PENGARUH PENGGUNAAN VIDEO *TRACKER* PADA PEMBELAJARAN FISIKA SMA BERBASIS STEM UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi dan Memenuhi Salah Satu Persyaratan untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan

Oleh:

Zaina Anwar

2022.01.02.009

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA

FAKULTAS KEGRUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAUMERE

2026







ABSTRAK

Zaina Anwar. Analisis Penggunaan Video Tracker pada Pembelajaran Fisika SMA Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) di MA Muhammadiyah Nangahure. Skripsi. Maumere: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Maumere, 2026.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa melalui penggunaan Video Tracker dalam pembelajaran fisika berbasis STEM pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) di MA Muhammadiyah Nangahure. Sampel penelitian adalah seluruh siswa kelas XI IPA MA Muhammadiyah Nangahure yang berjumlah 17 orang dengan teknik purposive sampling, yaitu pemilihan sampel berdasarkan pertimbangan bahwa kelas tersebut telah mempelajari materi GLBB dan sesuai dengan kebutuhan penelitian.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen semu *(quasi experiment)* menggunakan desain *One Group Pretest–Posttest Design*. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui tes keterampilan berpikir kritis berupa pretest dan posttest, lembar observasi, serta angket respon siswa. Analisis data dilakukan menggunakan statistik deskriptif, uji normalitas, perhitungan N-Gain, dan *uji paired sample t-test.*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah mengikuti pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan nilai rata-rata posttest dibandingkan pretest, nilai N-Gain pada kategori sedang, serta hasil *uji paired sample t-test* yang menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest. Dengan demikian, penggunaan Video Tracker dalam pembelajaran fisika berbasis STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi GLBB di MA Muhammadiyah Nangahure.

Kata kunci: Video Tracker, STEM, keterampilan berpikir kritis, fisika, GLBB.

ABSTRACT

Zaina Anwar. *Analysis of the Use of Video Tracker in STEM-Based Physics Learning to Improve Students' Critical Thinking Skills on Uniformly Accelerated Motion (UAM) at MA Muhammadiyah Nangahure. Undergraduate Thesis. Maumere: Faculty of Teacher Training and Education, Universitas Muhammadiyah Maumere, 2026.*

This study aimed to determine the improvement of students' critical thinking skills through the use of Video Tracker in STEM-based physics learning on the topic of Uniformly Accelerated Motion (UAM) at MA Muhammadiyah Nangahure. The research sample consisted of all 17 students of Class XI Science at MA Muhammadiyah Nangahure, selected using a purposive sampling technique. The sample was chosen based on the consideration that the class had already studied the topic of Uniformly Accelerated Motion and met the requirements of the study.

This study employed a quantitative approach using a quasi-experimental method with a One-Group Pretest–Posttest Design. Data were collected through critical thinking skills tests in the form of pretests and posttests, observation sheets, and student response questionnaires. The data were analyzed using descriptive statistics, the normality test, N-Gain analysis, and the paired-samples t-test.

The results showed that students' critical thinking skills improved after participating in STEM-based physics learning assisted by Video Tracker. This improvement was indicated by the higher mean posttest score compared to the pretest score, an N-Gain value in the moderate category, and the results of the paired-samples t-test, which revealed a statistically significant difference between the pretest and posttest scores. Therefore, the use of Video Tracker in STEM-based physics learning effectively improves students' critical thinking skills on the topic of Uniformly Accelerated Motion (UAM) at MA Muhammadiyah Nangahure.

Keywords: *Video Tracker, STEM, critical thinking skills, physics, Uniformly Accelerated Motion (UAM)*



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian yang berjudul "Analisis Penggunaan Video Tracker Pada Pembelajaran Fisika SMA Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika.

Selama proses penyusunan proposal ini, penulis telah banyak menerima bimbingan, arahan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Gunawan Suryoputro, M.Hum selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Maumere.
2. Ibu Kartini Rahman Nisa, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Muhammadiyah Maumere.
3. Bapak Zakaria Al Farizi, M.Pd., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi dengan penuh kesabaran dan ketulusan selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Nurfadilah, M.Pd., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan, serta dukungan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Muhammadiyah Maumere, atas segala ilmu, bimbingan, dan dukungan yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
6. Kedua orang tua dan keluarga tercinta, atas doa, kasih sayang, serta dukungan moral dan material yang tiada henti.

7. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika angkatan 2022 Universitas Muhammadiyah Maumere, yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, kebersamaan, serta kerja sama selama masa perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa proposal ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan proposal ini.

Maumere, 13 Juni 2026



Zaina Anwar

NIM. 20220102009

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL I

HALAMAN PERSETUJUAN II

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI III

HALAMAN PENGESAHAN IV

ABSTRAK V

PERNYATAAN VII

KATA PENGANTAR VIII

DAFTAR ISI X

DAFTAR GAMBAR XIII

DAFTAR TABEL IV

BAB I PENDAHULUAN 1

A. Latar Belakang 1

B. Identifikasi Masalah 4

C. Batasan Masalah 4

D. Rumusan Masalah 5

E. Tujuan Penelitian 5

F. Manfaat Penelitian 6

BAB II KAJIAN TEORI 8

A. Deskripsi Teori 8

1. Video Tracker 8

2. Pendekatan STEM 16

3. Keterampilan Berpikir Kritis 23

4. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) 28
B. Kajian Penelitian Yang Relevan 33
C. Kerangka Berpikir 37
D. Hipotesis 38
BAB III METODELOGI PENELITIAN 40
A. Tempat dan Waktu Penelitian 40
B. Populasi dan Sampel 40
C. Metode Penelitian 41
D. Teknik Pengumpulan Data 42
1. Angket 43
2. Intrumen Pretest dan Posttest 46
3. Lembar Kerja Siswa (LKPD) 47
E. Intrumen 49
F. Teknik Analisis Data 56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 62
A. Deskripsi Hasil Penelitian 62
1. Data Hasil Validasi Intrumen 62
2. Pemaparan Hasil Tes 71
3. Hasil Observasi Keterlaksanaan LKPD 74
4. Uji Hipotesis 75
B. Pembahasan 80
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN 86
A. Kesimpulan 86

B. Implikasi 87

C. Saran 88

DAFTAR PUSTAKA 90

LAMPIRAN 95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tampilan awal aplikasi video tracker 9

Gambar 2.2 . Analisis gerak benda menggunakan aplikasi video tracker..... 11

Gambar 2.3. Grafik hubungan kecepatan terhadap waktu ($v - t$)..... 29

Gambar 2.4 Bagan kerangka berpikir 37

Gambar 4.1 Diagram persentase hasil validasi lkpd oleh ahli materi 62

Gambar 4.2 Diagram persentase hasil validasi lkpd oleh ahli media 66

Gambar 4.3 Diagram persentase hasil validasi instrumen tes..... 69

Gambar 4.4 Distribusi nilai pretest siswa 72

Gambar 4.5 Distribusi nila postes siswa 73

Gambar 4.6 Diagram persentase respon siswa..... 80

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Indikator keterampilan berpikir kritis dan pemetaan taksonomi bloom..... 26

Tabel 2.2 Kategori tingkat berpikir kritis 27

Tabel 3.1 Desain penelitian *(one group pretest–posttest design)*..... 44

Tabel 3.2 Kisi-kisi indikator penilaian angket validasi ahli materi 49

Tabel 3.3 Kisi-kisi indikator penilaian angket validasi ahli media 51

Tabel 3.4 Kisi-kisi indikator penilaian angket uji kelayakan intrumen tes 52

Tabel 3.5 Kisi-kisi indikator angket respon siswa 53

Tabel 3.6 Kisi-kisi instrumen pretest 55

Tabel 3.7 Instrumen penilaian LKPD..... 56

Tabel 3.8 Kriteria kelayakan perangkat dan instrumen..... 58

Tabel 3.9 Kriteria keterlaksanaan observasi lkpd..... 59

Tabel 4.1 Hasil validasi LKPD oleh ahli materi 62

Tabel 4.2 Hasil validasi LKPD oleh ahli media..... 65

Tabel 4.3 Hasil validasi instrumen tes..... 67

Tabel 4.4 Hasil uji validitas istrumen tes 69

Tabel 4.5 *Case prosesing summary*..... 70

Tabel 4.6 Hasil uji reliabelitas 70

Tabel 4.7 Statistik deskriptif nilai pretest dan posttest..... 72

Tabel 4.8 Hasil observasi keterlaksanaan LKPD 74

Tabel 4.9 Hasil uji normalitas 76

Tabel 4.10 Hasil uji t (paired sample t-test) 76

Tabel 4.11 Hasil perhitungan N-Gain..... 77

Tabel 4.12 Ketuntasan belajar siswa 78

Tabel 4.13 Hasil angket respon siswa 79

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembelajaran fisika di sekolah menengah atas (SMA) pada dasarnya memiliki peran penting dalam membentuk cara berpikir logis, kritis, dan sistematis pada siswa(Suarjana, 2023). Namun kenyataannya, di banyak sekolah, khususnya di daerah seperti Maumere, pembelajaran fisika masih menghadapi tantangan besar. Salah satu permasalahan utama adalah keterbatasan fasilitas laboratorium dan alat praktikum yang memadai (Arvianti et al., 2024). Akibatnya, siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep abstrak, terutama pada materi yang memerlukan pengamatan langsung, seperti Gerak Lurus Berubah Beraturan (Muzakki et al., 2022). Di sisi lain, keterampilan berpikir kritis siswa juga belum berkembang optimal karena pembelajaran lebih menekankan hafalan rumus dibandingkan analisis masalah. Padahal, penguasaan keterampilan berpikir kritis dan penerapan pendekatan STEM merupakan tuntutan penting dalam Kurikulum Merdeka, tetapi kenyataannya guru masih banyak menggunakan metode konvensional dalam mengajar .

Ketiadaan sarana praktikum membuat guru lebih sering menggunakan metode konvensional berupa ceramah dan pemberian rumus(Septiani et al., 2021; Siagian, 2021). Siswa cenderung hanya mencatat dan menghafal, tanpa dilibatkan dalam aktivitas yang

menantang nalar atau mengasah keterampilan berpikir kritis. Padahal, Kurikulum Merdeka menekankan pentingnya pembelajaran yang aktif, kontekstual, dan berpusat pada pengembangan kompetensi abad 21(Aqila et al., 2025; Bustanul Arifin & Abdul Mu'id, 2024). Dengan demikian, terdapat kesenjangan antara realitas pembelajaran fisika yang cenderung pasif dengan harapan kurikulum yang menuntut pembelajaran kritis dan aplikatif.

Salah satu cara untuk menjembatani kesenjangan tersebut adalah dengan menghadirkan media pembelajaran berbasis teknologi yang mampu menggantikan fungsi praktikum sekaligus memotivasi siswa untuk aktif berpikir. Salah satu media yang relevan adalah Video Tracker, yaitu perangkat lunak *open-source* yang dapat digunakan untuk menganalisis gerak benda melalui rekaman video.(Mukharomah et al., 2021) Dengan Video Tracker, siswa dapat mengamati gerakan, menghitung kecepatan dan percepatan, serta memvisualisasikan data dalam bentuk grafik (Fadlilah et al., 2020; Putra, 2022). Fitur ini memberikan pengalaman belajar yang lebih nyata, sehingga siswa tidak hanya menghafal teori, melainkan juga memahami penerapannya. Namun, agar pemanfaatannya lebih maksimal, media ini perlu diintegrasikan dengan pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan tuntutan kurikulum.

Pendekatan yang sangat relevan adalah STEM *(Science, Technology, Engineering, and Mathematics).* STEM menekankan integrasi keempat

bidang ilmu dalam pembelajaran yang kontekstual dan aplikatif. Misalnya, pada materi GLBB, siswa tidak hanya belajar teori gerak *(Science),* tetapi juga menggunakan Vdeo Tracker sebagai teknologi untuk menganalisis data *(Technology),* mengaitkannya dengan perhitungan matematis *(Mathematics)*, serta merancang solusi sederhana terkait fenomena percepatan *(Engineering)*. Dengan cara ini, siswa didorong untuk berpikir kritis sekaligus kreatif (Feriyadi et al., n.d.).

Namun demikian, penelitian yang secara khusus mengkaji penggunaan Video Tracker dalam pembelajaran fisika berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa masih jarang dilakukan, terutama di sekolah-sekolah daerah seperti Maumere. Kebanyakan penelitian masih terbatas pada efektivitas media pembelajaran secara umum, bukan pada integrasi teknologi dengan pendekatan STEM. Kondisi ini menandakan adanya kesenjangan penelitian yang perlu diisi melalui kajian lebih mendalam.

Oleh karena itu, penelitian ini dipandang penting dan mendesak untuk dilaksanakan. Hasil penelitian diharapkan mampu memberikan kontribusi bagi pengembangan inovasi pembelajaran fisika yang berbasis teknologi, relevan dengan tuntutan Kurikulum Merdeka, sekaligus meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi GLBB. Dengan demikian, penelitian ini bermanfaat tidak hanya bagi guru sebagai referensi inovasi pembelajaran, tetapi juga bagi siswa

untuk memperoleh pengalaman belajar yang lebih bermakna serta mampu menghadapi tantangan abad 21.

B. Identifikasi masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Siswa kesulitan memahami materi GLBB karena keterbatasan sarana praktikum.
2. Pembelajaran masih konvensional, membuat siswa pasif dan keterampilan berpikir kritis belum berkembang.
3. Pemanfaatan teknologi, seperti Video Tracker, dan pendekatan STEM masih minim.
4. Praktik pembelajaran belum sesuai dengan tuntu\tan Kurikulum Merdeka yang menekankan aktif, kontekstual, dan kompetensi abad 21.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Fokus pada penerapan pembelajaran fisika berbasis STEM dengan Video Tracker pada materi GLBB.
2. Subjek penelitian adalah siswa kelas XI MA Muhammadiyah Nangahure.

3. Penelitian dibatasi pada analisis peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah mengikuti pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, identifikasi, dan batasan masalah, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah**:**

1. Bagaimana penerapan pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) di MA Muhammadiyah Nangahure?
2. Apakah terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah mengikuti pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)?
3. Seberapa besar peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah mengikuti pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendeskripsikan penerapan pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) di MA Muhammadiyah Nangahure.
2. Mengetahui perbedaan keterampilan berpikir kritis antara siswa yang mengikuti pembelajaran berbasis STEM dengan pembelajaran konvensional.
3. Menganalisis besarnya pengaruh penggunaan Video Tracker dalam pembelajaran berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi GLBB.

F. Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoretis

a. Memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang pendidikan fisika, khususnya mengenai integrasi media Video Tracker dengan pendekatan STEM.

b. Menjadi rujukan untuk penelitian selanjutnya terkait pemanfaatan teknologi dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Guru: Memberikan alternatif strategi pembelajaran inovatif pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

dengan bantuan Video Tracker, sehingga pembelajaran lebih interaktif dan kontekstual.

b. Bagi Siswa: Membantu siswa memahami konsep GLBB secara konkret, melatih keterampilan berpikir kritis, serta meningkatkan motivasi belajar melalui penggunaan media berbasis teknologi.
c. Bagi Sekolah: Mendukung upaya sekolah dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dan penerapan Kurikulum Merdeka dengan memanfaatkan media digital yang relevan.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Video Tracker

a. Pengertian Video tracker

Tracker merupakan perangkat lunak berbasis *open source* yang dikembangkan oleh Douglas Brown melalui proyek *Open Source Physics* (OSP) dan dapat diunduh serta digunakan secara gratis. Perangkat lunak ini berfungsi untuk memodelkan dan menganalisis video, khususnya dalam pembelajaran fisika. Tracker memungkinkan pengguna melakukan analisis gerak benda secara kuantitatif melalui data dan grafik yang dihasilkan dari rekaman video. Sejalan dengan itu, Kurniawan & Suryadi (2021) menyatakan bahwa Tracker termasuk dalam kategori *software Video Based Learning* (VBL) yang memiliki keunggulan dalam menganalisis fenomena fisika secara nyata, baik dalam bentuk data kuantitatif maupun grafik. Aplikasi ini memungkinkan analisis berbagai fenomena, mulai dari kecepatan, percepatan, kelajuan, gaya, gravitasi, hingga konservasi energi (Kurniawan et al., n.d.). Perhatikan gambar di bawah ini, yang tampilan awal antarmuka aplikasi Video Tracker sebelum digunakan untuk menganalisis data gerak benda.



Gambar 2.1 Tampilan Awal Aplikasi Video Tracker

(Sumber: Google Images, diakses pada 23 Oktober 2025.)

Perbedaan utama antara Video Tracker dan metode praktikum konvensional terletak pada cara pengambilan data. Pada praktikum konvensional, data biasanya diperoleh dengan alat ukur manual seperti stopwatch atau mistar yang rentan terhadap kesalahan pengukuran. Sebaliknya, Tracker mampu menghasilkan data kuantitatif secara otomatis frame per frame dari rekaman video, sehingga hasilnya lebih akurat dan teliti. Selain itu, hasil analisis dapat langsung divisualisasikan dalam bentuk grafik posisi-waktu atau kecepatan-waktu, sehingga konsep abstrak dalam fisika dapat dipahami secara lebih konkret (Widyastari & Putra, 2024).

Dari berbagai pendapat ahli tersebut, dapat disimpulkan bahwa Video Tracker merupakan perangkat lunak open-source yang dirancang khusus untuk menganalisis gerak benda melalui rekaman video, menghasilkan data kuantitatif dan grafik yang akurat, serta menjadi alternatif praktikum digital yang efektif dalam pembelajaran fisika modern. Keunggulan inilah yang menjadikan Video Tracker relevan digunakan dalam mendukung

pembelajaran abad 21 yang menekankan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan literasi teknologi.

b. Fungsi dan Kegunaan Video Tracker dalam Pendidikan Fisika

Video Tracker memiliki fungsi utama sebagai alat bantu analisis gerak benda berbasis rekaman video yang sangat relevan digunakan dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB). Dengan aplikasi ini, siswa dapat melacak lintasan suatu objek secara akurat dan memperoleh data kuantitatif berupa posisi, kecepatan, serta percepatan pada interval waktu tertentu (Chernetckiy et al., n.d.). Data tersebut kemudian divisualisasikan dalam bentuk grafik posisi–waktu maupun kecepatan–waktu, sehingga konsep GLBB yang bersifat abstrak dapat dipahami lebih konkret (*OCE2020_58562*, n.d.). Video Tracker juga berfungsi sebagai penghubung antara teori dan praktik, sehingga siswa dapat melihat keterkaitan langsung antara persamaan matematis kinematika dengan fenomena nyata yang terekam dalam video. Perhatikan gambar di bawah ini, yang menunjukkan tampilan aplikasi Video Tracker dalam menganalisis gerak benda berdasarkan perubahan posisi terhadap waktu (Astro et al., 2021).



Gambar 2.2 . Tampilan analisis gerak benda menggunakan aplikasi *Video Tracker*.

(Sumber. Google Images, diakses pada 23 Oktober 2025.)

Lebih lanjut, kegunaan Video Tracker dalam pembelajaran fisika dapat dijabarkan sebagai berikut:Mengembangkan keterampilan proses sains, dengan melatih siswa untuk mengamati, mengukur, mencatat, dan menganalisis data secara sistematis.

1) Mendukung pembelajaran berbasis inkuiri, di mana siswa dilibatkan untuk merumuskan masalah, menguji hipotesis, dan menarik kesimpulan berdasarkan data hasil analisis.
2) Memberikan alternatif praktikum digital, terutama di sekolah yang memiliki keterbatasan sarana laboratorium, karena eksperimen dapat dilakukan dengan kamera sederhana.
3) Meningkatkan motivasi belajar siswa, melalui tampilan data visual dan grafik yang interaktif sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik dan bermakna.

Dengan demikian, Video Tracker tidak hanya berfungsi sebagai alat analisis gerak, tetapi juga sebagai media pembelajaran inovatif yang

mendukung penguasaan konsep kinematika, pengembangan keterampilan berpikir kritis, dan penciptaan pengalaman belajar yang aktif serta kontekstual sesuai dengan tuntutan Kurikulum Merdeka (Muharam et al., 2024).

c. Manfaat Video Tracker dalam Pembelajaran

Penggunaan Video Tracker dalam pembelajaran fisika tidak hanya berfungsi sebagai media bantu visual, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. Menurut (Sarkar, 2022) perangkat lunak analisis video seperti Tracker memfasilitasi pembelajaran inkuiri-aktif dengan memungkinkan siswa mengamati fenomena nyata, memperoleh data kuantitatif secara akurat, serta menghasilkan grafik posisi–waktu dan kecepatan–waktu yang membantu menghubungkan teori dengan praktik. Dengan demikian, terdapat sejumlah manfaat penting dari penerapan Video Tracker dalam kelas fisika, antara lain:

1) Mengkonkretkan konsep abstrak – Konsep kinematika seperti perpindahan, kecepatan, dan percepatan dapat divisualisasikan dalam bentuk grafik sehingga lebih mudah dipahami.
2) Mengembangkan keterampilan proses sains – Siswa dilatih untuk melakukan observasi, pengukuran, pencatatan data, serta analisis secara sistematis.

3) Mendukung pembelajaran berbasis inkuiri – Video Tracker memungkinkan siswa merumuskan masalah, menguji hipotesis, dan menarik kesimpulan dari data hasil analisis.
4) Menjadi alternatif praktikum digital, Sangat bermanfaat di sekolah dengan keterbatasan sarana laboratorium, karena eksperimen dapat dilakukan dengan kamera sederhana.
5) Meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa, Tampilan data visual dan grafik interaktif membuat pembelajaran lebih menarik, sehingga siswa lebih aktif terlibat.
6) Menunjang keterampilan abad 21 (4C), Penggunaan Video Tracker melatih Critical thinking melalui analisis data, *Creativity* dalam merancang eksperimen sederhana, *Communication* dalam mempresentasikan hasil, serta *Collaboration* melalui kerja kelompok.

Dengan manfaat-manfaat tersebut, Video Tracker bukan hanya sekadar alat analisis gerak, tetapi juga media pembelajaran inovatif yang mendukung pemahaman konsep kinematika, pengembangan keterampilan berpikir kritis, serta peningkatan kualitas pembelajaran sesuai tuntutan Kurikulum Merdeka.

d. Kelebihan dan Keterbatasan Video Tracker

Video Tracker sebagai media pembelajaran fisika memiliki sejumlah kelebihan yang membuatnya relevan digunakan dalam konteks pendidikan modern. Menurut Renika dkk. (2022), keunggulan utama Video Tracker

adalah kemampuannya menyajikan data kuantitatif secara akurat melalui rekaman video serta menampilkannya dalam bentuk grafik posisi–waktu maupun kecepatan–waktu yang sesuai dengan teori (*T_IPA_2012891_Chapter1*, n.d.). Hal ini menjadikan konsep kinematika, khususnya Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB), lebih mudah dipahami siswa karena disajikan secara konkret dan visual. Selain itu, Video Tracker bersifat *open-source* sehingga gratis diunduh, mudah digunakan dengan peralatan sederhana seperti kamera ponsel, serta mampu meningkatkan akurasi pengukuran dibandingkan praktikum konvensional.

Namun demikian, penggunaan Video Tracker juga memiliki keterbatasan. Ong Ace Hong dkk. (2023) menyatakan bahwa media berbasis video berpotensi menjadikan pembelajaran bersifat pasif apabila tidak dirancang secara interaktif. Dalam konteks ini, Video Tracker menuntut adanya keterampilan teknis awal baik dari guru maupun siswa, serta kualitas analisis yang sangat bergantung pada kualitas rekaman video. Apabila video yang digunakan tidak stabil atau kurang jelas, maka hasil analisis dapat menyimpang dari kondisi sebenarnya (Chandramidi, 2022).

Dengan demikian, meskipun Video Tracker memiliki banyak keunggulan dalam mendukung pemahaman konsep fisika, penggunaannya tetap perlu dirancang secara tepat agar mampu mengatasi keterbatasan yang ada dan benar-benar meningkatkan kualitas pembelajaran.

e. Video Tracker dan Keterampilan Berpikir Kritis

Penggunaan Video Tracker dalam pembelajaran fisika tidak hanya membantu visualisasi konsep gerak, tetapi juga berkontribusi langsung dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa. Menurut (Artiningsih & Nurohman, 2020), keterampilan berpikir kritis mencakup interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi, yang semuanya dapat dilatih melalui aktivitas analisis data menggunakan Video Tracker :

1) Interpretasi: siswa mengamati gerakan benda melalui rekaman video, lalu mengidentifikasi data penting seperti posis`i awal, waktu tempuh, atau lintasan gerak.
2) Analisis: siswa mengukur dan mengolah data posisi serta waktu menjadi grafik posisi-waktu atau kecepatan-waktu.
3) Evaluasi: siswa membandingkan hasil grafik atau perhitungan dengan teori kinematika yang dipelajari, serta memeriksa kesesuaian data eksperimen dengan konsep GLBB.
4) Inferensi: siswa menarik kesimpulan berdasarkan data empiris, misalnya menentukan percepatan benda atau menyusun argumen logis mengenai penyebab perbedaan antara hasil ekspe/rimen dengan teori.

Melalui langkah-langkah tersebut, siswa dilatih untuk tidak sekadar menghafal rumus, tetapi berpikir ilmiah, sistematis, dan berbasis bukti. Aktivitas ini sangat relevan dengan pembelajaran abad 21 yang menuntut siswa mampu memecahkan masalah kompleks secara logis dan kreatif.

Lebih jauh lagi, Video Tracker memfasilitasi pembelajaran berbasis inkuiri, di mana siswa berperan aktif dalam mengajukan pertanyaan, menguji hipotesis, dan menyusun kesimpulan. Hal ini sejalan dengan tujuan Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran kontekstual dan penguatan kompetensi berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills/HOTS).*

2. Pendekatan STEM

a. Pengertian Pendekatan STEM

Pendekatan STEM *(Science, Technology, Engineering, and Mathematics)* adalah suatu model pembelajaran yang berorientasi pada integrasi empat disiplin ilmu utama, yaitu sains, teknologi, rekayasa, dan matematika. Pendekatan STEM mulai berkembang secara luas sejak awal tahun 2000-an di Amerika Serikat, sebagai respons terhadap rendahnya minat siswa terhadap sains dan teknologi, serta meningkatnya kebutuhan dunia kerja yang kompleks. Dalam konteks abad ke-21, (Asrizal et al., 2023). Menjelaskan bahwa STEM efektif untuk menumbuhkan keterampilan abad 21 seperti critical thinking, creativity, communication, dan collaboration (4C) yang penting di era Revolusi Industri 4.0.

Berdasarkan beberapa pendapat para ahli, dapat disimpulkan bahwa pendekatan STEM *(Science, Technology, Engineering, and Mathematics)* merupakan suatu model pembelajaran terpadu yang menggabungkan empat disiplin ilmu utama untuk memecahkan masalah secara holistik dan

kontekstual. Pembelajaran dengan pendekatan STEM tidak hanya menekankan pada penguasaan konsep teoritis, tetapi juga penerapannya dalam kehidupan nyata melalui kegiatan eksploratif, eksperimen, dan proyek berbasis teknologi.

b. Komponen Pendekatan STEM

Pendekatan STEM terdiri atas empat komponen utama yaitu Sains *(Science),* Teknologi *(Technology),* Rekayasa (Engineering), dan Matematika *(Mathematics)* yang semua saling terintegrasi dalam proses pembelajaran. Menurut (Nugraha et al., 2024), salah satu konsep dasar pendidikan STEM adalah integrasi disiplin antara sains, teknologi, rekayasa, dan matematika yang memungkinkan siswa melihat keterkaitan antara bidang-bidang ilmu tersebut dalam konteks nyata. Berikut uraian masing-masing komponen STEM.

1) *Science* (Sains)

Sains dalam STEM berfungsi sebagai dasar pengetahuan yang digunakan untuk memahami fenomena alam. Dalam pembelajaran fisika, sains membantu siswa menjelaskan konsep gerak, gaya, energi, maupun fenomena alam lain secara ilmiah. Misalnya, pada materi GLBB, siswa mempelajari bagaimana kecepatan suatu benda berubah terhadap waktu sebagai akibat dari gaya yang bekerja.

2) *Technology* (Teknologi)

Teknologi berperan sebagai alat bantu yang mendukung proses

pembelajaran. Contohnya adalah penggunaan Video Tracker, yang memungkinkan siswa menganalisis gerak benda secara digital tanpa harus menggunakan alat laboratorium mahal. Teknologi menjembatani konsep abstrak menjadi lebih nyata dan mudah dipahami.

3) *Engineering* (Rekayasa)

Engineering dalam *STEM* berkaitan dengan penerapan sains dan teknologi untuk merancang solusi dari suatu masalah. Dalam pembelajaran GLBB, siswa bisa diminta merancang percobaan sederhana, seperti membuat lintasan miring untuk bola atau menyusun model gerak, kemudian mengujinya menggunakan Video Tracker. Dengan cara ini, siswa dilatih untuk berpikir kreatif dan inovatif.

4) *Mathematics* (Matematika)

Matematika berfungsi untuk memodelkan dan menganalisis data. Dalam GLBB, siswa tidak hanya mengukur posisi dan waktu, tetapi juga mengolahnya menjadi grafik posisi terhadap waktu atau kecepatan terhadap waktu. Dengan demikian, siswa mampu melihat hubungan kuantitatif antar variabel secara jelas, serta menarik kesimpulan logis berdasarkan perhitungan matematis.

Keterpaduan keempat komponen ini membuat STEM menjadi pendekatan yang komprehensif. Ilmu sains memberikan dasar teori, teknologi mendukung proses pengamatan, engineering melatih keterampilan merancang solusi, sedangkan matematika membantu menganalisis data. Sinergi tersebut membuat siswa tidak hanya memahami konsep, tetapi juga

mengasah keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kreativitas, yang sangat dibutuhkan di era Kurikulum Merdeka.

c. Kegunaan Pendekatan STEM dalam Pendidikan

Menurut Khotimah (2023), pendekatan STEM memiliki peran strategis dalam mengembangkan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan pada penguasaan konsep, keterampilan, dan sikap ilmiah. Melalui integrasi sains, teknologi, rekayasa, dan matematika, siswa tidak hanya memahami teori, tetapi juga mampu menerapkannya dalam konteks kehidupan nyata.Lebih lanjut, Khotimah menjelaskan bahwa penerapan STEM dalam pendidikan memiliki beberapa kegunaan utama, antara lain:

1) Meningkatkan pemahaman konsep sains

   STEM membantu siswa melihat hubungan langsung antara teori dengan fenomena nyata. Misalnya, pada materi GLBB, siswa dapat menganalisis data gerak melalui Video *Tracker* dan menghubungkannya dengan persamaan fisika.

2) Mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah

   Pembelajaran berbasis STEM mendorong siswa untuk menganalisis data, mengevaluasi informasi, serta menyusun solusi inovatif terhadap permasalahan yang dihadapi.

3) Meningkatkan kreativitas dan inovasi

   Melalui proyek STEM, siswa didorong untuk merancang model,

menyusun eksperimen sederhana, dan menemukan solusi alternatif. Hal ini menumbuhkan keterampilan berpikir kreatif sekaligus logis.

4) Mempersiapkan siswa menghadapi tantangan era digital

   STEM menuntut penggunaan teknologi, baik sebagai alat bantu analisis maupun media pembelajaran. Misalnya, pemanfaatan *Video Tracker* sebagai teknologi analisis gerak membuat siswa lebih akrab dengan penggunaan perangkat lunak ilmiah.

5) Mendorong pembelajaran kolaboratif

   Proyek-proyek STEM biasanya dilakukan dalam kelompok, sehingga melatih kemampuan kerja sama, komunikasi, dan tanggung jawab siswa terhadap tugas bersama.

Dengan berbagai kegunaan tersebut, STEM menjadi pendekatan yang tidak hanya relevan dalam pembelajaran fisika, tetapi juga sangat sesuai dengan arah kebijakan Kurikulum Merdeka yang menekankan pada penguatan kompetensi dan keterampilan abad ke-21(Khotimah et al., 2023).

d. Manfaat STEM bagi Siswa dan Guru

Pendekatan STEM dalam pembelajaran memberikan berbagai manfaat baik bagi siswa maupun guru. Bagi siswa, penerapan STEM membuat proses belajar menjadi lebih kontekstual, aplikatif, dan bermakna karena mereka tidak hanya mempelajari teori, tetapi juga mengaitkannya dengan kehidupan sehari-hari. Menurut Widodo et al. (2021), penerapan STEM mampu

meningkatkan keterlibatan aktif siswa serta memfasilitasi mereka dalam memahami konsep fisika melalui kegiatan eksperimen dan pemecahan masalah berbasis proyek (Azizati & Haqiqi, 2021). Selain itu, Asrizal et al. (2023) menjelaskan bahwa pembelajaran berbasis STEM mendorong siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif melalui aktivitas investigasi ilmiah yang menekankan integrasi antara teori dan praktik. Integrasi teknologi seperti penggunaan Video Tracker juga mendukung visualisasi konsep fisika yang abstrak seperti Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) menjadi lebih konkret melalui analisis data dan grafik, sehingga siswa lebih mudah memahami hubungan antarvariabel.

Sementara itu, Wiyono et al. (2022) menegaskan bahwa penerapan pendekatan STEM tidak hanya memberikan manfaat bagi siswa, tetapi juga bagi guru. Guru dapat menerapkan strategi pembelajaran yang inovatif, berpusat pada siswa, dan relevan dengan Kurikulum Merdeka, serta mampu meningkatkan motivasi belajar dan hasil belajar siswa secara signifikan.

Dengan demikian, penerapan STEM dalam pembelajaran fisika terutama dengan bantuan media digital seperti Video Tracker tidak hanya memperkaya pengalaman belajar siswa, tetapi juga memperkuat peran guru dalam menciptakan proses pembelajaran yang aktif, kolaboratif, dan berorientasi pada penguasaan keterampilan abad ke-21.

e. Kelebihan dan Keterbatasan STEM

1) Kelebihan

Pendekatan STEM memiliki sejumlah kelebihan yang membuatnya relevan dengan kebutuhan pendidikan modern. Menurut Widyaningsih & Yulianti (2022), STEM mendorong integrasi lintas disiplin ilmu sehingga siswa dapat melihat keterkaitan antara sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam konteks nyata (Widyaningsih et al., 2022). Selain itu, Wulandari dkk. (2023) menegaskan bahwa pendekatan STEM menumbuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills/HOTS*) seperti analisis, evaluasi, dan kreativitas yang sangat dibutuhkan dalam menghadapi tantangan abad 21. Selanjutnya, Rahmawati & Supeno (2024) menjelaskan bahwa STEM menjadikan pembelajaran lebih kontekstual dengan mengaitkan materi fisika pada permasalahan sehari-hari, sehingga siswa lebih mudah memahami penerapan konsep abstrak.

2) Keterbatasan

Meskipun memiliki banyak keunggulan, pendekatan STEM juga memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Putri dkk. (2023) menyebutkan bahwa penerapan STEM sering membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan metode konvensional karena melibatkan tahap eksplorasi, eksperimen, dan diskusi mendalam.

3. Keterampilan Berpikir Kritis

a. Pengertian Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu kemampuan kognitif tingkat tinggi yang sangat penting dalam dunia pendidikan modern. Facione (2015) menjelaskan bahwa berpikir kritis adalah proses penilaian yang terarah, reflektif, dan berbasis bukti untuk memutuskan apa yang harus dipercaya atau dilakukan. Sedangkan menurut Ennis (2011), berpikir kritis adalah pemikiran yang masuk akal dan reflektif, berorientasi pada pengambilan keputusan mengenai apa yang diyakini atau tindakan yang dilakukan.Penelitian terbaru juga menegaskan pentingnya kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran abad ke-21. Menurut Damayanti, Suwarma, dan Muslim (2025), pembelajaran fisika berbasis STEM secara signifikan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa karena mendorong mereka untuk menganalisis data eksperimen, menafsirkan grafik, serta menghubungkan teori dengan fenomena nyata (E. D. Damayanti et al., 2025). Hal senada disampaikan oleh Ekayanti, Hermawan, dan Arjaya (2025) yang menyatakan bahwa pembelajaran STEM menuntut siswa untuk berpikir logis, mengevaluasi bukti, dan mengembangkan solusi kreatif terhadap masalah kontekstual, sehingga kemampuan berpikir kritis berkembang secara alami.

Dengan kata lain, berpikir kritis menuntut seseorang untuk tidak hanya menerima informasi secara apa adanya, melainkan mengevaluasi, menganalisis, dan mempertanyakan keabsahan informasi tersebut. Hal ini

menjadikan keterampilan berpikir kritis sebagai bekal penting bagi siswa dalam menghadapi permasalahan nyata, baik di sekolah maupun dalam kehidupan sehari-hari.

Dalam konteks pendidikan abad ke-21, keterampilan berpikir kritis termasuk dalam 4C *(Critical thinking, Creativity, Collaboration, Communication)* yang menjadi tuntutan utama Kurikulum Merdeka. Kemampuan ini membantu siswa untuk memahami materi secara lebih mendalam, menemukan solusi inovatif, serta membuat keputusan berdasarkan logika dan bukti, bukan sekadar hafalan (Rusdin et al., 2025).

b. Karakteristik Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir kritis memiliki sejumlah karakteristik utama yang membedakannya dari sekadar berpikir biasa. Menurut Facione (2020), berpikir kritis merupakan proses reflektif, analitis, dan evaluatif yang digunakan untuk membuat keputusan berdasarkan bukti dan penalaran logis, bukan sekadar opini atau asumsi pribadi (Novitasari, 2023). Sementara itu, Ennis (2022) menegaskan bahwa individu yang berpikir kritis cenderung bersikap terbuka terhadap ide baru, mampu mempertanyakan asumsi, serta menilai argumen secara objektif berdasarkan bukti yang falid (Septiany et al., 2024). Beberapa karakteristik berpikir kritis antara lain:

1) Kejelasan *(Clarity)* – kemampuan memahami informasi secara jelas, tidak samar, serta mampu menjelaskan kembali dengan bahasa sendiri.

2) Akurasi *(Accuracy)* – memastikan bahwa informasi atau data yang digunakan benar dan dapat diverifikasi.
3) Relevansi *(Relevance)* – fokus pada informasi yang berkaitan langsung dengan masalah atau pertanyaan yang sedang dianalisis.
4) Logis dan konsisten *(Logic)* – menalar dengan runtut, tidak kontradiktif, serta mampu menghubungkan bukti dengan kesimpulan yang diambil.
5) Keterbukaan berpikir *(Open-mindedness)* – bersedia menerima perspektif lain, menimbang berbagai kemungkinan, dan tidak terpaku pada satu sudut pandang saja.

   Dalam konteks pembelajaran fisika, karakteristik ini terlihat ketika siswa mengamati fenomena lalu menguji kebenarannya dengan data eksperimen. Misalnya, saat menggunakan Video Tracker, siswa tidak hanya menerima hasil grafik, tetapi juga menilai apakah grafik tersebut sesuai dengan teori Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB), apakah terdapat kesalahan pengukuran, serta bagaimana memperbaiki prosedur percobaan. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Kong et al. (2023) yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis analisis data digital dapat meningkatkan kejelasan dan ketepatan berpikir siswa dalam memahami konsep fisika (Gahagan et al., 2023).

Dengan demikian, karakteristik berpikir kritis membantu siswa untuk bersikap lebih teliti, analitis, dan reflektif dalam memahami konsep sains, serta menumbuhkan kemampuan penalaran berbasis bukti yang sangat penting dalam pembelajaran abad ke-21.

c. Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran fisika dapat diidentifikasi melalui sejumlah indikator yang mencerminkan tahapan berpikir sistematis. Facione (2015) mengelompokkan keterampilan tersebut ke dalam empat aspek utama, yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi. Keempat indikator ini memiliki kesesuaian dengan level kognitif dalam Taksonomi Bloom, mulai dari memahami (C2) hingga mencipta (C6).

Tabel 2. 1 Indikator Keterampilan Berpikir Kritis dan Pemetaan Taksonomi Bloom

No.	Indikator Berpikir Kritis	Deskripsi	Taksonomi Bloom
1.	Interpretasi	Kemampuan memahami dan mengomunikasikan data atau informasi yang diketahui maupun yang ditanyakan.	C2 – Memahami
2.	Analisis	Kemampua menguraikan masalah,mengidentifikasi pola, serta merancang model penyelesaian secara logis.	C4 – Menganalisis
3.	Evaluasi	Kemampuan menilai informasi, memverifikasi data, dan menyelesaikan masalah secara rasional dan akurat.	C5 – Mengevaluasi
4.	Inferensi	Kemampuan menyusun kesimpulan dan argumen	C6 – Mencipta

		berdasarkan data atau grafik hasil pengamatan.	

Selain indikator tersebut, keterampilan berpikir kritis juga dapat diklasifikasikan berdasarkan Tingkat Berpikir Kritis (TBK), yang menunjukkan sejauh mana siswa mampu menerapkan keempat aspek berpikir kritis dalam pembelajaran. Menurut Kong, Wang, & Zhang (2023), pengukuran tingkat berpikir kritis penting dilakukan untuk memantau perkembangan kemampuan berpikir ilmiah siswa secara komprehensif.

Tabel 2.2 Kategori Tingkat Berpikir Kritis (TBK)

Tingkat Berpikir Kritis (TBK)	**Keterangan**
TBK 0	Siswa belum mampu memberikan jawaban sesuai indikator berpikir kritis apa pun.
TBK 1	Siswa hanya menunjukkan kemampuan interpretasi.
TBK 2	Siswa menunjukkan kemampuan interpretasi dan analisis.
TBK 3	Siswa menunjukkan kemampuan interpretasi, analisis, dan evaluasi.
TBK 4	Siswa menunjukkan kemampuan secara lengkap dalam interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi.

Dengan demikian, indikator keterampilan berpikir kritis beserta klasifikasi Tingkat Berpikir Kritis (TBK) memberikan acuan yang jelas untuk menilai sejauh mana kemampuan siswa dalam memahami, menganalisis, mengevaluasi, dan menarik kesimpulan dari suatu permasalahan. Pemetaan ini juga menjadi dasar penting dalam penelitian.

4. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

a. Pengertian Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) merupakan gerak suatu benda pada lintasan lurus dengan percepatan tetap. Artinya, kecepatan benda berubah secara teratur terhadap waktu. Bila kecepatan sesaat suatu partikel berubah seiring dengan berubahnya waktu, maka partikel tersebut dikatakan mengalami percepatan. Percepatan rata-rata untuk suatu selang waktu tertentu.

$$\Delta t = t_2 - t_1 \qquad (1)$$

didefinisikan sebagai :

$$a_{rata-rata} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \qquad (2)$$

Keterangan :

$a_{rata-rata}$ = Percepaan rata-rata $\left({}^{m}/_{s^2}\right)$

Δv = Perubahan Kecepatan $({}^{m}/_{s})$

Δt = selang waktu (s)

Grafik kecepatan terhadap waktu dapat digunakan untuk menentukan percepatan sesaat pada suatu waktu tertentu, yaitu melalui kemiringan garis singgung pada kurva kecepatan–waktu. Perhatikan gambar di bawah ini yang

menunjukkan hubungan antara kecepatan dan waktu pada Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).

Gambar 2.3. Grafik hubungan kecepatan terhadap waktu ($v - t$)

(Sumber. Google Images, diakses pada 23 Oktober 2025)

Karena kecepatan $v$sendiri merupakan turunan dari posisi x terhadap waktu t, maka percepatan merupakan turunan kedua posisi terhadap waktu, yaitu:

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d(dx/dt)}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} \qquad (3)$$

Keterangan:

x = Posisi benda (m)

$\frac{dx}{dt}$ = Kecepatan Sesasaat ($^m/_s$)

$\frac{d^2x}{dt^2}$ = Percepatan sesaat(m/s^2)

Jika kecepatan suatu benda konstan, maka percepatan bernilai nol karena $\Delta v = 0$ untuk seluruh selang waktu. Namun, bila posisi suatu benda dinyatakan sebagai fungsi $x = 5\ m/s^2$ maka kecepatannya bertambah secara linear menurut $v = (10\ m/s^2)t$. Dalam hal ini, percepatan konstan sebesar $10\ m/s^2$ yang merupakan kemiringan kurva $v - t$.

Gerakan sebuah partikel yang mempunyai percepatan konstan adalah hal yang biasa dijumpai di alam ini. Sebagai contoh, di dekat permukaann bumi semua benda yang tak ditopang akann jatuh secara vertikal dengan percepatan konstan karena adanya gravitasi bila di anggap bahwa hambatan udara dapat diabaikan. Percepatan karena gravitasi dinyatakan oleh "g" dan mempunyai nilai hampiran.

$$g = 9{,}8\ m/s^2 = 32{,}2\ ft/s^2$$

Keterangan:

g = . Percepatan karena gravitasi bumi (m/s^2)

percepatan konstan berarti bahwa kemiringan kurva v terhadap t adalah konstan; artinya, kecepatan berubah secara linear terhadap waktu. Jika nilai kecepatan adalah v_0 pada saat t = 0, nilai pada t berikut di berikan oleh:

$$v = v_0 \pm a \tag{4}$$

Jika partikel memulai gerakan di x_0 pada saat $t = 0$ dan posisinya adalah x pada saat t, perpindahan $\Delta x = x - x_0$ diberikan oleh:

$$\Delta x = v_{rata-rata}\, t \tag{5}$$

Ungkapan tersebut sama dengan persamaan sebelumnya, dengan variabel t menggantikan Δt karena nilai awal waktu ditetapkan bernilai nol. Untuk percepatan konstan, kecepatan berubah secara linear terhadap waktu, dan kecepatan rata-rata merupakan nilai tengah antara kecepatan awal dan kecepatan akhir.

Jika v_0 adalah kecepatan awal dan v kecepaan akhir, kecepatan rata-ratanyan adalah $\frac{1}{2}\ (v_0 + v)$.

$$v_{rata-rata} = \frac{1}{2}\,(v_0 + v) \tag{6}$$

Jadi perpindahannya adalah:

$$\Delta x = v_{rata-rata}\, t = \frac{1}{2}\,(v_0 + v) \tag{7}$$

Dapat dieliminasi v dengan mensubtitusikan $v = v0 + a$t dari persamaan

$$\Delta x = \frac{1}{2}\,(v_0 + v)t = \frac{1}{2}\,(v_0 + v_0 + at)t = v_0 t + \frac{1}{2}\,at^2 \tag{8}$$

Dengan demikian fungsi posisisnya adalah :

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}\,at^2 \tag{9}$$

Untuk mengeliminasi variabel waktu, substitusikan $t = \frac{v - v_0}{a}$ kedalam persamaan (7)

$$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2}\,at^2 = v_0 \left(\frac{v - v_0}{a}\right) + \frac{1}{2}\,a \left(\frac{v - v_0}{a}\right)^2 \tag{10}$$

Jika ruas dikalikan a dan tiap sukunya dijabarkan maka akan dapat

$$a\,\Delta t = v_0\, v - {v_0}^2 + \frac{1}{2}\,v^2 - v_0\, v + \frac{1}{2}\,{v_0}^2 = \frac{1}{2}\,v^2 - \frac{1}{2}\,{v_0}^2 \tag{11}$$

atau

$$v^2 = {v_0}^2 + 2a\,\Delta x \tag{12}$$

Persamaan (4), (8), dan (11) merupakan tiga persamaan dasar GLBB yang digunakan untuk menganalisis berbagai bentuk gerak lurus dengan percepatan tetap, baik itu percepatan maupun perlambatan.

b. Visualisasi dan Aplikasi GLBB dalam Pembelajaran Berbasis STEM

Dalam konteks pembelajaran berbasis *STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics)*, konsep GLBB dapat diimplementasikan melalui kegiatan eksperimen berbantuan Video Tracker.

1) *Science* (Sains): siswa memahami konsep gerak, percepatan, dan hubungan gaya terhadap gerak.
2) *Technology* (Teknologi): siswa menggunakan aplikasi Video Tracker untuk menganalisis gerak benda dari video nyata.
3) *Engineering* (Rekayasa): siswa merancang alat percobaan sederhana seperti bidang miring atau lintasan bola.
4) *Mathematics* (Matematika): siswa mengolah data posisi–waktu dan menghitung percepatan menggunakan grafik dan rumus GLBB.

Dengan menggunakan Video Tracker, siswa melakukan langkah-langkah ilmiah berupa pengamatan, pengukuran, analisis data, dan evaluasi hasil, yang melatih keterampilan berpikir kritis pada aspek interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi (P. Karuru et al., 2023).

c. Keterkaitan GLBB Dengan Keterampilan Berpikir Kritis

Melalui penggunaan Video Tracker, siswa dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis melalui aktivitas ilmiah yang melibatkan pengamatan, analisis, dan evaluasi data. Menurut Renika (2024), analisis kinematika menggunakan Video Tracker membantu siswa memahami

hubungan antara posisi, kecepatan, dan percepatan secara kuantitatif, sehingga meningkatkan kemampuan berpikir logis dan kritis terhadap konsep GLBB. Selain itu, Pertiwi (2024) menyatakan bahwa penerapan pembelajaran berbasis STEM yang mengintegrasikan eksperimen digital dapat memperkuat indikator berpikir kritis seperti interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi. Dalam konteks tersebut, siswa dapat:

1) bMenginterpretasikan data posisi dan waktu dari hasil pelacakan video.
2) Menganalisis grafik kecepatan–waktu untuk menentukan percepatan.
3) Mengevaluasi kesesuaian antara hasil percobaan dan teori GLBB.
4) Menarik inferensi tentang hubungan antara gaya, percepatan, dan perubahan kecepatan.

Aktivitas-aktivitas ini secara langsung mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa, sesuai dengan indikator yang dikemukakan oleh Facione (2011), yaitu *interpretation, analysis, evaluation, dan inference.*

B. Kajian Penelitian Yang Relevan

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan pendekatan STEM dan penggunaan media teknologi seperti *Video Tracker* memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis serta pemahaman konsep fisika siswa. Penelitian yang dilakukan oleh Damayanti, Suwarma, dan Muslim (2023) dalam artikel berjudul *"Enhancing Students' Critical Thinking Skills through STEM-Based Physics Learning"* yang diterbitkan dalam *Unnes Science Education Journal* menunjukkan bahwa

pembelajaran fisika berbasis STEM mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa melalui kegiatan eksperimen, analisis data, dan pemecahan masalah kontekstual. Model STEM menumbuhkan kemampuan siswa dalam melakukan interpretasi, evaluasi, dan inferensi ilmiah, yang merupakan aspek penting dalam berpikir kritis (N. Damayanti et al., 2023).

Selanjutnya, penelitian oleh Lestari, Rahmawati, dan Usman (2024) berjudul "The Effectiveness of STEM-PjBL Model to Improve Students' Critical Thinking Skills in Physics Learning" yang dipublikasikan dalam Jurnal Penelitian Pendidikan IPA membuktikan bahwa model pembelajaran STEM Project-Based Learning (STEM-PjBL) secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa. Melalui kegiatan proyek, siswa dilatih untuk mengintegrasikan konsep fisika, teknologi, dan kreativitas dalam pemecahan masalah nyata (A. Karuru et al., 2023).

Sementara itu, penelitian oleh Karuru, Silka, Bergita Gela, Pakiding, dan Lolang (2023) dalam jurnal *Devotion Journal of Community Service* berjudul *"Students' Response to the Use of Tracker Software in Physics Laboratory Experiments"* menemukan bahwa penggunaan Video Tracker dalam praktikum fisika dapat meningkatkan keterlibatan dan partisipasi siswa secara aktif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa menjadi lebih antusias dan reflektif terhadap data yang dianalisis, karena Video Tracker mempermudah visualisasi gerak benda dan interpretasi grafik posisi–waktu serta kecepatan–waktu (P. Karuru et al., 2023b).

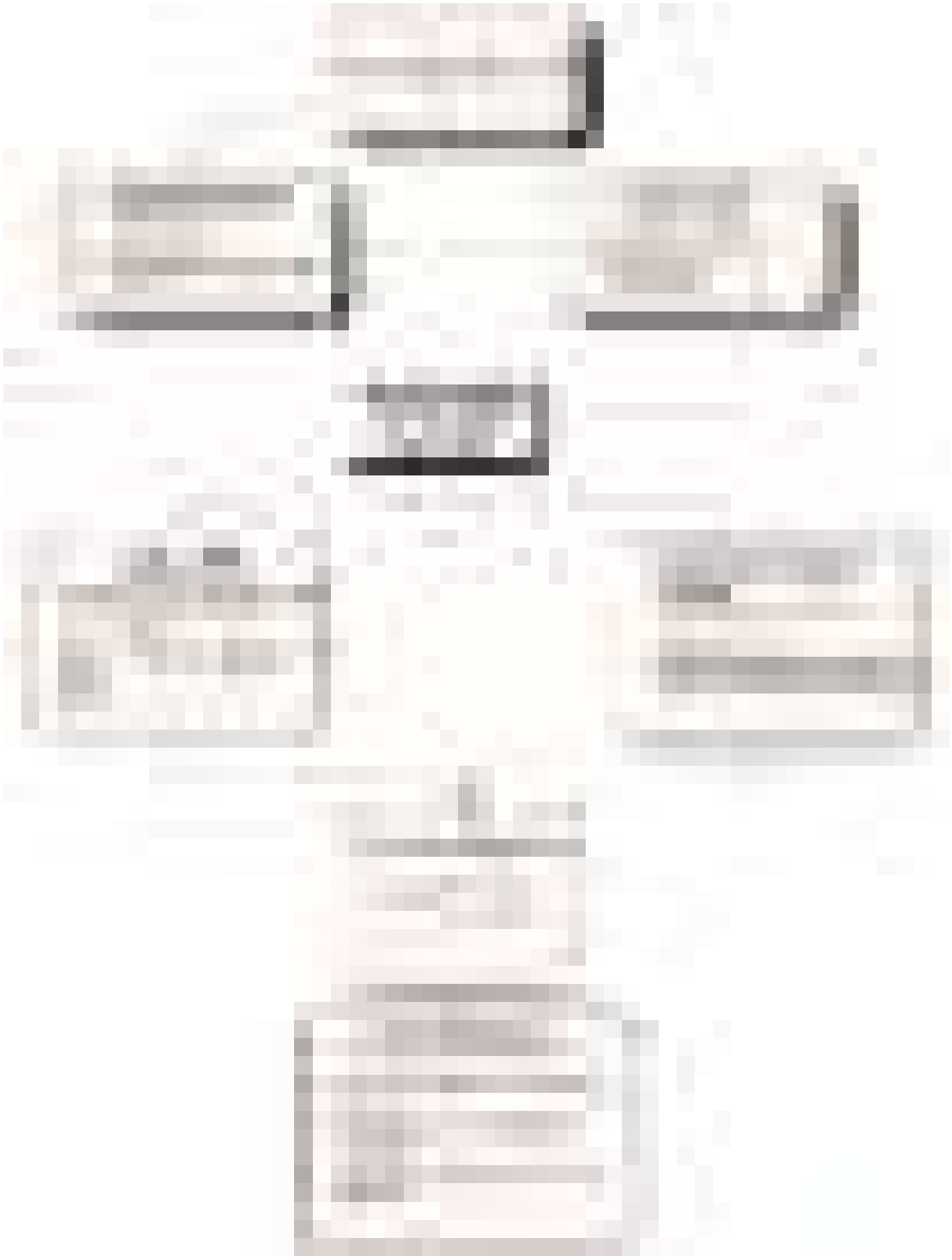
Penelitian lain oleh Nisah et al. (2024) yang berjudul "*Integration of STEM Approach to Foster Students' Critical Thinking and Problem-Solving Skills in Physics Learning"* yang diterbitkan dalam Jurnal Pendidikan Sains Indonesia menunjukkan bahwa integrasi pendekatan STEM dalam pembelajaran fisika efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan keterampilan pemecahan masalah siswa. Pendekatan ini menekankan kegiatan investigasi ilmiah yang memungkinkan siswa untuk berpikir reflektif, kolaboratif, dan kreatif dalam menghubungkan teori dengan praktik(Nisah et al., 2024) .

Selain itu, penelitian terbaru oleh Ekayanti, Hermawan, dan Arjaya (2025) berjudul *"Developing Students' Critical Thinking through STEM-Based Physics Activities"* dalam Indonesian *Journal of Science Education* juga mendukung temuan sebelumnya. Penelitian ini menegaskan bahwa kegiatan eksperimen berbasis STEM dengan bantuan media digital seperti Video Tracker mampu meningkatkan kemampuan analisis dan evaluasi siswa terhadap data fisika. Mereka juga merekomendasikan agar penggunaan Tracker *Software* diintegrasikan secara lebih luas dalam implementasi Kurikulum Merdeka sebagai sarana untuk memperkuat keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) (Al Farizi et al., 2024; Dwiningsih et al., 2024).

Secara keseluruhan, hasil dari berbagai penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan pendekatan STEM memberikan dampak positif terhadap pengembangan keterampilan berpikir kritis dan pemahaman konsep fisika siswa. Penggunaan Video Tracker terbukti efektif untuk membantu siswa

memahami konsep gerak, seperti Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB), secara konkret melalui analisis data dan grafik. Kombinasi antara pendekatan STEM dan Video Tracker mampu menciptakan pembelajaran yang aktif, kontekstual, dan berpusat pada siswa, sejalan dengan arah kebijakan Kurikulum Merdeka yang menekankan penguatan keterampilan abad ke-21 (4C), yaitu *Critical Thinking, Creativity, Collaboration, dan Communication.*

B. Kerangka Berpikir



Gambar 2.4 Gambar Bagan Kerangka Berpikir

Pembelajaran fisika di SMA masih menghadapi berbagai permasalahan seperti rendahnya partisipasi siswa, dominasi hafalan rumus, dan kurang berkembangnya keterampilan berpikir kritis. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan pendekatan pembelajaran inovatif yang mampu menumbuhkan keaktifan, penalaran ilmiah, serta pemahaman konseptual siswa. Penerapan pendekatan STEM *(Science, Technology, Engineering, and Mathematics)* yang dipadukan dengan media pembelajaran digital Video Tracker menjadi solusi yang efektif karena mengintegrasikan teori dan praktik secara kontekstual. Melalui kegiatan STEM seperti mengamati gerak benda, menganalisis data posisi, kecepatan, dan percepatan, serta membuat grafik posisi–waktu dan kecepatan–waktu menggunakan Video Tracker, siswa dapat memahami konsep Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) secara konkret sekaligus mengembangkan keterampilan berpikir kritis melalui proses interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi. Dengan demikian, pembelajaran fisika berbasis STEM dan Video Tracker mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, memperdalam pemahaman konsep GLBB, serta menciptakan pembelajaran yang aktif, kontekstual, dan bermakna sesuai dengan tuntutan Kurikulum Merdeka dan penguatan kompetensi abad ke-21.

C. Hipotesis

Berdasarkan landasan teori dan hasil penelitian terdahulu, diasumsikan bahwa penerapan pembelajaran berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker mampu meningkatkan kemampuan siswa dalam menganalisis,

mengevaluasi, dan menyimpulkan data fisika secara ilmiah. Oleh karena itu, hipotesis dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

a. H_0 : Tidak terdapat pengaruh penggunaan Video Tracker berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.
b. H_1 : Terdapat pengaruh penggunaan Video Tracker berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

A. Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di MA Muhammadiyah Nangahure, Kabupaten Sikka. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada pertimbangan bahwa sekolah tersebut telah menerapkan Kurikulum Merdeka dan memiliki kondisi pembelajaran fisika yang sesuai dengan fokus penelitian.

Waktu penelitian dilaksanakan selama kurang lebih dua minggu, yaitu mulai tanggal 2 Maret sampai dengan 14 Maret 2026, yang meliputi tahap pelaksanaan pretest, kegiatan pembelajaran, pelaksanaan posttest, serta pengumpulan data penelitian. Selama periode tersebut, peneliti melakukan seluruh rangkaian kegiatan penelitian secara langsung di lokasi penelitian sesuai dengan jadwal yang telah disusun.

B. Populasi Dan Sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI di MA Muhammadiyah Nangahure, Maumere. Populasi ini dipilih karena siswa pada tingkat tersebut telah mempelajari materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Selain itu, siswa kelas XI memiliki karakteristik kemampuan akademik yang relatif setara, sehingga relevan untuk dijadikan populasi penelitian yang bertujuan menilai

efektivitas pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.

2. Sampel

Sampel penelitian adalah siswa kelas XI IPA MA Muhammadiyah Nangahure yang berjumlah 17 orang. Sampel dipilih menggunakan teknik purposive sampling sesuai dengan tujuan penelitian. Siswa tersebut mengikuti pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).

C. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen semu (quasi experiment) dan desain one group pretest–posttest design. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian ini berfokus pada pengukuran hasil belajar dan keterampilan berpikir kritis siswa melalui analisis data numerik yang diperoleh dari hasil pretest dan posttest.

Metode eksperimen semu digunakan karena peneliti tidak dapat sepenuhnya mengontrol variabel luar yang mungkin memengaruhi hasil penelitian. Meskipun demikian, metode ini tetap memungkinkan peneliti untuk mengukur pengaruh perlakuan yang diberikan dengan membandingkan kondisi siswa sebelum dan sesudah perlakuan dalam satu kelompok yang sama.

Penelitian ini melibatkan satu kelas, yaitu kelas XI IPA yang berperan sebagai kelompok eksperimen. Kelas tersebut diberikan perlakuan berupa

pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker. Sebelum perlakuan diberikan, siswa terlebih dahulu diberikan pretest untuk mengetahui kemampuan awal keterampilan berpikir kritis. Setelah proses pembelajaran berlangsung, siswa diberikan posttest untuk mengetahui perubahan dan peningkatan keterampilan berpikir kritis setelah perlakuan. Desain penelitian digambarkan sebagai berikut:

Tabel 3.1 Desain Penelitian *(One Group Pretest–Posttest Design)*

Kelompok	**Pretest**	**Perlakuan**	**Posttest**
Eksperimen	O_1	X	O_2

Keterangan:

O_1 = tes awal (pretest) untuk mengetahui kemampuan awal siswa

X = perlakuan berupa pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker

O_2 = tes akhir (posttest) setelah perlakuan

Desain ini dipilih karena memungkinkan peneliti membandingkan hasil belajar antara dua Desain ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan Video Tracker dalam pembelajaran fisika berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan cara yang digunakan peneliti untuk memperoleh data yang diperlukan dalam penelitian. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data

yang digunakan dalam menjawab dan memecahkan permasalahan yang dirumuskan dalam rumusan masalah penelitian.

Teknik pengumpulan data merupakan cara yang digunakan peneliti untuk memperoleh data yang diperlukan dalam penelitian. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data yang digunakan dalam menjawab dan memecahkan permasalahan yang dirumuskan dalam rumusan masalah penelitian.

1. Angket

Angket merupakan instrumen pengumpulan data yang berupa serangkaian pernyataan tertulis yang diberikan kepada responden untuk memperoleh informasi mengenai pendapat, penilaian, atau tanggapan terhadap suatu objek, produk, atau proses pembelajaran. Angket digunakan karena mampu mengumpulkan data secara sistematis dan efisien, serta memberikan gambaran kuantitatif terhadap aspek yang dinilai.

Instrumen angket dalam penelitian ini digunakan untuk memperoleh data mengenai validitas dan kepraktisan produk yang dikembangkan. Angket disusun dalam bentuk lembar penilaian (kuesioner) dengan menggunakan skala Likert yang terdiri atas empat kategori penilaian, yaitu sangat tidak setuju (1), tidak setuju (2), setuju (3), dan sangat setuju (4). Penggunaan skala Likert ini bertujuan untuk menggambarkan tingkat penilaian dan persepsi responden terhadap produk serta proses pembelajaran yang diterapkan. Jenis angket yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

a. Angket Validasi LKPD

Angket validasi LKPD digunakan untuk memperoleh data mengenai kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dikembangkan sebelum digunakan dalam proses pembelajaran. Angket ini bertujuan untuk memastikan bahwa LKPD telah memenuhi kriteria kelayakan isi, penyajian, dan penggunaan, sehingga layak diterapkan dalam pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker.

Angket validasi LKPD diberikan kepada dua validator, yaitu ahli materi dan ahli media, yang masing-masing memiliki peran dan fokus penilaian yang berbeda.

1) Angket Validasi ahli materi

Angket validasi ahli materi digunakan untuk menilai kelayakan LKPD dari aspek substansi pembelajaran. Penilaian meliputi kesesuaian konsep fisika dengan materi yang diajarkan, keakuratan teori, relevansi materi dengan tujuan pembelajaran, keterpaduan pendekatan STEM, serta kemampuan LKPD dalam melatih keterampilan berpikir kritis siswa.

2) Angket validasi ahli media

Angket validasi ahli media digunakan untuk menilai kelayakan LKPD dari aspek tampilan dan penyajian media. Penilaian meliputi desain visual LKPD, keterbacaan, kemenarikan tampilan, konsistensi format, serta kemudahan penggunaan LKPD

oleh siswa dalam proses pembelajaran. Angket validasi ahli media disajikan pada tabel berikut.

Hasil penilaian dari kedua validator tersebut digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi dan penyempurnaan LKPD, sehingga LKPD yang digunakan dalam penelitian telah dinyatakan valid dan layak.

b. Angket Validasi Instrumen Tes (Pretes-Postes)

Angket validasi instrumen tes digunakan untuk menilai kelayakan dan kualitas soal pretes dan postes yang dikembangkan dalam penelitian ini. Instrumen tes disusun untuk mengukur kemampuan awal (pretes) dan kemampuan akhir (postes) peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran menggunakan produk yang dikembangkan.

Tujuan penggunaan angket validasi instrumen tes adalah untuk memastikan bahwa soal-soal pretes dan postes telah memenuhi kriteria validitas isi, kesesuaian dengan indikator pembelajaran, kejelasan bahasa, serta ketepatan soal dalam mengukur kemampuan yang ditargetkan dalam penelitian. Dengan demikian, instrumen tes yang digunakan diharapkan mampu menghasilkan data yang akurat dan dapat dipercaya.

Angket validasi ini diberikan kepada validator yang berkompeten di bidang materi pembelajaran dan evaluasi pendidikan untuk memberikan penilaian terhadap kesesuaian materi, kejelasan rumusan soal, penggunaan bahasa, serta tingkat kesukaran soal. Hasil validasi

digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi dan penyempurnaan instrumen tes sebelum digunakan dalam pengumpulan data penelitian.Selanjutnya, indikator penilaian angket uji kelayakan soal pretest dan posttest disajikan pada tabel berikut.

c. Angket Respon Siswa

Angket respon siswa digunakan untuk memperoleh data mengenai tanggapan siswa terhadap proses pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker serta penggunaan LKPD yang dikembangkan. Angket ini bertujuan untuk mengetahui persepsi siswa terkait ketertarikan terhadap pembelajaran, kemudahan penggunaan media dan LKPD, kejelasan penyajian materi, serta manfaat pembelajaran yang dirasakan oleh siswa.

Respon siswa mencerminkan tingkat penerimaan, keterlibatan, dan kenyamanan siswa selama mengikuti proses pembelajaran. Data respon siswa digunakan sebagai indikator kepraktisan dan keterterimaan pembelajaran yang diterapkan, sekaligus sebagai data pendukung dalam menilai efektivitas penggunaan Video Tracker dalam meningkatkan kualitas pembelajaran fisika.

2. Instrumen Pretes dan Postes

Instrumen pretes dan postes merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengetahui hasil belajar dan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB). Instrumen tes ini disusun dalam bentuk soal yang mengacu pada indikator pembelajaran serta indikator

keterampilan berpikir kritis yang telah ditetapkan dalam penelitian. Jenis soal yang digunakan berupa pilihan ganda dan esai.

Instrumen tes terdiri atas pretes dan postes yang menggunakan indikator pembelajaran yang sama, namun disajikan dengan redaksi dan konteks soal yang berbeda untuk menghindari efek pengulangan. Pretes diberikan sebelum pembelajaran untuk mengetahui kemampuan awal siswa, sedangkan postes diberikan setelah pembelajaran untuk mengukur peningkatan hasil belajar dan keterampilan berpikir kritis siswa setelah mengikuti pembelajaran berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker. Setiap butir soal dipetakan ke dalam level kognitif Taksonomi Bloom C2–C5 (memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi).

Data hasil pretes dan postes digunakan untuk menjawab rumusan masalah penelitian, yaitu untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis antara siswa yang mengikuti pembelajaran berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker dan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional, serta untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan Video Tracker dalam pembelajaran berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi GLBB. Dengan demikian, instrumen pretes dan postes berperan penting dalam mengukur efektivitas pembelajaran yang diterapkan dalam penelitian ini.

3. Lembar Kerja Siswa (LKPD)

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan perangkat pembelajaran yang berisi panduan aktivitas belajar yang disusun secara

sistematis untuk membantu siswa memahami konsep, melakukan kegiatan pembelajaran, serta mengembangkan keterampilan berpikir. LKPD memuat petunjuk kerja, langkah kegiatan, dan tugas yang harus diselesaikan siswa selama proses pembelajaran berlangsung.

Dalam penelitian ini, LKPD dikembangkan berbasis pendekatan STEM dengan bantuan Video Tracker pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB). LKPD digunakan sebagai sarana untuk mengarahkan siswa melakukan pengamatan gerak, menganalisis data menggunakan Video Tracker, serta mengaitkan konsep fisika dengan penerapan teknologi dan perhitungan matematis secara terpadu.

Tujuan penggunaan LKPD dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui penerapan pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker pada materi GLBB di MA Muhammadiyah Nangahure. Data dari LKPD digunakan untuk menggambarkan keterlaksanaan pembelajaran dan keterlibatan siswa, sehingga dapat menjawab rumusan masalah pertama penelitian terkait pelaksanaan pembelajaran yang diterapkan. Selama penggunaan LKPD, dilakukan observasi untuk mengamati keterlaksanaan pembelajaran dan aktivitas siswa. Data hasil observasi ini digunakan sebagai data pendukung untuk memperkuat hasil penelitian terkait keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran.

E. Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini merupakan alat bantu untuk mengumpulkan data yang berkaitan dengan kelayakan perangkat pembelajaran, proses pembelajaran, hasil belajar siswa, serta respon siswa terhadap penggunaan media pembelajaran. Seluruh instrumen disusun berdasarkan tujuan penelitian dan indikator yang telah ditetapkan, serta divalidasi oleh ahli guna memastikan instrumen memiliki tingkat kelayakan dan keakuratan sebelum digunakan dalam penelitian. Adapun instrumen yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut.

1. Angket Validasi LKPD

Angket validasi LKPD digunakan untuk menilai kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dikembangkan sebelum digunakan dalam pembelajaran. Validasi dilakukan oleh para ahli untuk memastikan LKPD telah sesuai dengan tujuan pembelajaran dan karakteristik siswa. Angket validasi LKPD terdiri atas dua jenis, yaitu:

a. Angket validasi ahli materi, yang menilai kesesuaian konsep, keakuratan teori, keterpaduan STEM, keterampilan berpikir kritis, dan penggunaan bahasa keilmuan. Berikut Indikator penilaian angket validasi ahli materi disajikan pada tabel dibawah ini

Tabel 3.2. kisi-kisi indikator penilaian angket validasi ahli materi.

No	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Nomor pernyataan
1	Kesesuaian Konsep	Konsep fisika yang disajikan sesuai dengan materi pembelajaran	1

		Materi sesuai dengan tujuan pembelajaran	2
2	Keakuratan Teori	Teori dan prinsip fisika disajikan secara benar	3
		Tidak terdapat kesalahan konsep atau miskonsepsi	4
3	Relevansi Materi	Materi dan aktivitas LKPD relevan dengan kompetensi yang harus dicapai	5
		Contoh dan latihan sesuai dengan konteks pembelajaran	6
4	Keterpaduan STEM – *Science*	Konsep sains sesuai dengan fenomena fisika yang dikaji	7
5	Keterpaduan STEM – *Technology*	Pemanfaatan Video Tracker mendukung pemahaman konsep	8
6	Keterpaduan STEM – *Engineering*	LKPD memuat kegiatan pemecahan masalah secara sistematis	9
7	Keterpaduan STEM – *Mathematics*	Penggunaan persamaan dan analisis matematis tepat	10
8	Keterampilan Berpikir Kritis	LKPD melatih interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi	11
9	Bahasa Keilmuan	Istilah dan simbol fisika digunakan secara tepat	12

b. Angket validasi **ahli media**, yang menilai aspek tampilan, keterbacaan, kemenarikan, desain visual, kemudahan penggunaan, dan integrasi media Video Tracker. Indikator penilaian angket validasi ahli media disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.3. Kisi-kisi Indikator Penilaian Angket Validasi ahli media

No	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Nomor pernyataan
1	Tampilan LKPD	Tata letak LKPD rapi dan proporsional	1
		Pemilihan jenis dan ukuran huruf sesuai	2
2	Keterbacaan	Teks mudah dibaca dan dipahami	3
		Kontras warna mendukung keterbacaan	4
3	Kemenarikan	Desain LKPD menarik dan tidak membosankan	5
4	Desain Visual	Penggunaan gambar dan ilustrasi mendukung materi	6
		Konsistensi format dan simbol dalam LKPD	7
5	Kemudahan Penggunaan	LKPD mudah digunakan oleh siswa	8
		Petunjuk penggunaan LKPD disajikan dengan jelas	9
6	Integrasi Media	Integrasi Video Tracker dalam LKPD jelas dan mudah diikuti	10
7	Kesesuaian dengan Karakteristik Siswa	Tampilan LKPD sesuai dengan tingkat perkembangan siswa	11

2. Angket Validasi Instrumen Tes (Pretest – Posttest)

Angket validasi instrumen tes digunakan untuk menilai kelayakan soal pretest dan posttest yang digunakan dalam penelitian. Validasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa soal tes telah sesuai dengan indikator pembelajaran dan mampu mengukur keterampilan berpikir kritis siswa.

Indikator penilaian angket validasi instrumen tes disajikan pada tabel indikator angket validasi pretest–posttest.

Tabel 3.4 Kisi-kisi Indikator Penilaian Angket Uji Kelayakan Soal Pretest dan Posttest

No	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Nomor pernyataan
1	Kesesuaian dengan Indikator Pembelajaran	Soal sesuai dengan tujuan dan indikator pembelajaran	1
		Soal mengukur kompetensi yang ingin dicapai	2
2	Kesesuaian dengan Materi	Soal sesuai dengan materi yang diajarkan	3
3	Kejelasan Bahasa	Bahasa soal jelas, komunikatif, dan tidak ambigu	4
		Kalimat soal sesuai dengan tingkat pemahaman siswa	5
4	Konstruksi Soal	Rumusan soal disusun secara sistematis	6
		Petunjuk pengerjaan soal jelas	7
5	Tingkat Kesulitan	Tingkat kesulitan soal sesuai dengan kemampuan siswa	8
		Variasi tingkat kesulitan soal proporsional	9
6	Keterampilan Berpikir Kritis	Soal mengukur kemampuan interpretasi	10
		Soal mengukur kemampuan analisis	11
		Soal mengukur kemampuan evaluasi	12
		Soal mengukur kemampuan inferensi	13

7	Relevansi Konteks Lokal	Soal dikaitkan dengan konteks kehidupan sehari-hari siswa	14
8	Kelayakan Penggunaan	Soal layak digunakan sebagai instrumen pretest dan posttest	15

3. Angket respon siswa

Angket respon siswa digunakan untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker dan penggunaan LKPD yang dikembangkan. Angket ini memberikan gambaran mengenai penerimaan dan pengalaman belajar siswa selama proses pembelajaran. Indikator penilaian angket respon siswa disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.5 Kisi-kisi Indikator Angket Respon Siswa

No	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Nomor Pernyataan
1	Ketertarikan Siswa	Pembelajaran fisika dengan bantuan Video Tracker menarik	1, 2
		Video Tracker membuat pembelajaran fisika lebih menyenangkan	3
2	Kejelasan Materi	Video Tracker membantu memahami materi GLBB	4, 5
		Tampilan grafik dan data pada Video Tracker mudah dipahami	6
3	Kemudahan Penggunaan	Video Tracker mudah digunakan dalam pembelajaran	7, 8
		Fitur-fitur Video Tracker mudah dioperasikan	9

4	Keterpaduan Pembelajaran	Video Tracker membantu mengaitkan teori fisika dengan praktik	10, 11
5	Keterlibatan Siswa	Penggunaan Video Tracker mendorong siswa aktif dalam pembelajaran	12, 13
6	Manfaat Pembelajaran	Video Tracker membantu meningkatkan pemahaman konsep GLBB	14, 15
		Video Tracker membantu melatih kemampuan berpikir kritis	16
7	Motivasi Belajar	Penggunaan Video Tracker meningkatkan motivasi belajar fisika	17, 18
8	Kebermaknaan Pembelajaran	Video Tracker relevan dengan peristiwa fisika dalam kehidupan sehari-hari	19, 20

4. Intrumen Pretes – Postes

Instrumen tes pretes dan postes digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa pada materi GLBB. Pretes diberikan sebelum pembelajaran dan postes setelah pembelajaran berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker. Instrumen tes berupa soal pilihan ganda dan esai, dengan indikator yang disajikan dalam tabel indikator pretes dan postes.

Tabel 3.6 Kisi-kisi Instrumen Pretest

No	Aspek yang Diukur	Indikator Berpikir Kritis	Nomor Butir Soal (Level Kognitif)	Bentuk Soal
1.	Interprestasi konsep daan prinsip daasar GLBB	Interprestasi	1 (C2), 3 (C3), (C5)	Pilihan Ganda
2	Analisis hubungan antara besaran fisika (kecepatan, waktu, percepatan)	Analisis	2 (C4), 4 (C4), 6 (C4)	Pilihan Ganda
3	Evaluasi hasil perhitungan dan penerapan konsep GLBB dalam konteks kehidupan sehari-hari	Evaluasi	7 (C5), 8 (C5)	Pilihan Ganda
4	Inferensi terhadap hasil eksperimen sederhana atau grafik gerak	Inferensi	9 (C4), 10 (C4)	Pilihan Ganda
5	Pemahaman mendalam terhadap penerapan konsep GLBB dan kemampuan berpikir kritis	Interpretasi, Analisis, Evaluasi, Inferensi	1 (C3), 2 (C4), 3 (C5), 4 (C4), 5 (C5)	Esai

5. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

LKPD digunakan sebagai panduan kegiatan siswa dalam pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker pada materi GLBB. Indikator LKPD disajikan dalam tabel indikator Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).

Tabel 3.7 Instrumen Penilaian LKPD

No.	Aspek yang dililai	Hasil Observasi	
		Ya	Tidak
1.	Siswa mengikuti petunjuk kegiatan dengan benar		
2.	Siswa mampu melakukan percobaan atau simulasi sesuai prosedur		
3.	Siswa mampu mencatat hasil pengamatan secara sistematis		
4.	Siswa melakukan analisis terhadap hasil kegiatan dengan tepat		
5.	Siswa mampu menarik kesimpulan berdasarkan data hasil percobaan		
6.	Siswa aktif berdiskusi dan berkontribusi dalam kelompok		
7.	Siswa menunjukkan sikap teliti, tanggung jawab, dan kerjasama		

Penilaian dilakukan dengan memberi tanda centang (✓) pada kolom "Ya" jika aspek tersebut muncul, dan pada kolom "Tidak" jika tidak muncul. Hasil dari penilaian LKPD kemudian dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan keterampilan proses sains dan partisipasi siswa selama pembelajaran.

F. Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara kuantitatif untuk mengetahui efektivitas penggunaan media pembelajaran terhadap hasil

belajar siswa. Adapun langkah-langkah analisis data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Analisis Kelayakan Perangkat dan Instrumen (Expert Judgment Analysis)

   Analisis kelayakan digunakan untuk mengolah data hasil penilaian dari validator ahli yang meliputi validasi LKPD oleh ahli materi dan ahli media, validasi instrumen tes (pretest–posttest), serta validasi angket respon siswa. Analisis ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh perangkat dan instrumen penelitian telah memenuhi kriteria kelayakan isi, penyajian, dan penggunaan sebelum diterapkan dalam pembelajaran.

   Data hasil validasi dianalisis menggunakan skala Likert, kemudian dihitung dalam bentuk persentase kelayakan menggunakan rumus berikut:

$$Persentase\ Kelayakan = \frac{\sum Skor\ Yang\ Diperoleh}{\sum Skor\ Maksimum} \times 100\%$$

   Skor yang diperoleh merupakan jumlah keseluruhan skor dari setiap pernyataan yang diberikan oleh validator Ahli, sedangkan skor maksimum merupakan skor tertinggi yang mungkin diperoleh dari seluruh pernyataan yang dinilai.

   Hasil perhitungan persentase kelayakan kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel berikut.

Tabel 3.8 Kriteria Kelayakan Perangkat dan Instrumen

Persentase Kelayakan (%)	Kategori
81 – 100	Sangat Layak
61 – 80	Layak
41 – 60	Cukup Layak
21 – 40	Kurang Layak
≤ 20	Tidak Layak

Perangkat dan instrumen penelitian dinyatakan layak digunakan apabila memperoleh persentase kelayakan minimal pada kategori layak. Apabila hasil validasi berada pada kategori cukup layak atau di bawahnya, maka dilakukan revisi sesuai dengan saran dan masukan dari validator ahli sebelum perangkat dan instrumen digunakan dalam penelitian.

2. Analisis deskriptif hasil observasi (LKPD)

Observasi LKPD dilakukan menggunakan checklist dengan kategori "Ya" atau "Tidak" untuk setiap aspek yang diamati. Analisis deskriptif dilakukan dengan menghitung persentase keterlaksanaan menggunakan rumus:

$$keterlaksanaan(\%) = \frac{jumlah\ aspek\ yang\ di\ centang\ "ya"}{jumlah\ total\ aspek} \times 100$$

Hasil perhitungan persentase keterlaksanaan kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria keterlaksanaan sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3.9 Kriteria Keterlaksanaan Observasi LKPD

Persentase Keterlaksanaan (%)	Kategori
81 – 100	Sangat Baik
61 – 80	Baik
41 – 60	Cukup Baik
21 – 40	Kurang Baik
≤ 20	Tidak Baik

Berdasarkan kriteria tersebut, hasil observasi LKPD digunakan untuk menggambarkan tingkat keterlaksanaan aktivitas pembelajaran serta keterampilan proses sains siswa. Semakin tinggi persentase keterlaksanaan yang diperoleh, maka semakin baik keterlibatan siswa dalam mengikuti kegiatan pembelajaran berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker.

3. Uji Hipotesis

   a. Uji Normalitas

      Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Uji ini dapat dilakukan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov atau uji Shapiro-Wilk, dengan ketentuan bahwa data dikatakan berdistribusi normal jika nilai signifikansi (Sig.) > 0,05.

   b. (Uji-t)

      Uji-t digunakan untuk mengetahui perbedaan rata-rata hasil belajar siswa antara sebelum dan sesudah perlakuan.

1) Jika Sig. (2-tailed) < 0,05, maka terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest, yang berarti media pembelajaran efektif digunakan.
2) Jika Sig. (2-tailed) > 0,05, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

c. Perhitungan N-Gain

Untuk mengetahui peningkatan hasil belajar siswa, digunakan analisis N-Gain dengan rumus:

$$N - Gain = \frac{Skor\ posttest - Skor\ pretest}{Skor\ maksimum - skor\ pretes}$$

Kriteria interpretasi N-Gain adalah sebagai berikut:

1. N-Gain > 0,70 = Peningkatan tinggi
2. 0,30 ≤ N-Gain ≤ 0,70 = Peningkatan sedang
3. N-Gain < 0,30 = Peningkatan rendah

d. Analisis Ketuntasan Belajar Siswa

Analisis ketuntasan belajar siswa dilakukan berdasarkan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang telah ditetapkan, yaitu sebesar 70. Siswa dinyatakan tuntas secara individu apabila memperoleh nilai ≥ 70, sedangkan siswa yang memperoleh nilai < 70 dinyatakan belum tuntas. Ketuntasan individu dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Selain ketuntasan individu, dalam penelitian ini juga digunakan analisis ketuntasan klasikal untuk mengetahui keberhasilan pembelajaran secara keseluruhan. Ketuntasan klasikal dihitung berdasarkan persentase jumlah siswa yang mencapai nilai KKM dibandingkan dengan jumlah seluruh siswa dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Ketuntasan Klasikal} = \frac{\text{Jumlah siswa tuntas}}{\text{Jumlah seluruh siswa}} \times 100\%$$

Pembelajaran dikatakan tuntas secara klasikal apabila minimal 75% dari jumlah siswa telah mencapai nilai KKM yang ditentukan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

1. Data hasil validasi intrumen

a. Hasil Validasi LKPD oleh Ahli Materi

Sebelum LKPD digunakan dalam proses pembelajaran, terlebih dahulu dilakukan proses validasi oleh ahli untuk mengetahui tingkat kelayakan LKPD yang dikembangkan. Validasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa materi yang disajikan dalam LKPD telah sesuai dengan konsep fisika yang benar, kurikulum yang berlaku, serta mendukung pendekatan pembelajaran berbasis STEM yang digunakan dalam penelitian.

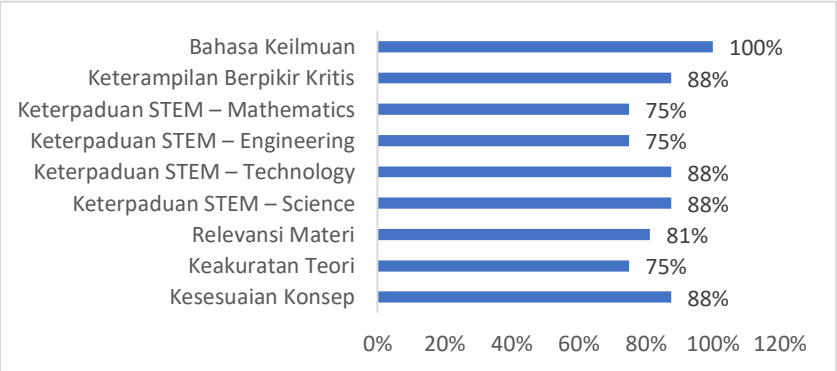
Proses validasi LKPD dilakukan oleh dua orang validator ahli materi yang memiliki kompetensi di bidang pendidikan fisika. Penilaian dilakukan terhadap beberapa aspek, yaitu kesesuaian konsep, keakuratan teori, relevansi materi, keterpaduan STEM yang meliputi science, technology, engineering, dan mathematics, keterampilan berpikir kritis, serta penggunaan bahasa keilmuan dalam LKPD. Hasil validasi LKPD oleh ahli materi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.1 Hasil Validasi LKPD oleh Ahli Materi

Aspek Penilaian	Rerata	Persentase
Kesesuaian Konsep	3,5	88%
Keakuratan Teori	3	75%
Relevansi Materi	3,25	81%
Keterpaduan STEM – Science	3,5	88%
Keterpaduan STEM – Technology	3,5	88%

Keterpaduan STEM – Engineering	3	75%
Keterpaduan STEM – Mathematics	3	75%
Keterampilan Berpikir Kritis	3,5	88%
Bahasa Keilmuan	4	100%

Berdasarkan hasil validasi pada Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa sebagian besar aspek memperoleh persentase kelayakan antara 75% hingga 100%. Aspek dengan nilai tertinggi terdapat pada bahasa keilmuan dengan persentase 100%, yang menunjukkan bahwa penggunaan bahasa dalam LKPD sudah sangat baik dan mudah dipahami oleh siswa. Sementara itu, aspek keakuratan teori, keterpaduan STEM pada komponen engineering, serta mathematics memperoleh persentase sebesar 75%, yang menunjukkan bahwa aspek tersebut berada pada kategori layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Untuk memperjelas hasil validasi LKPD oleh ahli materi, persentase penilaian setiap aspek juga disajikan dalam bentuk diagram berikut.



Gambar 4.1 Diagram Persentase Hasil Validasi LKPD oleh Ahli Materi

Berdasarkan diagram tersebut dapat dilihat bahwa sebagian besar aspek memperoleh nilai persentase yang tinggi, khususnya pada aspek kesesuaian konsep, keterpaduan STEM pada komponen science dan technology, serta keterampilan berpikir kritis yang memperoleh nilai sebesar 88%. Hal ini menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan telah sesuai dengan konsep fisika serta mampu mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa. Secara keseluruhan, hasil validasi oleh ahli materi menunjukkan bahwa LKPD berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker berada pada kategori layak hingga sangat layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran fisika pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan.

b. Hasil Validasi LKPD oleh Ahli Media

Selain divalidasi oleh ahli materi, LKPD berbasis STEM yang digunakan dalam penelitian ini juga melalui proses validasi oleh ahli media. Validasi ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan LKPD dari segi tampilan, desain visual, keterbacaan, kemenarikan, kemudahan penggunaan, integrasi media, serta kesesuaian dengan karakteristik siswa. Dengan adanya validasi ini, diharapkan LKPD yang digunakan dalam pembelajaran dapat membantu siswa memahami materi secara lebih efektif.

Proses validasi dilakukan oleh dua orang validator ahli media yang memiliki kompetensi dalam bidang media pembelajaran. Penilaian dilakukan menggunakan skala Likert dengan rentang nilai 1–4, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan tingkat kelayakan yang lebih baik.

Hasil penilaian dari kedua validator kemudian dianalisis dengan menghitung nilai rata-rata dan persentase kelayakan untuk mengetahui tingkat kelayakan LKPD yang digunakan dalam penelitian. Hasil validasi LKPD oleh ahli media dapat dilihat pada tabel berikut.

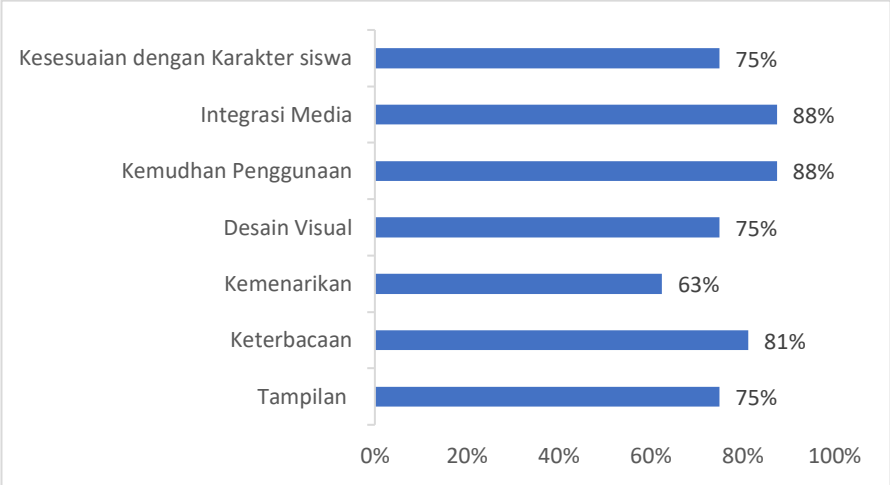
Tabel 4.2 Hasil validasi LKPD oleh ahli media

Aspek Penilaian	Rerata	Persentase
Tampilan	3	75%
Keterbacaan	3,25	81%
Kemenarikan	2,5	63%
Desain Visual	3	75%
Kemudahan Penggunaan	3,5	88%
Integrasi Media	3,5	88%
Kesesuaian dengan Karakter Siswa	3	75%

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa sebagian besar aspek penilaian memperoleh persentase kelayakan antara 63% hingga 88%. Aspek dengan nilai tertinggi terdapat pada kemudahan penggunaan dan integrasi media dengan persentase sebesar 88%, yang menunjukkan bahwa LKPD mudah digunakan oleh siswa serta mampu mengintegrasikan media pembelajaran dengan baik dalam proses pembelajaran.

Aspek keterbacaan memperoleh persentase sebesar 81%, yang menunjukkan bahwa penyajian tulisan dalam LKPD cukup jelas dan mudah dipahami oleh siswa. Sementara itu, aspek tampilan, desain visual, dan kesesuaian dengan karakter siswa memperoleh persentase sebesar 75%, yang menunjukkan bahwa aspek tersebut berada pada kategori layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Adapun aspek kemenarikan memperoleh

persentase sebesar 63%, yang menunjukkan bahwa tampilan LKPD masih memerlukan beberapa perbaikan agar lebih menarik bagi siswa. Namun demikian, secara keseluruhan LKPD berbasis STEM yang digunakan dalam penelitian ini berada pada kategori layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran fisika. Untuk memperjelas hasil validasi LKPD oleh ahli media, persentase penilaian setiap aspek juga disajikan dalam bentuk diagram berikut.



Gambar 4.2 Diagram Persentase Hasil Validasi LKPD oleh Ahli Media

Berdasarkan diagram tersebut dapat dilihat bahwa sebagian besar aspek penilaian memperoleh persentase yang cukup tinggi, khususnya pada aspek kemudahan penggunaan dan integrasi media yang memperoleh nilai 88%. Hal ini menunjukkan bahwa LKPD yang digunakan dalam penelitian ini cukup mudah digunakan oleh siswa dan dapat mendukung proses pembelajaran fisika dengan baik. Secara keseluruhan, hasil validasi oleh ahli media menunjukkan bahwa LKPD berbasis STEM yang digunakan dalam penelitian ini berada pada kategori layak untuk digunakan dalam

proses pembelajaran fisika pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).

c. Hasil Validasi Instrumen Tes

Selain melakukan validasi terhadap LKPD, dalam penelitian ini juga dilakukan validasi terhadap instrumen tes yang digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa. Instrumen tes yang digunakan berupa soal pretest dan posttest yang disusun berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis siswa pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).

Tujuan dilakukannya validasi instrumen tes adalah untuk mengetahui tingkat kelayakan soal yang digunakan dalam penelitian, sehingga soal tersebut dapat digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa secara tepat.

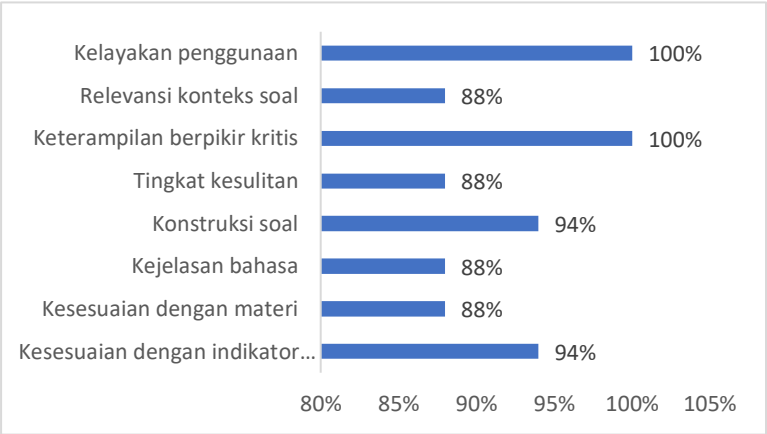
Proses validasi instrumen tes dilakukan oleh dua orang validator ahli yang memiliki kompetensi dalam bidang pendidikan fisika. Penilaian dilakukan terhadap beberapa aspek, yaitu kesesuaian soal dengan materi pembelajaran, kejelasan rumusan soal, kesesuaian soal dengan indikator keterampilan berpikir kritis, serta penggunaan bahasa dalam soal. Hasil validasi instrumen tes dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.3 Hasil Validasi Instrumen Tes

No	Aspek Penilaian	Rerata	Persentase
1	Kesesuaian dengan indikator pembelajaran	3,75	94%
2	Kesesuaian dengan materi	3,5	88%
3	Kejelasan bahasa	3,5	88%
4	Konstruksi soal	3,75	94%

5	Tingkat kesulitan	3,5	88%
6	Keterampilan berpikir kritis	4	100%
7	Relevansi konteks soal	3,5	88%
8	Kelayakan penggunaan	4	100%

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa setiap aspek penilaian memperoleh persentase kelayakan yang tinggi, yaitu antara 88% hingga 100%. Aspek dengan nilai tertinggi terdapat pada keterampilan berpikir kritis dan kelayakan penggunaan, dengan persentase sebesar 100%, yang menunjukkan bahwa soal yang digunakan sangat baik dalam mengukur keterampilan berpikir kritis siswa. Sementara itu, aspek kesesuaian dengan indikator pembelajaran dan konstruksi soal memperoleh persentase sebesar 94%, yang menunjukkan bahwa soal telah disusun dengan baik sesuai dengan tujuan pembelajaran. Adapun aspek kesesuaian dengan materi, kejelasan bahasa, tingkat kesulitan, dan relevansi konteks soal memperoleh persentase sebesar 88%, yang menunjukkan bahwa soal sudah sesuai dengan materi pembelajaran serta menggunakan bahasa yang cukup jelas dan mudah dipahami oleh siswa. Untuk memperjelas hasil validasi instrumen tes, persentase penilaian setiap aspek juga disajikan dalam bentuk diagram berikut.



Gambar 4.3 Diagram Persentase Hasil Validasi Instrumen Tes

Berdasarkan hasil validasi ahli, instrumen tes dinyatakan berada pada kategori sangat layak untuk digunakan dalam penelitian. Selanjutnya, instrumen tersebut diuji secara empiris melalui uji validitas butir soal menggunakan bantuan program SPSS berdasarkan hasil uji coba kepada responden penelitian. Uji ini dilakukan untuk mengetahui ketepatan setiap butir soal dalam mengukur kemampuan yang diharapkan. Hasil uji validitas butir soal disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 4.4 Hasil Uji Validitas Instrumen Tes

Jenis Soal	Jumlah Soal	Valid	Tidak Valid	Keterangan
Pilihan Ganda	10	6	4	r hitung > r tabel = Valid; r hitung < r tabel = Tidak Valid
Esai	5	5	0	r hitung > r tabel = Valid
Total	15	11	4	

Berdasarkan Tabel 4.4, dari 10 soal pilihan ganda terdapat 6 soal yang dinyatakan valid dan 4 soal tidak valid. Sementara itu, seluruh 5 soal esai

dinyatakan valid karena memiliki nilai r hitung > r tabel. Dengan demikian, instrumen yang digunakan dalam penelitian adalah butir soal yang memenuhi kriteria validitas, sedangkan butir soal yang tidak valid perlu diperbaiki sebelum digunakan dalam penelitian. Setelah diperoleh butir soal yang valid, selanjutnya dilakukan uji reliabilitas untuk mengetahui tingkat konsistensi instrumen. Sebelum menghitung nilai reliabilitas, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan kelayakan data yang disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 *Case Processing Summary*

Keterangan	Jumlah (N)	Persentase (%)
Data Valid	17	100,0
Data Dikeluarkan	0	0,0
Total	17	100,0

Berdasarkan Tabel 4.5, seluruh data responden sebanyak 17 data (100%) dinyatakan valid dan dapat dianalisis. Tidak terdapat data yang dikeluarkan (excluded) sehingga seluruh data digunakan dalam proses uji reliabilitas instrumen. Selanjutnya, hasil perhitungan reliabilitas menggunakan koefisien Cronbach's Alpha disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Uji Reliabelitas

Cronbach's Alpha	Jumlah item	Kategori
0,763	15	Reliabel

Berdasarkan Tabel 4.6, hasil uji reliabilitas menunjukkan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,763. Nilai tersebut lebih besar dari 0,60

sehingga instrumen penelitian termasuk dalam kategori reliabel. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen memiliki tingkat konsistensi yang baik dan layak digunakan dalam pengambilan data penelitian.

Berdasarkan hasil uji validitas dan reliabilitas, instrumen tes telah memenuhi syarat untuk digunakan dalam penelitian. Meskipun pada uji validitas awal masih terdapat beberapa butir soal yang belum memenuhi kriteria validitas, butir tersebut telah direvisi sebelum digunakan. Selanjutnya, hasil uji reliabilitas menunjukkan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,763 yang termasuk dalam kategori reliabel. Dengan demikian, seluruh instrumen tes layak digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).

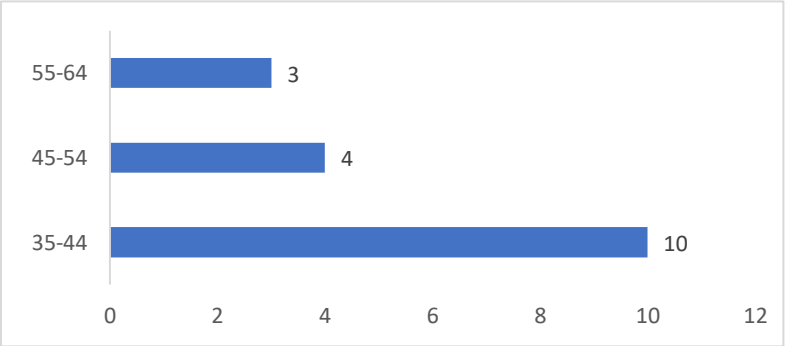
2. Pemaparan Hasil Tes

Pemaparan data hasil tes dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan keterampilan berpikir kritis siswa berdasarkan hasil pretest dan posttest setelah mengikuti pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan media Video Tracker pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB). Data diperoleh dari siswa kelas XI di MA Muhammadiyah Nangahure dengan jumlah responden sebanyak 17 orang siswa. Hasil pengolahan data menunjukkan statistik deskriptif nilai pretest dan posttest yang disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4.7 Statistik Deskriptif Nilai Pretest dan Posttest

tes	N	Med	Mod	Max	Min	Rata-rata
Pretest	17	41	40	56	35	44,24
Posttest	17	63	69	72	48	61,82

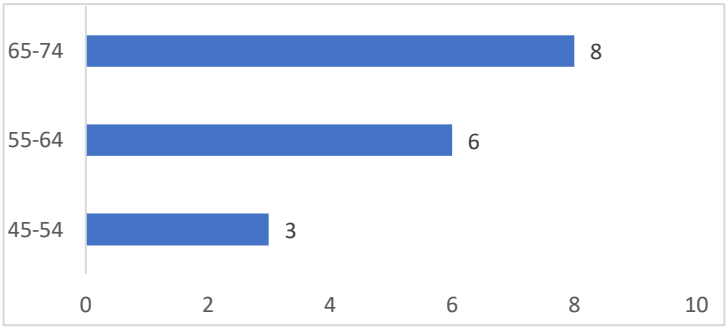
Berdasarkan tabel 4.7, tersebut dapat diketahui bahwa nilai rata-rata pretest siswa adalah 44,24, sedangkan nilai rata-rata posttest meningkat menjadi 61,82. Nilai median dan modus pada hasil posttest juga lebih tinggi dibandingkan dengan hasil pretest. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan hasil tes siswa setelah mengikuti pembelajaran menggunakan media Video Tracker berbasis STEM. Untuk memperjelas distribusi nilai serta melihat pergeseran kemampuan siswa secara lebih rinci, data pretest dan posttest selanjutnya disajikan dalam bentuk diagram sebagai berikut.



Gambar 4.4 Distribusi Nilai Pretest Siswa

Berdasarkan Gambar 4.4, terlihat bahwa sebagian besar siswa berada pada interval nilai 35–44 yaitu sebanyak 10 orang siswa. Selanjutnya, pada interval nilai 45–54 terdapat 4 orang siswa, dan pada interval nilai 55–64 terdapat 3 orang siswa. Distribusi tersebut menunjukkan bahwa kemampuan awal siswa masih tergolong rendah karena mayoritas siswa berada pada

interval nilai terendah. Selanjutnya, untuk melihat perubahan distribusi nilai siswa setelah mengikuti pembelajaran, disajikan hasil posttest pada Gambar



4.5 berikut.

Gambar 4.5 distribusi nila postes Siswa

Berdasarkan Gambar 4.5, terlihat bahwa sebagian besar siswa berada pada interval nilai 65–74 yaitu sebanyak 8 orang siswa. Selanjutnya, pada interval nilai 55–64 terdapat 6 orang siswa, dan pada interval nilai 45–54 terdapat 3 orang siswa. Distribusi tersebut menunjukkan bahwa terjadi pergeseran nilai siswa ke arah yang lebih tinggi setelah mengikuti pembelajaran. Jika dibandingkan dengan hasil pretest, terlihat bahwa terjadi peningkatan distribusi nilai siswa dari interval rendah ke interval yang lebih tinggi. Pada pretest, sebagian besar siswa berada pada interval nilai 35–44, sedangkan pada posttest mayoritas siswa berada pada interval nilai 65–74. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan media Video Tracker memberikan dampak positif terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa.

3. Hasil Observasi Keterlaksanaan LKPD

Observasi dilakukan untuk mengetahui tingkat keterlaksanaan pembelajaran menggunakan LKPD berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB). Observasi dilakukan selama proses pembelajaran dengan menggunakan lembar observasi yang memuat 7 aspek kegiatan siswa.

Tabel 4.8 Hasil Observasi Keterlaksanaan LKPD

No.	Aspek yang Diamati	Rata – Rata	Persentase
1	Mengikuti petunjuk kegiatan	1	100%
2	Melakukan percobaan sesuai prosedur	0,75	75%
3	Mencatat hasil pengamatan	1	100%
4	Melakukan analisis	1	100%
5	Menarik kesimpulan	0,75	75%
6	Aktif berdiskusi	0,75	75%
7	Menunjukkan sikap teliti dan tanggung jawab	1	100%
	Rata-Rata	0,89	89%

Berdasarkan Tabel 4.8, keterlaksanaan pembelajaran pada sebagian besar aspek berada pada kategori sangat baik. Aspek mengikuti petunjuk kegiatan, mencatat hasil pengamatan, melakukan analisis, serta menunjukkan sikap teliti dan tanggung jawab memperoleh persentase sebesar 100%. Sementara itu, aspek melakukan percobaan sesuai prosedur, menarik kesimpulan, dan aktif berdiskusi memperoleh persentase sebesar 75%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian siswa masih belum sepenuhnya

optimal dalam melaksanakan percobaan, menarik kesimpulan, serta berpartisipasi aktif dalam diskusi kelompok.

Secara keseluruhan, rata-rata keterlaksanaan pembelajaran sebesar 89% yang termasuk dalam kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan LKPD berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker dapat terlaksana dengan baik. Selain itu, kegiatan seperti melakukan analisis dan menarik kesimpulan menunjukkan bahwa siswa mulai mengembangkan keterampilan berpikir kritis selama proses pembelajaran.

4. Uji Hipotesis (Analisis Data)

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan untuk menjawab rumusan masalah mengenai perbedaan dan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah mengikuti pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).

Uji prasyarat dalam penelitian ini meliputi uji normalitas, uji t *(Paired Sample t-test),* dan uji N-Gain.

a. Uji normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data pretest dan posttest berdistribusi normal sebagai syarat penggunaan uji parametrik. Hasil uji normalitas data pretest dan posttest disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4.9 Hasil Uji Normalitas

Data	Sig (Shapiro-Wilk)	Keterangan
Pretest	0,054	Normal
Posttest	0,055	Normal

Berdasarkan tabel 4.9 tersebut, diperoleh nilai signifikansi pada data pretest sebesar 0,054 dan pada data posttest sebesar 0,055. Kedua nilai tersebut lebih besar dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data pretest dan posttest berdistribusi normal. Dengan demikian, data penelitian memenuhi asumsi normalitas sehingga analisis selanjutnya dapat dilakukan menggunakan uji statistik parametrik, yaitu uji t (Paired Sample t-test).

b. Uji t (Paired Sample t-test)

Uji t (Paired Sample t-test) dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest siswa setelah mengikuti pembelajaran menggunakan Video Tracker berbasis STEM.

Tabel 4.10 Hasil Uji T (Paired Sample t-test)

Data	Mean Difference	t	df	Sig. (2-tailed)	Data
Pretest – Posttest	-17,588	-9,949	16	0,000	Pretest – Posttest

Berdasarkan tabel tersebut, diperoleh nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,000. Nilai tersebut lebih kecil dari taraf signifikansi

0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest siswa. Selain itu, nilai rata-rata posttest lebih tinggi dibandingkan dengan pretest, yang menunjukkan bahwa terjadi peningkatan hasil belajar siswa setelah mengikuti pembelajaran. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker berpengaruh terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).

c. Uji N-Gain

Uji N-Gain dilakukan untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah pembelajaran.

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan N-gain

Rata-rata Pretest	**Rata-rata Posttest**	**N-Gain**	**Kategori**
44,24	61,82	0,31	Sedang

Berdasarkan tabel tersebut, diperoleh nilai n-gain sebesar 0,31. Mengacu pada kriteria interpretasi n-gain, nilai tersebut berada pada kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah mengikuti pembelajaran menggunakan video tracker berbasis stem dalam kategori sedang. Dengan demikian, penggunaan video tracker dalam pembelajaran berbasis stem tidak hanya menghasilkan perbedaan yang signifikan,

tetapi juga memberikan peningkatan yang cukup efektif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.

d. Analisis Ketuntasan Belajar (KKM)

Analisis ketuntasan belajar siswa dilakukan untuk mengetahui tingkat pencapaian hasil belajar siswa sebelum dan sesudah diberikan perlakuan pembelajaran. Ketuntasan belajar dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan sebesar 70. Siswa dinyatakan tuntas apabila memperoleh nilai ≥70, sedangkan siswa dengan nilai <70 dinyatakan tidak tuntas.

Tabel 4.12 Ketuntasan Belajar Siswa

Kategori	Pretest	Posttest	Persentase
Tuntas	0	3	17,65%
Tidak Tuntas	17	14	82,35%
Jumlah	17	17	100%

Berdasarkan tabel di atas, pada tahap pretest menunjukkan bahwa tidak terdapat siswa yang mencapai nilai KKM (≥70), sehingga seluruh siswa termasuk dalam kategori tidak tuntas. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan awal siswa pada materi yang diajarkan masih rendah. Setelah diberikan perlakuan pembelajaran, pada tahap posttest terjadi peningkatan hasil belajar siswa. Hal ini terlihat dari adanya 3 siswa (17,65%) yang telah mencapai ketuntasan belajar, sedangkan 14 siswa (82,35%) masih berada pada kategori tidak tuntas.

Peningkatan jumlah siswa yang tuntas dari 0 menjadi 3 siswa menunjukkan bahwa pembelajaran yang diterapkan memberikan dampak positif terhadap hasil belajar siswa. Namun demikian, secara klasikal ketuntasan belajar belum tercapai karena persentase ketuntasan masih berada di bawah standar ketuntasan klasikal, yaitu ≥75%.

5. Hasil Angket Respon Siswa terhadap Penggunaan Video Tracker

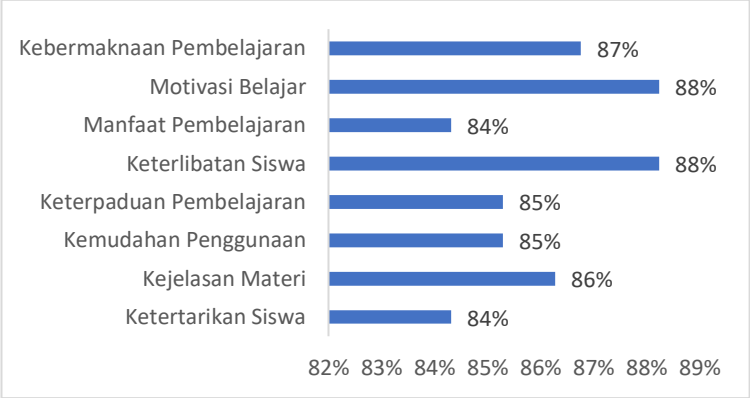
Angket respon siswa digunakan untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap penggunaan Video Tracker dalam pembelajaran fisika berbasis STEM pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB). Angket diberikan kepada 17 siswa setelah pembelajaran selesai.

Tabel 4.13 Hasil Angket Respon Siswa

Aspek	Total Nilai	Rerata	Persentase
Ketertarikan Siswa	172	3,37	84%
Kejelasan Materi	176	3,45	86%
Kemudahan Penggunaan	174	3,41	85%
Keterpaduan Pembelajaran	116	3,41	85%
Keterlibatan Siswa	120	3,53	88%
Manfaat Pembelajaran	172	3,37	84%
Motivasi Belajar	120	3,53	88%
Kebermaknaan Pembelajaran	118	3,47	87%

Berdasarkan tabel tersebut, seluruh aspek memperoleh persentase antara 84% hingga 88% dengan kategori baik hingga sangat baik. Aspek keterlibatan siswa dan motivasi belajar memperoleh nilai tertinggi sebesar 88%, sedangkan aspek lainnya berada pada kisaran 84%–87%. Secara

keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa siswa memberikan respon positif terhadap penggunaan Video Tracker dalam pembelajaran fisika berbasis STEM. Untuk memperjelas, data juga disajikan dalam bentuk diagram berikut.



Gambar 4.6 Diagram Persentase Respon Siswa

Berdasarkan diagram tersebut, terlihat bahwa seluruh aspek memperoleh persentase yang tinggi. Aspek keterlibatan siswa dan motivasi belajar memiliki nilai tertinggi, yang menunjukkan bahwa penggunaan Video Tracker mampu mendorong keaktifan dan semangat belajar siswa. Selain itu, aspek kebermaknaan pembelajaran juga menunjukkan hasil yang baik, sehingga pembelajaran yang dilakukan dianggap bermanfaat oleh siswa. Secara umum, hasil ini memperkuat bahwa penggunaan Video Tracker dalam pembelajaran berbasis STEM memberikan pengalaman belajar yang positif bagi siswa.

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, pembahasan ini disusun untuk menjawab rumusan masalah mengenai penerapan pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker, perbedaan keterampilan berpikir kritis siswa, serta besar pengaruh penggunaan media tersebut terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa.

Penerapan pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) di MA Muhammadiyah Nangahure telah terlaksana dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran yang menunjukkan persentase rata-rata sebesar 89% dengan kategori sangat baik. Selama proses pembelajaran, siswa terlibat aktif dalam kegiatan mengamati, melakukan percobaan, menganalisis data, serta menarik kesimpulan melalui LKPD berbasis STEM. Penggunaan Video Tracker membantu siswa dalam memvisualisasikan gerak benda sehingga konsep yang bersifat abstrak menjadi lebih mudah dipahami. Selain itu, integrasi unsur STEM dalam pembelajaran mendorong siswa untuk berpikir lebih sistematis, kritis, dan analitis dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan. Hal ini juga didukung oleh hasil angket respon siswa yang menunjukkan bahwa penggunaan Video Tracker memperoleh tanggapan positif dengan kategori sangat baik, khususnya pada aspek keterlibatan siswa dan motivasi belajar yang menunjukkan bahwa siswa lebih aktif dan antusias selama pembelajaran berlangsung. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Ekayanti et

al., 2025) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis STEM berperan penting dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa, serta didukung oleh penelitian (Mamonto et al., 2024) yang menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi dalam pendekatan STEM efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Berdasarkan hasil analisis data, terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis siswa antara sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker. Hal ini dibuktikan melalui hasil uji t (Paired Sample t-test) yang menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 yang lebih kecil dari 0,05. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest siswa. Nilai rata-rata pretest sebesar 44,24 meningkat menjadi 61,82 pada posttest, yang menunjukkan adanya peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah mengikuti pembelajaran. Peningkatan ini juga didukung oleh perubahan distribusi nilai siswa, di mana pada pretest sebagian besar siswa berada pada kategori nilai rendah, sedangkan pada posttest terjadi pergeseran ke kategori nilai yang lebih tinggi.

Besarnya pengaruh penggunaan Video Tracker dalam pembelajaran berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa ditunjukkan melalui hasil uji N-Gain yang memperoleh nilai sebesar 0,31 dengan kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran yang diterapkan mampu memberikan peningkatan yang cukup efektif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa, meskipun belum berada pada kategori tinggi. Selain

itu, hasil analisis ketuntasan belajar juga menunjukkan adanya peningkatan jumlah siswa yang mencapai KKM dari 0 siswa pada pretest menjadi 3 siswa pada posttest. Meskipun demikian, secara klasikal ketuntasan belajar belum tercapai karena persentase ketuntasan masih di bawah 75%. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun pembelajaran memberikan dampak positif, masih diperlukan perbaikan atau pengembangan lebih lanjut agar hasil yang diperoleh dapat lebih optimal. Kondisi ini diduga disebabkan oleh siswa yang masih belum terbiasa menggunakan Video Tracker, keterbatasan waktu pembelajaran, serta kemampuan awal siswa yang masih rendah. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Sofiatun Mardiyah & Bambang Subali, 2024) yang menunjukkan bahwa penggunaan Video Tracker dapat meningkatkan kemampuan berpikir analitik siswa dengan nilai N-Gain sebesar 0,9 (kategori tinggi). Perbedaan hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan yang tinggi dapat terjadi apabila siswa sudah terbiasa menggunakan media dan proses pembelajaran berlangsung secara optimal. Sementara itu, penelitian (Pacala & Mendaño, 2025) menunjukkan bahwa hasil penggunaan video analysis sangat dipengaruhi oleh pengalaman pengguna, sehingga jika siswa belum terbiasa maka hasil yang diperoleh belum maksimal. Selain itu, penelitian Jelita Renika bersama (Renika et al., 2024) juga menunjukkan bahwa praktikum berbasis Video Tracker mampu meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan proses sains secara bertahap. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan yang diperoleh dalam penelitian ini meskipun masih dalam kategori sedang tetap

menunjukkan adanya pengaruh positif dari penggunaan Video Tracker dalam pembelajaran berbasis STEM.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan Video Tracker dalam pembelajaran fisika berbasis STEM memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa. Pembelajaran yang melibatkan aktivitas eksperimen, analisis data, serta penggunaan teknologi mampu membantu siswa memahami konsep fisika secara lebih mendalam. Dengan demikian, pembelajaran berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif strategi pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, khususnya pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).

BAB V
SIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai penerapan pembelajaran fisika berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) di MA Muhammadiyah Nangahure, dapat disimpulkan bahwa proses pembelajaran telah terlaksana dengan baik dengan kategori sangat baik yang ditunjukkan oleh hasil observasi keterlaksanaan sebesar 89%. Selama pembelajaran, siswa terlibat aktif dalam kegiatan pengamatan, analisis data, serta penarikan kesimpulan melalui LKPD berbasis STEM.

Selain itu, terdapat perbedaan yang signifikan pada keterampilan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah pembelajaran. Hal ini ditunjukkan oleh hasil uji t (Paired Sample t-test) dengan nilai signifikansi sebesar 0,000 yang lebih kecil dari 0,05, serta adanya peningkatan nilai rata-rata siswa dari 44,24 pada pretest menjadi 61,82 pada posttest. Peningkatan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM dengan bantuan Video Tracker memberikan dampak positif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.

Lebih lanjut, hasil uji N-Gain menunjukkan nilai sebesar 0,31 yang berada pada kategori sedang. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan Video Tracker dalam pembelajaran berbasis STEM mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa secara cukup efektif, meskipun belum

mencapai kategori tinggi. Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan Video Tracker dalam pembelajaran fisika berbasis STEM memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa, khususnya pada materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).

B. Implikasi

Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan Video Tracker dalam pembelajaran fisika berbasis STEM memberikan implikasi positif terhadap proses dan hasil pembelajaran. Secara pedagogis, pembelajaran menjadi lebih aktif, kontekstual, dan berpusat pada siswa karena melibatkan kegiatan eksperimen, analisis data, dan pemanfaatan teknologi. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi media digital seperti Video Tracker dapat menjadi alternatif inovatif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Secara praktis, hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan bagi guru dalam mengembangkan strategi pembelajaran fisika yang lebih menarik dan efektif, khususnya pada materi yang bersifat abstrak seperti Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB). Selain itu, penggunaan LKPD berbasis STEM juga terbukti membantu siswa dalam memahami konsep secara sistematis dan terstruktur.

C. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

1. Bagi guru

   Disarankan untuk menggunakan Video Tracker sebagai alternatif media pembelajaran dalam pembelajaran fisika berbasis STEM, karena terbukti dapat membantu siswa memahami konsep secara lebih konkret dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

2. Bagi siswa

   Siswa diharapkan lebih aktif dalam mengikuti pembelajaran, terutama dalam kegiatan analisis data dan diskusi kelompok, serta lebih membiasakan diri menggunakan teknologi seperti Video Tracker agar hasil belajar dapat lebih optimal.

3. Bagi peneliti selanjutnya

   Disarankan untuk:

   a. Menggunakan jumlah sampel yang lebih besar
   b. Menambah waktu pembelajaran agar siswa lebih terbiasa menggunakan Video Tracker
   c. Mengembangkan penelitian pada materi fisika lainnya
   d. Mengkombinasikan Video Tracker dengan model pembelajaran lain agar memperoleh hasil peningkatan yang lebih tinggi

4. Bagi sekolah

Diharapkan dapat mendukung penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi dengan menyediakan fasilitas yang memadai sehingga proses pembelajaran dapat berjalan lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

Al Farizi, Z., Nurfadilah, N., Syafira Arifin, A., & Fitriani, N. (2024). Optimizing Students' HOTS Skills through AI and IoT Integration in Digital Technology Learning. *Jurnal Pendidikan MIPA*, *25*(4), 1719–1737. https://doi.org/10.23960/jpmipa/v25i4.pp1719-1737

Aqila, M. N., Roslita, I., Anisa, R., & Farhurohman, O. (2025). Analisis Model Discovery Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa di Sekolah Dasar. *Jurnal Pengajaran Sekolah Dasar*, *4*(2), 454–465. https://doi.org/10.56855/jpsd.v4i2.1466

Artiningsih, A., & Nurohman, S. (2020). *Analysis of investigative skills based on the use of tracker video analysis for 21th century skil*l. *Journal of Science Education Research*, *3*(2). https://doi.org/10.21831/jser.v3i2.30621

Arvianti, L. A., Afifi, E. H. N., & Keliata, K. (2024). Inisiatif Guru Sekolah Dasar Menyediakan Media dan Bahan Pratikum Sains Di Tengah Keterbatasan Fasilitas Laboratorium. *SEARCH: Science Education Research Journal*, *2*(2), 102–114. https://doi.org/10.47945/search.v2i2.1469

Asrizal, A., N, A., Festiyed, F., Ashel, H., & Amnah, R. (2023a). *STEM-integrated physics digital teaching material to develop conceptual understanding and new literacy of students. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *19*(7), em2289. https://doi.org/10.29333/ejmste/13275

Astro, R. B., Doa, H., Denny, K., & Meke, P. (2021). Pengembangan Petunjuk Praktikum Gaya Gesek di Bidang Miring Berbasis Video Ttracking untuk Meningkatkan Minat Mahasiswa. *7*(2).

Azizati, Z., & Haqiqi, A. K. (2021). *Synthesis and characterization of bioplastic based on chitosan-urea-bentonite. Journal of Physics: Conference Series*, *1796*(1), 012108. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012108

Bustanul Arifin, & Abdul Mu'id. (2024). Pengembangan Kurikulum Berbasis Keterampilan Dalam Menghadapi Tuntutan Kompetensi Abad 21. *DAARUS TSAQOFAH Jurnal Pendidikan Pascasarjana Universitas Qomaruddin*, *1*(2), 118–128. https://doi.org/10.62740/jppuqg.v1i2.23

Chandramidi, M. (2022). Pengembangan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Berbasis Aplikasi Tracker untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika. *Journal of Learning and Technology*, *1*(2), 51–62. https://doi.org/10.33830/jlt.v1i2.4174

Chernetckiy, I., Slipukhina, I., Kurylenko, N., Mieniailov, S., & Opachko, M. (n.d.). *The Application of Tracker Video Analysis for Distance Learning of Physics*. Retrieved www.stemua.science

Damayanti, E. D., Suwarma, I. R., & Muslim. (2025). *Feasibility analysis of the development of STEM-based physics module on sound wave topics*. 020048. https://doi.org/10.1063/5.0262701

Damayanti, N., Suwarma, I. R., & Muslim, M. (2023). *Enhancing Students' Critical Thinking Skills through STEM-Based Physics Learning. Unnes Science Education Journal,* 155–164.

Dwiningsih, K., Sukarmin, S., Lutfi, A., Hidayah, R., Suyono, S., Azizah, U., & Alya, A. (2024). *Development of E-Learning Based PBL-STEM Learning Tools on Students' Science Process Skills and Critical Thinking Ability*. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *10*(9), 7171–7178. https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i9.7106

Ekayanti, N. W., Hermawan, I. M. S., & Arjaya, I. B. A. (2025). *STEM Learning: the Key to Developing Critical Thinking Skills in Students. Jurnal Imiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, *9*(2), 208–221. https://doi.org/10.23887/jipp.v9i2.92322

Fadlilah, N., Sulisworo, D., & Maruto, G. (2020). *The Effectiveness of a Video-based Laboratory on Discovery Learning to Enhance Learning Outcomes*. *Universal Journal of Educational Research*, *8*(8), 3648–3654. https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080843

Feriyadi, D., Hapsari, T., Dinoto, M., & Apriani, F. (n.d.). Meta Analysis: Integrasi Praktikum Berbasis STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa SMK secara Kontekstual dan Aplikatif.

Gahagan, J., Slipp, N., Chowdhury, R., Kirby, D., Smith, S., McWilliam, S., Carter, N., Anderson, K., Chughtai, S., Robinson, M., & Mueller, R. E. (2023). *Reducing barriers to post-secondary education among former youth in care: A scoping review*. *International Journal of Educational Research Open*, *5*, 100303. https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2023.100303

Kang Wee, L., & Kwang Leong, T. (2015). *Video Analysis and Modeling Performance Task to Promote Becoming Like Scientists in Classrooms*. *American Journal of Educational Research*, *3*(2), 197–207. https://doi.org/10.12691/education-3-2-13

Karuru, A., Silka, R., Bergita Gela, M., Pakiding, R., & Lolang, M. (2023). *Students' Response to the Use of Tracker Software in Physics Laboratory Experiments*. *Devotion Journal of Community Service, 10*(3), 213–221.

Karuru, P., Silka, S., Gela M, B., Pakiding, A., & Lolang, E. (2023a). Students' Response to The Use of Tracker Software in Physics Laboratory. *Devotion : Journal of Research and Community Service*, *4*(11), 2178–2184. https://doi.org/10.59188/devotion.v4i11.598

Khotimah, R. P., Adnan, M., Che Ahmad, C. N., & Murtiyasa, B. (2023*). The effectiveness of the STEMDISLEARN module in improving students' critical thinking skills in the differential equations course*. *Cogent Education*, *10*(2). https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2220233

Kurniawan, A., Kurniawan SMAN, A., & Riam, B. (n.d.). Pembelajaran Fisika menggunakan Pendekatan Konseptual Interaktif dengan Setting Investigasi Kelompok pada Materi Pokok Fluida Statis. In *Meretas : Jurnal Ilmu Pendidikan Juni 2023* (Vol. 10, Number 1).

Mamonto, S. W., Prasetyo, Z. K., Sugara, U., & Jacobus, S. N. H. (2024). STEM-Based Animation Learning Videos to Improve Critical Thinking Skills and Self-Directed Learning. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, *13*(3), 415–425. https://doi.org/10.23887/jpiundiksha.v13i3.74226

Muharam, G. S. A., Prima, E. C., Winarno, N., & Riandi, R. (2024). Kinematics on Handmade Rubber Car using Tracker Experiment Design in Learning Force and Motion. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, *20*(2), 148–164. https://doi.org/10.15294/jpfi.v20i2.882

Mukharomah, F., Mutiarani, A., Supiyadi, S., & Sulhadi, S. (2021). Gerak Harmonik Teredam Untuk Menentukan Koefisien Viskositas Fluida Berbantuan Software Tracker Video. *WaPFi (Wahana Pendidikan Fisika)*, *6*(1), 17–22. https://doi.org/10.17509/wapfi.v6i1.32385

Muzakki, A., Ramadhanti, I. N., Alifiyan, I. N., & Ayu, T. S. (2022). Kajian Model Pembelajaran Fisika SMA pada Topik Kinematika Gerak Lurus. *Mitra Pilar: Jurnal Pendidikan, Inovasi, Dan Terapan Teknologi*, *1*(2), 85–98. https://doi.org/10.58797/pilar.0102.04

Nisah, K., Saminan, Syukri, M., Elisa, & Markisni. (2024). Optimizing of Physics Learning through PjBL-STEM Model to Improve Critical Thinking Skills and Students Responsibility Attitudes. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *10*(4), 1770–1778. https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i4.6795

Novitasari, K. W. A. (2023). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Menurut Indikator Facione pada Pembelajaran Kimia Daring dan Luring. *Jurnal Sains Riset*, *13*(3), 839–849. https://doi.org/10.47647/jsr.v13i3.2017

Nugraha, M. G., Kidman, G., & Tan, H. (2024). *Interdisciplinary STEM education foundational concepts: Implementation for knowledge creation. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *20*(10), em2523. https://doi.org/10.29333/ejmste/15471

OCE2020_58562. (n.d.).

Pacala, F. A., & Mendaño, R. (2025). *Comparing The Acceleration Due to Gravity using Traditional Method Versus Tracker Video Analysis: Experiments in A Simple Pendulum*. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, *21*(1), 32–41. https://doi.org/10.15294/jpfi.v21i1.16717

Putra, B. E. (2022). The Implementation of Physics Learning Media In Viscosity Tube with Video Analysis Using Software Tracker. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains (JPFS)*, *5*(1), 10–15. https://doi.org/10.52188/jpfs.v5i1.207

Renika, J., Prima, E. C., & Amprasto, A. (2024). Kinematics analysis on accelerated motion using tracker video analysis for educational purposes. *Momentum: Physics Education Journal*, *8*(1), 23–31. https://doi.org/10.21067/mpej.v8i1.8883

Rusdin, M. E., Prasetyo, E., Anwar, Z., Pujianti Bejahida Donuata, Nurfadilah, & Farizi, Z. Al. (2025). The Effectiveness of Using Smartphone-Based Phyphox in Field Practice Tilt to Improve Students' Creative Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, *16*(2), 238–243. https://doi.org/10.26877/jp2f.v16i2.1623

Sarkar, S. (2022). Video Based Analysis Using Tracker Software for Solving Problems in Mechanics. *Resonance*, *27*(9), 1645–1660. https://doi.org/10.1007/s12045-022-1455-6

Septiani, H. K., Romansyah, R., & Yulisma, L. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Contextual Teaching and Learning Berbantuan Discord Terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa pada Sub Materi Alat Indra (Kelas Xi Sma Negeri 1 Kawali). *J-KIP (Jurnal Keguruan Dan Ilmu Pendidikan)*, *2*(3), 221. https://doi.org/10.25157/j-kip.v2i3.6361

Septiany, L. D., Puspitawati, R. P., Susantini, E., Budiyanto, M., Purnomo, T., & Hariyono, E. (2024). Analysis of High School Students' Critical Thinking Skills Profile According to Ennis Indicators. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, *5*(1), 157–167. https://doi.org/10.46245/ijorer.v5i1.544

Siagian, G. (2021). Implementasi Pembelajaran Berbasis Praktikum Terhadap Hasil Belajar Siswa dalam Materi Arthropoda di SMP. *Jurnal Basicedu*, *5*(6), 5802–5809. https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i6.1498

Sofiatun Mardiyah, & Bambang Subali. (2024). Minat Dan Peningkatan Kemampuan Berpikir Analitik Siswa Melalui I mplementasiMedia Video Tracker Materi Momentum. *Unnes Physics Education Journa*, 308–316.

Suarjana, I. K. (2023). *How Critical Thinking Skills can Speed up Solving Physics Problems for Senior High School*. *SEARCH: Science Education Research Journal*, *2*(1), 25–31. https://doi.org/10.47945/search.v2i1.1313

T_IPA_2012891_Chapter1. (n.d.).

Widyaningsih, D., Susilowati, H., & Andriana, M. (2022). Pengaruh *Profitabilitas, Leverage, Firm Size* Terhadap Nilai Perusahaan dengan Pengungkapan CSR dan GCG Sebagai Variabel Moderating. *Among Makarti*, *15*(3). https://doi.org/10.52353/ama.v15i3.303

Widyastari, P., & Putra, N. M. D. (2024). Pengembangan Praktikum Atwood Berbantuan Analisis Video Tracker. *Unnes Physics Education Journal*, *13*(2), 125–132. https://doi.org/10.15294/upej.v13i2.15184

L A M P I R A N

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



I	Nama	:	Zaina Anwar
II	Tempat, Tanggal Lahir	:	Leudanung, 29 Juni 2004
III	Jenis Kelamin	:	Perempuan
IV	Agama	:	Islam
V	Status Pernikahan	:	Belum Kawin
VI	Alamat	:	Leudanung
	RT/RW	:	007/000
	Kel/Desa	:	Leudanung
	Kecamatan	:	Omesuri
	Kabupaten	:	Lembata
VII	Nomor HP	:	081353677577
VIII	Alamat Email	:	zainaanwar479@gmail.com

IX Pendidikan Formal

1. MIS Al USMANI NORMAL 1 Tahun 2010
2. MTS N 1 LEMBATA Tahun 2016
3. MAN LEMBATA Tahun 2019

Pengalaman Organisasi

1. Bendahara Umum Remaja Masjid (REMAS) Nangahure Bukit Taun Tahun 2023–2024.
2. Anggota Aktif Pengurus Remaja Masjid (REMAS) Kabupaten Sikka Tahun 2023–2025.
3. Sekretaris Umum Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) Komisariat Ibnu Sina Sikka Tahun 2024–2025.

4. Sekretaris Himpunan Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Maumere Tahun 2025–2026.

Demikian daftar riwayat hidup ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan dapat dipertanggungjawabkan serta dipergunakan sebagaimana mestinya.

LAMPIRAN 1 Lembar Konsiltasi Validasi





LAMPIRAN 2 Lembar Validasi Intrumen

















































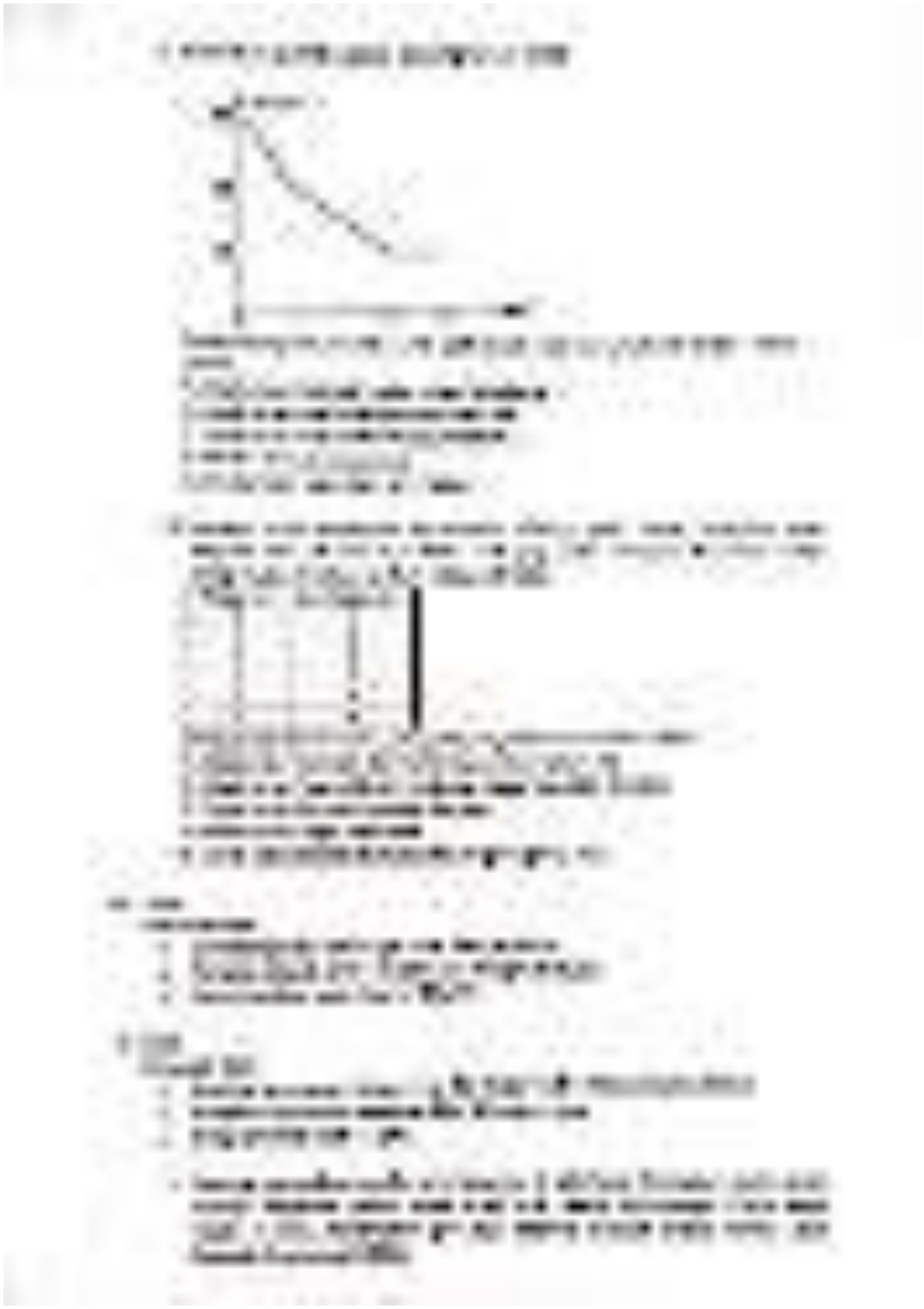




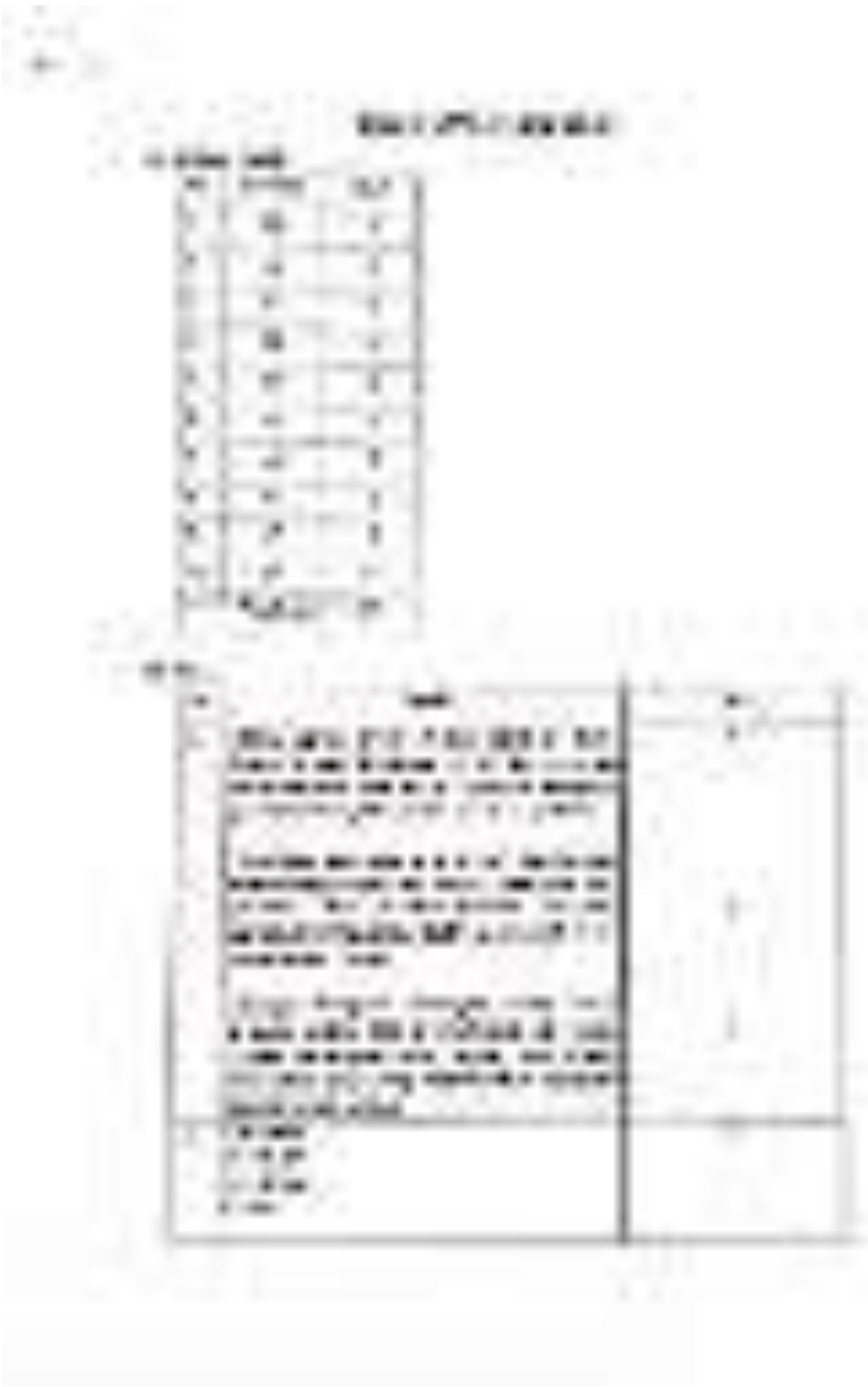
LAMPIRAN 3 Intrumen Tes

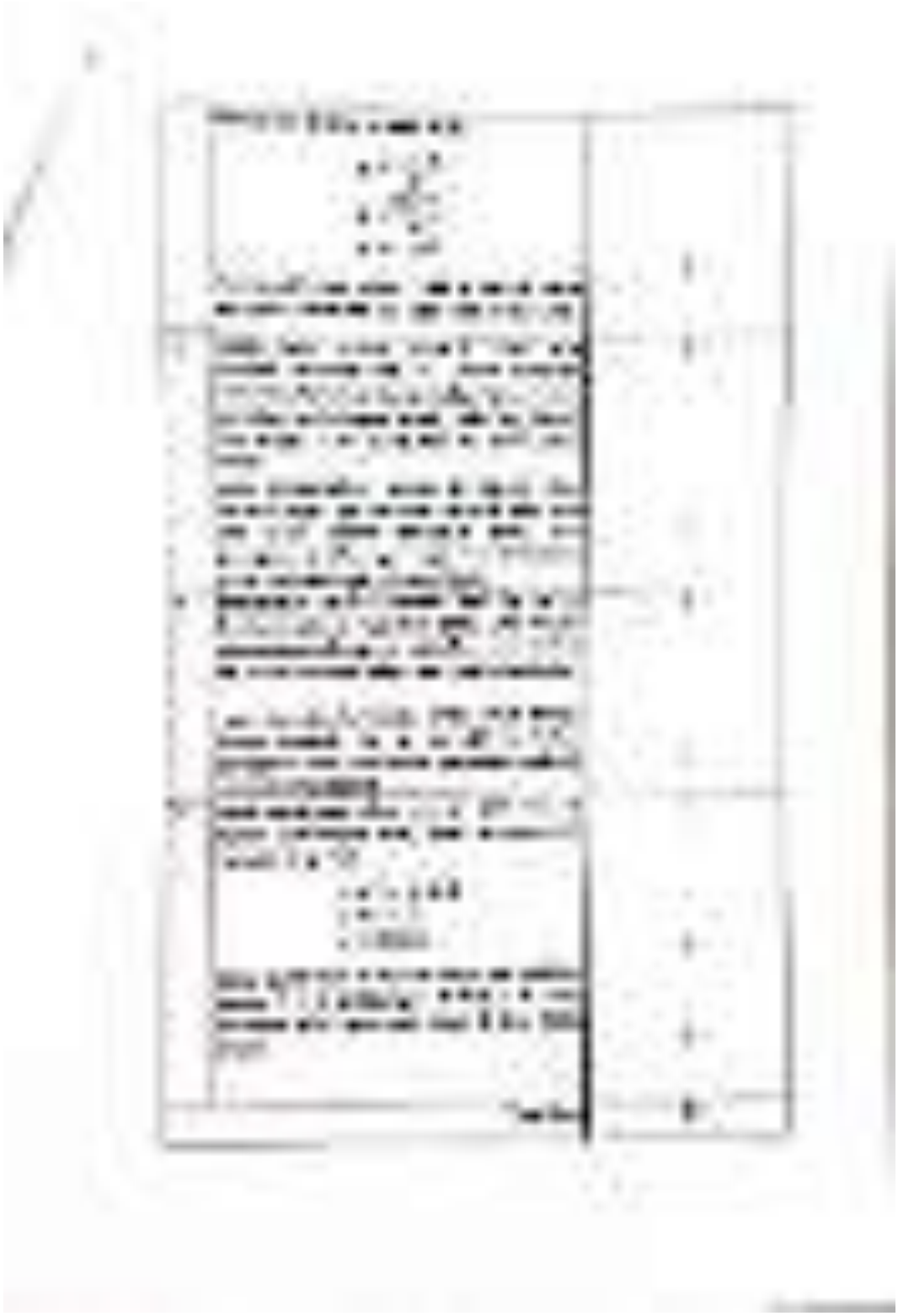












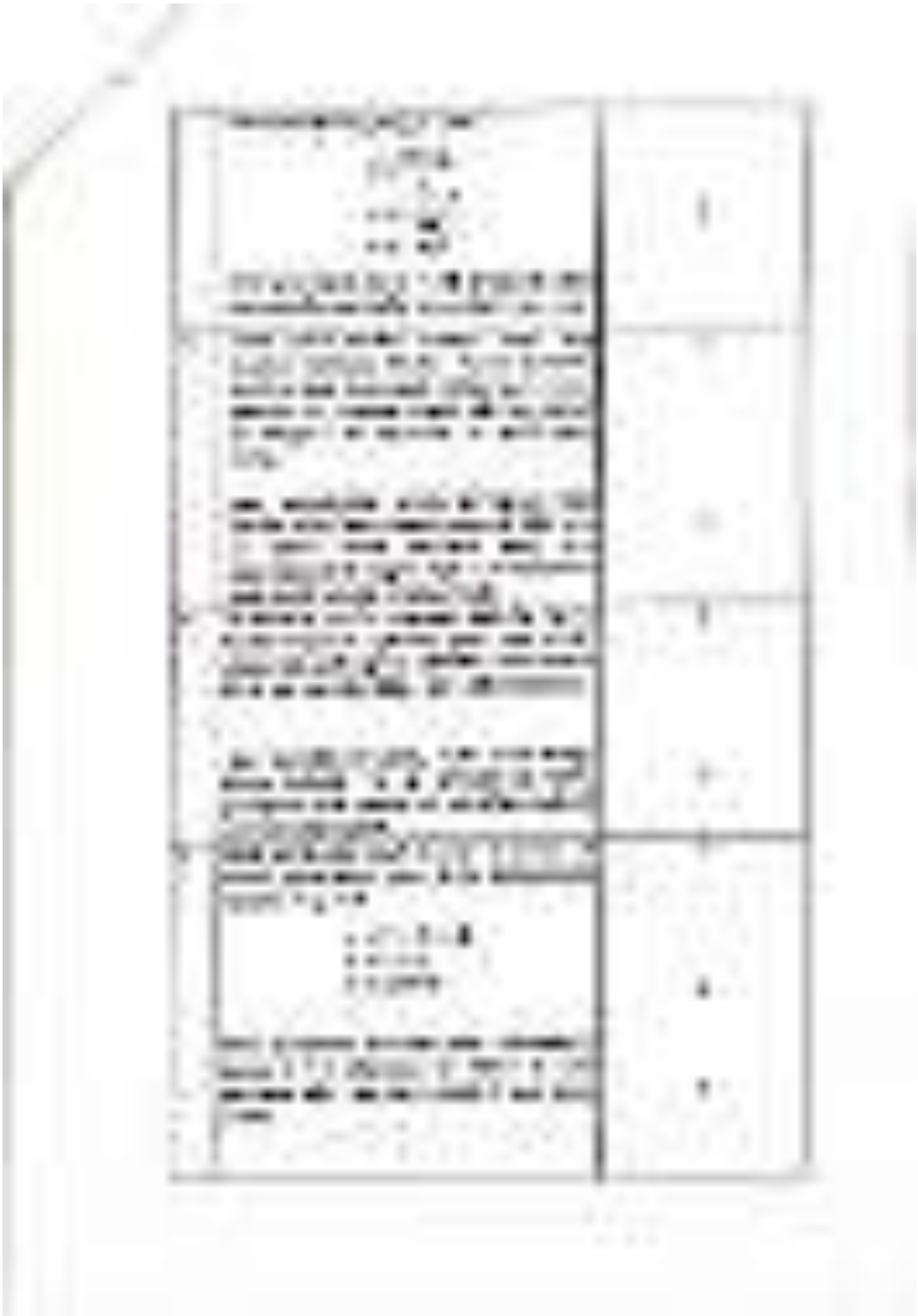












Lampiran 4 LKPD













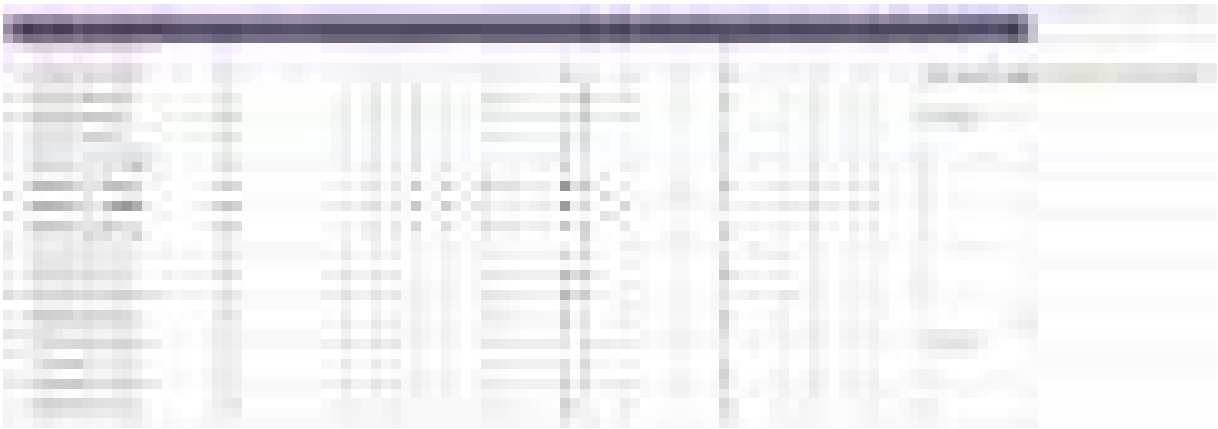


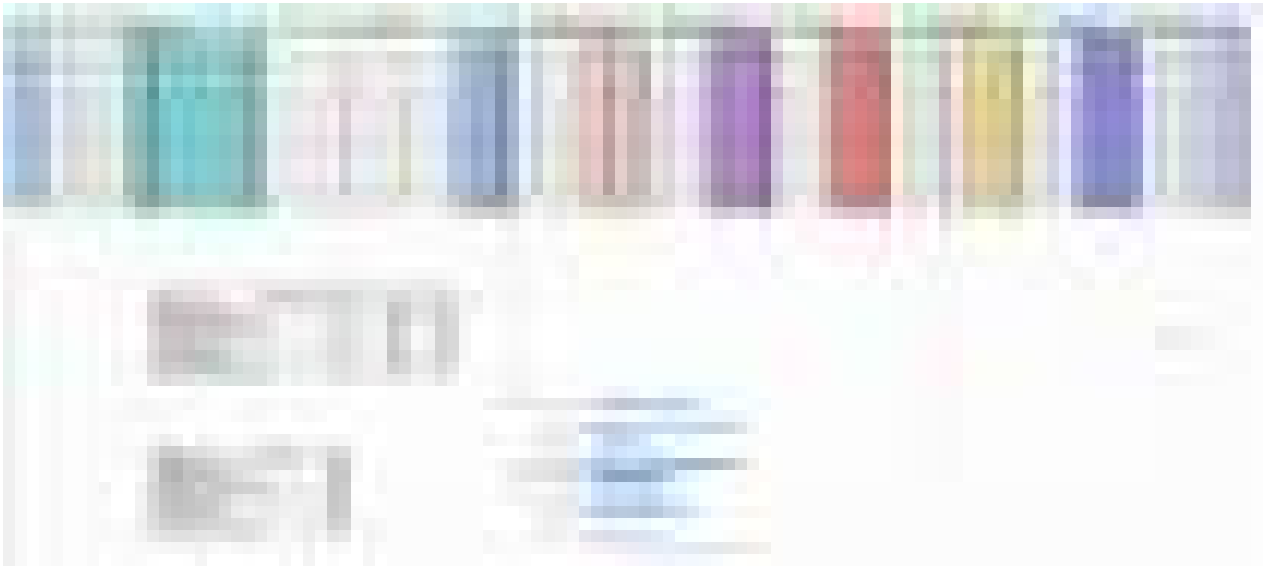


LAMPIRAN 5 Lembar Observasi Keterlaksanaan LKPD



LAMPIRAN 6 Angket respon siswa





LAMPIRAN 7 Hasil Uji Normalitas

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
nilai preets	17	100,0%	0	0,0%	17	100,0%
nilai postes	17	100,0%	0	0,0%	17	100,0%

Descriptives

		Statistic	Std. Error
nilai preets	Mean	44,2353	1,79977
	95% Confidence Interval Lower Bound Mean	40,4199	
	Upper Bound	48,0506	
	5% Trimmed Mean	44,0948	
	Median	41,0000	
	Variance	55,066	

	Std. Deviation	7,42066	
	Minimum	35,00	
	Maximum	56,00	
	Range	21,00	
	Interquartile Range	13,00	
	Skewness	,445	,550
	Kurtosis	-1,306	1,063
nilai postes	Mean	61,8235	1,99122
	95% Confidence Interval Lower Bound Mean	57,6023	
	Upper Bound	66,0447	
	5% Trimmed Mean	62,0261	
	Median	63,0000	
	Variance	67,404	
	Std. Deviation	8,21002	
	Minimum	48,00	
	Maximum	72,00	
	Range	24,00	
	Interquartile Range	14,00	
	Skewness	-,369	,550
	Kurtosis	-1,392	1,063

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
nilai preets	,198	17	,075	,894	17	,054
nilai postes	,206	17	,053	,895	17	,055

a. Lilliefors Significance Correction

LAMPIRAN 8 Hasil Uji T

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mea
Pair 1	nilai preets	44,2353	17	7,42066	1,79977
	nilai postes	61,8235	17	8,21002	1,99122

Paired Samples Correlations

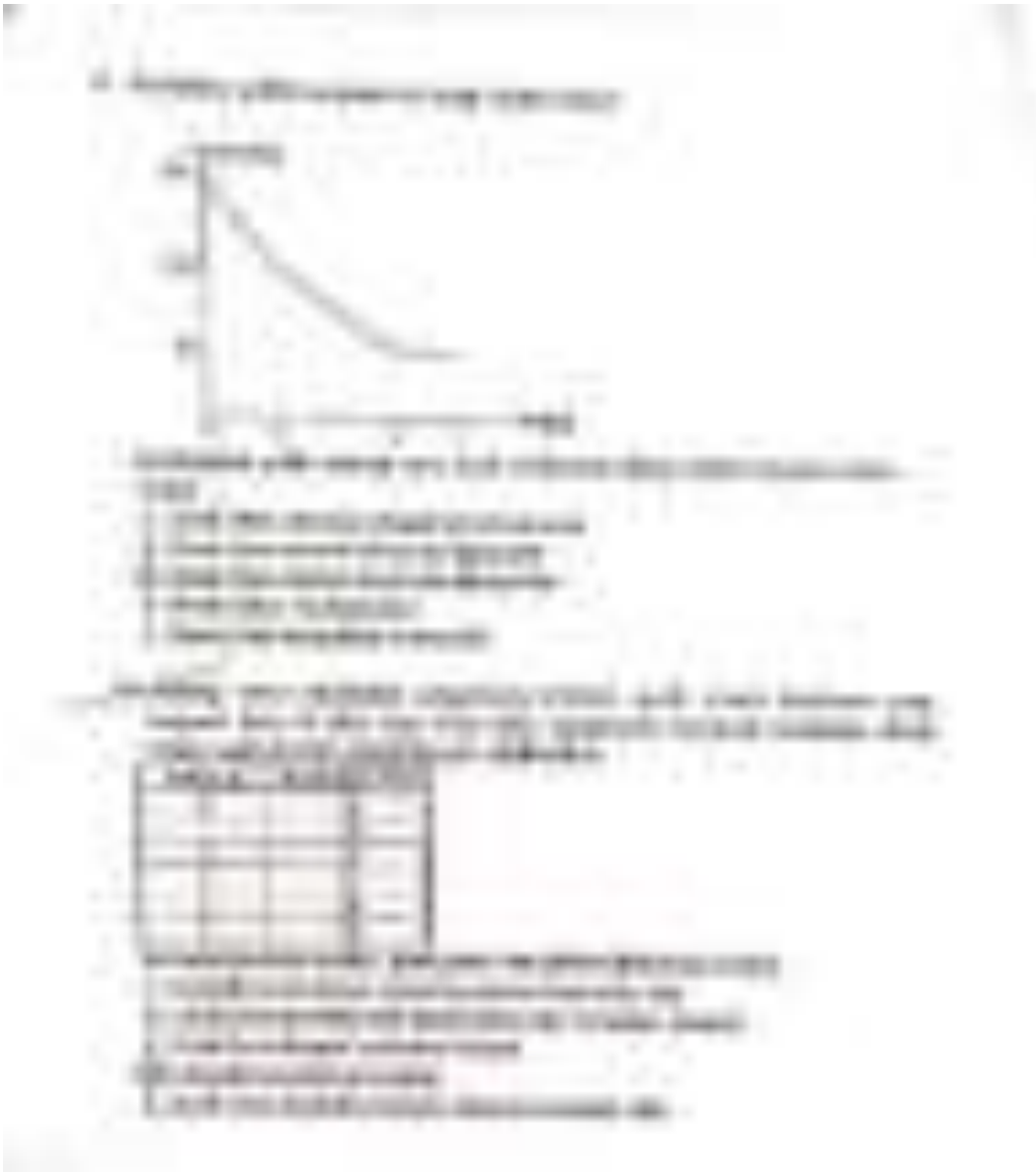
		N	Correlation	Sig.
Pair 1	nilai preets & nilai postes	17	,928	,000



LAMPIRAN 9 Lembar Jawaban Pretes Siswa





















LAMPIRAN 10. Surat Keterangan Penelitian dari Tempat Penelitian



LAMPIRAN 11 Rancangan Rencana Pembelajaran











LAMPIRAN 12. Dokumentasi Kegiatan

