



Pengembangan Bahan Ajar Gerak Projektil Berbasis Multirepresentasi Berbantuan Tracker

Naila Nur Rohmah[✉], Teguh Darsono

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Gedung D7 Lt. 2, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Januari 2023
Disetujui Februari 2023
Dipublikasikan April 2023

Keywords: Teaching materials, projectile motion, multirepresentation, Tracker

Abstrak

Bahan ajar fisika yang ada hanya fokus pada penyajian materi secara verbal dan matematis. Materi gerak projektil memiliki keterbatasan representasi dalam penyajiannya. Kemampuan multirepresentasi mahasiswa juga rendah. Bahan ajar multirepresentasi belum banyak tersedia untuk materi gerak projektil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik, kelayakan, dan kepraktisan bahan ajar gerak projektil berbasis multirepresentasi berbantuan Tracker yang dikembangkan. Pengembangan bahan ajar menggunakan model Rowntree yang dipadukan dengan evaluasi formatif Tessmer. Responden berjumlah 32 mahasiswa semester 3 Jurusan Fisika yang telah menempuh mata kuliah Fisika Dasar 1 dan dipilih melalui teknik simple random sampling. Bahan ajar yang dihasilkan memiliki karakteristik berupa bahan ajar cetak yang menyajikan materi gerak projektil dalam bentuk multirepresentasi, meliputi konten representasi verbal (100%), gambar (54%), matematis (39%) dan grafik (28%). Materi bahan ajar dilengkapi data hasil pengamatan Tracker yang berbentuk multirepresentasi. Hasil penilaian dua dosen validator menyatakan kelayakan bahan ajar masuk kriteria sangat layak dengan perolehan skor sebesar 85,69% dan hasil respon mahasiswa untuk kepraktisan bahan ajar memperoleh skor sebesar 85,05% dengan kriteria sangat baik.

Abstract

The existing physics teaching materials only focus on presenting the material verbally and mathematically. Projectile motion material has limited representation in its presentation. Students' multi-representation ability is also low. Multi-representation teaching materials are not widely available for projectile motion material. This study aims to determine the characteristics, feasibility, and practicality of the Tracker-assisted multi-representation projectile motion teaching materials that were developed. The development of teaching materials uses the Rowntree model combined with Tessmer's formative evaluation. Respondents were 32 semester 3 students of the Department of Physics who had taken the Basic Physics 1 course and were selected through simple random sampling technique. The resulting teaching materials have the characteristics of printed teaching materials that present projectile motion material in the form of multiple representations, including verbal representation content (100%), images (54%), mathematical (39%) and graphics (28%). The teaching materials are equipped with data from Tracker's observations in the form of multi-representations. The results of the assessment of two validator lecturers stated that the feasibility of teaching materials was very feasible with a score of 85.69% and the results of student responses to the practicality of teaching materials obtained a score of 85.05% with very good criteria.

PENDAHULUAN

Bahan intruksional menjadi salah satu fokus komponen dasar pembelajaran yang dapat dikembangkan (Nurhayati, Serevina, & Bakri, 2016). Salah satu bentuk bahan intruksional adalah bahan ajar. Namun, sebagian besar bahan ajar saat ini menyajikan konsep fisika secara verbal dan matematis (Mahardika, 2013). Penyajian gambar, diagram dan grafik memiliki porsi yang terbatas. Akibatnya, peserta didik cenderung menghafal konsep sehingga memiliki ketidakmampuan untuk menggunakan ragam representasi dalam memahami konsep fisika.

Fisika memiliki banyak konsep abstrak yang melibatkan simbol dan proses matematika (Danday & Monterola, 2019). Penggunaan gambar dan diagram dalam pengajaran fisika akan sangat membantu peserta didik untuk memahami konsep yang abstrak tersebut (Poluakan, 2019). Representasi visual sangat diperlukan untuk memahami fisika.

Fisika menjadi salah satu mata pelajaran yang dalam penguasaannya membutuhkan kemampuan untuk merepresentasikan konsep yang berbeda-beda (Mardatila, Novia & Sinaga, 2019). Menggunakan representasi yang berbeda-beda untuk menyampaikan suatu konsep disebut multirepresentasi (Sitompul, 2019).

Multirepresentasi memiliki banyak kelebihan, salah satunya yaitu dapat mengembangkan pemikiran peserta didik mengenai suatu konsep menggunakan bahasa sendiri sehingga mudah dipahami baik secara verbal, gambar, diagram dan matematis (Sudirman, Taufiq & Kistiono, 2018). Multirepresentasi sangat sesuai diterapkan pada pembelajaran fisika yang menuntut peserta didiknya untuk menguasai berbagai representasi berbeda baik grafik, konsep, matematis, maupun percobaan (Finnajah,

Kurniawan, & Fatmaryanti, 2016). Bahan ajar fisika berbasis multirepresentasi menjadi salah satu kebutuhan peserta didik agar dapat memahami fisika lebih dalam (Anwar, Mahardika & Supeno, 2017).

Materi gerak proyektil dapat disajikan dalam bermacam bentuk representasi namun masih memiliki keterbatasan penyajian. Bahan ajar yang ada terfokus pada representasi verbal dan matematis. Penyajian representasi gambar dan grafik memiliki porsi terbatas. Hasil analisis survei awal menyatakan bahwa hanya 31,18% mahasiswa yang telah menggunakan bahan ajar dengan penyajian representasi gambar dan 13,63% mahasiswa yang telah menggunakan bahan ajar dengan penyajian representasi grafik pada materi gerak proyektil. Adanya keterbatasan bentuk penyajian menjadikan pemahaman mahasiswa terhadap materi gerak proyektil tidak utuh sehingga mahasiswa mengalami kesukaran dalam mengilustrasikan suatu permasalahan gerak proyektil.

Hasil dari survei awal terkait ketersediaan bahan ajar gerak proyektil berbasis multirepresentasi dan kemampuan multirepresentasi mahasiswa yang telah dilakukan kepada mahasiswa semester 3 jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang yang telah menempuh mata kuliah Fisika Dasar 1 menunjukkan bahwa 68,18% mahasiswa menyatakan bahan ajar gerak proyektil berbasis multirepresentasi belum tersedia dalam perkuliahan. Bahan ajar yang telah tersedia berupa e-book, buku paket dan Power Point dari dosen.

Hasil dari survei awal terkait kemampuan multirepresentasi menunjukkan bahwa kemampuan multirepresentasi mahasiswa terhadap materi gerak proyektil masih rendah. Terdapat 31,25% mahasiswa memiliki kemampuan representasi verbal sangat tidak baik, 53,13% memiliki

kemampuan representasi matematis sangat tidak baik, 28,13% memiliki kemampuan representasi gambar tidak baik dan 34,38% memiliki kemampuan representasi grafik tidak baik. Mahasiswa akan cenderung mengalami kesulitan dalam menafsirkan konsep karena memiliki kemampuan multirepresentasi yang rendah.

Tracker merupakan sebuah perangkat lunak (software) komputer yang berfungsi untuk menganalisis video dan pemodelan, yang dikembangkan oleh OSP (Open Source Physics) berbasis Java yang tak berbayar (Brown & Cox, 2009) Tracker memiliki kemampuan untuk menyajikan informasi hasil pengamatan dalam bentuk data tabel, grafik dan ilustrasi praktikum. Penggunaan Tracker sebagai komponen pendukung penyajian materi sangat sesuai untuk bahan ajar multirepresentasi. Pemanfaatan Tracker dalam pengembangan bahan ajar pernah dilakukan oleh Rachmawati (2020). Namun demikian, pemanfaatan Tracker hanya sebagai media pendukung sehingga informasi yang diperoleh dari Tracker tidak disajikan dalam bahan ajar. Akibatnya, bahan ajar tersebut tidak berbasis multirepresentasi.

Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan karakteristik bahan ajar gerak proyektil berbasis multirepresentasi berbantuan Tracker dan mendeskripsikan kelayakan bahan ajar gerak proyektil berbasis multirepresentasi berbantuan Tracker.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)*, yaitu metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan dan menguji keefektifan produk tertentu (Sugiyono, 2017). Penelitian ini menggunakan model Rowntree yang dipadukan dengan evaluasi formatif Tessmer. Prosedur penelitian meliputi identifikasi masalah, tahap perencanaan, tahap pengembangan dan tahap

evaluasi. Namun tahap evaluasi hanya dilakukan hingga evaluasi kelompok kecil.

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode kuesioner. Instrumen penelitian yang digunakan berupa angket analisis kebutuhan untuk mengetahui ketersediaan bahan ajar multirepresentasi dan mengetahui tingkat kemampuan multirepresentasi mahasiswa, angket kelayakan bahan ajar untuk mengetahui kelayakan bahan ajar, dan angket respon untuk mengetahui reueiew mahasiswa terhadap bahan ajar serta kepraktisan bahan ajar. Instrumen yang digunakan telah melalui uji validasi.

Analisis tingkat kemampuan multirepresentasi dalam Khaerudin (2016, p.193) dihitung menggunakan Persamaan:

$$B_i (\%) = \frac{\Sigma X_b}{\Sigma X_{max}} \times 100\% \quad (1)$$

dengan ΣX_b adalah jumlah skor jawaban benar, ΣX_{max} adalah jumlah skor jawaban maksimal dan $B_i(\%)$ adalah indeks persentase skor mahasiswa ke i . Kriteria kemampuan multirepresentasi mahasiswa ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Kemampuan Multirepresentasi Mahasiswa

Interval	Kriteria
$75,01\% < B_i \leq 100,00\%$	Sangat Baik
$50,01\% < B_i \leq 75,00\%$	Baik
$25,01\% < B_i \leq 50,00\%$	Tidak Baik
$00,01\% < B_i \leq 25,00\%$	Sangat Tidak Baik

Analisis karakteristik konten bahan ajar yang berupa sintaks multirepresentasi dilakukan dengan cara menghitung jumlah halaman untuk masing-masing representasi. Kurnia, Zulherman, & Fathurohman (2014) menyatakan bahwa indeks persentase masing-masing representasi dalam bahan ajar dapat dihitung dengan Persamaan:

$$KR(\%) = \frac{\sum HR}{H Max} \times 100\% \quad (2)$$

dengan $\sum HR$ adalah jumlah halaman untuk setiap representasi pada bahan ajar, $H Max$ adalah jumlah halaman bahan ajar keseluruhan dan $KR (\%)$ adalah indeks persentase konten setiap representasi pada bahan ajar.

Analisis kelayakan bahan ajar ditentukan dengan menghitung indeks persentase dari skor yang telah diperoleh. Sudijono (2010) menyebutkan bahwa untuk menganalisis kelayakan bahan ajar digunakan Persamaan:

$$P = \frac{f}{n} \times 100\% \quad (3)$$

dengan f adalah jumlah skor validasi, n adalah jumlah skor maksimum dan P adalah proporsi atau indeks persentase. Kriteria kelayakan bahan ajar disusun berdasarkan analisis skala *Likert* (Joshi, Kale, Chandel & Pal, 2015) dengan menggunakan interval yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Kelayakan Bahan Ajar

Interval	Kriteria
$75,01\% < P \leq 100,00\%$	Sangat Layak
$50,01\% < P \leq 75,00\%$	Layak
$25,01\% < P \leq 50,00\%$	Tidak Layak
$00,01\% < P \leq 25,00\%$	Sangat Tidak Layak

Analisis kepraktisan bahan ajar ditentukan dengan menghitung indeks persentase dari perolehan skor responden. Wicaksono (2014) menyatakan bahwa untuk menganalisis respon mahasiswa digunakan persamaan:

$$NRS (\%) = \frac{\sum NRS}{NRS Max} \times 100\% \quad (4)$$

dengan $\sum NRS$ adalah skor nilai responden, $NRS Max$ adalah skor nilai responden maksimum dan NRS adalah indeks persentase nilai responden. Kriteria tingkat respon mahasiswa disusun berdasarkan analisis skala *Likert* (Joshi *et al.*, 2015) dengan menggunakan interval yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Respon Mahasiswa

Interval	Kriteria
$75,01\% < NRS \leq 100,00\%$	Sangat Baik
$50,01\% < NRS \leq 75,00\%$	Baik
$25,01\% < NRS \leq 50,00\%$	Tidak Baik
$00,01\% < NRS \leq 25,00\%$	Sangat Tidak Baik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Masalah

Hasil analisis kebutuhan awal terkait ketersediaan bahan ajar multirepresentasi menunjukkan bahwa bahan ajar gerak proyektil berbasis multirepresentasi belum banyak tersedia. Dari 22 responden, terdapat 68,18% mahasiswa menyatakan bahwa bahan ajar gerak proyektil berbasis multirepresentasi belum tersedia dalam perkuliahan. Bahan ajar yang telah tersedia berupa *power point*, buku paket konvensional yang menyajikan materi dalam representasi verbal, matematis dan gambar. Namun, representasi gambar dan grafik masih memiliki porsi yang terbatas. Hanya 31,18% mahasiswa yang telah menggunakan bahan ajar dengan banyak representasi gambar dan 13,63% mahasiswa yang telah menggunakan bahan ajar dengan representasi grafik. Hasil analisis angket kebutuhan awal juga menyatakan bahwa 90,90% mahasiswa menyukai bahan ajar yang dilengkapi dengan bermacam representasi seperti gambar, matematis dan grafik karena bahan ajar tersebut dinilai akan lebih mudah dipahami dan menarik untuk dipelajari.

Hasil analisis terkait kemampuan multirepresentasi menunjukkan bahwa kemampuan multirepresentasi mahasiswa masih rendah, dari 32 responden terdapat 31,25% mahasiswa memiliki kemampuan representasi verbal dengan kriteria sangat tidak baik. Terdapat 53,13% mahasiswa memiliki kemampuan representasi matematis dengan kriteria sangat tidak baik. Terdapat 28,13% mahasiswa memiliki kemampuan representasi gambar dengan kriteria tidak baik dan 34,38% mahasiswa memiliki kemampuan representasi grafik dengan kriteria tidak baik. Rendahnya kemampuan multirepresentasi mahasiswa disebabkan oleh tidak utuhnya pemahaman mahasiswa terhadap materi gerak proyektil. Berdasarkan keseluruhan hasil analisis kebutuhan awal, disimpulkan bahwa mahasiswa membutuhkan bahan ajar gerak proyektil yang berbasis multirepresentasi.

Tahap Perencanaan

Pada tahap perencanaan terdiri atas dua bagian yaitu penentuan tujuan umum dan khusus serta penentuan media dan peralatan. Tujuan umum penyusunan bahan ajar ini adalah menyajikan materi gerak proyektil dalam bentuk multirepresentasi. Tujuan khusus penyusunan bahan ajar yaitu mahasiswa diharapkan memahami materi gerak proyektil secara utuh melalui penyajian materi dalam bentuk multirepresentasi.

Penentuan media dan peralatan berkaitan dengan pemilihan media pendukung bahan ajar. Media yang dipilih sebagai pendukung bahan ajar adalah *Tracker*. Pemilihan media pendukung ini mempengaruhi karakteristik dari bahan ajar yang dikembangkan. Berdasarkan hasil tahap perencanaan, bahan ajar yang akan dikembangkan memiliki karakteristik pokok berbasis multirepresentasi dan karakteristik tambahan yaitu berbantuan *Tracker*.

Tahap Pengembangan

Pada tahap pengembangan dihasilkan bahan ajar gerak proyektil berbasis multirepresentasi berbantuan *Tracker* yang memiliki karakteristik fisik dan karakteristik konten. Karakteristik fisik bahan ajar berupa bahan ajar cetak, memiliki 87 halaman dan berukuran 21 cm x 29,7 cm. Karakteristik

konten terdiri atas sintaks multirepresentasi dan bagian pokok bahan ajar.

Karakteristik konten yang pertama adalah bahan ajar memiliki sintaks multirepresentasi yang terdiri atas konten representasi verbal dengan jumlah 87 halaman (100%), representasi gambar yang berjumlah 47 halaman (54%), representasi matematis yang berjumlah 34 halaman (39%) dan representasi grafik yang berjumlah 24 halaman (21%). Materi dalam bahan telah dilengkapi oleh data hasil pengamatan *Tracker* berupa data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif meliputi tabel data dan grafik, sedangkan data kualitatif berupa ilustrasi gambar praktikum.

Karakteristik konten yang kedua adalah bahan ajar memiliki bagian pokok meliputi bagian pendahuluan, bagian isi dan bagian penutup. Bagian pendahuluan bahan ajar meliputi sampul utama, prakata, daftar isi dan petunjuk penggunaan bahan ajar. Sampul utama memuat nama pengarang, logo universitas, judul, gambar utama, gambar pendukung, nama jurusan, nama universitas dan tahun pembuatan. Judul bahan ajar ditulis dengan ukuran huruf yang lebih besar untuk memberikan penekanan dan penegasan materi utama yang dibahas pada bahan ajar (Arsyad, 2014). Gambar utama dicantumkan sebagai ilustrasi yang mewakili isi bahan ajar. Gambar pendukung dicantumkan sebagai perwakilan representasi-representasi yang disajikan dalam bahan ajar.

Bagian isi bahan ajar memuat uraian materi yang dilengkapi dengan contoh soal dan latihan soal. Materi yang disajikan dalam bahan ajar terdiri atas dua macam yaitu materi utama dan materi pendukung. Materi utama berupa gerak proyektil yang disajikan dalam bentuk multirepresentasi, meliputi representasi verbal, gambar, matematis dan grafik. Tujuan pencantuman representasi verbal adalah untuk memudahkan mahasiswa dalam memahami konsep (Murtono, Setiawan, & Rusdiana, 2014), representasi gambar dicantumkan sebagai pendukung penjelasan verbal dan pemvisualisasi konsep yang bersifat abstrak (Sundaygara, Pratiwi & Hudha, 2019, p. 92), persamaan matematis dicantumkan untuk membantu memecahkan masalah kuantitatif (Farahhadi & Wardono, 2019, p. 607) dan representasi grafik dicantumkan untuk

menjelaskan hubungan antar variabel fisis (Murtono *et al.*, 2014).

Materi pendukung dalam bahan ajar terdiri atas pengenalan aplikasi *Tracker* dan gerak satu dimensi. Materi pendukung bertujuan untuk membantu mahasiswa memahami materi secara sistematis karena kedua materi tersebut berhubungan dengan materi utama. Contoh soal dicantumkan pada setiap sub-bab materi dan latihan soal dicantumkan pada akhir bab. Pada setiap bab terdapat satu soal khusus yang terdapat dalam kotak berwarna biru tua dengan ikon lampu di bagian atas kiri kotak yang bertuliskan "Ayo Berpikir!". Soal tersebut bertujuan untuk mendorong mahasiswa berpikir aktif dan melatih kemampuan multirepresentasi mahasiswa saat menggunakan bahan ajar.

Bagian penutup bahan ajar terdiri atas rangkuman, glosarium dan daftar pustaka. Pencantuman rangkuman yang berisi poin-poin penting materi bertujuan untuk memudahkan mahasiswa memahami materi bahan ajar. Pencantuman glosarium bertujuan untuk mempermudah mahasiswa memahami istilah khusus dalam bahan ajar. Pencantuman daftar pustaka bertujuan untuk memudahkan mahasiswa mencari informasi lebih lanjut terkait materi yang dibahas dalam bahan ajar.

Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi terdiri atas evaluasi diri sendiri atau *self evaluation*, evaluasi oleh ahli atau *expert evaluation*, evaluasi perorangan atau *one to one evaluation*, dan evaluasi kelompok kecil atau *small group evaluation* (Tessmer, 1994).

Evaluasi Diri Sendiri (*Self Evaluation*)

Pada tahap evaluasi diri sendiri (*self evaluation*) dihasilkan bahan ajar multirepresentasi yang dinyatakan layak oleh dosen pembimbing sebelum divalidasi oleh dosen validator.

Evaluasi Ahli (*Expert Evaluation*)

Tahap evaluasi ahli (*expert evaluation*) bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan bahan ajar dan dilakukan oleh 2 dosen

validator. Penilaian kelayakan bahan ajar terdiri atas 5 aspek yaitu kelayakan isi, kelayakan penyajian, penilaian bahasa, kelayakan grafis dan fungsi multirepresentasi. Hasil evaluasi ahli untuk uji kelayakan bahan ajar ditunjukkan pada Tabel 4. Keseluruhan aspek penilaian masuk dalam kriteria sangat layak menunjukkan bahwa bahan ajar multirepresentasi telah memenuhi kriteria kelayakan oleh BNSP (Kusjriansah & Yulianto, 2019, p. 7) sehingga bahan ajar layak digunakan dalam pembelajaran. Namun perlu dilakukan revisi sesuai saran validator.

Tabel 4. Hasil Analisis Uji Kelayakan Bahan Ajar

Aspek Penilaian	P (%)	Kriteria
Kelayakan Isi	89,06	Sangat Layak
Kelayakan Penyajian	84,72	Sangat Layak
Penilaian Bahasa	81,76	Sangat Layak
Kelayakan Grafis	89,58	Sangat Layak
Fungsi Multirepresentasi	83,33	Sangat Layak
Rata-rata	85,69	Sangat Layak

Hasil penilaian pada aspek kelayakan isi masuk dalam kriteria sangat layak dengan perolehan skor rata-rata sebesar 89,06%. Penilaian aspek kelayakan isi pada bahan ajar gerak proyektil berbasis multirepresentasi berbantuan *Tracker* meliputi 4 indikator seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Penilaian Aspek Kelayakan Isi

Aspek Penilaian	P (%)	Kriteria
Kesesuaian Materi	87,50	Sangat Layak
Keakuratan Materi	87,50	Sangat Layak
Kemutakhiran Materi	93,75	Sangat Layak
Karakteristik Data <i>Tracker</i>	87,50	Sangat Layak
Rata-rata	89,06	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 5, indikator kemutakhiran materi memperoleh skor tertinggi yaitu sebesar 93,75%. Indikator kemutakhiran materi berkaitan dengan kesesuaian perkembangan ilmu dan aplikasi kekinian serta sifat kontekstual. Pemanfaatan *Tracker* sebagai pendukung materi merupakan salah satu bentuk penggunaan teknologi, sehingga bahan ajar yang dikembangkan bersifat kekinian. Materi gerak proyektil yang dibahas juga relevan dan mudah ditemui pada kehidupan sehari-hari sehingga bahan ajar bersifat kontekstual.

Hasil penilaian pada aspek kelayakan penyajian masuk dalam kriteria sangat layak dengan perolehan skor rata-rata sebesar 84,72%. Penilaian aspek kelayakan penyajian bahan ajar meliputi 3 indikator sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 6. Indikator kelengkapan penyajian dan pendukung penyajian memperoleh skor tertinggi yaitu masing-masing 87,50%.

Tabel 6. Hasil Analisis Penilaian Aspek Kelayakan Penyajian

Aspek Penilaian	P (%)	Kriteria
Teknik Penyajian dalam Pembelajaran	79,15	Sangat Layak
Kelengkapan Penyajian	87,50	Sangat Layak
Pendukung Penyajian	87,50	Sangat Layak
Rata-rata	84,72	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 6, indikator kelengkapan penyajian memperoleh skor tertinggi yaitu sebesar 87,50%. Indikator kelengkapan penyajian berkaitan dengan bagian-bagian bahan ajar. Bahan ajar yang dikembangkan memiliki bagian lengkap yang terdiri atas bagian pendahuluan, bagian isi dan bagian penutup.

Indikator pendukung penyajian juga mendapat skor tertinggi sebesar 87,50%. Indikator pendukung penyajian berkaitan dengan penyajian ilustrasi, contoh soal, latihan soal, rangkuman, glosarium serta ketepatan penamaan dan penomoran pada ilustrasi yang disajikan. Penyajian ilustrasi bahan ajar sudah

memiliki ketepatan penamaan serta penulisan keterangan ilustrasi. Pencantuman contoh soal pada setiap sub-bab materi selalu disertai dengan penyelesaiannya. Pencantuman rangkuman dan glosarium jelas sehingga bahan ajar lebih mudah untuk dipahami.

Hasil penilaian pada aspek bahasa masuk dalam kriteria sangat layak dengan perolehan skor rata-rata sebesar 81,76%. Penilaian aspek bahasa pada bahan ajar gerak proyektil berbasis multirepresentasi berbantuan *Tracker* meliputi 5 indikator sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Analisis Penilaian Aspek Bahasa

Indikator	P (%)	Kriteria
Kesesuaian dengan Tingkat Perkembangan	75,00	Sangat Layak
Lugas dan Komunikatif	83,33	Sangat Layak
Kesesuaian Kaidah Bahasa Indonesia	75,00	Sangat Layak
Penggunaan Istilah, Simbol dan Lambang	93,75	Sangat Layak
Rata-rata	81,76	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 7, Indikator penggunaan istilah, simbol dan lambang memperoleh skor tertinggi yaitu sebesar 93,75%. Penggunaan istilah, simbol dan lambang dalam bahan ajar memiliki kekonsistenan yang baik. Penulisan simbol dalam uraian materi pada setiap bab memiliki kejelasan sehingga tidak menimbulkan kerancuan makna terhadap besaran yang dimaksud dalam materi bahan ajar.

Hasil penilaian pada aspek kelayakan grafis masuk dalam kriteria sangat layak dengan perolehan skor rata-rata sebesar 89,58%. Penilaian aspek kelayakan grafis bahan ajar gerak proyektil berbasis multirepresentasi berbantuan *Tracker* meliputi 5 indikator sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 8. Indikator fisik sampul buku dan tipografi tulisan isi buku memperoleh skor lebih tinggi diantara indikator lainnya, secara berurutan yaitu sebesar 91,65% dan 93,75%.

Tabel 8. Hasil Analisis Penilaian Aspek Kelayakan Grafis

Indikator	P (%)	Kriteria
Fisik Sampul Buku	91,65	Sangat Layak
Tata Letak Tulisan Isi Buku	87,50	Sangat Layak
Tipografi Tulisan Isi Buku	93,75	Sangat Layak
Ilustrasi Isi Buku	87,50	Sangat Layak
Kepraktisan Buku	87,50	Sangat Layak
Rata-rata	89,58	Sangat Layak

Indikator fisik sampul buku berkaitan dengan penilaian desain fisik dan sampul bahan ajar. Bahan ajar memiliki ukuran sesuai standar ISO yaitu A4 (21,0 cm x 29,7 cm). Desain sampul sudah mencerminkan materi dalam bahan ajar. Pencantuman gambar pendukung mencerminkan karakteristik bahan ajar yang berbasis multirepresentasi. Penulisan ukuran dan jenis huruf pada judul memiliki kekonsistenan, yaitu terdiri atas jenis huruf *Elephant* dan *Clarendon Blk BT*. Kombinasi kedua jenis huruf tersebut menjadikan penulisan judul tidak berlebihan.

Indikator tipografi tulisan isi buku berkaitan dengan penulisan isi bahan ajar. Penulisan isi bahan ajar memiliki kekonsistenan jenis dan ukuran huruf. Penulisan judul sub bab menggunakan ukuran 13 dan isi materi menggunakan ukuran 12. Spasi antar paragraf dan tulisan dalam paragraf konsisten dengan ukuran 1,5. Penulisan judul pada setiap bab dan sub-bab memiliki kekonsistenan penggunaan variasi tulisan berjenis *bold* dengan jenis huruf *Times New Romans*.

Hasil penilaian pada aspek fungsi multirepresentasi masuk dalam kriteria sangat layak dengan perolehan skor rata-rata sebesar 83,33%. Penilaian aspek fungsi multirepresentasi bahan ajar gerak proyektil berbasis multirepresentasi berbantuan *Tracker* meliputi 5 indikator sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Analisis Penilaian Aspek Fungsi Multirepresentasi

Indikator	P (%)	Kriteria
Fungsi Umum	87,50	Sangat Layak
Fungsi Khusus	79,15	Sangat Layak
Rata-rata	83,33	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 9, indikator fungsi umum memperoleh skor tertinggi diantara indikator lain yaitu sebesar 87,50%. Indikator fungsi umum multirepresentasi berupa menyajikan materi dalam berbagai bentuk representasi. Multirepresentasi yang disajikan meliputi representasi verbal, gambar, matematis dan grafik menjadi unsur dominan dan ciri khas bahan ajar. Multirepresentasi memberikan penjelasan yang rinci sehingga informasi yang disampaikan jelas. Penjelasan materi dalam bentuk multirepresentasi meminimalisir kesalahan penafsiran dan membantu mahasiswa untuk lebih memahami materi lebih dalam (Murtono, Setiawan, Zainul & Rusdiana, 2014).

Evaluasi Peorangan (*One to one Evaluation*)

Evaluasi perorangan (*one to one evaluation*) bertujuan untuk mengetahui *review* dan pendapat mahasiswa terhadap bahan ajar yang dikembangkan. Responden pada evaluasi ini adalah 4 mahasiswa semester 3 jurusan fisika yang telah menempuh mata kuliah Fisika Dasar 1. *Review* bahan ajar dalam evaluasi ini meliputi 5 aspek yaitu kelayakan isi, kelayakan penyajian, penilaian bahasa, kelayakan grafis dan daya tarik bahan ajar. Hasil evaluasi perorangan menunjukkan bahwa keseluruhan aspek dalam bahan ajar sudah masuk dalam kategori baik, sehingga bahan ajar dapat diujikan kepraktisannya pada tahap selanjutnya, yaitu evaluasi kelompok kecil.

Evaluasi Kelompok Kecil (*Small Group Evaluation*)

Evaluasi kelompok kecil (*small group evaluation*) bertujuan untuk mengetahui tingkat kepraktisan bahan ajar. Responden pada evaluasi ini adalah 20 mahasiswa semester 3 jurusan fisika yang telah menempuh

mata kuliah Fisika Dasar 1. Penilaian kepraktisan bahan ajar pada angket respon meliputi 4 aspek sebagaimana yang disajikan pada Tabel 10. Semua aspek penilaian masuk dalam kriteria sangat baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa bahan ajar praktis digunakan dalam pembelajaran.

Tabel 4.10 Hasil Analisis Uji Kepraktisan Bahan Ajar

Aspek Penilaian	Skor (%)	Kriteria
Kemudahan penggunaan	85,00	Sangat Baik
Daya tarik	85,00	Sangat Baik
Manfaat	86,75	Sangat Baik
Fungsi Multirepresentasi	83,44	Sangat Baik
Rata-rata	85,05	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 10, hasil penilaian aspek kemudahan penggunaan masuk dalam kriteria sangat baik dengan perolehan skor rata-rata sebesar 85,00%. Aspek penilaian kemudahan penggunaan terdiri atas 5 indikator sebagaimana yang disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Analisis Penilaian Aspek Kemudahan Penggunaan

Indikator	Skor (%)	Kriteria
Bahan ajar mudah digunakan oleh mahasiswa.	87,50	Sangat Baik
Bahan ajar dapat digunakan kapan saja sesuai kebutuhan mahasiswa.	86,25	Sangat Baik
Isi bahan ajar secara keseluruhan mudah dipahami.	86,25	Sangat Baik
Bahasa yang digunakan dalam bahan ajar mudah dipahami.	82,50	Sangat Baik
Uraian materi dalam bahan ajar disajikan	82,50	Sangat Baik

dengan jelas.

Rata-rata	85,00	Sangat Baik
-----------	-------	-------------

Berdasarkan Tabel 11, indikator kemudahan memperoleh skor tertinggi yaitu sebesar 87,50%. Bahan ajar multirepresentasi yang telah dikembangkan dapat digunakan oleh siapapun, tidak hanya dipakai oleh mahasiswa jurusan fisika, namun juga mahasiswa jurusan lain yang mempelajari mata kuliah Fisika Dasar 1. Hal tersebut menunjukkan bahan ajar memiliki kemudahan penggunaan yang sangat baik.

Hasil penilaian pada aspek daya tarik masuk dalam kriteria sangat baik dengan perolehan skor rata-rata sebesar 85,00%. Aspek penilaian daya tarik terdiri atas 6 indikator sebagaimana yang disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Analisis Penilaian Aspek Daya Tarik

Indikator	Skor (%)	Kriteria
Bahan ajar menerapkan teknologi melalui penggunaan <i>Tracker</i> .	90,00	Sangat Baik
Materi bahan ajar berbentuk multirepresentasi.	82,50	Sangat Baik
Materi bahan ajar memuat data hasil praktikum.	86,25	Sangat Baik
Desain sampul bahan ajar menarik.	83,75	Sangat Baik
Jenis dan ukuran huruf bahan ajar dapat dibaca jelas.	88,75	Sangat Baik
Desain keseluruhan isi bahan ajar menimbulkan minat belajar.	78,75	Sangat Baik
Rata-rata	85,00	Sangat Baik

Indikator penerapan teknologi memperoleh skor tertinggi yaitu sebesar 90,00%. Pemanfaatan *Tracker* sebagai bentuk penerapan teknologi dalam pembelajaran dan penyajian data *Tracker* yang berbasis multirepresentasi menjadi daya tarik utama bahan ajar. Bahan ajar lebih bersifat kekinian dan menarik.

Hasil penilaian pada aspek manfaat masuk dalam kriteria sangat baik dengan perolehan skor rata-rata sebesar 86,75%. Aspek penilaian manfaat terdiri atas 5 indikator sebagaimana yang disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Analisis Penilaian Aspek Manfaat

Indikator	Skor (%)	Kriteria
Bahan ajar membantu mahasiswa memahami materi.	83,75	Sangat Baik
Bahan ajar memfasilitasi mahasiswa untuk melatih kemampuan multirepresentasi yang dimiliki.	86,25	Sangat Baik
Bahan ajar menambah wawasan bagi mahasiswa.	92,50	Sangat Baik
Bahan ajar menunjang mahasiswa dalam belajar materi gerak proyektil.	83,75	Sangat Baik
Bahan ajar membantu mahasiswa dalam belajar mandiri.	87,50	Sangat Baik
Rata-rata	86,75	Sangat Baik

Indikator menambah wawasan mendapat skor tertinggi yaitu sebesar 92,50%. Materi yang disajikan secara rinci, detail dan luas memberikan pengetahuan lebih dalam, pemanfaatan *Tracker* memberikan pengetahuan baru bagi mahasiswa terkait penerapan teknologi dalam pembelajaran fisika.

Hasil penilaian pada aspek fungsi multirepresentasi masuk dalam kriteria sangat baik dengan perolehan skor rata-rata sebesar 83,44%. Aspek penilaian fungsi multirepresentasi terdiri atas 4 indikator sebagaimana yang disajikan pada Tabel 14. Indikator penyajian materi dalam bentuk multirepresentasi mendapatkan skor tertinggi yaitu sebesar 86,25%. Penyajian materi dalam bentuk multirepresentasi yang meliputi representasi verbal, gambar, matematis dan grafik menjadi unsur dominan dari karakteristik

bahan ajar. Multirepresentasi memberikan informasi yang lengkap sehingga meminimalisir kesalahan penafsiran dan menjadikan materi lebih mudah dipahami oleh mahasiswa.

Tabel 14. Hasil Analisis Penilaian Aspek Fungsi Multirepresentasi

Indikator	Skor (%)	Kriteria
Multirepresentasi memberikan wawasan melalui penyajian berbagai bentuk representasi materi.	86,25	Sangat Baik
Multirepresentasi memberikan penyajian informasi materi yang lengkap dalam bahan ajar.	82,50	Sangat Baik
Multirepresentasi menelaah materi secara rinci, mempermudah pemecahan masalah dan memperjelas materi.	82,50	Sangat Baik
Multirepresentasi memudahkan pemahaman materi, melatih mahasiswa untuk berpikir aktif dan komprehensif.	82,50	Sangat Baik
Rata-rata	83,44	Sangat Baik

SIMPULAN

Bahan ajar gerak proyektil berbasis multirepresentasi berbantuan *Tracker* memiliki karakteristik fisik berupa bahan ajar cetak, memiliki 87 halaman dan berukuran 21 cm x 29,7 cm. Karakteristik konten bahan ajar yaitu memiliki sintaks multirepresentasi yang memuat 100% representasi verbal, 54% representasi gambar, 39% representasi matematis, 21% representasi grafik dan memiliki bagian pokok. Bagian pokok bahan ajar terdiri atas 3 bagian yaitu bagian pendahuluan, isi dan penutup. Multirepresentasi yang disajikan dalam bahan

ajar telah dilengkapi oleh data hasil pengamatan Tracker. Hasil penilaian dosen validator menyatakan bahwa bahan ajar gerak proyektil berbasis multirepresentasi berbantuan Tracker masuk kriteria sangat layak dengan perolehan skor sebesar 85,69%. Respon mahasiswa untuk penilaian kepraktisan bahan ajar memperoleh skor sebesar 85,05% dengan kriteria sangat baik. Bahan ajar dinyatakan sangat layak dan praktis digunakan dalam pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, D. F. T., Mahardika, I. K., & Supeno. (2017). Characteristics of Physics Module About Mechanisc –Based on Multi Representation to Improve Students of Senior High School Reasoning Ability. *Pancaran Pendidikan*,6(3),11-20. Diunduh dari <http://www.pancaranpendidikan.or.id>
- Arsyad, A. (2014). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers
- Brown, D. & Cox, A. J. (2009). Innovative Uses of Video Analysis. *The Physics Teacher*,47, 145-150. Doi: <https://doi.org/10.1119/1.3081296>
- Danday, B. A., & Monterola, S., L.,C. (2019). Effects of Microteaching Multiple-Representation Physics Lesson Study on Pre-service Teachers' Critical Thinking. *Journal of Baltic Science Education*, 18(5), 692-707. Doi: <https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.692>
- Farahhadi, S. D. & Wardono. (2019). Representasi Matematika dalam Pemecahan Masalah. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika* 2, 2, 606-610. Diunduh dari <https://journal.unnes.ac.id/index.php/sma/>
- Finnajah, M., Kurniawan, E. S., & Fatmariyanti, S. D. (2016). Pengembangan Modul Fisika SMA Berbasis Multi Representasi guna Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas XI IIS 2 SMA Negeri 1 Prembun Tahun Ajaran 2015/2016. *Jurnal Radiasi*, 8(1), 1-27. Diunduh dari <http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/radiasi/article/view/226>
- Joshi, A., Kale, S., Chandel, S. & Pal, D. K. (2015). Likert Scale: Explored and Explained. *British Journal of Applied Science & Technology*, 7(4), pp. 396-403. Diunduh dari http://www.journalrepository.org/media/journals/BJAST_5/2015/Feb/Joshi742014BJAST14975_1.pdf
- Khaerudin. (2016). Teknik Penskoran Tes Obyektif Model Pilihan Ganda. *Jurnal Ilmiah Madaniyah*, 6(2), 183-220. Diunduh dari <https://journal.stitpemalang.ac.id/index.php/madaniyah/article/view/27>
- Kurnia, F., Zulherman, & Fathurohman, A. (2014). Analisis Bahan Ajar Fisika SMA Kelas XI di Kecamatan Indralaya Utara Berdasarkan Kategori Literasi Sains. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 1(1), 43-47. Diunduh dari: <https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jipf/article/download/1263/419>
- Kusjuriansah & Yulianto, A. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis I-SETS Terkomplementasi Karakter Pada Materi Hukum Gravitasi Newton. *Unnes Physics Education Journal*, 8(2), 1-15. Diunduh dari <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej>
- Mahardika, I. (2013). Characteristic of

- Mechanics Teaching Materials for Increasing Students of Physics Teacher Candidates Representation Ability on Verbal, Mathematical, Picture, and Graphic. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 18(2), 214-220. Doi: 10.18269/jpmipa.v18i2.53
- Mardatila, A., Novia, H., & Sinaga, P. (2019). Penerapan Pembelajaran Fisika Menggunakan Multi Representasi untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif dan Pemecahan Masalah Siswa SMA pada Pokok Bahasan Gerak Parabola. *Omega: Jurnal Fisika dan Pendidikan Fisika*, 5(2), 33-39. Doi: 10.31758/OmegaJPhysPhysEduc.v5i2.33
- Murtono, Setiawan, A., & Rusdiana, D. (2014). Fungsi Representasi dalam Mengakses Penguasaan Konsep Fisika Mahasiswa. *JRKPF UAD*. 1(2), 80-84. Diunduh dari <http://journal.uad.ac.id/index.php/JRKPF/article/pdf>
- Murtono, Setiawan, A., Zainul, A., & Rusdiana, D. (2014). Analisis Kesukaran Mahasiswa dalam Menyelesaikan Permasalahan Fisika Berdasarkan Representasi. *Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika (SNFPF)* 5, 5(1), 92-98. Diunduh dari <https://media.neliti.com/media/publications/173046-ID-analisis-esukaran-mahasiswa-dalam-menye.pdf>
- Nurhayati, W., Serevina, V., & Bakri, F. (2016). Pengembangan Buku Fisika Multirepresentasi Pada Materi Gelombang dengan Pendekatan Berbasis Pemecahan Masalah. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2016*, V, 89-94. Doi: doi.org/10.21009/0305010219. Diunduh dari <http://snf-unj.ac.id/kumpulan-prosiding/snf2016/>
- Poluakan, C. (2019). The Importance of Diagrams Representation in Physics Learning. *Journal of Physics: Conference Series* 1317. Doi: 10.1088/1742-6596/1317/1/012175. Diunduh dari <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1317/1/012175>
- Rachmawati, N. (2020). Pemanfaatan Video Tracker dalam Pengembangan E-Modul Berbasis POE (Predict-Observe-Explain) pada Materi Gerak Parabola Kelas X SMA/MA. Skripsi: IAIN Batusangkar. Diunduh dari <http://repo.iainbatusangkat.ac.id>
- Sitompul, S. S. (2019). Pengembangan Bahan Ajar dalam Konsep IPA/Fisika dengan Pendekatan Multirepresentasi di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Kecamatan Kembayan Kabupaten Sanggau. *Seminar Nasional Pendidik MIPA dan Teknologi (SNPMT II)*, 165-174. Diunduh dari <http://journal.ikipgriptk/ac.id/index.php/snpmt2/article/view/1365/1045>
- Sudijono, A. (2010). *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: Rajawali Pers
- Sudirman, Taufiq, & Kistiono. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Pada Mata Kuliah Listrik Magnet Berbasis Multirepresentasi di Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Sriwijaya. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 5(1), 103-105. Diunduh dari ejournal.unsri.ac.id/index.php/JIPF
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian dan Pengembangan Research and Development*. Bandung: ALFABETA
- Sundaygara, C., Pratiwi, H. Y., & Hudha, M. N. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Media Pembelajaran Fisika dengan Pendekatan Multi Representasi untuk Mengembangkan Kemampuan Pembuatan Alat-alat Praktikum Fisika. *Momentum: Physics Education Journal*, 2(2), 86-93. Doi:

<https://doi.org/10.21067/mpej.v2i2.2709>

Tessmer, M. (1994). Formative Evaluation

Alternative. Performance Improvement Quarterly, 7(1), 3-18. Diunduh dari https://scholar.google.co.id/scholar?cluster=17253103451461576134&hl=id&as_sdt=0,5

Wicaksono. (2014). Pengembangan

Perangkat Pembelajaran Matematika Berbahasa Inggris Berdasarkan Teori

Kecerdasan Majemuk (Multiple Intellegences) pada Materi Balok dan Kubus untuk Kelas VIII SMP. Jurnal Elektronik Pembelajaran Matematika, 2(5), 540-547. Diunduh dari <https://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/s2math/article/view/4378>