

Analisis Percepatan Gravitasi Pada Gerak Jatuh Bebas Menggunakan Aplikasi Video Tracker

Delpina Nggolaon¹, Stevi Silahooy²✉

¹Program Studi Teknik Kimia, Teknik, Universitas Pattimura, Ambon Indonesia

²Program Studi Teknik Perminyakan, Teknik, Universitas Pattimura, Ambon Indonesia

Article History

Received 20 October 2023

Received in revised 08 November 2023

Accepted 17 November 2023

Available online 07 December 2023

Corresponding author:

Stevi Silahooy

E-mail address:

silahooystevi@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis percepatan gravitasi (g) pada gerak jatuh bebas dengan ketinggian 2 meter menggunakan aplikasi video tracker. Penelitian ini berlokasi di jurusan Teknik Geologi, Universitas Pattimura, Ambon. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bola tenis (2 gram), bola kasti (80 gram), roll meter, kamera dan laptop. Berdasarkan hasil analisis data diperoleh bahwa nilai percepatan gravitasi pada ketinggian 2 meter untuk sampel bola tenis (2 gram) dan bola kasti (80 gram) adalah $9.67 \pm 0.27 \text{ m/s}^2$ dan $9.60 \pm 0.27 \text{ m/s}^2$.

Kata kunci: Video tracker; Percepatan gravitasi (g); Gerak jatuh bebas

Abstract

This study aims to analyze the acceleration of gravity (g) in free fall with a height of 2 meters using a video tracking application. This research is located in the Department of Geological Engineering, Pattimura University, Ambon. The method used in this research is the experimental method. The tools and materials used in this study were tennis balls (2 grams), baseball (80 grams), roll meter, camera and laptop. Based on the results of data analysis, it was found that the value of gravitational acceleration at a height of 2 meters for samples of tennis balls (2 grams) and baseballs (80 grams) was $9.67 \pm 0.27 \text{ m/s}^2$ and $9.60 \pm 0.27 \text{ m/s}^2$.

Keywords: Video trackers; Gravitational acceleration (g); Free fall motion

1. Pendahuluan

Dalam fisika, kita mengetahui adanya fenomena alam seperti planet-planet mengelilingi matahari, bulan dan satelit buatan mengelilingi bumi, galaksi-galaksi bergerak mengelilingi pusat galaksi. Masing-masing akan bergerak pada lintasannya yang menyerupai lingkaran. Hal ini disebabkan oleh adanya suatu gaya yang disebut oleh Newton sebagai gaya gravitasi. Gaya gravitasi merupakan gaya tarik-menarik yang dihasilkan oleh adanya interaksi benda bermassa (Setyadin, dkk., 2016). Setiap benda yang ada di alam semesta melakukan gaya tarik-menarik.

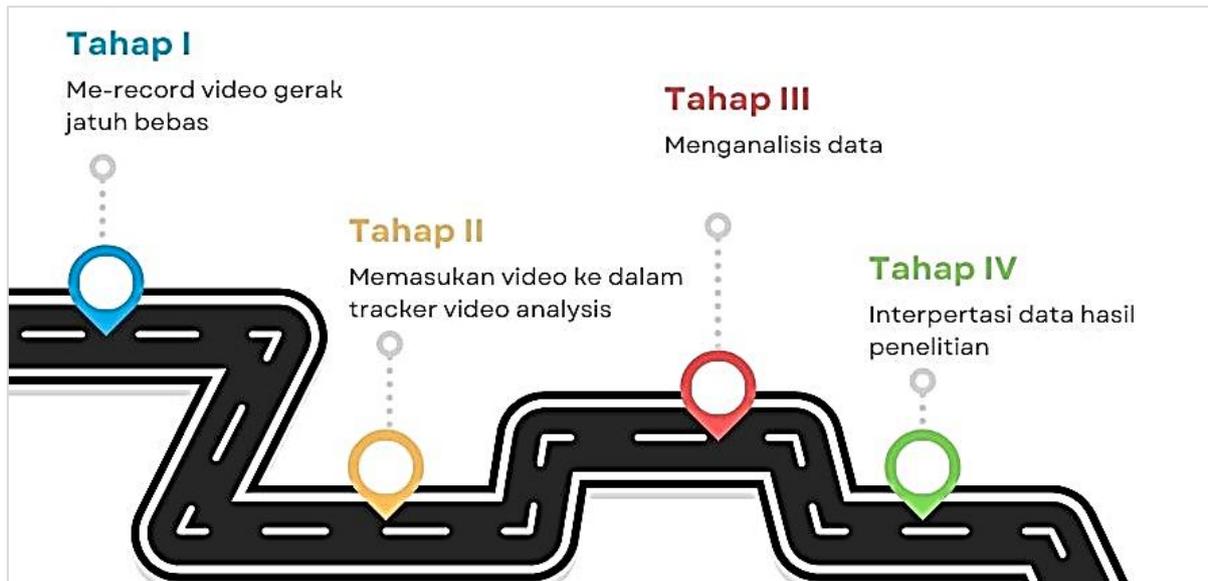
Dimana besar gaya yang terjadi akan berbanding lurus dengan perkalian kedua massa benda namun berbanding terbalik dengan kuadrat jarak benda tersebut (Mikrajudin, 2016; Setyadin, dkk., 2016). Gaya gravitasi juga mempengaruhi benda-benda yang ada di bumi. Dalam penemuannya Newton mendapatkan bahwa besar percepatan gravitasi di bumi sebesar 9.8 m/s^2 (Astuti, 2016; Dasriyani, 2014). Bumi sendiri merupakan planet yang bentuknya tidak bulat sempurna sehingga massa bumi tidak terdistribusi secara merata (Halliday & Resnick, 2011). Hal ini juga yang kemudian mempengaruhi nilai percepatan gravitasi pada permukaan bumi tidak sama di setiap tempat (Elot, 2022). Semakin tinggi tempat benda bermassa dari permukaan laut, maka percepatan gravitasinya akan semakin kecil. Pada umumnya nilai percepatan gravitasi berkisar antara 9.7 m/s^2 sampai 10 m/s^2 (Toda, dkk., 2020).

Salah satu contoh gerak yang dipengaruhi oleh percepatan gravitasi yaitu gerak jatuh bebas. Gerak jatuh bebas merupakan gerak suatu benda yang dijatuhkan pada ketinggian tertentu tanpa adanya kecepatan awal dan arah jatuhnya menuju ke bumi dikarenakan arah percepatan gravitasi selalu menuju ke pusat bumi (Ristiawan, 2018; Toda, dkk., 2020). Penentuan percepatan gravitasi telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, seperti penelitian yang dilakukan oleh Bara, dkk (2021) di Sam Ratulangi Ende dengan menganalisis gerak jatuh bebas menggunakan aplikasi phyphox, diperoleh percepatan gravitasi sebesar 10 m/s^2 dengan arah menuju ke pusat gravitasi. Penelitian lain dilakukan oleh Nurhayati (2021), dalam penelitiannya menentukan nilai percepatan gravitasi bumi di Laboratorium Fisika UIN Ar-Raniry dengan cara eksperimen gerak jatuh bebas menggunakan statif dan bola baja serta photogate, didapatkan nilai rata-rata percepatan gravitasi bumi pada Laboratorium Fisika UIN Ar-Raniry adalah 9.2 m/s^2 . Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Rosdianto (2017) di STKIP Singkawang yaitu menentukan percepatan gravitasi dengan memanfaatkan rangkaian relai pada gerak jatuh bebas, diperoleh nilai percepatan rata-rata dari lima variasi ketinggian sebesar $9,83 \text{ m/s}^2$.

Dari hasil penelitian dengan beberapa macam metode dan penggunaan software yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya dapat dilihat bahwa besar percepatan gravitasi berbeda pada masing-masing tempat penelitian. Salah satu software yang mampu menganalisis percepatan gravitasi dengan baik adalah tracker (Afifah, dkk 2015). Software Tracker memiliki kemampuan untuk melakukan track (pelacakan) pada peristiwa gerak dari suatu objek sehingga dapat diperoleh informasi seperti percepatan, kecepatan, kelajuan, gaya, medan gravitasi, dan lain-lain (Handayani, dkk., 2022). Berdasarkan hal di atas, maka peneliti akan melakukan analisis terhadap fenomena gerak jatuh bebas di gedung Teknik Geologi, Universitas Pattimura, Ambon. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan software tracker untuk mengetahui besar percepatan gravitasi di tempat tersebut.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang bertujuan untuk menganalisis percepatan gravitasi bumi yang berlokasi di gedung Teknik Geologi, Universitas Pattimura, Ambon. Analisis percepatan gravitasi bumi ini dilakukan berbasis video tracking pada gerak jatuh bebas pada ketinggian 2 meter, dimana proses perekaman video dilakukan pengulangan sebanyak 3x. Adapun alur penelitian adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Berdasarkan Gambar 1, maka dapat dijelaskan tahapan alur penelitian, yaitu sebagai berikut:

2.1. Tahap I

Melakukan perekaman gerak jatuh bebas pada ketinggian 2 meter. Sampel yang digunakan adalah bola tenis 2 gram dan bola kasti 80 gram.

2.2. Tahap II

Setelah perekaman selesai dilakukan maka langkah selanjutnya adalah mentransfer video perekaman ke dalam aplikasi tracker di komputer.

2.3. Tahap III

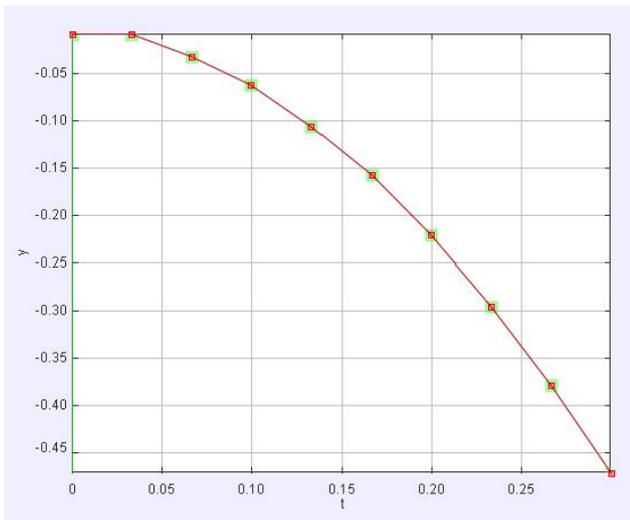
Masing- masing video dianalisis menggunakan tracker untuk mendapatkan data posisi benda tiap satuan waktu dan kecepatan benda terhadap waktu, grafik hasil tracking kemudian dianalisis menggunakan persamaan regresi linear atau gradien linear : $y = aX+b$ (Elot, dkk., 2022). Berdasarkan persamaan tersebut, maka diperoleh nilai percepatan gravitasi.

2.4. Tahap IV

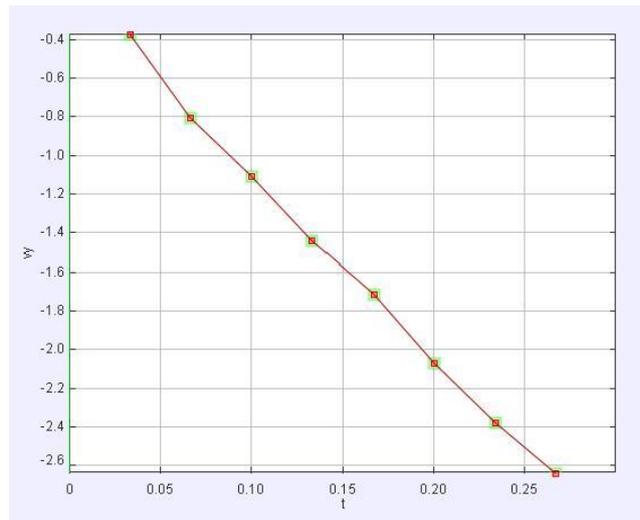
Data hasil penelitian yang diperoleh kemudian di interpretasi.

3. Hasil dan Pembahasan

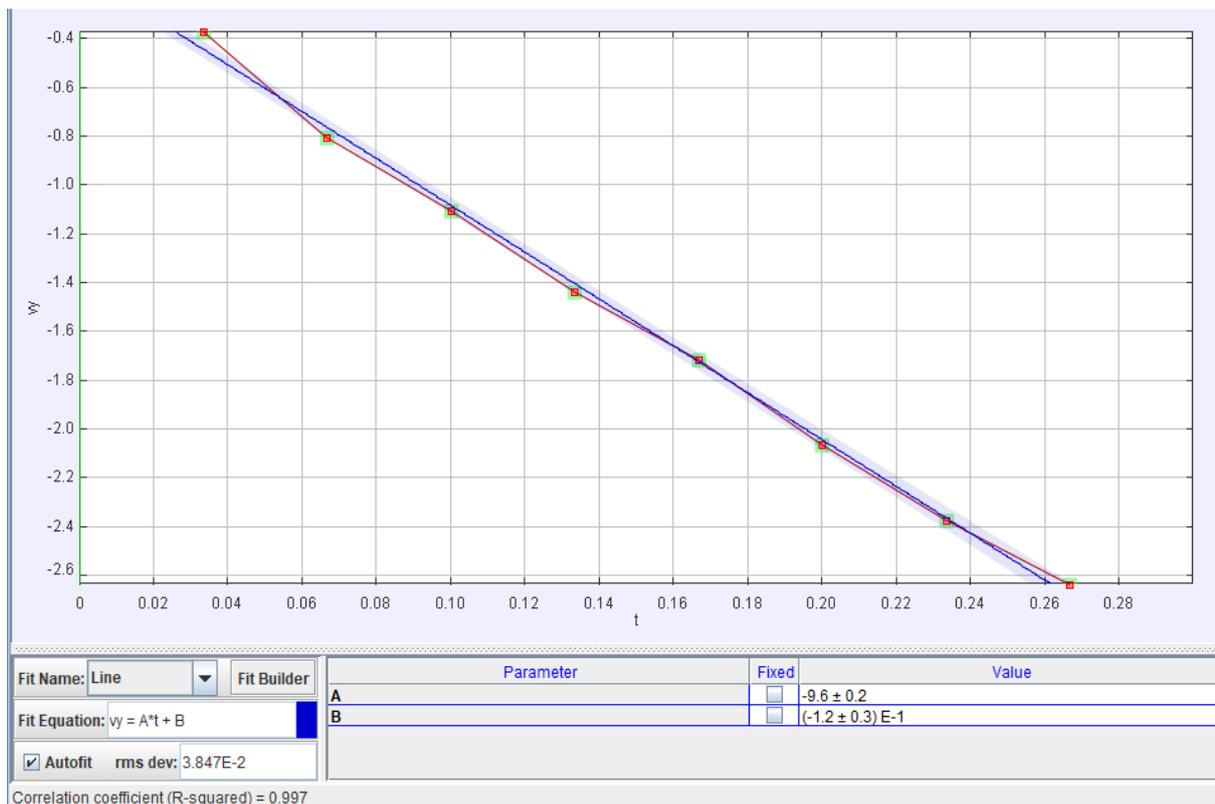
Berikut adalah hasil analisis pada sampel bola tenis bermassa 2 gram di ketinggian 2 meter, yang ditunjukkan pada Gambar 2, dimana tren data ditunjukkan dengan garis merah sedangkan tren analisis regresi linear ditunjukkan dengan garis biru. Berdasarkan hasil analisis menggunakan software video tracker, terlihat bahwa benda mengalami gerak lurus yang dipercepat yang dibuktikan dengan grafik fungsi kuadrat yang ditunjukkan pada Gambar 2a, berikut, yaitu:



Gambar 2a. Grafik hubungan y terhadap t pada sampel bola tenis (2 gram) data ke-1



Gambar 2b. Grafik hubungan V_y terhadap t pada sampel bola tenis (2 gram) data ke-1



Gambar 2c. Analisis percepatan gravitasi menggunakan kurva regresi linear pada sampel bola tenis (2 gram) data ke-1

Perubahan posisi benda (y) yang dipercepat tiap satuan waktu ini menyebabkan kecepatan benda mengalami perubahan mendekati beraturan atau dengan kata lain kecepatan bertambah secara linear yang ditunjukkan pada Gambar 2b, sehingga menghasilkan percepatan tetap (Gambar 2c). Nilai konstanta percepatan ditunjukkan oleh gradien garis (A) sebesar 9.6 ± 0.2 . Nilai gradien ini merupakan nilai dari konstanta percepatan gravitasi data ke-1, hal ini mengacu pada penelitian dari Toda, dkk (2020). Hasil analisis dapat mengkonfirmasi bahwa gerak jatuh bebas (GJB) merupakan aplikasi dari gerak lurus berubah beraturan (GLBB).

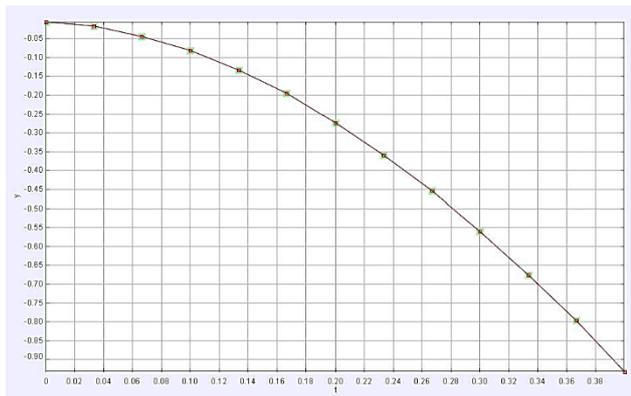
Berikut adalah nilai percepatan gravitasi pada ketinggian 2 meter data ke-1, ke-2 dan ke-3 dari sampel bola tenis yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai percepatan gravitasi pada ketinggian 2 meter dari sampel bola tenis

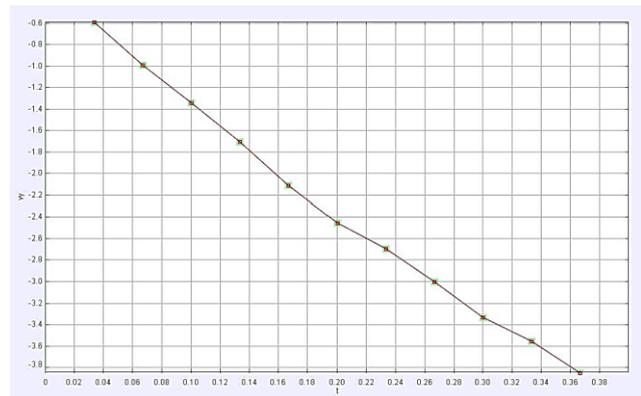
Pengukuran	Benda	g (m/s ²)
1	Bola Tenis (2 gram)	9.6 ± 0.2
2		9.6 ± 0.3
3		9.8 ± 0.3
Rata-rata		9.67 ± 0.27

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa nilai rata-rata percepatan gravitasi yang diperoleh dari hasil analisis menggunakan software video tracker adalah sebesar 9.67 ± 0.27 m/s², mendekati dengan nilai tetapan percepatan gravitasi yaitu 9.8 m/s². Hal ini dikarenakan secara ideal, gerak jatuh bebas haruslah berada di ruang hampa, agar tidak ada gesekan antara benda dengan partikel-partikel di udara. Menurut Young & Freedmann (2008) nilai eksperimen yang diperoleh tidak sama persis dengan nilai tetapan gravitasi disebabkan oleh faktor gaya gesekan udara.

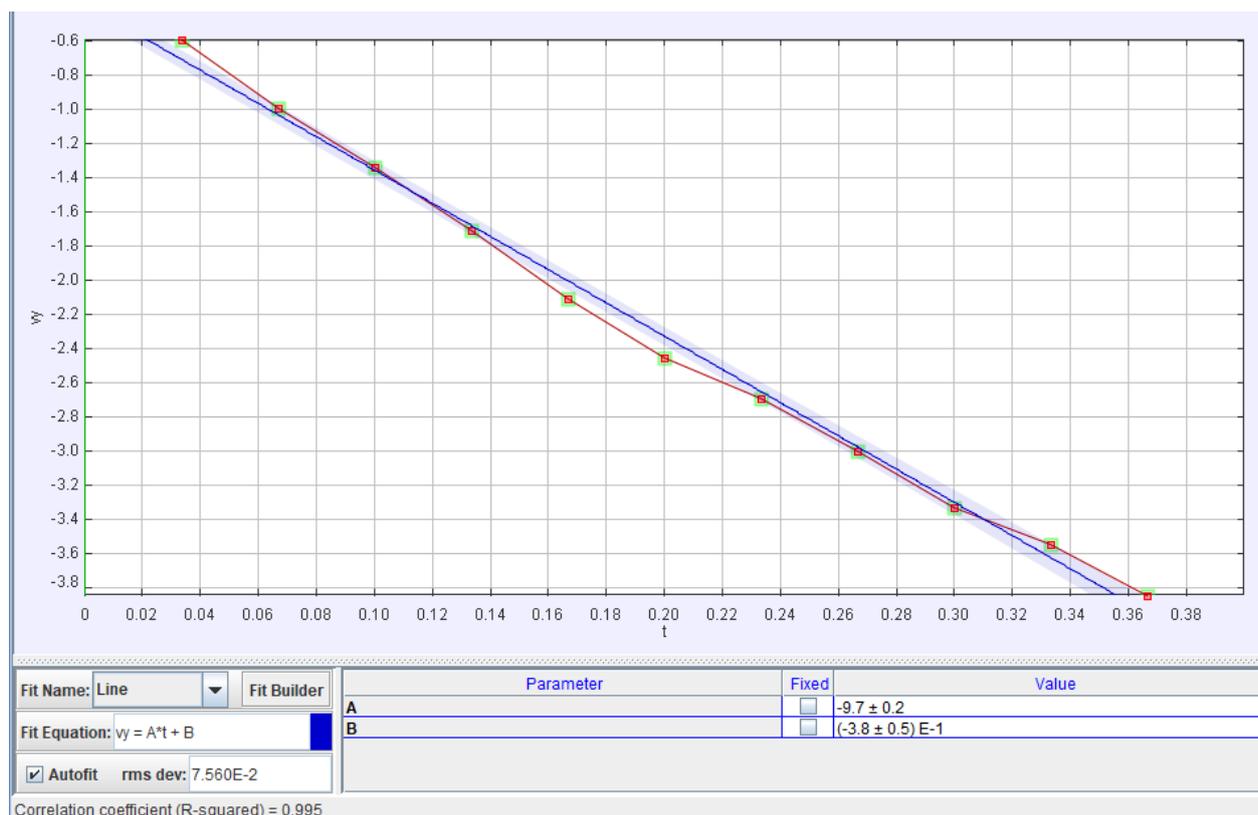
Selanjutnya adalah hasil analisis pada sampel bola kasti bermassa 2 gram di ketinggian 2 meter data ke-1, yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3a. Grafik hubungan y terhadap t pada sampel bola kasti (80 gram) data ke-1



Gambar 3b. Grafik hubungan V_y terhadap t pada sampel bola kasti (80 gram) data ke-1



Gambar 3c. Analisis percepatan gravitasi menggunakan kurva regresi linear pada sampel bola kasti (80 gram) data ke-1

Berdasarkan Gambar 3, hasil analisis menunjukkan pola grafik yang mirip dengan Gambar 2. Pada Gambar 3a, grafik menunjukkan bahwa benda mengalami gerak dipercepat akibat adanya gaya tarik bumi sehingga menghasilkan sebuah konstanta percepatan yang dikenal sebagai konstanta percepatan gravitasi. Hasil analisis gradien linear menunjukkan bahwa nilai konstanta percepatan gravitasi data ke-1 sebesar 9.7 ± 0.2 (Gambar 3c). Berikut adalah nilai percepatan gravitasi pada ketinggian 2 meter data ke-1, ke-2 dan ke-3 dari sampel bola kasti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai percepatan gravitasi pada ketinggian 2 meter dari sampel bola kasti

Pengukuran	Benda	g (m/s^2)
1	Bola Kasti (80 gram)	9.7 ± 0.2
2		9.5 ± 0.3
3		9.6 ± 0.3
Rata-rata		9.60 ± 0.27

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa nilai rata-rata percepatan gravitasi yang diperoleh dari hasil analisis menggunakan software video tracker adalah sebesar $9.60 \pm 0.27 m/s^2$. Hasil tersebut hampir mendekati dengan tetapan gravitasi bumi yaitu $9.8 m/s^2$. Menurut Young & Freedmann (2008), ketidaksamaan ini dikarenakan eksperimen yang dilakukan tidak berada di ruang hampa sehingga percepatan benda bisa mengalami pengurangan akibat gesekan yang terjadi antara benda dengan partikel-partikel di udara.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa nilai gravitasi bumi yang diperoleh menggunakan benda bola tenis (2 gram) hampir sama dengan bola kasti (80 gram). Ini

menunjukkan bahwa massa benda tidak mempengaruhi percepatan gravitasi. Menurut Mikrajuddin (2016) dan Ristiawan (2018), hal ini dikarenakan perbandingan massa benda dengan massa bumi yang begitu jauh dan juga jarak benda terhadap bumi yang begitu kecil dibandingkan dengan jejari bumi, menyebabkan tidak ada perbedaan dan pengaruh yang signifikan antara kedua benda terhadap kecepatan gravitasi bumi. Secara matematis dapat ditulis (Mikrajuddin, 2016), sebagai berikut:

$$g = G \frac{m_1 \times m_B}{(R_B + h)^2} \dots\dots\dots(1)$$

Karena: $m_1 \ll m_B$ dan $h \ll R_B$, maka m_1 dan h diabaikan karena tidak memiliki pengaruh yang signifikan, sehingga persamaan akan menjadi:

$$g = G \frac{m_B}{R_B^2} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana: m_1 (massa benda), m_B (massa bumi), G (konstanta gravitasi umum), h (ketinggian benda dari permukaan bumi), dan R_B (jari-jari bumi).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut, yaitu bahwa Gerak Jatuh Bebas (GJB) merupakan aplikasi dari Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB). Adapun besar percepatan gravitasi yang dianalisis menggunakan video tracker pada ketinggian 2 meter untuk sampel bola tenis (2 gram) dan bola kasti (80 gram) secara berturut-turut adalah $9,67 \pm 0,27 \text{ m/s}^2$ dan $9,60 \pm 0,27 \text{ m/s}^2$, serta massa benda tidak mempengaruhi percepatan gravitasi. Hal ini dikarenakan perbandingan massa benda dengan massa bumi yang begitu jauh dan juga jarak benda terhadap bumi yang begitu kecil dibandingkan dengan jejari bumi, menyebabkan tidak ada perbedaan dan pengaruh yang signifikan antara kedua benda terhadap kecepatan gravitasi bumi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu jalannya penelitian ini hingga selesai.

Daftar Pustaka

- Afifah, D. N., Yulianawati, D., Agustina, N., Lestari, R. D. S., & Nugraha, M. G. (2015). Metode Sederhana Menentukan Percepatan Gravitasi Bumi Menggunakan Aplikasi Tracker Pada Gerak Parabola Sebagai Media dalam Pembelajaran Fisika SMA. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains* (SNIPS 2015), 305-308.
- Astuti, Irnin Agustina Dwi. (2016). Pengembangan Alat Eksperimen Penentuan Percepatan Gravitasi Bumi Berdasarkan Teori Bidang Miring Berbasis Microcomputer Based Laboratoy (Mbl). *Faktor Exacta*, 9(2), 114-118.
- Bara, F. M., Mako, M.I., Eku, A., & Pau, M. A. (2021). Analisis Percepatan Gravitasi Menggunakan Aplikasi Phyphox Pada Gerak Jatuh Bebas. *Jurnal Luminous : Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*, 2(2), 11-17.

- Dasriyani, Yohanna., Hufri., & Yohandri. (2014). Pembuatan Set Eksperimen Gerak Jatuh Bebas Berbasis Mikrokontroler dengan Tampilan PC. *Jurnal Sainstek*, 6(1), 84-95.
- Elot, Y. M., Angol, Y., & Alus, G. (2022). Analisis Percepatan Gravitasi Berbasis Video Tracking Pada Ayunan Bandul. *Jurnal Kumparan Fisika*, 5(2), 69-76.
- Halliday, D., Resnick, R. (2011). *Fundamental of Physics. 9th Edition*. USA: John Wiley & Sons.
- Handayani, I. D., Ahmad, F., Aryati, D. (2022). Efektivitas Tracker Video Analysis Dalam Praktikum Fisika Untuk Menentukan Percepatan Gravitasi. *ORBITA: Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 8(2).
- Mikrajudin, A. (2016). *Fisika Dasar 1*. Bandung : ITB Kampus Ganesha.
- Nurhayati., Ayu, R. D., & Aslamiyah, S. (2021). Penentuan Nilai Percepatan Gravitasi Bumi dengan Model Gerak Jatuh Bebas di Laboratorium Fisika UIN Ar-Raniry Banda Aceh. *Jurnal Phi: Jurnal Pendidikan Fisika dan Fisika Terapan*, 2(1).
- Ristiawan, Agung. (2018). Analisis Gerak Jatuh Bebas dengan Metode Video Based Laboratory (VBL) Menggunakan Software Tracker. *JoTaLP: Journal of Teaching and Learning Physics*, 3(2), 26-30.
- Rosdianto, H. (2017). Penentuan Percepatan Gravitasi Pada Percobaan Gerak Jatuh Bebas dengan Memanfaatkan Rangkaian Relai. *Spektra: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 2(2). DOI: doi.org/10.21009/SPEKTRA.022.03.
- Setyadin, A. H., Ferahenki, A. R., Ramayanti, S., Sholihat, F. N., Nugraha, M. G., Saepuzaman, D., Samsudin, A., Utama, J. A., Susanti, H., & Kirana, K. H. (2016). Optimalisasi Bandul Matematis Menggunakan Tracker Dalam Penentuan Perubahan Percepatan Gravitasi Permukaan Bumi (g) Akibat Gerhana Matahari Sebagian (GMS) 9 Maret 2016. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, 5, SNF2016-CIP. <https://doi.org/10.21009/0305020132>.
- Toda, S. Y. G., Tati, M.Y.M., Bhoga, Y. C., & Astro, R. B. (2020). Penentuan Percepatan Gravitasi Menggunakan Konsep Gerak Jatuh Bebas. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(1), 30-37.
- Young, H. D., Freedmann, R. A. (2008). *Sears and Zemansky's University Physics with Modern Physics*. San Fransisco: Pearson Addison Wesley.