DESAIN SISTEM PENGUKURAN PERCEPATAN GRAVITASI DARI TOOL MODELING OSILASI PENDULUM DENGAN ANALISIS *VIDEO TRACKER*

ANNISA DITA PERMATA

NIM. 17034063/2017

PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2024

DESAIN SISTEM PENGUKURAN PERCEPATAN GRAVITASI DARI TOOL MODELING OSILASI PENDULUM DENGAN ANALISIS *VIDEO TRACKER*

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar

Sarjana Sains

Oleh:

ANNISA DITA PERMATA

NIM. 17034063/2017

PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2024

PERSETUJUAN SKRIPSI

PERSETUJUAN SKRIPSI

DESAIN SISTEM PENGUKURAN PERCEPATAN GRAVITASI DARI TOOL MODELING OSILASI PENDULUM DENGAN ANALISIS *VIDEO TRACKER*

Nama	: Annisa Dita Permata
NIM	: 17034063
Program Studi	: Fisika
Departemen	: Fisika
Fakultas	: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 24 Agustus 2024

Mengetahui:
Ketua Departemen Fisika

Prof. Dr. Asrizal, M.Si
NIP. 196606031992031001

Disetujui Oleh:
Pembimbing

Prof. Dr. Asrizal, M.Si
NIP. 196606031992031001

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Anisa Dita Permata
NIM : 17034063
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

DESAIN SISTEM PENGUKURAN PERCEPATAN GRAVITASI DARI TOOL MODELING OSILASI PENDULUM DENGAN ANALISIS *VIDEO TRACKER*

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 24 Agustus 2024

Tim Penguji	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Prof. Dr. Asrizal, M.Si	
Anggota	: Dr. Hamnan Amir, M.Si	
Anggota	: Dr. Mona Berlian Sari, S.Si., M.Si.	

SURAT PERNYATAAN

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Annisa Dita Permata

NIM : 17034063

Program studi : S1 Fisika

Departemen : Fisika

Fakultas : Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul "DESAIN SISTEM PENGUKURAN PERCEPATAN GRAVITASI DARI TOOL MODELING OSILASI PENDULUM DENGAN ANALISIS VIDEO TRACKER" adalah benar hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain atau pengutipan dengan cara –cara yang tidak sesuai dan etika yang berlaku dalam tradisi keilmuan. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku baik di institusi unp maupun masyarakat dan negara.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai masyarakat ilmiah.

Padang, Agustus 2024

Yang membuat pernyataan

Annisa Dita Permata

NIM. 17034063

DESAIN SISTEM PENGUKURAN PERCEPATAN GRAVITASI DARI TOOL MODELING OSILASI PENDULUM DENGAN ANALISIS *VIDEO TRACKER*

Annisa Dita Permata

ABSTRAK

Fenomena gravitasi sudah menjadi topik penelitian dalam berbagai pengembangan teknologi. Gravitasi diformulasikan oleh Sir Isaac Newton melalui proses hipotesa objek yang tidak ditopang jatuh ke tanah hingga proses jatuhnya objek setelah momentum tertentu yang memiliki keterkaitan dari massa benda yang diakibatkan oleh gaya tarik menarik, jarak, dan hubungan yang dikaitkan melalui perkalian dengan besar gaya gravitasi yang mempengaruhi. Dalam perhitungannya, *video* Tracker menjadi media dengan inovasi yang diterapkan dalam percabangan ilmu fisika yang dapat menjadi pertimbangan untuk menganalisa percepatan gravitasi dari osilasi pendulum yang ditampilkan dengan lintasan membentuk grafik sinusoidal selama bandul bergetar. Gravitasi sangat berpengaruh dengan eksperimen ayunan bandul sederhana, sehingga cepat lambatnya pergerakan disebabkan oleh gaya peredam atau gaya hambat udara.

Penelitian ini mengembangkan metode pengukuran percepatan gravitasi dengan menggunakan analisis citra digital osilasi pendulum dengan *software video* Tracker. Metode yang digunakan pada penelitian ini yakni metode penelitian desain dan pengembangan menggunakan variasi lima panjang bandul yang terdiri dari tiga ukuran yaitu, 50 cm, 60 cm, dan 70 cm. Massa beban yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 100 gram. Alat yang digunakan untuk pengambilan sampel pada penelitian ini yaitu *video* Tracker dengan *software* Tracker sebagai alat untuk pengolahan data penelitian. Tracker bekerja dengan melacak setiap titik benda bergerak sehingga hasilnya membentuk grafik berupa gelombang sinusoidal.

Hasil penelitian menunjukkan software tracker dinilai dapat memberikan Tingkat akurat yang tinggi serta memberikan hasil visualisasi yang disajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Dalam hasil grafik yang ditampilkan, osilasi gerak harmonik sederhana menampilkan gelombang berbentuk sinusoidal yang memiliki puncak dan lembah. Hasil kedua menunjukkan hubungan variasi panjang tali dengan frekuensi dan panjang tali yang berkesinambungan. Hasil ketiga menunjukkan tingkat ketelitian berkisar antara 0% hingga 1,4% dengan nilai ketepatan 99,64%, 99,43%, dan 99,62%.

Kata Kunci*:* Percepatan Gravitasi, Osilasi Pendulum, *Video Tracker*

DESIGN OF A GRAVITY ACCELERATION MEASUREMENT SYSTEM OF PENDULUM OSCILLATION MODELING TOOL AND TRACKER VIDEO ANALYSIS

Annisa Dita Permata

ABSTRACT

The phenomenon of gravity has long been a subject of research in various technological developments. Gravity was formulated by Sir Isaac Newton through observations and hypotheses of unsupported objects falling to the ground, as well as the motion of objects after experiencing a certain momentum, which is related to the mass of the object and is influenced by gravitational force, distance, and their mathematical relationship. In its application, the Tracker video software serves as an innovative medium in the field of physics, particularly for analysing gravitational acceleration through pendulum oscillations, which are represented by sinusoidal trajectories during motion. Gravity plays a significant role in simple pendulum experiments, where the speed of motion is influenced by damping forces such as air resistance.

This study develops a method for measuring gravitational acceleration using digital image analysis of pendulum oscillations with the Tracker video software. The research employs a design and development methodology by applying variations in pendulum length, consisting of three values: 50 cm, 60 cm, and 70 cm. The load mass used in this study was kept constant at 100 grams. The data acquisition was carried out using video recordings, which were then processed using Tracker software as the main tool for data analysis. Tracker operates by tracking each point of the moving object, producing sinusoidal wave graphs as the output of the analysis.

The results indicate that the Tracker software provides a high level of accuracy and effective visualisation of experimental data in the form of graphs and tables. The oscillatory motion observed in the graphs exhibits characteristics of simple harmonic motion, represented by sinusoidal waves with distinct peaks and troughs. Furthermore, the results demonstrate a consistent relationship between variations in string length and frequency. The accuracy analysis shows that the measurement precision ranges from 0% to 1.4%, with accuracy values of 99.64%, 99.43%, and 99.62%, respectively.

Keyword*:* Gravity acceleration, pendulum Oscillations, Video Tracker

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Judul yang diangkat dalam penelitian ini yaitu "Desain Sistem Pengukuran Percepatan Gravitasi Dari Tool Modeling Osilasi Pendulum Dengan Analisis *Video Tracker*". Penelitian ini diajukan guna memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada program studi fisika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Dengan segala keterbatasan, penulis sepenuhnya menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan atau masih jauh dari kata sempurna, baik dalam pembahasan maupun tata bahasa. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis berharap agar pembaca dapat memberikan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penelitian ini.

Dalam menyelesaikan penelitian ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, sumbangan pikiran, serta saran, baik berupa bimbingan, pengarahan, maupun dorongan yang telah diberikan kepada penulis. Maka, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Asrizal, M.Si sebagai Pembimbing dan Ketua Departemen Fisika atas bimbingan, arahan serta saran yang diberikan sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik.
2. Bapak Dr. Harman Amir, M.Si sebagai Penguji skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan kritik dan saran dalam rangka menyempurnakan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Mona Berlian Sari, S.Si., M.Si sebagai Penguji skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan kritik dan saran dalam rangka menyempurnakan skripsi ini.
4. Kedua orang tua serta keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan kepada penulis baik secara moril maupun materi.
5. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Fisika yang telah turut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.

6. Bapak dan Ibu Staf Administrasi serta Laboran di Laboratorium Fisika yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam rangka menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman yang telah membantu dan memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung.
8. Asagiri Kafka yang telah memperkenalkan saya melalui karya sastra, Bungou Stray Dogs, beserta Harukawa Sango selaku illustrator yang berjasa dalam memberi ilustrasi pada komik. Berkat beliau menjadi inspirasi, motivasi, dan semangat terbesar saya dalam menulis cerita fiksi dengan unsur fisika dibumbui filosofi dari seorang Sastrawan Rusia yang diangkat menjadi karakter favorit saya dalam serial tersebut, Fyodor Dostoevsky.
9. Semua pihak yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat saya sebutkan namanya satu persatu dalam penelitian ini.

Tanpa peran serta semua pihak di atas, penelitian skripsi ini tidak dapat terwujud dengan baik. Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan karunia kepada mereka semua. Akhir kata, perkenankan penulis untuk menyampaikan permintaan maaf apabila dalam penelitian ini terdapat kesalahan maupun kekurangan. Semoga penelitian ini dapat memberi manfaat bagi semua pihak yang bersangkutan, khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Padang, 24 Agustus 2024

Annisa Dita Permata

DAFTAR ISI

ABSTRAK i

KATA PENGANTAR iii

DAFTAR ISI v

DAFTAR GAMBAR vii

DAFTAR TABEL viii

BAB I PENDAHULUAN 1

A. Latar Belakang Masalah 1

B. Rumusan Masalah 6

C. Batasan Masalah 6

D. Tujuan Penelitian 6

E. Manfaat Penelitian 7

BAB II KERANGKA TEORITIS 8

A. Pengukuran 8

1. Besaran dan Satuan 8

2. Sistem Internasional (SI) 9

3. Angka Penting 11

B. Gerak Osilasi Bandul 13

C. Analisis Video Tracker 16

BAB III METODE PENELITIAN 19

A. Tempat dan Waktu Penelitian 19

B. Alat dan Bahan 19
C. Metode Penelitian 19
D. Data dan Variabel Penelitian 21
1. Data Penelitian 21
2. Variabel Penelitian 21
E. Prosedur Penelitian 22
1. Identifikasi Masalah 22
2. Deskripsi Tujuan 23
3. Desain dan Pengujian Sistem 24
4. Pengujian Sistem 25
5. Evaluasi hasil Pengujian 28
6. Komunikasi Hasil Pengujian 28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 29
A. Hasil Penelitian 29
B. Pembahasan 38
BAB V PENUTUP 42
A. Kesimpulan 42
B. Saran 43
DAFTAR PUSTAKA 44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jangka Sorong..... 9

Gambar 2.2 Jam..... 11

Gambar 2.3 Ayunan Pendulum 14

Gambar 2.4 Tampilan Software Tracker 17

Gambar 3.4 Desain Analisis Software Tracker 25

Gambar 3.1 Kerangka design and development research..... 20

Gambar 3.2 6 Tahapan dari Design and Development Research 22

Gambar 3.3 Desain Pengambilan Data..... 24

Gambar 4.1 Hasil Pengolahan Video Perekaman..... 30

Gambar 4.2 Lintasan Bandul dengan Panjang Tali 50 cm 31

Gambar 4.3 Lintasan Bandul dengan Panjang Tali 60 cm 31

Gambar 4.4 Lintasan Bandul dengan Panjang Tali 70 cm 32

Gambar 4.6 Pengaruh Panjang Tali terhadap Frekuensi 36

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Satuan Internasional 10

Tabel 2.2 Besaran Dasar Dari Sistem Internasional (SI) 11

Tabel 4.1 Pengaruh Panjang tali terhadap Perioda dan Frekuensi 33

Tabel 4.2 Ketepatan dari Sistem Pengukuran Percepatan Gravitasi 37

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Revolusi ilmu fisika berkembang melalui tahap percabangan sub-ilmu pengetahuan yang terus diperbarui dalam berbagai periode, mulai dari fisika klasik, modern, mekanika, ilmu panas, optik, dan astronomi yang berpengaruh sebagai penunjang teknologi modern (Dijaya, 2019). Ilmu fisika memiliki peran fundamental dalam mengkaji sifat dan fenomena alam yang saling berinteraksi. Dalam cakupan ilmunya, ilmu fisika mempelajari sifat dan fenomena alam yang saling berinteraksi. Interaksi baik dengan makhluk hidup, antar benda dengan benda, ataupun antara benda dan makhluk hidup yang mencakup skala subatomic hingga kosmik (Aisiyah et al., 2022). Adanya penelitian untuk mengerti sifat dari benda telah dilakukan berabad-abad, seperti fenomena gravitasi oleh Sir Isaac Newton dari hipotesa objek yang tidak ditopang jatuh ke tanah hingga proses jatuhnya objek setelah momentum tertentu (Quinn & Speake, 2014).

Gravitasi adalah keterkaitan dari massa benda yang diakibatkan oleh gaya tarik menarik, jarak, dan hubungan yang dikaitkan melalui perkalian dengan besar gaya gravitasi yang mempengaruhi (Elot et al., 2022). Perkembangan dari hasil penyempurnaan dan pembaruan bidang ilmu pengetahuan menghasilkan perubahan teknologi yang membawa perubahan ke masyarakat. Proses ekstraksi dan evaluasi informasi dari perkembangan teknologi yang semakin maju merupakan salah satu dari tantangan untuk memahami ilmu fisika lampau yang seringkali mengalami perubahan dan pembaruan dari ilmu pendahulunya. Oleh karena itu, diperlukan keterampilan dalam menalar informasi yang semakin berkembang melalui sistem

kerja penemuan (*discovery work)* yang mengelompokkan pengambilan interpretasi ilmiah ke dalam tiga kategori, yakni: keterampilan proses, keterampilan penalaran, dan keterampilan berfikir kritis (Habibbulloh & Madlazim, 2014).

Ilmu fisika berbasis pada pengamatan, kegiatan didasari oleh pengetahuan dari suatu fenomena dengan referensi atau gagasan terdahulu untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan keterampilan observasi. observasi adalah keterampilan memperoleh data atau informasi berdasarkan indera yang dimiliki untuk mengidentifikasi dan menentukan nama sifat dari objek atau kejadian. Dalam menjabarkan penalaran fisika Putra (2014) menyatakan bahwa, kegiatan pengamatan atau observasi sebagai sarana untuk menjelaskan sebab akibat dalam acuan empiris. Observasi juga langkah penting untuk menyelidiki proses sebelum kegiatan pengukuran, pengolahan data, hingga diperoleh kesimpulan berupa konsep, prinsip, serta hukum yang ada pada ilmu pengetahuan alam serta fisika. Sebagai bagian dari IPA, fisika ilmu yang berbasis pada pengamatan dengan objek yang perlu ditelaah seperti, massa, panjang, waktu, dan perubahannya, serta objek fenomena alam lainnya (Putra, 2014).

Dalam pengembangan metode pengukuran di bidang fisika, eksperimen menjadi kunci penting dan peran penting sebagai sarana pengembangan dan pemahaman ilmu fisika, khususnya dalam pengukuran besaran fundamental seperti percepatan gravitasi. Selama melakukan eksperimen, hal yang perlu diperhatikan adalah metodologi dan peralatan yang digunakan (Yulkifli & Yohandri, 2017). Dalam konteks ini, penggunaan teknologi video tracker muncul sebagai solusi inovatif yang menawarkan peningkatan presisi dan aksesibilitas dalam pengukuran eksperimental. Video tracker memungkinkan analisis gerakan objek dengan tingkat

ketelitian tinggi melalui pengolahan digital, membuka peluang baru dalam studi fenomena fisika kompleks seperti osilasi pendulum untuk pengukuran percepatan gravitasi (Handayani, Ahmad, et al., 2022). Teknologi ini tidak hanya meningkatkan akurasi pengukuran, tetapi juga memperluas kemungkinan eksperimen yang dapat dilakukan di laboratorium dengan sumber daya terbatas dengan hasil analisis mendalam (Carvalho et al., 2013).

Meninjau fakta yang masih sering dijumpai dalam proses pengolahan informasi, metode yang sudah lampau atau penghitungan manual masih sering diterapkan dalam lingkup pendidikan, seperti dalam eksperimen penghitungan ayunan bandul. Berdasarkan studi dari *Programme for International Student Assesment* (PISA) pada tahun 2015, daya penalaran anak Indonesia dalam pencapaian di bidang sains masih tertinggal dengan skor rata-rata 403 dari 493 dibandingkan dengan skor internasional. Dalam PISA 2013, posisi anak Indonesia telah naik enam peringkat setelah menduduki peringkat kedua terendah yakni 69 dari 76 negara (Indicators, 2018). Indikator yang mempengaruhi hasil penelitian tersebut adalah kesulitan dalam menginterpretasi yang seringkali dijumpai dalam kegiatan praktikum dalam bentuk tabel maupun grafik (Oktaviani et al., 2020). Penghitungan Penggunaan pendulum dengan *video* Tracker merupakan inovasi yang diterapkan dalam percabangan ilmu fisika. *Video* Tracker dapat menjadi pertimbangan atau alternatif untuk menganalisa percepatan gravitasi dari osilasi pendulum yang ditampilkan dengan pilihan bentuk grafik sinusoidal selama bandul bergetar. Hal ini didukung oleh penelitian dari Handayani et. al.,(Handayani, Ahmad, et al., 2022) yang menyatakan bahwa grafik sinusoidal merupakan hasil visualisasi dari pengolahan *software* Tracker untuk mengukur nilai percepatan gravitasi dalam

eksperimen ayunan bandul sederhana. Gravitasi sangat berpengaruh dengan eksperimen ayunan bandul sederhana, sehingga cepat lambatnya pergerakan disebabkan oleh gaya peredam atau gaya hambat udara (Elot et al., 2022).

Penelitian ini mengembangkan metode pengukuran percepatan gravitasi osilasi pendulum dengan analisis *video* Tracker. Metode ini memanfaatkan pendulum sederhana yang diukur dengan menggunakan variasi tiga panjang tali. Analisis gerakan pendulum dilakukan dengan menggunakan *software* Tracker yang memungkinkan untuk mengesktrasi data posisi pendulum terhadap waktu dengan presisi yang tinggi. Penggunaan *video* Tracker dapat meningkatkan akurasi dibandingkan dengan metode konvensional serta memberikan kemudahan dalam *set up* dan portabilitas. Hal ini didukung oleh penelitian oleh Elot menunjukan hasil angka yang mendekati dengan alat, aplikasi dan metode penghitungan lain (Elot et al., 2022). Data yang didapatkan diolah dengan menggunakan analisis statistik dan grafis untuk menghitung percepatan gravitasi serta mengevaluasi ketidakpastian pengukuran. Tracker juga memiliki kelebihan prosedur yang memudahkan, interaktif, dan dapat diterapkan (Elot et al., 2022).

Penelitian osilasi terkait yang dapat dijadikan acuan sebagai referensi adalah Penelitian Aisiyah pada tahun 2022, menghitung percepatan gravitasi dengan metode osilasi pendulum dengan memberi variasi kepada beban yakni; 150 g, 75 g, dan 35 g dengan hasil perhitugan gravitasi sebesar 9,75 m/s2. Penelitian milik Aisiyah memiliki kelemahan dalam menghitung gravitasi dengan dihitung manual atau tanpa bantuan analisis video tracker (Aisiyah et al., 2022).

Pada tahun 2020, Selvira dkk juga membahas tentang osilasi pada pegas dengan bantuan video tracker (Selvira CA et al., 2020). Penelitian membahas tentang

osilasi harmonik teredam dapat mengukur nilai viskositas dari suatu fluida menampilkan hasil penelitian menggunakan tracker video hasilnya dapat dibandingkan dengan nilai viskositas fluida yang memang sudah ada ketetapannya seperti pada air pada suhu 20oC yaitu nilai koefisien viskositasnya adalah 1 x 103 mPa.s, gliserin pada suhu 20oC sebesar 1.410 x 103 mPa.s serta pada oli di suhu 30oC sebesar 200 mPa.s. Percobaan Selvira (2020) memiliki tujuan untuk mencari nilai ketelitian dari dalam analisis software tracker. Namun, pada penelitiannya tidak ditemukan nilai ketelitian dan ketepatan data (Selvira CA et al., 2020).

Pendulum dengan video tracker menjadi solusi untuk menganalisa osilasi ditampilkan dengan mode grafik plotting osilasi selama bandul bergetar. Dalam penelitian ini, dikembangkan metode pengukuran pecepatan gravitasi menggunakan analisis citra digital osilasi pendulum dengan teknologi video tracker. Metode ini memanfaatkan pendulum sederhana dengan panjang tali yang dapat diatur dalam 3 variasi Panjang tali; 50 cm, 60 cm dan 70 cm. Analisis gerakan pendulum dilakukan menggunakan *software* Tracker, yang memungkinkan ekstraksi data posisi terhadap waktu dengan presisi tinggi. Pendekatan ini menawarkan peningkatan akurasi dibandingkan metode konvensional, serta kemudahan set up dan portabilitas. Pengolahan data melibatkan analisis statistik dan grafis untuk menghitung percepatan gravitasi dan mengevaluasi ketidakpastian pengukuran. Penelitian ini bertujuan mengembangkan metode pengukuran yang efisien dan aksesibel untuk aplikasi pendidikan dan penelitian, sekaligus memberikan kontribusi signifikan dalam pengukuran besaran pada fisika.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis tertarik untuk mengangkat judul penelitian yaitu “Desain Sistem Pengukuran Percepatan Gravitasi Dari Tool

Modeling Osilasi Pendulum Dengan Analisis *Video Tracker*." Tool osilasi pendulum ini dikembangkan dengan metode desain penelitian dan pengembangan kemudian dianalisis menggunakan software tracker untuk menghitung nilai gravitasi, perioda, dan frekuensi. Penelitian ini diharapkan mampu mengembangkan metode pengukuran yang efisien dan aksesibel dalam penererapan di bidang pendidikan dan penelitian serta memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengukuran besaran.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana hasil tampilan gerak osilasi menggunakan analisis video Tracker?
2. Bagaimana pengaruh panjang tali terhadap perioda pada osilasi bandul?
3. Bagaimana ketepatan dan ketelitian dari system pengukuran video tracker dari percepatan gravitasi?

C. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Penelitian ini berfokus pada penggunaan pendulum sederhana dari variasi tiga panjang tali untuk mengukur percepatan gravitasi dengan menggunakan *video* Tracker.
2. Pengukuran menggunakan tool bandul yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan *software* Tracker.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Menganalisis hasil dari grafik osilasi pada tool bandul menggunakan analisis video tracker.

2. Mengobservasi pengaruh Panjang tali terhadap nilai perioda pada tool bandul yang berosilasi.
3. Mengukur ketepatan dan ketelitian dari sistem pengukuran dari percepatan gravitasi melalui tool osilasi pendulum menggunakan analisis video tracker.

E. Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Peneliti, sebagai syarat untuk menyelesaikan S-1 program studi fisika serta menjadi salah satu sarana pengembangan diri terutama dalam bidang penelitian fisika.
2. Pembaca, untuk menambah pengetahuan serta memperluas wawasan dalam bidang kajian elektronika dan instrumentasi terutama dalam pengembangan instrumentasi berbasis elektronika.
3. Peneliti lain, sebagai sumber ide serta referensi dalam pengembangan penelitian terkait elektronika dan instrumentasi.

BAB V
PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang dijabarkan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Software Tracker membuktikan sebagain perkembangan teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk pembelajaran yang inovatif. Sebagai media untuk pembelajaran fisika, Software Tracker mampu melacak posisi bandul terhadap waktu dan representasi grafis besaran besaran kinematika. Software Tracker efektif digunakan sebagai media analisis untuk menghasilkan visual grafik sinusoidal yang akurat. Hasil visualisasi dari osilasi bandul analisis video Tracker memperlihatkan tracking hasil dari lintasan. Lintasan tersebut membentuk sebuah gelombang *peak-to-peak* yang merambat melalui udara. Terlihat bahwa gelombang yang pertama memiliki amplitudo yang lebih besar dari pada gelombang pada getaran ke sepuluh. Semakin lama pendulum bergetar maka semakin kecil nilai amplitudo gelombang. Panjang tali memiliki keterkaitan kuat dengan perioda.
2. Dari hasil penelitian, dapat dilihat bahwa grafik pengaruh panjang tali terhadap perioda memiliki nilai regresi R^2=0,9978, semakin mendekati 1 semakin besar keterkaitan panjang tali dengan perioda. Saat Variasi panjang tali diberikan semakin besar, pendulum berosilasi membutuhkan waktu perioda semakin lama pula. Artinya, dapat dilihat panjang tali memiliki hubungan berbanding lurus dengan perioda. Sementara itu, variasi panjang tali memiliki pengaruh pada frekuensi. Semakin besar variasi panjang tali yang diberi maka semakin kecil nilai frekuensi yang dihasilkan. Dari hasil plot grafik membentuk garis lurus

dengan nilai linear y=-0,55x + 0,9783 sehingga didapatkan nilai R^2=0,993. Nilai regresi pengaruh variasi panjang tali terhadap nilai frekuensi kurang dari 1 yang artinya frekuensi juga memiliki keterkaitan yang kuat dengan panjang tali.

3. Penggunaan *video* Tracker dapat menghasilkan tingkat ketelitian dan ketepatan yang lebih akurat dibandingkan dengan perhitungan manual. Hal ini dibuktikan dengan hasil persentase kesalahan relatif pada perhitungan *software* Tracker, dimana tingkat tertinggi persentase tersebut kurang dari 2% yang dihasilkan dari salah satu perhitungan pada variasi panjang bandul 60 cm dengan nilai 1,4%. Selain itu, nilai standar deviasi yang rendah, yakni berkisar antara 0,03 hingga 0,06, mengindikasikan bahwa sistem memiliki tingkat ketelitian atau presisi yang konsisten dalam setiap pengulangan pengambilan data. Software Tracker mempu memberikan pengukuran dengan ketepatan yang tinggi mencapai angka di atas 99% pada setiap variasi panjang tali.

B. Saran

Adapun saran untuk pertimbangan lanjutan dari penelitian ini, yaitu:

1. Dalam pelaksanaan eksperimen dengan menggunakan statif diperlukan posisi setimbang yang tidak dipengaruhi oleh tekanan udara. Disarankan untuk melakukan eksperimen dalam ruangan tertutup tanpa terdapat alat-alat yang bisa memicu perubahan tekanan udara seperti kipas angin dan lainnya agar nilai yang dihasilkan tidak menimbulkan *error* yang besar dikarenakan gangguan dari faktor eksternal.
2. Menetapkan variasi lain pada panjang tali bandul dengan berat massa yang berbeda sebagai perbandingan lanjutan dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, M. (2016). Buku Fisika Dasar Bagian Mekanika dan Kalor. *Andrew's Disease of the Skin Clinical Dermatology.*, *4*(1), 81–159.

Aisiyah, M. C., Annas, M. A., Ningrum, I. E., Widodo, A., Cahyani, H. D., & Lamongan, U. M. (2022). Studi Eksperimen Bandul Dalam Menentukan Percepatan Gravitasi Bumi Dan Memahami Konsep Gerak Harmonik Sederhana. *2*, 393–400.

Aulia Mufidha, T., Dian Oktaviani, F., Pulo Kelen, R., Lestari, Y., & Kurniawati, W. (2024). Penerapan Besaran dan Satuan Dalam Kehidupan. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, *1*(12), 519–524.

Carvalho, M. L., Sousa, R., Rodríguez-Zúñiga, U. F., Suarez, C. A. G., Rodrigues, D. S., Giordano, R. C., & Giordano, R. L. C. (2013). Kinetic study of the enzymatic hydrolysis of sugarcane bagasse. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, *30*(3), 437–447.

Collins, S. P., Storrow, A., Liu, D., Jenkins, C. A., Miller, K. F., Kampe, C., & Butler, J. (2021). Physics For Scientists And Engineers.

Dijaya, R. (2019). Buku Ajar Pengolahan Citra Digital. In *UMSIDA PRESS*.

Elot, Y. M., Angol, Y., Alus, G., Astro, R. B., & Nasar, A. (2022). Analisis Percepatan Gravitasi Berbasis Video Tracking Pada Ayunan Bandul. *Jurnal Kumparan Fisika*, *5*(2), 69–76.

Fatihah, N., Nurul Khomsati, N., Sahda Widyadhari, T., & Nur Aziz, K. (2023). Analisis Konsep Fisika Osilasi Terkopel pada Sistem Pegas Bermassa. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Terapannya (JUPITER)*, *5*(1), 10–15.

https://doi.org/10.31851/jupiter.v5i1.11777

Ghozali, I. (2013). Aplikasi Multivariate dengan Program IBM SPSS 21. *Badan Penerbit Universitas Diponegoro*, (7 ed.).

Ginoga. (2020). *Gerak Harmonik Sederhana Pada Pegas Dapat Digunakan Untuk Membuktikan Nilai Percepatan Gravitasi Bumi*.

Habibbulloh, M., & Madlazim, M. (2014). Penerapan Metode Analisis Video Software Tracker Dalam Pembelajaran Fisika Konsep Gerak Jatuh Bebas Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Siswa Kelas X Sman 1 Sooko Mojokerto. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, *4*(1), 15.

Halliday, R. (2015). Fundamental of Physics 10th Edition. In *Wiley* (Vol. 1).

Handayani, I. D., Ahmad, F., & Aryati P.L, D. (2022). Efektivitas Tracker Video Analysis Dalam Praktikum Fisika Untuk Menentukan Percepatan Gravitasi. *ORBITA: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, *8*(2), 328.

Handayani. (2022). Analisis Cara Kerja Mikrokontroler Arduino Uno dan Sensor Ultrasonik untuk Perancangan Smart Jacket Sebagai Penerapan Physical Distancing. *Pillar of Physics*, *9*(1), 31.

Hasbullah, N. A., Fabil, N., Yusoff, A. M., & Azmi, A. S. (2013). Adapting a Design and Development Research (DDR) Approach in Designing the Mobile Application Model for Tarannum Subject. *Advances in Humanities and Contemporary Studies*, *5*(2), 193–204.

Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design Sceince in Information Systems. *MIS Quarterly*, *28*(1), 75–105.

Indicators, O. (2018). *Education at a Glance 2018 (Summary in Icelandic)*.

J. Ellis, T., & Levy, Y. (2010). A Guide for Novice Researchers: Design and Development Research Methods. *Proceedings of the 2010 InSITE Conference*, 107–118.

Khotijah, K., Arsini, A., & Anggita, S. R. (2019). Pengembangan Praktikum Fisika Materi Hukum Kekekalan Momentum Menggunakan Aplikasi Video Tracker. *Physics Education Research Journal*, *1*(1), 37.

Kirkup, L. (2019). Experimental Methods for Science and Engineering Students. *Experimental Methods for Science and Engineering Students*.

Nasution, S. W. R. (2019). Pengaruh Penguasaan Pengukuran Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Pada Materi Besaran Dan Satuan. *Jurnal Education and Development*, *7*(4), 175–179.

Oktaviani, Y., Wahyudi, I., & Abdurrahman, A. (2020). Pengaruh Software Tracker pada Pembelajaran Koefisien Restitusi Berbasis Inkuiri Terbimbing Terhadap Kemampuan Multi-Reperentasi Siswa. *Kappa Journal*, *4*(1), 48–56. https://doi.org/10.29408/kpj.v4i1.1992

Pablo Aguilar-Marín,Chavez, B. (2018). Using analog instruments in Tracker video-based 13 experiments for understanding electricity and magnetism 14 15 phenomena in physics education. *European Journal of Physics*, *10*, 0–16.

Prayitno, B. (2015). Peningkatan Kemampuan Praktik Menggunakan dan Membaca Hasil Besaran Alat Ukur Mistar Sorong dengan Metode Variasi Pemberian Tugas. *Jurnal Ilmiah Pro Guru*, *1*(1), 101–113.

Putra, A. (2014). Pembelajaran Ipa Berbasis Pengamatan Melalui Pendekatan Ilmiah Di Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, *5*(1), 31.

Quinn, T., & Speake, C. (2014). The Newtonian constant of gravitation - A constant too difficult to measure? An introduction. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, *372*(2026). https://doi.org/10.1098/rsta.2014.0253

Richey, C. (2007). *An Overview of Design and Development Research*.

Rosyid, M. et al. (2014). *Fisika Dasar Jilid I: Mekanika*.

Sari, N. S. F., & Putra, N. M. D. (2022). Pengembangan Modul Praktikum Osilasi Teredam pada Pegas Berbasis Analisis Video Berbantuan Tracker. *Unnes Physics Education Journal*, *11*(2), 9–16.

Selvira CA, Subaedi AN, Azzahra NA, Novitasari O, & Antarnusa G. (2020). Meningkat Keakuratan Simulasi Osilasi Harmonik Teredam pada Pegas Menggunakan Tracker Video Analysis and Modelling Tool. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika*, *3*(1), 336. https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/sendikfi/index

Sitorus, R., Dewi, T., Wungu, K., & Hendrajaya, L. (2016). Modul Praktikum Fisika Matematika : Mengukur Koefisien Gesekan pada Osilasi Teredam Bandul. *Prosiding Skf 2016*, 383–389.

Sugiyono. (2008). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D.*

Tirtasari, Y., Latief, F. D. E., Amahoru, A. H., & Azizah, N. (2015). Validasi Teknik Video Tracking Pada Praktikum Bandul Matematis Untuk Mengukur Percepatan Gravitasi Bumi. *Seminar Kontribusi Fisika*, 399–406.

Yani, yani, & Asrizal, A. (2019). Pembuatan tool pemodelan bandul matematis

dengan pengontrolan panjang tali otomatis untuk analisis video Tracker. *Pillar of Physics*, *12*, 76–83.

Yulkifli, Yohandri, H. (2017). *Rancang Bangun Set Eksperimen Gerak Harmonis Sederhana Menggunakan Sensor Ping Dan Photodioda Berbasis Mikrokontroller*. *13*, 78–85.