

## Tren Penggunaan Software Tracker dalam Fisika: Systematic-Review

Maulida Khoirun Nisa<sup>1</sup>, Wawan Kurniawan, dan Harto Nuroso

Program Studi Pendidikan Fisika Universitas PGRI Semarang, Jl. Lontar No. 1 Semarang

<sup>1</sup>E-mail: [maulidiakhoirunisa1@gmail.com](mailto:maulidiakhoirunisa1@gmail.com)

**Abstrak.** Penggunaan teknologi dalam pendidikan fisika terus berkembang, salah satunya adalah Software Tracker, perangkat lunak yang memungkinkan analisis gerak berbasis video dengan akurasi tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tren pemanfaatan Tracker Software dalam bidang fisika sebelum dan sesudah pandemi COVID-19, serta menganalisis distribusi topik penelitian yang menggunakan teknologi ini. Sebanyak 25 artikel dipilih melalui pencarian di database Scopus menggunakan kata kunci "Tracker Software" dan "Using Tracker", kemudian dianalisis untuk mengelompokkan fokus penelitian berdasarkan topik utama. Hasil analisis menunjukkan bahwa mayoritas penelitian menggunakan Tracker dalam pendidikan fisika (34.6%) dan fisika mekanika (26.9%), mendukung pembelajaran dan eksperimen untuk menganalisis gerak dan dinamika. Selain itu, aplikasi Tracker juga ditemukan pada fisika fluida (15.4%), fisika osilasi (11.5%), fisika optik dan magnetisme (7.7%), serta bidang biofisika dan astrofisika masing-masing sebesar 3.8%. Perbandingan sebelum dan sesudah pandemi menunjukkan peningkatan signifikan dalam jumlah penelitian, dari 43.5% sebelum pandemi (2016–2019) menjadi 56.5% setelah pandemi (2020–2023). Lonjakan ini mencerminkan respons terhadap kebutuhan pembelajaran jarak jauh selama pandemi, di mana Tracker menjadi solusi efektif untuk menggantikan praktikum laboratorium. Kesimpulannya, Tracker Software telah membuktikan fleksibilitasnya dalam mendukung berbagai penelitian dan pembelajaran fisika. Namun, terdapat peluang untuk memperluas penggunaannya pada bidang-bidang yang masih kurang tereksplorasi, seperti biofisika dan astrofisika, guna memaksimalkan potensi teknologi ini dalam pendidikan dan penelitian fisika.

*Kata kunci: Tracker, physics, sistematis-review*

**Abstract.** The use of technology in physics education continues to grow, one of which is Tracker Software, software that enables video-based motion analysis with high accuracy. This study aims to identify trends in the use of Tracker Software in physics before and after the COVID-19 pandemic, and analyze the distribution of research topics using this technology. A total of 25 articles were selected through a search in the Scopus database using the keywords "Tracker Software" and "Using Tracker", then analyzed to group the focus of research based on the main topic. The analysis results show that the majority of research uses Tracker in physics education (34.6%) and physics mechanics (26.9%), supporting learning and experiments to analyze motion and dynamics. In addition, Tracker applications were also found in fluid physics (15.4%), oscillatory physics (11.5%), optical physics and magnetism (7.7%), and the fields of biophysics and astrophysics at 3.8% each. A comparison before and after the pandemic shows a significant increase in the number of studies, from 43.5% before the pandemic (2016-2019) to 56.5% after the pandemic (2020-2023). This surge reflects a response to the need for distance learning during the pandemic, where Tracker

became an effective solution to replace lab work. In conclusion, Tracker Software has proven its versatility in supporting a wide range of physics research and learning. However, there are opportunities to expand its use to less explored areas, such as biophysics and astrophysics, to maximize the potential of this technology in physics education and research.

*Keywords: Tracker, physics, sistematis-review*

## 1. Pendahuluan

D Penggunaan teknologi dalam pendidikan fisika terus berkembang seiring dengan kebutuhan akan metode pembelajaran yang lebih interaktif dan efisien. Salah satu teknologi yang telah banyak digunakan adalah Tracker Software, perangkat lunak berbasis video yang memungkinkan analisis gerak dengan akurasi tinggi. Tracker telah menjadi alat penting dalam pendidikan fisika, membantu siswa dan peneliti memahami konsep gerak dan dinamika secara visual dan kuantitatif. Fleksibilitas perangkat lunak ini telah membuka peluang untuk mengintegrasikannya ke dalam berbagai eksperimen fisika, baik di lingkungan pendidikan maupun penelitian [1], [2].

Tracker pertama kali diperkenalkan sebagai solusi murah untuk menggantikan alat laboratorium yang mahal, seperti spektrometer dan perangkat pengukur kecepatan. Dengan bantuan kamera sederhana dan komputer, Tracker memungkinkan penggunanya merekam gerak, menganalisis lintasan, dan menghitung parameter fisika seperti kecepatan, percepatan, dan energi kinetik. Hal ini menjadikan Tracker sebagai alat yang sangat populer, terutama di sekolah dan universitas dengan sumber daya terbatas [3]. Selain itu, perangkat ini juga mendukung metode pembelajaran berbasis proyek dan inquiry, yang berfokus pada pengembangan keterampilan analitis siswa [4].

Pada periode sebelum pandemi COVID-19, pemanfaatan Tracker Software sebagian besar difokuskan pada eksperimen fisika tradisional dan pengembangan instrumen pembelajaran berbasis laboratorium. Penelitian seperti "Kinematics Investigations of Cylinders Rolling Down a Ramp Using Tracker" memanfaatkan teknologi ini untuk menganalisis gerak benda pada bidang miring, memberikan siswa pengalaman langsung dalam memahami dinamika gerak [5]. Studi lain menunjukkan bagaimana Tracker digunakan bersama smartphone untuk mempelajari gerak harmonik sederhana, menegaskan efisiensi alat ini dalam eksperimen osilasi [2].

Namun, pandemi COVID-19 pada tahun 2020 mengubah secara drastis cara pembelajaran fisika dilakukan. Penutupan sekolah dan laboratorium memaksa pendidik mencari alternatif untuk mendukung pembelajaran jarak jauh. Dalam konteks ini, Tracker Software muncul sebagai solusi yang sangat relevan. Penelitian seperti "Practicum Implementation for Kinematics Using Tracker" menunjukkan bahwa Tracker memungkinkan siswa melakukan eksperimen fisika di rumah dengan alat sederhana, seperti bola dan penggaris, tanpa mengorbankan kualitas pembelajaran [6]. Peningkatan signifikan dalam jumlah penelitian yang menggunakan Tracker selama pandemi menegaskan pentingnya perangkat lunak ini dalam mendukung keberlanjutan pendidikan fisika [7].

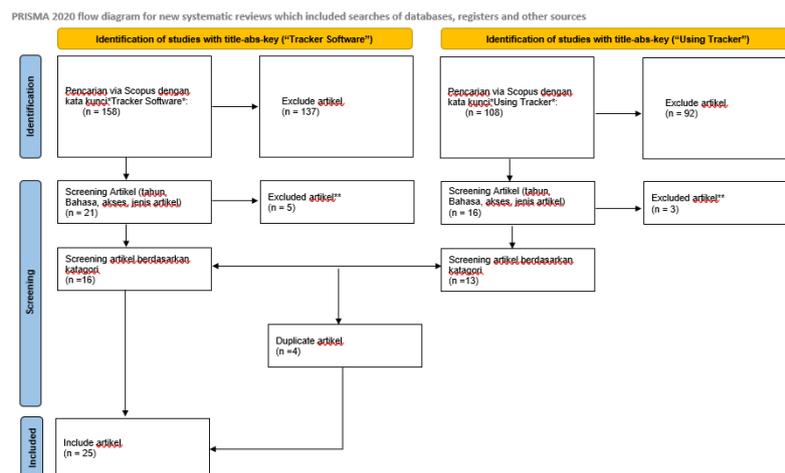
Selain dalam konteks pembelajaran, Tracker Software juga digunakan dalam penelitian lanjutan. Misalnya, perangkat ini telah digunakan untuk menganalisis viskositas fluida menggunakan metode bola jatuh, mengukur spektrum cahaya dengan pendekatan berbasis video, dan bahkan mengevaluasi motilitas sperma mencit di bawah pengaruh medan listrik. Penelitian-penelitian ini

menunjukkan bahwa Tracker bukan hanya alat bantu untuk pembelajaran, tetapi juga platform yang fleksibel untuk mendukung eksperimen dalam berbagai bidang fisika [8], [9].

Dengan fleksibilitasnya, Tracker Software telah membuktikan kemampuannya sebagai alat yang mendukung baik pembelajaran maupun penelitian fisika. Namun, meskipun penggunaannya terus meningkat, terdapat ruang untuk pengembangan lebih lanjut, khususnya dalam bidang-bidang seperti biofisika dan astrofisika yang masih kurang tereksplorasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji tren pemanfaatan Tracker Software dalam fisika sebelum dan sesudah pandemi COVID-19, serta menganalisis distribusinya berdasarkan topik penelitian. Studi ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang komprehensif tentang potensi Tracker dalam mendukung inovasi pendidikan dan penelitian fisika.

## 2. Metode

Pengumpulan data sistematis menggunakan instruksi prosedur PRISMA (PRISMA, 2024) yang diilustrasikan pada gambar 1. Prosedur ini mencakup prosedur pencarian ilmiah yang dipilih, kriteria inklusi dan pengecualian yang digunakan, persyaratan kelayakan, dan pengkodean literatur Sintesis.



**Gambar 1.** Prosedur pencarian dan Pemilihan

### 2.1 Pencarian Literatur

Pencarian literatur difokuskan pada judul, abstrak, atau kata kunci yang mengandung istilah "Tracker Software" atau variasinya, yang direpresentasikan dengan "tracker\*". Pencarian dilakukan menggunakan database Scopus dengan query lanjutan: " TITLE-ABS-KEY (tracker software\*" OR using tracker\*)" ". Hasilnya, sebanyak 158 dokumen dengan kata kunci "Tracker Software" dan sebanyak 108 dokumen dengan kata kunci "Using Tracker" berhasil ditemukan untuk dianalisis lebih lanjut.

### 2.2 Kriteria Termasuk dan Tidak Termasuk

Untuk menganalisis pola sebelum dan setelah pandemi, dipilih rentang waktu 4 tahun sebelum tahun 2020 dan 4 tahun setelahnya, sehingga total rentang analisis adalah 8 tahun. Pemilihan ini

didasarkan pada fakta bahwa hanya 4 tahun penuh yang telah berlalu sejak tahun 2020, sehingga untuk keseimbangan, periode yang sama sebelum pandemi juga digunakan. Kriteria seleksi mencakup semua jenis artikel dan conference paper kecuali Notes, Reviews, Letters, Errata, Short Surveys dan Editorials. Untuk mempermudah proses sintesis pada tahap berikutnya, hanya artikel dengan akses terbuka yang disertakan, sementara artikel dengan akses terbatas dikecualikan. Untuk memastikan ketersediaan informasi secara penuh dan tanpa hambatan dalam proses kajian literatur. Uraian ini ditunjukkan pada tabel 1.

**Tabel 1.** Kriteria termasuk dan tidak termasuk yang dipilih.

Kriteria	Penyertaan	Pengecualian
Bahasa	Bahasa Inggris	Non-Inggris
Jenis Artikel	Artikel dan Conference paper	Notes, Reviews, Letters, Errata, Short Surveys dan Editorials
Selang waktu	2015-2023	<2015 atau >2023
Akses Terbuka	All	Green, Hybrid gold, bronze

Kombinasi identifikasi pencarian dan kriteria ini dapat diekspresikan dengan ‘TITLE ABS-KEY (“Tracker Software” OR “Using Tracker”)) AND PUBYEAR > 2014 AND PUBYEAR < 2024 AND (LIMIT TO (DOCTYPE, "ar")) AND (LIMIT-TO (OA, "all"))’. Kami memperoleh 29 dokumen dengan kriteria di atas. Hasil akhir didapatkan 25 dokumen dikarenakan ada 4 dokumen yang sama dalam pencarian.

### 2.3 Eligibility Criteria

Proses seleksi dilakukan dengan memeriksa relevansi konten artikel terhadap bidang fisika, khususnya yang sesuai dengan subkategori: Pendidikan Fisika, Fisika Mekanika, Fisika Fluida, Fisika Osilasi, Fisika Optik dan Magnetisme, Biofisika, serta Astrofisika dan Teknologi Sensor. Namun, tetap ada kemungkinan bias dalam proses pencarian dan seleksi.

Dari 29 dokumen yang diperoleh terkait dengan penggunaan software Tracker, terdapat 4 dokumen yang tidak memenuhi kriteria kelayakan. Hal ini disebabkan oleh keterkaitan dokumen tersebut dengan topik di luar fokus fisika. Dengan demikian, pada tahap akhir diperoleh 25 artikel yang digunakan sebagai sumber utama untuk kajian literatur ini. Artikel-artikel terpilih ini kemudian dianalisis lebih lanjut untuk menjawab pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan.

### 2.4 Data Coding

Analisis terhadap 25 dokumen dilakukan untuk mengeksplorasi pemanfaatan software Tracker dalam bidang fisika, yang dikelompokkan ke dalam kategori Pendidikan Fisika, Fisika Mekanika, Fisika Fluida, Fisika Osilasi, Fisika Optik dan Magnetisme, Biofisika, serta Astrofisika dan Teknologi Sensor. Penelitian ini juga dikelompokkan berdasarkan periode sebelum pandemi (2016–2019) dan sesudah pandemi (2020–2023).

Dalam kategori Fisika Mekanika, Tracker digunakan untuk menganalisis gerak, termasuk kinematika, tumbukan, dan rolling, yang membantu siswa memahami konsep melalui visualisasi berbasis video. Eksperimen Pendidikan memanfaatkan Tracker dalam pembelajaran fisika berbasis proyek, lembar kerja inkuiri, dan praktikum daring, yang memberikan pengalaman interaktif dan mendukung pengembangan keterampilan analitis siswa.

Pada kategori Fisika Fluida, Tracker digunakan untuk menganalisis dinamika fluida dan viskositas, membantu meningkatkan akurasi pengukuran dalam eksperimen. Dalam Fisika Osilasi, perangkat ini dimanfaatkan untuk studi gerak harmonik sederhana hingga osilasi terkopel, dengan dukungan teknologi seperti smartphone.

Kategori lain, seperti Fisika Optik dan Magnetisme, menyoroti penggunaan Tracker dalam eksperimen spektroskopi cahaya dan pengajaran listrik serta magnetisme melalui video berbasis analisis. Biofisika dan Astrofisika serta Teknologi Sensor menunjukkan aplikasi lintas disiplin, dengan fokus pada efek medan listrik pada sistem biologis dan pengembangan model sensor untuk pelacakan bintang.

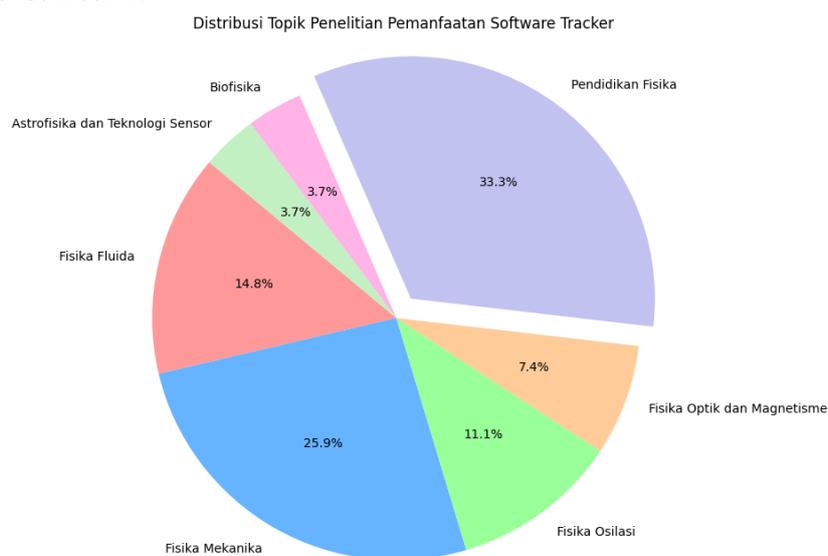
### 2.5 Finding

Sintesis dilakukan untuk melihat fokus utama pemanfaatan software tracker dalam penelitian fisika dari tahun (2015-2023): artikel dikelompokkan berdasarkan topik penelitian yang berkaitan dengan fisika. Selain itu, sintesis ini dilakukan juga untuk mengidentifikasi tren pemanfaatan *Tracker* dalam penelitian fisika sebelum dan setelah pandemi COVID-19. Artikel-artikel yang dianalisis dikelompokkan ke dalam dua periode utama: 4 tahun sebelum pandemi (2016-2019) dan 4 tahun setelah pandemi (2020-2023)

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Hasil

Penelitian ini dilakukan dengan mengkaji penerapan software Tracker dalam fisika, baik dalam konteks pembelajaran maupun penelitian. Artikel yang relevan dikumpulkan melalui pencarian pada database Scopus dengan menggunakan kata kunci 'Tracker Software' dan 'Using Tracker.' Setelah melalui proses penyaringan berdasarkan kriteria inklusi, sebanyak 25 artikel dipilih untuk dianalisis lebih lanjut. Sintesis dilakukan untuk mengidentifikasi focus utama pemanfaatan software tracker dalam bidang fisika. Hasil analisis dari pengelompokan artikel berdasarkan topik penelitian bisa dilihat pada Gambar 2.



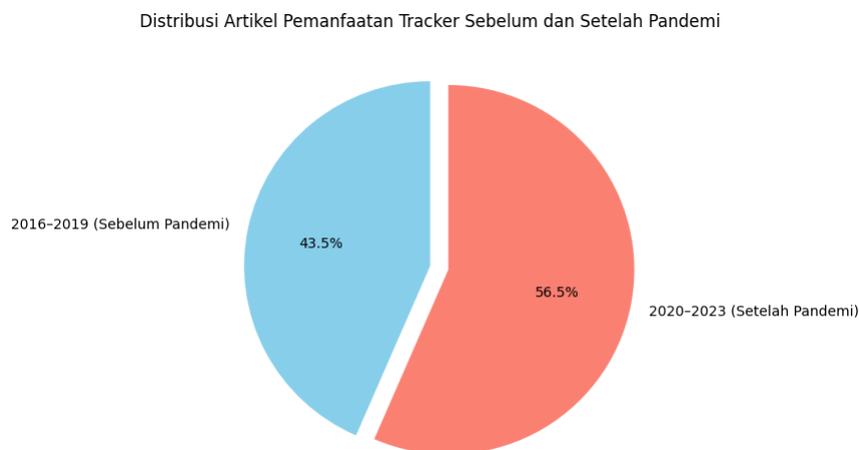
**Gambar 2.** Distribusi Topik Penelitian Pemanfaatan Software Tracker dalam fisika.

Diagram lingkaran tersebut menggambarkan distribusi topik penelitian pemanfaatan software Tracker dalam berbagai bidang fisika. Sebagian besar penelitian, sebesar 34.6%, difokuskan pada Pendidikan Fisika, yang menunjukkan bahwa Tracker sering dimanfaatkan sebagai alat bantu untuk pembelajaran fisika di lingkungan pendidikan. Kemudian, penelitian pada Fisika Mekanika mencakup 26.9% dari total judul, menegaskan peran Tracker dalam menganalisis gerak dan dinamika dalam fisika.

Penggunaan Tracker untuk penelitian di bidang Fisika Fluida menyumbang 15.4%, mencerminkan relevansi perangkat lunak ini dalam mempelajari fenomena fluida. Sementara itu, penelitian terkait Fisika Osilasi memiliki porsi sebesar 11.5%, menunjukkan aplikasi Tracker dalam studi gerak periodik. Fisika Optik dan Magnetisme memiliki kontribusi yang lebih kecil, yaitu 7.7%, menunjukkan penggunaan yang terbatas dalam bidang ini. Terakhir, topik seperti Biofisika serta Astrofisika dan Teknologi Sensor masing-masing hanya menyumbang 3.8%, menunjukkan bahwa penelitian di kedua bidang ini masih jarang dilakukan menggunakan Tracker.

Secara keseluruhan, diagram ini menunjukkan bahwa software Tracker memiliki aplikasi yang luas dalam berbagai bidang fisika, dengan fokus utama pada pendidikan dan mekanika, mendukung proses pembelajaran serta eksperimen untuk menganalisis gerak dan dinamika.

Selain pengelompokan distribusi artikel berdasarkan topik penelitian dalam bidang fisika, kami juga mengidentifikasi tren pemanfaatan *Tracker* dalam penelitian fisika sebelum dan setelah pandemi COVID-19. Perubahan pola pemanfaatan tracker dalam penelitian fisika sebelum dan setelah pandemi COVID-19, dapat dilihat pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** Distribusi artikel pemanfaatan Tracker sebelum dan setelah pandemi

Diagram lingkaran tersebut menunjukkan distribusi artikel yang menganalisis pemanfaatan Tracker dalam penelitian fisika berdasarkan periode waktu sebelum dan setelah pandemi COVID-19. Pada periode 2016–2019 (sebelum pandemi), jumlah artikel yang membahas penggunaan Tracker mencapai 43.5% dari total 23 artikel. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun Tracker sudah mulai dimanfaatkan, adopsinya masih relatif terbatas pada masa tersebut. Sebaliknya, pada periode 2020–2023 (setelah pandemi), jumlah artikel meningkat secara signifikan hingga mencapai 56.5% dari total artikel. Peningkatan ini mencerminkan lonjakan pemanfaatan Tracker, yang kemungkinan besar dipicu oleh kebutuhan akan teknologi pendukung pembelajaran jarak jauh selama pandemi. Secara keseluruhan, distribusi ini menunjukkan tren peningkatan penggunaan teknologi Tracker

dalam pembelajaran fisika, terutama setelah pandemi, yang menegaskan peran penting teknologi dalam mendukung aktivitas pendidikan dan penelitian di masa krisis.

### 3.2. Pembahasan

#### 3.2.1 Tren Topik Penelitian pemanfaatan software tracker dalam fisika

Berdasarkan hasil pengelompokan dokumen, fokus utama penelitian yang memanfaatkan software tracker dalam fisika yaitu pada topik penelitian pendidikan (34.6%) dan mekanika (26.9%), hal ini mendukung proses pembelajaran serta eksperimen untuk menganalisis gerak dan dinamika. Berikut pembahasannya:

##### 1. Fisika Fluida

Fisika fluida menjadi salah satu topik penting dalam penelitian menggunakan Tracker Software, dengan fokus pada analisis dinamika fluida, viskositas, dan aplikasi biologis. Misalnya, penelitian "Suitability of Torricelli's Theorem Formulation in Cases of Leaking Reservoirs with Video Analysis Tracker" menggunakan video analisis untuk mengevaluasi kesesuaian teori Torricelli pada kasus aliran fluida dari reservoir bocor. Studi ini menunjukkan bahwa Tracker Software membantu meningkatkan akurasi pengukuran fluida yang bergerak [10].

Selain itu, penelitian tentang viskositas fluida, seperti "The determination of fluid viscosity using tracker-assisted falling ball viscosimeter", menunjukkan aplikasi praktis Tracker dalam menentukan viskositas menggunakan metode bola jatuh [8].

##### 2. Fisika Mekanika

Fisika mekanika memiliki fokus yang luas, mulai dari gerak parabola hingga fenomena tumbukan dan rolling. Penelitian seperti "Video Analysis of Basketball Throws for Parabolic Motion Learning Materials" memanfaatkan Tracker Software untuk membantu siswa memahami gerak parabola dengan pendekatan kontekstual [11].

Selain itu, penelitian seperti "An experiment to address conceptual difficulties in slipping and rolling problems" mempelajari transisi gerak meluncur menjadi gulir, menunjukkan efektivitas Tracker dalam mengatasi miskonsepsi pada konsep dasar mekanika [12].

##### 3. Fisika Osilasi

Topik fisika osilasi mencakup studi tentang gerak harmonik sederhana hingga osilasi terkopel. Penelitian seperti "Experimental Study of Coupled Oscillations on a Slinky Wilberforce Pendulum" memanfaatkan Tracker untuk menganalisis osilasi terkopel, memberikan visualisasi lebih baik terhadap dinamika sistem mekanik [13].

Studi lain, seperti "Study of oscillatory motion using smartphones and tracker software", memanfaatkan kombinasi perangkat lunak dan smartphone untuk mengeksplorasi gerak harmonik, menunjukkan sinergi teknologi dalam eksperimen fisika [14].

##### 4. Fisika Optik dan Magnetisme

Fisika optik dan magnetisme memiliki kontribusi penting dalam pembelajaran eksperimen fisika. Studi seperti "Measuring and teaching light spectrum using Tracker as a spectrometer" mengembangkan metode sederhana untuk mengukur spektrum cahaya, menggantikan alat spektrometer yang lebih mahal [15].

Penelitian seperti "Using analog instruments in Tracker video-based experiments to understand the phenomena of electricity and magnetism in physics education" berfokus pada pengajaran konsep listrik dan magnetisme menggunakan kombinasi alat analog dan analisis video berbasis Tracker [16].

##### 5. Pendidikan Fisika

Sebagian besar penelitian menggunakan Tracker Software dalam konteks pendidikan fisika. Penelitian seperti "The Development of Guided Inquiry Student Worksheet Using Tracker Video Analysis for Kinematics Motion Topics" menunjukkan efektivitas lembar kerja berbasis inquiry untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang kinematika [4].

Penelitian lain, seperti "Video tracker analysis: A strategy for measuring students' communication and collaboration skills", menunjukkan bagaimana Tracker dapat digunakan untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21, seperti komunikasi dan kolaborasi [7].

#### 6. Biofisika

Judul seperti "Determination of Motility and Charge Type of Mencit Sperm (Mus musculus) Through Study of Exposure Electrical Fields" termasuk dalam biofisika, dengan fokus pada efek medan listrik terhadap gerak dan muatan sperma mencit. Studi ini menunjukkan aplikasi fisika listrik dalam sistem biologis, mendemonstrasikan pendekatan lintas disiplin yang mendalam [9].

#### 7. Astrofisika dan Teknologi Sensor

Topik ini mencakup penelitian seperti "An effective procedure to operate tests of star tracker software routines using a sensor model", yang berfokus pada pengembangan model sensor untuk menguji perangkat lunak pelacak bintang. Penelitian ini menunjukkan aplikasi Tracker dalam astrofisika dan teknologi pelacakan berbasis sensor [17].

Dari pengelompokan ini, terlihat bahwa **Tracker Software** memiliki aplikasi luas dalam berbagai bidang fisika, mulai dari pendidikan hingga penelitian lanjutan. Dengan kemampuan analisis video yang fleksibel, Tracker telah membuktikan efisiensinya dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika serta memperluas cakupan eksperimen.

### 3.2.2 Pemanfaatan Tracker Sebelum dan Setelah Pandemi

Berdasarkan hasil pengelompokan dokumen, terdapat perbedaan signifikan dalam jumlah penelitian yang memanfaatkan Tracker Software sebelum dan sesudah pandemi COVID-19. Berikut pembahasannya:

#### 1. Sebelum Pandemi (2016–2019)

Sebelum pandemi, pemanfaatan Tracker Software lebih terfokus pada penggunaan dalam eksperimen fisika tradisional dan pengembangan bahan ajar untuk mendukung pembelajaran fisika di kelas. Beberapa penelitian kunci dalam periode ini meliputi:

- "Kinematics Investigations of Cylinders Rolling Down a Ramp Using Tracker", yang mengkaji kinematika gerak silinder pada bidang miring dengan analisis video untuk mendukung pemahaman siswa terhadap dinamika gerak [5].
- "Study of Oscillatory Motion Using Smartphones and Tracker Software", yang memanfaatkan kombinasi smartphone dan Tracker untuk mengajarkan konsep osilasi secara praktis [2].
- "Using Analog Instruments in Tracker Video-Based Experiments to Understand the Phenomena of Electricity and Magnetism in Physics Education", yang mengintegrasikan alat analog untuk menjelaskan fenomena listrik dan magnetisme melalui video berbasis Tracker [16]. Pada periode ini, fokus utama adalah pada eksperimen fisika yang dilakukan dalam pengaturan laboratorium tradisional dan pengembangan bahan ajar berbasis teknologi.

#### 2. Sesudah Pandemi (2020–2023)

Pandemi COVID-19 memicu peningkatan signifikan dalam penggunaan Tracker Software karena kebutuhan akan pembelajaran jarak jauh dan alternatif untuk praktikum yang tidak dapat dilakukan di laboratorium. Beberapa penelitian kunci pada periode ini meliputi:

- "Practicum Implementation for Kinematics Using Tracker: Solutions for Practicum Implementation During the COVID-19 Pandemic", yang mengusulkan solusi untuk

melaksanakan praktikum kinematika di rumah menggunakan alat sederhana dan analisis video Tracker [6].

- "Implementation of a Tracker-Assisted Modeling Activity in an Online Advanced Physics Experiment Course", yang memanfaatkan Tracker untuk mendukung eksperimen fisika lanjutan secara daring [18].
- "Video Tracker Analysis: A Strategy for Measuring Students' Communication and Collaboration Skills", yang mengaplikasikan Tracker untuk mengukur keterampilan abad ke-21, seperti kolaborasi dan komunikasi dalam pembelajaran daring [7].

Penelitian selama periode ini menunjukkan bahwa Tracker Software menjadi solusi efektif untuk pembelajaran jarak jauh, terutama karena fleksibilitasnya dalam menggantikan alat laboratorium yang mahal dengan metode berbasis video.

Dari hasil distribusi penelitian, sebelum pandemi terdapat 10 dokumen (43.5%) yang sebagian besar berfokus pada eksperimen tradisional dan pengembangan instrumen pembelajaran berbasis laboratorium fisika. Sementara itu, setelah pandemi jumlah dokumen meningkat menjadi 13 dokumen (56.5%), dengan penekanan pada solusi pembelajaran jarak jauh, integrasi teknologi, dan pengembangan keterampilan siswa di luar lingkungan laboratorium. Peningkatan ini mencerminkan respons terhadap kebutuhan pendidikan selama pandemi, di mana pembelajaran daring menjadi prioritas. Penelitian pasca-pandemi menunjukkan adaptasi teknologi yang signifikan untuk memastikan keberlanjutan pendidikan fisika dalam kondisi yang serba terbatas.

#### 4. Simpulan

Pemanfaatan software Tracker dalam penelitian fisika menunjukkan tren yang signifikan dengan fokus utama pada pendidikan fisika (34.6%) dan fisika mekanika (26.9%). Software ini terbukti menjadi alat yang efektif dalam mendukung pembelajaran, menganalisis gerak, dan meningkatkan pemahaman konsep fisika. Dalam bidang fisika fluida, Tracker digunakan untuk analisis dinamika fluida, viskositas, dan aplikasi biologis, seperti studi teori Torricelli dan viskositas fluida menggunakan metode bola jatuh. Di bidang fisika mekanika, perangkat ini membantu dalam studi gerak parabola, tumbukan, dan rolling, yang sangat berguna untuk mengatasi miskonsepsi fisika. Fisika osilasi memanfaatkan Tracker untuk studi gerak harmonik sederhana hingga osilasi terkopel, sedangkan pada fisika optik dan magnetisme, perangkat ini digunakan untuk mengukur spektrum cahaya serta mengajarkan fenomena listrik dan magnetisme dengan kombinasi alat analog. Pada bidang yang lebih spesifik, seperti biofisika, Tracker digunakan untuk mempelajari efek medan listrik pada sperma mencit, dan dalam astrofisika serta teknologi sensor, perangkat ini membantu mengembangkan model sensor untuk aplikasi pelacakan bintang. Pandemi COVID-19 memberikan dampak signifikan terhadap pemanfaatan Tracker. Sebelum pandemi (2016–2019), penggunaannya lebih difokuskan pada eksperimen tradisional di laboratorium dan pengembangan bahan ajar. Setelah pandemi (2020–2023), terjadi peningkatan penggunaan sebesar 56.5% dengan penekanan pada solusi pembelajaran jarak jauh, penggantian alat laboratorium yang mahal, dan pengembangan keterampilan siswa seperti kolaborasi dan komunikasi. Secara keseluruhan, software Tracker memiliki aplikasi yang luas dan fleksibel dalam berbagai bidang fisika, baik untuk mendukung pembelajaran maupun eksperimen fisika lanjutan, terutama dalam menghadapi tantangan pembelajaran selama pandemi.

**Daftar Pustaka**

- [1] Rodrigues M and Carvalho P S 2014 Teaching optical phenomena with Tracker Physics Education **49** (6) DOI: 10.1088/0031-9120/49/6/671
- [2] Amoroso A & Rinaudo M 2018 Study of oscillatory motion using smartphones and tracker software Study of oscillatory motion using smartphones and tracker software *J. Phys.: Conf. Ser.* **1076** 012013 DOI: 10.1088/1742-6596/1076/1/012013
- [3] Wee L K, Chew C, Goh G H, Tan S and Lee T L 2012 Using Tracker as a Pedagogical Tool for Understanding Projectile Motion *Physics Education* **47**(4) DOI: 10.1088/0031-9120/47/4/448
- [4] Muliwati D Septiningrum A D, Ambarwulan D, and Astra I M 2020 The Development of Guided Inquiry Student Worksheet using Tracker Video Analysis for Kinematics Motion Topics *J. Phys. Conf. Ser.* **1491** 012062 DOI: 10.1088/1742-6596/1491/1/012062
- [5] Prima E C, Winarno N, Mawaddah M, and Sriwulan W 2016 Kinematics Investigations of Cylinders Rolling Down a Ramp Using Tracker *AIP Conf. Proc.* 070010 p 1-6 DOI: 10.1063/1.4941183
- [6] Tiandho Y 2021 Practicum implementation for kinematics using tracker: solutions for practicum implementation during the COVID-19 pandemic *J. Phys. Conf. Ser.* **1816** 012104 DOI: 10.1088/1742-6596/1816/1/012104
- [7] Fianti, Listiagfiroh W and Susilo 2020 Video tracker analysis: a strategy for measuring students' communication and collaboration skills *J. Phys. Conf. Ser.* **1567** 022019 DOI: 10.1088/1742-6596/1567/2/022019
- [8] Akhlis I, Syaifurrozaq M, Sugiyanto, Marwoto P, Iswari R S 2020 The determination of fluid viscosity using tracker-assisted falling ball viscosimeter *J. Phys. Conf. Ser.* **1567** 042102 DOI: 10.1088/1742-6596/1567/4/042102
- [9] Trimayanti E, Khtimah S N, Wibobo I, and Viridi 2021 Determination of Motility and Charge Type of Mencil Sperm (*Mus musculus*) Through Study of Exposure to Electrical Fields *J. Phys. Conf. Ser.* **1949** 012021 DOI: 10.1088/1742-6596/1949/1/012021
- [10] Habibulloh M, Anggaryani M, Satriawan M, Saputra O, Zakaria A & Septiawan F 2023 A Suitability of Torricelli's Theorem Formulation in Cases of Leaking Reservoirs with Video Analysis Tracker *J. Phys. Conf. Ser.* **2623** 012021 DOI: 10.1088/1742-6596/2623/1/012021
- [11] Azhar T A N *et al* 2021 Video analysis of basketball throws for parabolic motion learning materials *J. Phys. Conf. Ser.* **1816** 012077 DOI: 10.1088/1742-6596/1816/1/012077
- [12] Suárez A, Baccino D, & Marti A C 2019 An experiment to address conceptual difficulties in slipping and rolling problems *arXiv:1904.12758*
- [13] Souza V D P *et al* 2022 Experimental study of coupled oscillations on a Slinky Wilberforce pendulum *Rev. Bras. Ensino Fis.* **44** DOI: 10.1590/1806-9126-RBEF-2022-0037
- [14] Amoroso M R A 2018 Study of oscillatory motion using smartphones and tracker software *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* **1076** 012013 DOI :10.1088/1742-6596/1076/1/012013
- [15] Rodrigues M, Marques M B and Carvalho P S 2015 Measuring and teaching light spectrum using Tracker as a spectrometer *Proc. of SPIE* DOI: 10.1117/12.2223120
- [16] Aguilar-Marín P and Chavez-Bacilio M 2018 Using analog instruments in Tracker video-based experiments to understand the phenomena of electricity and magnetism in physics education *European Journal of Physics* **39**(3) 1–18 DOI: 10.1088/1361-6404/aaa8f8
- [17] Rufino G and Accardo D 2017 An effective procedure to operate tests of star tracker software routines using a sensor model *Proc. SPIE* 10569 DOI: 10.1117/12.2307885
- [18] Pratidhina E, Rosana D, Kuwanto H 2021 Implementation of a Tracker-Assisted Modeling Activity in an Online Advanced Physics Experiment Course *Int. J. Phys. Educ.* **8**(2) p 222–229 DOI: 10.20448/journal.509.2021.82.222.229