



Kajian Konsep Fisika Kinematika Gerak pada Hero Khufra (*Skill Tyrent's Revenge*) dalam *Game online Mobile Legends Bang Bang*

Agus Anwar¹, Rahmawati Munir^{2*}, Adrianus Inu Natalisanto³, Djayus⁴, Devina Rayzy Perwitasari Sutaji Putri⁵

¹²³⁴⁵*Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman*

Email: rahmawati@fmipa.unmul.ac.id

**Corresponding Author*

Abstrak

Dalam permainan online *Mobile Legends Bang Bang*, terdapat aspek yang berhubungan dengan kinematika gerak, salah satunya adalah durasi kokang skill yang digunakan oleh hero Khufra. Durasi kokang ini berpengaruh pada perbedaan jarak perpindahan yang dicapai oleh Khufra, mulai dari titik awal hingga titik akhir dalam permainan. Oleh karena itu, penting untuk mengkaji konsep kinematika gerak dalam game *Mobile Legends Bang Bang*, terutama terkait dengan penggunaan skill *Tyrent's Revenge* pada hero Khufra. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi konsep kinematika gerak dalam permainan ini serta menganalisis pengaruh durasi kokang hero Khufra terhadap jarak yang ditempuh. Penelitian ini menggunakan data berupa rekaman video penggunaan skill *Tyrent's Revenge* pada hero Khufra dalam game *Mobile Legends Bang Bang*. Video tersebut dianalisis menggunakan *software Tracker* video yang menghasilkan visualisasi grafik maupun data waktu dan jarak perpindahan. Data yang diperoleh selanjutnya digunakan dalam *software excel* untuk menentukan kurva regresi linier serta nilai *R-Squared* (R^2). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dalam game *Mobile Legends Bang Bang* kinematika gerak dapat dideskripsikan melalui perpindahan jarak hero Khufra dari titik awal ke titik akhir. Hasil analisis menunjukkan terdapat kurva regresi linier dengan Persamaan garis $y = 0,4422x - 1,0723$ serta nilai $R^2 = 0,9757$. Nilai $R^2 = 0,9757$ mendekati 1 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang kuat antara waktu kokang terhadap jarak perpindahan hero Khufra.

Kata Kunci: Hero Khufra, Kinematika, Pelacak Video, Perpindahan.

Abstract

*In the *Mobile Legends Bang Bang* game, one aspect related to motion kinematics is the charging time for the hero Khufra, which influences the distance of displacement from the starting point to the endpoint. As a result, it is necessary to study the concept of kinematic motion in this game, particularly focusing on the use of Khufra's Tyrent's Revenge skill. This study aims to explore the concept of motion kinematics in *Mobile Legends Bang Bang* and examine how the charging duration of Khufra's Tyrent's Revenge skill affects the displacement distance. The research utilizes data in the form of video recordings showcasing the use of Tyrent's Revenge by Khufra in the game. The videos are analyzed using video tracking software that can generate visualization of graphs, time, and distance of movement. The data obtained is then entered into Excel software to determine the linear*

regression curve and calculate the R-Squared (R^2) value. The results of this research show that in the game *Mobile Legends Bang Bang*, the kinematics of motion can be described through the displacement distance of the *Khufra's hero* from the starting point to the end point. The analysis results indicate a linear regression curve with the equation $y = 0.4422x - 1.0723$ and an R^2 value of 0.9757. A value of R^2 approaching 1 indicates a strong influence of launch time on the displacement distance of *Khufra's hero*.

Keywords: Displacement, *Khufra's Hero*, Kinematics, Video Tracker.

1. PENDAHULUAN

Fisika, sebagai disiplin ilmu yang mempelajari fenomena alam, interaksi, serta metode pengukuran gejala-gejala tersebut melalui observasi dan penelitian, menawarkan peluang besar untuk diterapkan dalam fenomena lingkungan sehari-hari [1]. Salah satu contohnya adalah penerapan fisika dalam teknologi *game online* *Mobile Legends: Bang Bang*. Penelitian mengenai penggunaan skill satu (*Tyrant's Revenge*) oleh hero *Khufra* dalam game tersebut dapat membuka area baru dalam kajian fisika, khususnya yang berkaitan dengan kinematika gerak.

Gerak benda dalam fisika dipelajari melalui kinematika, yang fokus pada analisis pergerakan tanpa mempertimbangkan faktor penyebabnya [2]. Untuk mengetahui sejauh mana sebuah objek berpindah, perlu mengetahui posisi awal dan posisi akhirnya. Dalam gerak dua dimensi, posisi objek dijelaskan dengan menggunakan dua koordinat yang saling tegak lurus, yakni koordinat x dan y . Gerak dalam ruang dua dimensi ditandai oleh jalur pergerakan objek yang terletak pada bidang datar [3]. Untuk menjelaskan gerak dari sebuah partikel dapat menggunakan besaran seperti kecepatan dan percepatan. Persoalan tentang gerak juga telah diterangkan oleh Sir Isaac Newton melalui Hukum Newton yang dimuat dalam karyanya yang berjudul *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* pada tahun 1686 [4]. Kecepatan rata-rata (*average velocity*) merupakan besaran vektor yang komponen x -nya adalah perubahan x dibagi dengan selang waktu Δt sebagaimana yang ditunjukkan oleh Persamaan (1).

$$v_{rt} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (1)$$

Dalam hal ini Δx atau perpindahan tidak bergantung pada lintasan melainkan hanya bergantung pada posisi awal x_1 serta posisi akhir x_2 . Arah vektor perpindahan dapat ke arah negatif ataupun ke arah positif [5]

Mobile Legends Bang Bang (MLBB) merupakan game *Multiplayer Online Battle Arena* (MOBA) yang berbasis *mobile* yaitu dapat dimainkan di smartphone berbasis Android maupun IOS. Game ini dikembangkan oleh sebuah perusahaan asal China yang bernama Moonton [6]. MLBB, yang dirilis pada Juli 2016 untuk perangkat Android dan pada November 2016 untuk pengguna IOS, telah menjadi salah satu *game online* paling populer dan digemari di Asia [7]. Di dalam game ini, berbagai fitur disediakan untuk memfasilitasi komunikasi antar pemain [8]. Game ini memiliki beragam karakter atau hero yang terbagi

dalam 6 kelas, yakni *Tank*, *Fighter*, *Assassin*, *Marksman*, *Mage*, dan *Support*, di mana setiap kelas memiliki peran dan fungsi yang berbeda [9].

Dalam skill *Tyrant's Revenge*, hero Khufra akan menggunakan perban di tangan sebagai pijakan untuk melontarkan diri. Dalam menggunakan skill tersebut, pemain *game online* MLBB perlu melakukan proses kokang (hero Khufra menggunakan perban sebagai pijakan) ke arah yang diinginkan oleh pemain. Arah proses kokang yang dilakukan pemain tersebut bergantung pada posisi hero lawan, dapat terletak searah dengan sumbu x positif (dalam sistem koordinat dua dimensi) ataupun arah lainnya. Prinsip dasar fisika yang digunakan untuk menggerakkan karakter dalam game, sehingga karakter tersebut dapat berpindah dari posisi semula ke titik tertentu, adalah salah satu contoh penerapan fisika dalam mekanisme game [10]. Santoso dkk (2023) melakukan penelitian mengenai kinematika gerak dalam game Mobile Legends Bang Bang, yang fokus pada analisis vektor dan resultan vektor pada hero Fanny, yang memiliki kemampuan peluncuran kabel sebagai salah satu skill-nya.

Regresi adalah teknik yang digunakan untuk menghubungkan data dengan sebuah kurva (*curve fitting*) dalam sebuah fungsi [11]. Biasanya, data yang diperoleh dari pengukuran mengandung noise atau kesalahan yang signifikan. Kesalahan ini bisa muncul akibat ketidaktepatan dalam pengukuran, kelalaian pada alat ukur, atau perilaku dari sistem yang sedang diukur. Bentuk kurva yang dipilih bisa berupa garis lurus (*linier*) atau lengkung (seperti logaritmik atau berpangkat), yang ditentukan oleh pola penyebaran data [12]. Sebagai contoh, penelitian Ridho dkk (2020) menganalisis korelasi antara kecepatan dan percepatan gerak lurus pada pesawat Atwood. Hasil korelasi yang mendekati angka 1 menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat di antara kedua variabel tersebut [13].

Tracker video adalah perangkat lunak untuk analisis dan pemodelan video yang dapat digunakan secara gratis, yang dibangun menggunakan *framework Java Open Source Physics* (OSP). Dikembangkan oleh Douglas Brown, Wolfgang Christian, dan Robert M. Hanson, *Tracker* video dapat diunduh dari situs web <https://physlets.org/Tracker/> untuk berbagai sistem operasi seperti Windows, MacOS, atau Linux. Selain itu, aplikasi ini juga bisa dijalankan langsung melalui browser menggunakan Java. *Tracker* menawarkan berbagai fitur, termasuk pelacakan, pemodelan video, serta pembuatan dan analisis data. Penggunaan *Tracker* video memudahkan proses pengambilan data karena dapat meningkatkan akurasi dan ketelitian hasil yang diperoleh. Menganalisis data juga dapat dilakukan melalui hasil representasi grafik yang dihasilkan oleh *software Tracker Video* [14].

Tracker video dapat melacak pergerakan objek, memungkinkan pengumpulan berbagai data yang diperlukan untuk menganalisis peristiwa gerakan. Dengan memasukkan rekaman video ke dalam perangkat ini, data yang ditampilkan dapat diinterpretasikan sesuai kebutuhan. Alat ini banyak dimanfaatkan dalam penelitian ilmiah untuk menganalisis rekaman dari eksperimen yang dilakukan. Simulasi menggunakan *Tracker* video merupakan simulasi komputer yang dihasilkan dari percobaan yang direkam dan hasil rekaman tersebut yang dianalisis menggunakan *Tracker* video [15].

Tracker video tidak hanya digunakan untuk melakukan *tracking* atau pelacakan pergerakan objek di dalam video. *Tracker* video juga dapat digunakan untuk memodelkan gerakan objek dengan menggabungkan data *tracking* beserta konsep fisika, sehingga

memungkinkan untuk membuat grafik posisi, kecepatan ataupun percepatan terhadap waktu. Selain itu, *Tracker* video dapat melakukan pengukuran jarak, sudut atau area pada objek di dalam video berdasarkan data *tracking*. Melalui *Tracker* video juga dapat dilakukan pengamatan *frame* video secara detail (*frame-by-frame*) serta pengolahan video berupa memotong, mempercepat ataupun memperlambat video [16]. Interpretasi grafik dalam hal yang berkaitan dengan fisika dapat ditingkatkan melalui penggunaan analisis *Tracker* video. *Tracker* video dapat menjadi alat bantu untuk memahami konsep-konsep fisika, contohnya dalam materi gerak [17].

Beberapa studi yang memanfaatkan perangkat lunak *Tracker* video antara lain penelitian oleh Mukharomah dan rekan (2021) yang mengkaji gerak harmonik teredam untuk menghitung koefisien viskositas suatu fluida. Selain itu, ada juga penelitian oleh Selvira dan tim (2020) yang meneliti keakuratan simulasi osilasi harmonik teredam pada pegas menggunakan *Tracker* video. *Tracker* video dalam studi tersebut menghasilkan data hubungan antara simpangan (y) dan waktu (t) [15]. Dalam riset yang dilakukan oleh Fatimah dan kolega (2023), Haidy, Wilis, dan Santosa menyatakan bahwa analisis kinematika dapat dilakukan dengan berbagai pendekatan, seperti metode grafis, matematis, dan simulasi. *Tracker* video juga telah diterapkan untuk menganalisis gerak parabola pada arah sumbu y dalam permainan Epic Skater 2, yang mengintegrasikan prinsip fisika dasar kinematika gerak lurus dalam satu dan dua dimensi [18].

Oleh karena itu, pada penelitian ini diusulkan kajian tentang penerapan konsep fisika kinematika gerak pada Hero Khufra (*Skill Tyrent's Revenge*) dalam *game online* Mobile Legends Bang Bang. Adapun hal yang akan dikaji yaitu terkait pengaruh lama waktu kokang hero Khufra terhadap jarak perpindahan dihasilkan oleh hero Khufra untuk melontar tepat mengenai sasaran.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji penerapan konsep fisika kinematika gerak dalam *game online* Mobile Legends Bang Bang dan mengetahui pengaruh lama waktu kokang hero Khufra terhadap jarak perpindahan hero. Langkah-langkah yang dilakukan yaitu melakukan instalasi aplikasi Mobile Legends Bang Bang serta *software Tracker Video*. Melakukan perekaman gerak hero Khufra melalui *smartphone*. Video rekaman diinput ke dalam *Tracker Video* untuk dianalisis menggunakan perintah *autotrack*.

Video rekaman hero Khufra dengan format *.mp4* diinput ke dalam *software Tracker video* melalui fitur *file > open >* pilih nama file video yang akan digunakan. Selanjutnya dilakukan *set frame* dan kalibrasi stik. *Set frame* dilakukan dengan memilih *frame* awal dan *frame* akhir yang akan dianalisis menggunakan *Tracker*. Dalam video hero Khufra *frame* awal adalah ketika hero melakukan kokang dan *frame* akhir adalah ketika hero Khufra telah berpindah ke arah yang sudah ditentukan yaitu arah kanan (sumbu x positif) dengan sebuah hero sebagai patokan perpindahan hero Khufra. Kalibrasi stik dilakukan dengan cara menandai titik awal dan titik akhir dari pergerakan hero. Setelah melakukan kalibrasi stik, selanjutnya dilakukan *setting* sumbu x dan sumbu y serta *point mass*. Pergerakan hero Khufra yaitu ke kanan atau ke arah sumbu x positif. *Point mass* digunakan untuk membidik objek

yang akan di analisis, dalam penelitian ini *point mass* diatur pada hero Khufra. Selanjutnya dilakukan proses *autotrack* dengan menekan tombol Shift + Ctrl yang diarahkan ke hero Khufra, lalu klik kiri. Hal selanjutnya yaitu memilih perintah *search*, setelah itu video akan otomatis dianalisis menggunakan perintah *autotrack*. Apabila dalam proses *autotrack* mengalami error, maka proses *tracking* dilakukan secara manual.

Tracker Video dapat mengurangi kesalahan pengukuran, melalui *Tracker video*, gerak benda dapat dianalisis melalui video yang dipecah dalam kumpulan frame sehingga dapat menghasilkan parameter pengukuran yang lebih akurat [19]. Hasil dari proses *tracking* menggunakan *Tracker Video* berupa data waktu, jarak dan grafik yang menunjukkan hubungan antara waktu dan jarak perpindahan. Data dari *Tracker Video* selanjutnya dianalisis menggunakan *software Excel*. *Output* yang dihasilkan dari Excel berupa grafik hubungan antara lama waktu kokang dengan jarak perpindahan hero Khufra serta kurva regresi linier dengan nilai *R-Squared* (R^2).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknologi *game online* yang berkembang saat ini dapat dikaji dari berbagai bidang, salah satunya yaitu bidang fisika. Fenomena fisika terkait kinematika gerak dapat diamati melalui permainan *game online* Mobile Legends Bang Bang pada hero Khufra, yang menjadi objek penelitian adalah penggunaan skill I hero Khufra yang bernama *Tyrent's Revenge*. Penelitian ini menggunakan sumber data berupa video penggunaan skill *Tyrent's Revenge* dengan arah kokang searah sumbu x positif serta lama waktu kokang maksimum (untuk mencapai jarak maksimum yang mampu ditempuh oleh hero Khufra) dalam format .mp4 yang selanjutnya dimasukkan ke dalam *Tracker Video* untuk dianalisis, selanjutnya data yang diperoleh dari *Tracker Video* akan dianalisis lebih lanjut menggunakan Excel.

3.1 Analisis menggunakan *Tracker Video*

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa *autotrack* rekaman video hero Khufra yang dianalisis menggunakan *Tracker Video* menghasilkan beberapa data serta grafik. Terdapat data waktu (t) dalam satuan sekon (s), serta data jarak pada sumbu x dan sumbu y dalam satuan meter. Dalam penelitian ini, hero Khufra bergerak ke arah kanan atau sumbu x positif, maka data waktu (t) dan data jarak perpindahan (x) akan digunakan kembali ke dalam *software Excel* untuk dianalisis lebih lanjut.



Gambar 1. Proses analisis video hero Khufra menggunakan *Tracker Video*.

Adapun grafik yang menunjukkan hubungan antara waktu dan jarak perpindahan dihasilkan *Tracker Video* seperti yang terdapat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik hubungan antara waktu dan jarak perpindahan hero Khufra serta data yang dihasilkan oleh *Tracker Video*.

Berdasarkan Gambar 2 dapat terlihat bahwa waktu kokang berpengaruh terhadap jarak perpindahan hero Khufra. Peningkatan waktu kokang menyebabkan adanya peningkatan jarak perpindahan yang dihasilkan oleh hero Khufra seperti yang ditunjukkan oleh grafik tersebut. Dari grafik juga terlihat bahwa pada akhirnya, hero khufra akan mengalami perpindahan sebesar jarak maksimum yang mampu ia tempuh, sehingga berapapun lama waktu kokangnya, jarak perpindahannya akan stabil di jarak tempuh maksimum hero.

3.2 Analisis menggunakan Excel

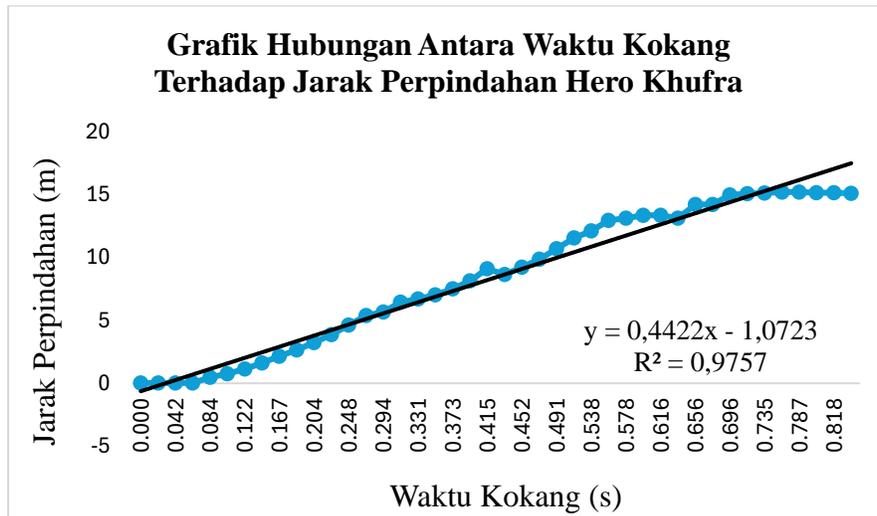
Data yang digunakan untuk dianalisis menggunakan Excel adalah data waktu dan jarak perpindahan (dalam sumbu x) yang telah diperoleh dari *Tracker* video seperti yang terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Waktu dan Jarak Perpindahan Hero Khufra

Waktu Kokang (s)	Jarak Perpindahan (m)
0.000	0,0273
0.021	0,0283
0.042	0,0269
0.060	0,0277
0.084	0,479
0.104	0,756
0.122	1,138
0.144	1,623
0.167	2,141
0.181	2,661
0.204	3,249
0.226	3,875
0.248	4,637
0.275	5,398
0.294	5,679
0.318	6,44
0.331	6,716
0.348	7,028
0.373	7,513
0.386	8,136
0.415	9,108
0.427	8,656
0.452	9,246
0.469	9,87

Waktu Kokang (s)	Jarak Perpindahan (m)
0.491	10,7
0.511	11,56
0.538	12,12
0.555	12,95
0.578	13,12
0.596	13,37
0.616	13,37
0.645	13,14
0.656	14,23
0.673	14,23
0.696	14,97
0.714	15,07
0.735	15,12
0.754	15,21
0.787	15,21
0.801	15,16
0.818	15,16
0.843	15,1

Data yang diperoleh melalui *Tracker Video* yang tercantum dalam Tabel 1 kemudian diproses dengan menggunakan aplikasi Excel, menghasilkan grafik yang ditampilkan pada Gambar 3. Analisis regresi digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu variabel terhadap variabel lainnya, dalam penelitian ini hal yang ingin diketahui adalah pengaruh waktu kokang terhadap jarak perpindahan hero Khufra. Berdasarkan Gambar 3 diperoleh kurva regresi linier dengan persamaan garis $y = 0,4422x - 1,0723$ serta nilai $R^2 = 0,9757$. Persamaan tersebut menggambarkan hubungan linear antara waktu kokang (dalam detik) dan jarak perpindahan hero Khufra (dalam meter). Kemiringan (gradien) sebesar 0,4422 menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1 detik dalam waktu kokang, jarak perpindahan meningkat sebesar 0,4422 meter. Nilai $R^2 = 0,9757$ mendekati 1 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang kuat antara waktu kokang terhadap jarak perpindahan hero Khufra, sehingga secara keseluruhan persamaan ini memberikan cara yang efektif untuk memahami dan memprediksi perpindahan gerak hero Khufra dalam permainan.



Gambar 3. Grafik hubungan antara lama waktu kokang terhadap jarak perpindahan hero Khufra.

Dari segi fisika, *game online* Mobile Legends Bang Bang menggunakan konsep fisika kinematika gerak. Hal ini dapat terlihat dari perpindahan posisi hero dalam permainan tersebut. Adanya perbedaan titik awal dan titik akhir menunjukkan bahwa terdapat jarak yang harus ditempuh oleh hero untuk berpindah posisi. Sebagaimana yang telah dikemukakan oleh Abdulah (2016), perpindahan merupakan salah satu besaran fisis yang digunakan untuk mendeskripsikan gerak suatu benda. Lama waktu kokang yang dilakukan pemain memiliki pengaruh terhadap jarak perpindahan hero yang dihasilkan. Grafik yang dihasilkan baik oleh *software Tracker* video maupun excel menunjukkan bahwa hero Khufra pada akhirnya akan mencapai jarak perpindahan maksimum yang mampu ditempuh. Hal ini juga menunjukkan bahwa konsep fisika berperan penting dalam perkembangan teknologi seperti dalam *game online* Mobile Legends Bang Bang. Dalam penelitian ini terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi data penelitian seperti kelakuan dari objek yang diukur (berupa hero Khufra) maupun *software Tracker* video yang digunakan. Dalam melakukan proses *tracking*, keseluruhan pergerakan hero Khufra tidak dapat ditracking menggunakan perintah *autotrack* sehingga harus dilakukan proses *tracking* secara manual.

4. SIMPULAN

Kinematika gerak yang terdapat dalam *game online* Mobile Legends Bang Bang dideskripsikan melalui besaran berupa perpindahan jarak hero Khufra yang dipengaruhi oleh lama waktu kokang yang dilakukan oleh pemain. Berdasarkan hasil analisis, semakin lama waktu kokang maka semakin besar jarak perpindahan hero Khufra, hal ini diperkuat dengan nilai $R^2=0,9757$ mendekati 1 yang menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang kuat antara kedua variabel tersebut. Dari penelitian ini dapat dilakukan penelitian/kajian lebih lanjut terkait pengaruh perbedaan arah kokang hero Khufra terhadap kecepatan gerak hero ataupun melakukan kajian terkait energi kinetik hero Khufra dengan menganggap proses kokang

diasumsikan seperti perilaku pegas. Selain itu penggunaan *software Tracker* video juga dapat digunakan untuk mendukung penelitian fisika lainnya maupun untuk simulasi dalam proses pembelajaran.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini, khususnya kepada dosen pembimbing dari Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, serta kepada tim editor JFT Jurnal Fisika dan Terapannya atas bantuan dalam proses perbaikan dan penerbitan jurnal ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Ruspitasari, Supeno, dan Yushardi, “Kajian Kinematika Gerak pada Gerak Kendaraan Bermotor di Jalan Kabupaten Ngawi sebagai Sumber Belajar Fisika,” *J. Has. Kaji. Inov. Dan Apl. Pendidik. Fis.*, vol. 8, no. 2, 2022.
- [2] H. D. Young dan R. A. Freedman, *Fisika Universitas JI. 1/10*. Jakarta: Jakarta: Erlangga, 2002.
- [3] M. Abdullah, *Diktat Fisika Dasar I*. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2016.
- [4] A. P. Arya, *Introduction to Classical Mechanics*. New Jersey: Pearson Education, 1990.
- [5] S. Prihartini, W. Handayani, dan R. D. Agustina, “Identifikasi faktor perpindahan terhadap waktu yang berpengaruh pada kinematika gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB),” *JoTaLP J. Teach. Learn. Phys.*, vol. 2, no. 2, hlm. 13–20, 2017.
- [6] D. Rani, E. J. Hasibuan, dan R. K. I. Barus, “Impact of Online Mobile Legends Game Bang Bang for Students,” *J. Perspekt.*, vol. 7, no. 1, hlm. 6–12, 2019.
- [7] R. Handayani, “Analisa Aktivitas Fandom Mobile Legend Indonesia Dalam Membangun Struktur Komoditas Baru (Studi Tentang Media Baru),” *J. Al-Munzir*, vol. 11, no. 1, hlm. 141–162, 2019.
- [8] M. Arif dan S. Aditya, “Dampak Perilaku Komunikasi Pemain Game Mobile Legends pada Mahasiswa Universitas Negeri Padang,” *J. Intercult. Commun. Soc.*, vol. 1, no. 1, hlm. 31–45, 2022.
- [9] A. A. Prasetyo dan F. Amin, “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Hero Tank Mobile Legends Terbaik dengan Metode Moora,” *J. Ilm. Univ. Batanghari Jambi*, vol. 22, no. 2, hlm. 1291, Jul 2022, doi: 10.33087/jiubj.v22i2.2067.
- [10] S. I. Santoso, I. M. Saputra, dan B. Setiaji, “Fisika dalam Game: Konsep Resultan Vektor Gaya pada Karakter Fanny di Mobile Legends,” *J. Sains Dan Teknol.*, vol. 6, no. 1, hlm. 40–48, 2023, doi: 10.31764/justek.vXiY.ZZZ.
- [11] R. Munir, *Metode Numerik Revisi Ke-Empat*. Bandung: Informatika, 2015.
- [12] B. Triatmodjo, *Metode Numerik*. Yogyakarta: Beta Offset, 2016.
- [13] M. R. Ridho, B. Ajidewantara, dan Nurdiyanti, “Analisis Korelasi Kecepatan dan Percepatan saat Gerak Lurus menggunakan Pesawat Atwood Berbasis Arduino dengan Sensor Logam,” *J. Pros. Semin. Nas. Fis. SNF*, vol. 4, hlm. 57–61, 2020.

- [14] F. Mukharomah, A. Mutiarani, Supiyadi, dan Sulhadi, “Gerak Harmonik Teredam Untuk Menentukan Koefisien Viskositas Fluida Berbantuan *Software Tracker Video*,” *J. WaPFI Wahana Pendidik. Fis.*, vol. 6, no. 1, hlm. 17–22, 2021.
- [15] C. A. Selvira, A. N. Subaedi, N. A. Azzahra, O. Novitasari, dan G. Antarnusa, “Meningkat Keakuratan Simulasi Osilasi Harmonik Teredam pada Pegas Menggunakan *Tracker Video Analysis and Modelling Tool*,” *Pros. Semin. Nas. Pendidik. Fis. Untirta*, vol. 3, no. 1, hlm. 336–340, 2020.
- [16] D. Brown, W. Christian, dan R. M. Hanson, “*Tracker Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education*,” physlets.org.
- [17] I. D. Handayani, F. Ahmad, dan A. P. Diah, “Efektivitas *Tracker video analysis* dalam praktikum fisika untuk menentukan percepatan gravitasi,” *orbita J. Has. Kaji. Inov. Dan Apl. Pendidik. Fis.*, vol. 8, no. 2, Nov 2022.
- [18] N. Fatihah, N. N. Khomsati, dan B. Setiaji, “Efektivitas Game Epic Skater 2 Sebagai Media Simulasi Bermain Skateboard Menggunakan Konsep Fisika Kinematika 2 Dimensi,” *JFT J. Fis. Dan Ter.*, vol. 10, no. 1, hlm. 47–56, Agu 2023, doi: 10.24252/jft.v10i1.34688.
- [19] R. B. Astro, F. Ratnaningsih, R. Asmarani, dan H. Aimon, “Penentuan Momen Inersia Katrol pada Pesawat Atwood dengan Metode Video Tracking,” *Pros. SNIPS*, hlm. 32–39, 2018.