dengan perangkat lunak analisis data juga menawarkan manfaat tambahan. Dengan menggunakan perangkat lunak, siswa dapat memvisualisasikan hubungan antarvariabel dengan lebih mendalam dan akurat. Selain itu, integrasi ini dapat mempercepat proses analisis data, sehingga siswa memiliki lebih banyak

waktu untuk fokus pada pemahaman konsep. Pendekatan ini tidak hanya relevan untuk materi gerak parabola, tetapi juga dapat diterapkan pada topik fisika lainnya yang sering dianggap sulit dipahami.

Penerapan alat ini dalam berbagai konteks pendidikan, mulai dari sekolah menengah hingga perguruan tinggi, menunjukkan potensi yang besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika. Dengan mengaplikasikan pendekatan ini pada skala yang lebih luas, efektivitas pembelajaran berbasis teknologi dapat dievaluasi secara lebih komprehensif. Hal ini akan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pengembangan metode pembelajaran inovatif yang relevan dengan kebutuhan siswa masa kini.

Oleh karena itu dengan adanya kombinasi antara alat peraga berbasis teknologi dan pendekatan inkuiri memberikan dampak yang positif terhadap pemahaman siswa. Inovasi ini tidak hanya membantu siswa menghubungkan teori dengan praktik, tetapi juga memotivasi mereka untuk lebih mendalami konsep-konsep fisika. Dengan pengalaman belajar yang interaktif dan relevan, siswa tidak hanya memahami materi, tetapi juga siap menghadapi tantangan kehidupan nyata dengan keterampilan yang lebih baik.

Kelebihan Pendekatan Berbasis Inkuiri

Pendekatan pembelajaran berbasis inkuiri memiliki kelebihan yang signifikan dalam meningkatkan kualitas pemahaman siswa. Metode ini menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran, mendorong mereka untuk secara aktif terlibat dalam proses eksplorasi dan penemuan konsep. Melalui pendekatan ini, siswa diajak untuk merumuskan masalah, menyusun hipotesis, melakukan eksperimen, dan menganalisis data sebelum menarik kesimpulan. Proses ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual

siswa, tetapi juga membangun keterampilan berpikir kritis dan analitis yang sangat penting di era modern.

Salah satu kelebihan utama dari pendekatan berbasis inkuiri adalah kemampuan untuk membuat pembelajaran lebih bermakna bagi siswa. Dengan terlibat langsung dalam eksplorasi, siswa dapat melihat relevansi materi yang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari. Misalnya, dalam materi fisika tentang gerak parabola, siswa tidak hanya memahami teori melalui buku teks, tetapi juga dapat melakukan eksperimen langsung untuk mengamati lintasan parabola secara nyata. Hal ini memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan berkesan. Selain itu, pendekatan ini juga mendukung pengembangan keterampilan kolaborasi dan komunikasi di kalangan siswa. Dalam kegiatan berbasis inkuiri, siswa sering kali bekerja dalam kelompok untuk merancang eksperimen dan mendiskusikan hasil yang diperoleh. Proses ini mendorong siswa untuk saling bertukar ide, menghargai pendapat orang lain, dan bekerja sama dalam memecahkan masalah. Kemampuan ini tidak hanya bermanfaat dalam konteks pembelajaran, tetapi juga relevan untuk dunia kerja dan kehidupan sehari-hari.

Kelebihan lainnya adalah fleksibilitas pendekatan berbasis inkuiri dalam menyesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran. Metode ini dapat diterapkan pada berbagai tingkat pendidikan dan berbagai materi pelajaran, dari konsep-konsep dasar hingga topik yang lebih kompleks. Pendekatan ini juga dapat dikombinasikan dengan teknologi, seperti alat peraga berbasis sensor, untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran. Dengan teknologi ini, siswa dapat mengumpulkan data real-time, menganalisis hubungan antarvariabel, dan mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang materi yang dipelajari. Pendekatan berbasis inkuiri juga memberikan kesempatan kepada siswa

untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah. Melalui proses eksperimen dan analisis data, siswa diajak untuk menemukan solusi atas masalah yang diberikan. Kemampuan ini sangat penting untuk mempersiapkan siswa menghadapi tantangan di dunia nyata, di mana mereka sering kali harus berpikir kreatif dan membuat keputusan berdasarkan data.

Secara pedagogis, pendekatan berbasis inkuiri juga mampu meningkatkan motivasi siswa dalam belajar. Dengan memberikan ruang bagi siswa untuk mengeksplorasi dan menemukan sendiri jawaban atas pertanyaan mereka, pendekatan ini menciptakan rasa ingin tahu yang alami. Motivasi intrinsik ini membuat siswa lebih tertarik untuk mempelajari materi yang lebih mendalam, karena mereka merasa memiliki kendali atas proses pembelajaran mereka. Selain manfaat di atas, pendekatan ini juga membantu guru untuk lebih memahami kebutuhan belajar siswa. Dengan mengamati proses eksplorasi yang dilakukan siswa, guru dapat mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan mereka, serta menyesuaikan strategi pengajaran yang sesuai. Hal ini membuat pembelajaran menjadi lebih adaptif dan efektif, karena didasarkan pada kebutuhan individu siswa.

Berdasarkan hasil penelitian di atas, pendekatan berbasis inkuiri memberikan manfaat yang luas dalam pembelajaran. Dengan mendorong siswa untuk aktif, kritis, dan kolaboratif, pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman materi, tetapi juga membangun keterampilan penting yang dibutuhkan untuk sukses di masa depan. Kombinasi antara inkuiri dan teknologi menciptakan peluang besar untuk mewujudkan pembelajaran yang lebih relevan, interaktif, dan bermakna bagi siswa.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa

pendekatan berbasis inkuiri yang dikombinasikan dengan penggunaan alat peraga berbasis teknologi memberikan dampak positif yang signifikan dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep abstrak, seperti gerak parabola. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk secara aktif terlibat dalam proses pembelajaran melalui eksplorasi, eksperimen, dan analisis data. Dengan visualisasi real-time yang diberikan oleh alat peraga berbasis sensor, siswa tidak hanya memahami teori secara lebih mendalam, tetapi juga mampu menghubungkannya dengan fenomena nyata.

Pendekatan berbasis inkuiri membantu siswa mengembangkan keterampilan berpikir kritis, analitis, dan pemecahan masalah yang sangat penting di era modern. Proses kolaboratif dalam inkuiri juga mendorong siswa untuk berkomunikasi dan bekerja sama, sehingga mereka siap menghadapi tantangan di dunia nyata. Kelebihan lainnya adalah fleksibilitas pendekatan ini yang dapat diterapkan pada berbagai tingkat pendidikan dan topik pembelajaran, menjadikannya relevan untuk berbagai konteks pendidikan. Integrasi dengan teknologi, seperti perangkat lunak analisis data, semakin memperkuat efektivitas pendekatan ini, karena siswa dapat dengan mudah menganalisis hubungan antarvariabel dan mendapatkan wawasan yang lebih mendalam. Motivasi belajar siswa juga meningkat karena mereka merasa memiliki kendali atas pembelajaran mereka dan dapat melihat relevansi materi yang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari.

Oleh karena itu pendekatan berbasis inkuiri yang didukung teknologi merupakan inovasi pembelajaran yang mampu menjawab tantangan pembelajaran konvensional. Dengan pendekatan ini, siswa tidak hanya menjadi penerima informasi, tetapi juga menjadi penemu konsep, yang pada akhirnya menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif, bermakna, dan relevan. Hal ini menjadikan pendekatan ini sebagai solusi efektif untuk meningkatkan kualitas pendidikan, terutama dalam bidang fisika dan sains secara umum.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini. Terimakasih kasih

kepada Madrasah Aliyah Al-Musdariyah Cileunyi yang telah memberikan izin dan kerjasama dalam uji coba alat peraga berbasis sensor.

DAFTAR PUSTAKA

- Nurmasyitah, N., Virmalita, V., & Lubis, N. A. (2022). Kajian etnofisika konsep gerak parabola pada permainan tradisional Aceh "Geulengkue Teu Peu Poe". *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(2), 245. <https://doi.org/10.24127/jpf.v10i2.5217>
- Muhamad, F. N., Yulianto, D. T., & Fathurohman, M. A. A. (2023). Aquarium monitoring and automatic feeding system based on Internet of Things. *International Journal of Research and Applied Technology (INJURATECH)*, 3(1), 123–130. <https://doi.org/10.34010/injuratech.v3i1.10012>
- Tuhusula, T. S., Pattana, B., Randai, E., Wateriri, D. R., & Walukow, A. F. (2023). Eksperimen menggunakan virtual lab berbasis PhET simulation dalam pembelajaran fisika pada materi gerak parabola. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 33.
- Fathurohman, M. A. A., Sumitra, I. D., & Daud, A. R. (2023). Integration of wireless sensor network and IoT for enhanced broiler closed-house monitoring: A case study at broiler teaching farm. In *Proceedings of the 2023 9th International Conference on Signal Processing and Intelligent Systems (ICSPIS)* (pp. 1–8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICSPIS59665.2023.10402746>
- Fataya, F. A., et al. (2024). Pengembangan media MoonOptiX sebagai inovasi pembelajaran IPA terintegrasi materi fase bulan untuk meningkatkan pemahaman siswa. *Jurnal Pendidikan IPA*, 6(3), 118.
- Fathurohman, M. A. A., & Rizky, M. A. R. A. (2026). Literasi dan inspirasi teknologi Internet of Things (IoT)

- dan wireless sensor network (WSN) untuk siswa SMA kelas 12 di SMAN 1 Lebak Wangi. *Sinergi Teknologi dan Masyarakat*, 1(2), 117–128. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Pamulang.
- Nurhalizah, U. N., et al. (2024). Pengembangan dan uji coba alat praktikum gerak parabola berbasis sensor menggunakan modul praktikum inkuiri. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*, 14(1), 5.
- Fathurohman, M. A. A., & Rizky, M. A. R. A. (2025). Sistem monitoring berbasis IoT untuk pemantauan ketinggian gelombang laut, kecepatan dan arah angin sebagai peringatan dini bencana. *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer dan Sains*, 4(8), 520–531.
- Azmi, M. N., Mansur, H., & Utama, A. H. (2024). Potensi pemanfaatan virtual reality sebagai media pembelajaran di era digital. *Jurnal Dimensi Pendidikan dan Pembelajaran*, 12(1), 211–226.
- Melati, E., Fayola, A. D., Hita, I. P. A. D., Saputra, A. M. A., Zamzami, Z., & Ninasari, A. (2023). Pemanfaatan animasi sebagai media pembelajaran berbasis teknologi untuk meningkatkan motivasi belajar. *Journal on Education*, 6(1), 732–741.
- Asmara, A., Judijanto, L., Hita, I. P. A. D., & Saddhono, K. (2023). Media pembelajaran berbasis teknologi: Apakah memiliki pengaruh terhadap peningkatan kreativitas pada anak usia dini? *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 7(6), 7253–7261.
- Permana, B. S., Hazizah, L. A., & Herlambang, Y. T. (2024). Teknologi pendidikan: Efektivitas penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi di era digitalisasi. *Khatulistiwa: Jurnal Pendidikan dan Sosial Humaniora*, 4(1), 19–28.
- Tersiana, A. (2018). *Metode penelitian*. Anak Hebat Indonesia.
- Marhadini, S. A. K., Akhlis, I., & Sumpono, I. (2017). Pengembangan media pembelajaran berbasis Android pada materi gerak parabola untuk siswa SMA. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 6(3), 38–43.
- Lila, K. (2017). Pengembangan tes diagnostik fisika materi gerak parabola untuk siswa kelas XI di Kota Pontianak. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 6(9).
- Wiyono, K., Laili, R. N., & Syuhendri, S. (2021). Pengembangan multimedia interaktif pada materi gerak parabola berbasis permainan tradisional untuk mata pelajaran fisika di sekolah menengah atas. *Seminar Nasional Pendidikan IPA*, 1(1), 125–138.
- Ariesta, R. (2011). Pengembangan perangkat perkuliahan kegiatan laboratorium fisika dasar II berbasis inkuiri terbimbing untuk meningkatkan kerja ilmiah mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 7(1).
- Retnosari, G., Maharta, N., & Ertikanto, C. (2015). Pengembangan LKS berbasis inkuiri terbimbing pada materi suhu dan perubahannya. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 3(3), 97–108.
- Kalamben, S., Rumahorbo, B. T., & Siallagan, J. (2018). Pengembangan modul IPA terpadu berbasis inkuiri terbimbing untuk meningkatkan keterampilan proses sains, minat, dan hasil belajar siswa pada materi fotosintesis di kelas VIII SMP Negeri 9 Jayapura. *Jurnal Ilmu Pendidikan Indonesia*, 6(3), 62–70.
- Kristin, D., Nyeneng, I., & Ertikanto, C. (2015). Pengembangan modul pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing pada materi elastisitas dan hukum Hooke. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 3(1), 105–115.