



# EDISI EKSPERIMEN DI RUMAH: PERBANDINGAN PENGUKURAN PERCEPATAN GRAVITASI BUMI BESERTA ANALISIS KETEPATAN PENGUKURAN

Isna Nur Fadilah<sup>1\*</sup>, Ripa Khodijah<sup>1</sup>, Annisya Salsabila Handoko<sup>1</sup>, Selly Feranie<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fisika, Departemen Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia

\*[isnanurf@upi.edu](mailto:isnanurf@upi.edu)

## Abstrak

Kurikulum pembelajaran menyarankan agar pengajaran sains disampaikan dengan menggunakan pendekatan saintifik yang membangun kemampuan bereksperimen. Kemampuan bereksperimen merupakan gabungan antara pengetahuan dan keterampilan untuk membangun proses penting dalam suatu penyelidikan ilmiah. Namun, pada kenyataannya fasilitas laboratorium IPA di Sekolah Menengah Indonesia tidak tersedia dengan lengkap. Oleh karenanya, diperlukan alternatif eksperimen yang cukup dilakukan dengan alat sederhana, bahkan bisa dilakukan secara mandiri di rumah. Percepatan gravitasi sangat familiar dalam kehidupan sehari-hari, tetapi jarang ditemukan eksperimen pengukurannya. Pada paper ini, peneliti telah bereksplorasi untuk menemukan alternatif pengukuran percepatan gravitasi bumi beserta ketidakpastiannya yang memenuhi kriteria di atas mulai dari prosedur pengambilan dan analisis data. Peneliti melakukan eksperimen gerak jatuh bebas dan menganalisis hasilnya dengan tiga metode, yaitu menggunakan *software Tracker*, *Microsoft Excel* dan aplikasi *CapCut*, serta analisis video secara langsung yang diolah dengan bantuan *Microsoft Excel*. Dari hasil eksplorasi yang sama, diketahui bahwa analisis menggunakan *software Tracker* merupakan analisis yang paling akurat dengan nilai ketidakpastian paling kecil. Oleh karena itu, eksperimen gerak jatuh bebas dengan metode analisis menggunakan *software Tracker* menjadi cara untuk menentukan percepatan gravitasi bumi di suatu tempat serta dapat diterapkan pada pembelajaran di sekolah guna meningkatkan kemampuan bereksperimen siswa.

Kata kunci: eksperimen di rumah, gerak jatuh bebas, kemampuan bereksperimen, pengukuran percepatan gravitasi

## 1. Pendahuluan

Proses pembelajaran yang dilakukan oleh guru, secara umum masih bersifat *teacher center*. Proses pembelajaran masih bersifat informatif dan satu arah serta belum menerapkan pendekatan saintifik (*saintifik approach*). Padahal, di digital seperti sekarang ini, para siswa dituntut untuk memiliki *softskill* berupa *problem solving*. Pendekatan saintifik dalam pembelajaran dapat diterapkan dengan melakukan pembelajaran secara eksperimen. Dengan metode ini, siswa diberikan kesempatan untuk melakukan, mengikuti suatu proses, mengamati suatu objek, menganalisis, membuktikan, serta menarik kesimpulan sendiri mengenai suatu objek keadaan atau permasalahan tertentu.

Fisika merupakan bidang yang memiliki keterkaitan erat dengan eksperimen. Di dalam fisika banyak dibahas mengenai fenomena yang terjadi di sekitar manusia, salah satunya adalah fenomena gerak jatuh bebas. Suatu benda dikatakan mengalami jatuh bebas jika dilempar dari

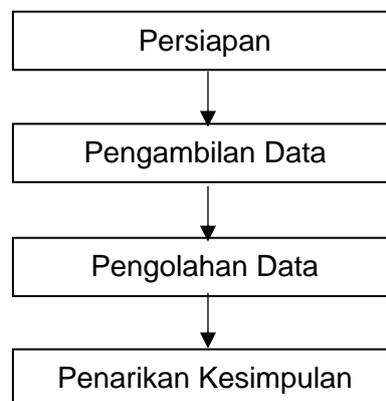


ketinggian tertentu ke tanah tanpa kecepatan awal. Benda yang dijatuhkan akan jatuh ke bumi karena benda mengalami percepatan gravitasi ( $g$ ) dan arahnya selalu menuju pusat bumi. Fenomena gerak jatuh bebas pertama kali ditemukan oleh Isaac Newton saat ia sedang duduk di bawah pohon dan mendapati beberapa buah apel yang jatuh ke tanah. Setelah melalui proses penelitian, ia pun berhasil memecahkan kasus tersebut dan memperkenalkan teori gravitasi. Berdasarkan penemuan Isaac Newton, gravitasi adalah gaya tarik bumi yang dinyatakan dalam bentuk interaksi materi dan massa. Benda yang diangkat dari ketinggian tertentu dan dijatuhkan dengan  $v_0=0$  akan terjatuh ke tanah akibat adanya percepatan gravitasi bumi.

Nilai percepatan gravitasi bumi ( $g$ ) diketahui berkisar antara  $9,8 \text{ m/s}^2$  sampai  $10 \text{ m/s}^2$ . Namun, pengukuran untuk mendapatkan nilai percepatan gravitasi tersebut masih jarang ditemui. Oleh karenanya, peneliti melakukan eksperimen gerak jatuh bebas dan menggunakan berbagai metode analisis video untuk menentukan metode yang tepat digunakan dalam pengukuran menentukan percepatan gravitasi bumi.

## 2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan dilakukan di Laboratorium Fisika Dasar Universitas Pendidikan Indonesia dengan titik koordinat  $-6.861829388883863$ ,  $107.5898678885984$ . Eksperimen dilakukan dengan menganalisis percobaan gerak jatuh bebas dan bandul sederhana untuk mendapatkan nilai percepatan gravitasi bumi beserta ketidakpastiannya. Secara umum, langkah yang ditempuh dalam pelaksanaan praktikum ini terbagi menjadi 4 tahap berikut.



Adapun metode analisis yang digunakan Peneliti dalam menganalisis hasil data yang didapat adalah menggunakan *software Tracker*, *Microsoft Excel* dan aplikasi *CapCut*, serta analisis video secara langsung yang diolah dengan bantuan *Microsoft Excel* dengan rincian sebagai berikut.

### (1) Analisis Gerak Jatuh Bebas Menggunakan *Software Tracker*

#### • Tahap Persiapan

Pada tahap ini, peneliti menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan, seperti penggaris dengan panjang tertentu (peneliti menggunakan ketinggian 100 cm), kamera *gawai*, benda bermassa yang bisa dijatuhkan (Peneliti menggunakan bola pejal), serta laptop yang memiliki *software Tracker*.

#### • Tahap Pengambilan Data



Pada tahap ini, peneliti menyiapkan kamera gawai terlebih dahulu untuk merekam eksperimen yang dilakukan. Peneliti melakukan eksperimen gerak jatuh bebas dengan cara menjatuhkan bola pada ketinggian tertentu, yaitu 100 cm. Bola cukup dijatuhkan sekali.

- Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini, peneliti menganalisis video yang telah didapat melalui *software Tracker*. Peneliti *mengimport* video, menerapkan *calibration stick* serta *coordinate axes* pada lintasan yang ditempuh pergerakan bola. Setelah itu, video di *track* tepat pada pusat massa benda dan setiap pergerakan benda. Kemudian, data yang telah didapat diplot menggunakan grafik  $v_y$  terhadap  $t$  dan grafik  $y$  terhadap  $t^2$ .

- Tahap Penarikan Kesimpulan

Pada tahap ini, peneliti mengungkapkan kesimpulan yang didapat pada eksperimen yang telah dilakukan dengan memaparkan hasil eksperimen serta kelebihan dan kekurangan dari metode analisis yang digunakan.

(2) Analisis Eksperimen Gerak Jatuh Bebas Menggunakan Aplikasi *Capcut* dan *Microsoft Excel*.

- Tahap Persiapan

Pada tahap ini, peneliti menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan, seperti penggaris dengan panjang tertentu (peneliti menggunakan ketinggian 100 cm), kamera gawai, massa yang bisa dijatuhkan (peneliti menggunakan bola pejal), laptop/gawai yang memiliki aplikasi *CapCut* serta laptop yang memiliki Aplikasi *Excel*.

- Tahap Pengambilan Data

Pada tahap ini, Peneliti menyiapkan kamera atau gawai terlebih dahulu untuk merekam eksperimen yang dilakukan. Peneliti melakukan eksperimen gerak jatuh bebas dengan cara menjatuhkan bola pada ketinggian tertentu, yaitu 100 cm. Bola cukup dijatuhkan sekali.

- Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini, Peneliti mengamati pergerakan bola dan mencatat waktu yang ditempuh bola setiap jarak 5 – 10 cm. Data yang didapat disusun dalam tabel pengamatan. Setelah itu, data tersebut diplot dalam grafik  $y$  (jarak/ketinggian) terhadap  $t^2$  (waktu).

- Tahap Penarikan Kesimpulan

Pada tahap ini, Peneliti mengungkapkan kesimpulan yang didapat pada eksperimen yang telah dilakukan dengan memaparkan hasil eksperimen serta kelebihan dan kekurangan dari metode analisis yang digunakan.

(3) Analisis Eksperimen Gerak Jatuh Bebas Secara Langsung dan Analisis Menggunakan Aplikasi *Excel*

- Tahap Persiapan

Pada tahap ini, Peneliti menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan, seperti penggaris dengan panjang tertentu (peneliti menggunakan ketinggian 100 cm), kamera gawai, benda

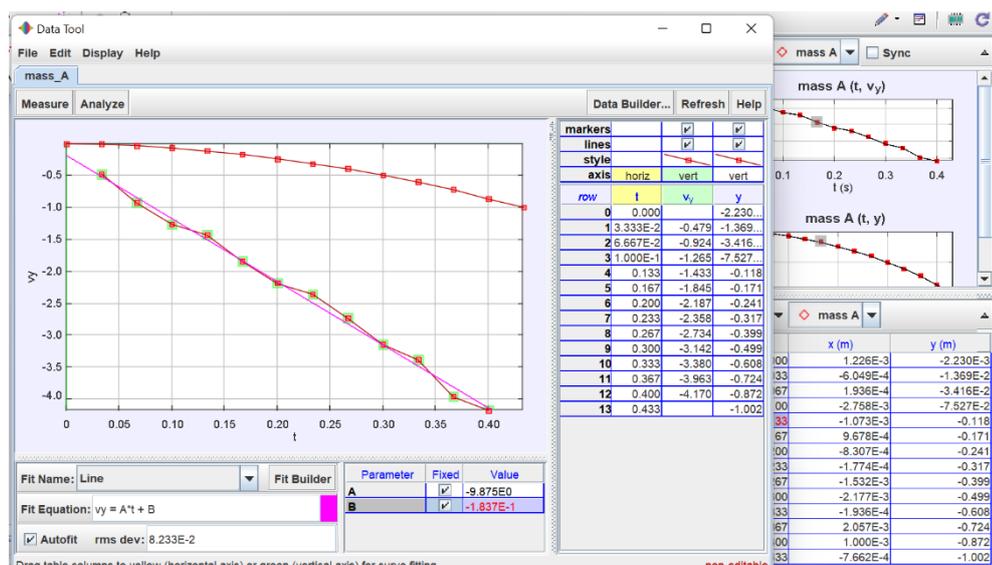


- bermassa yang bisa dijatuhkan (Peneliti menggunakan bola pejal), serta laptop yang memiliki aplikasi *Microsoft Excel*.
- Tahap Pengambilan Data  
Pada tahap ini, Peneliti menyiapkan kamera atau gawai terlebih dahulu untuk merekam eksperimen yang dilakukan. Peneliti melakukan eksperimen gerak jatuh bebas dengan cara menjatuhkan bola pada sepuluh ketinggian yang berbeda. Peneliti melakukan eksperimen pada ketinggian 55 cm – 100 cm dengan selisih masing-masing jarak sebesar 5 cm. Data yang diambil adalah data ketinggian serta waktu yang ditempuh bola saat eksperimen. Kedua data tersebut disusun dalam bentuk tabel pengamatan.
- Tahap Pengolahan Data  
Pada tahap ini, peneliti menganalisis data yang telah didapat melalui aplikasi Excel dengan menduplikat serta menyalin data untuk diplot dalam bentuk grafik scatter y terhadap  $t^2$ . Grafik yang didapat akan berbentuk garis linear dengan persamaan  $y = mx + c$  sehingga nilai percepatan gravitasi bumi yang didapat senilai dengan  $2m$ .
- Tahap Penarikan Kesimpulan  
Pada tahap ini, Peneliti mengungkapkan kesimpulan yang didapat pada eksperimen yang telah dilakukan dengan memaparkan hasil eksperimen serta kelebihan dan kekurangan dari metode analisis yang digunakan.

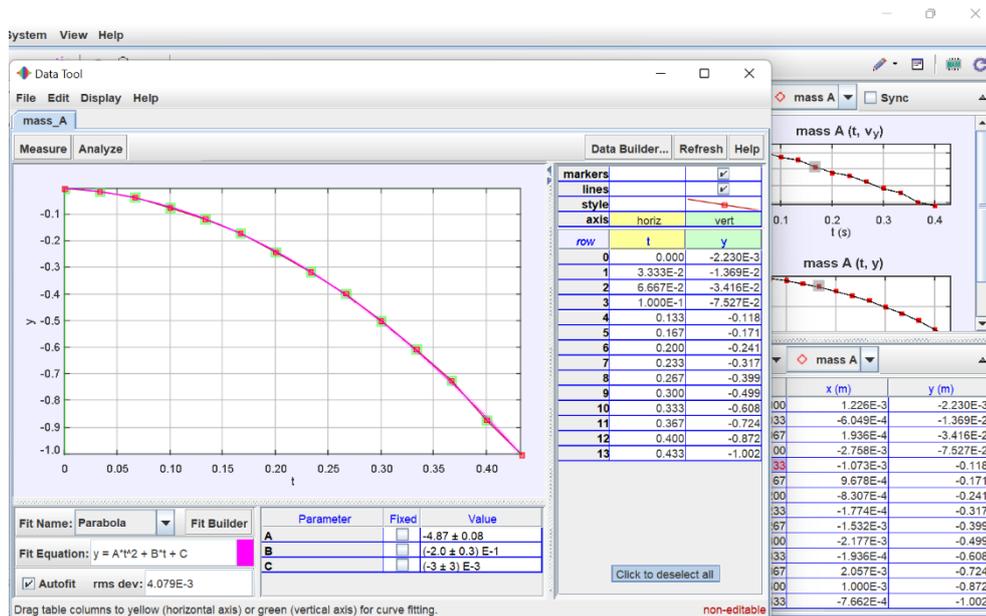
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### a. Analisis Gerak Jatuh Bebas Menggunakan Software Tracker

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar percepatan gravitasi bumi melalui eksperimen gerak jatuh bebas. Dengan menggunakan alat dan bahan serta tahapan yang telah dipaparkan sebelumnya, didapat data pengamatan sebagai berikut.



Gambar 1. Analisis GJB Grafik  $v_y$  Terhadap  $t$  menggunakan *tracker*



**Gambar 2.** Analisis GJB Grafik y Terhadap t

Gambar 1 menampilkan grafik hubungan ketinggian ( $v_y$ ) terhadap waktu ( $t$ ) dalam eksperimen Gerak Jatuh Bebas (GJB). Grafik  $v_y$  terhadap  $t$  tersebut menghasilkan garis linear. Oleh karena itu, dapat digunakan persamaan GJB dan persamaan garis linear dalam perhitungan sebagai berikut.

Persamaan GLBB:

$$v_y = v_0 + a \cdot t$$

$$v_y = a \cdot t \quad (\text{karena } v_0 = 0) \quad (1)$$

Persamaan garis linear yang digunakan dalam analisis grafik:

$$v_y = At + B$$

$$v_y = 9.87 t + 1,83 \quad (2)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (1) dan (2), maka dapat disimpulkan bahwa nilai percepatan gravitasi bumi yang didapat senilai

$$g = 9.87 \pm 0.18 \text{ m/s}^2$$

Sementara itu, Gambar 2 menampilkan grafik y terhadap  $t^2$  dan menghasilkan grafik parabola dengan persamaan  $y = At^2 + Bt + C$ . Dengan mensubstitusikan persamaan tersebut dengan persamaan GJB  $y = \frac{1}{2}gt^2$ , didapat nilai percepatan gravitasi bumi yang didapat senilai dengan harga  $2A$ , yaitu

$$g = 9.76 \pm 0,08 \text{ m/s}^2$$

Dari kedua gambar di atas, didapat hasil analisis data sebagai berikut.

$$\bar{g} = \frac{9.74 + 9.87}{2} = 9.80 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta g = 0.13 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Sehingga, } g = 9,80 \pm 0.13 \text{ m/s}^2$$



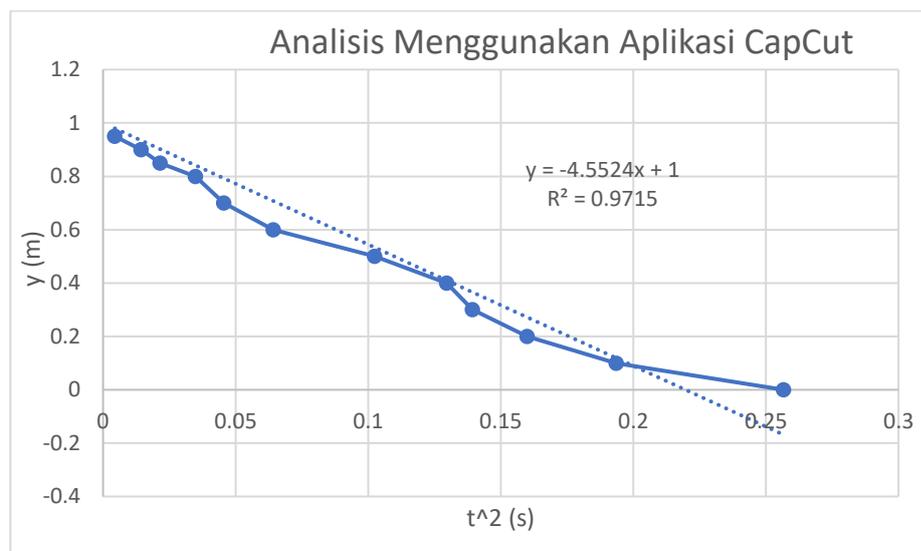
Nilai percepatan gravitasi bumi yang didapat pada eksperimen ini sudah sesuai dengan literatur dan memiliki nilai ketidakpastian yang relatif kecil. Hal ini menunjukkan bahwa metode analisis menggunakan *software Tracker* untuk mencari percepatan gravitasi bumi sangat efektif. Faktor yang perlu diperhatikan adalah pada saat melakukan *track* harus tepat pada titik pusat massa benda

**b. Analisis Eksperimen Gerak Jatuh Bebas Menggunakan Aplikasi Capcut dan Microsoft Excel**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar percepatan gravitasi bumi melalui eksperimen gerak jatuh bebas. Dengan menggunakan alat dan bahan serta tahapan yang telah dipaparkan sebelumnya, didapat data pengamatan sebagai berikut.

**Tabel 1.** Hasil Percobaan GJB Menggunakan Aplikasi *CapCut*

Percobaan	y (m)	t (s)	t <sup>2</sup> (s)
1	0.95	0.06667	0.00444
2	0.9	0.12000	0.01440
3	0.85	0.14667	0.02151
4	0.8	0.18667	0.03484
5	0.7	0.21333	0.04551
6	0.6	0.25333	0.06418
7	0.5	0.32000	0.10240
8	0.4	0.36000	0.12960
9	0.3	0.37333	0.13938
10	0.2	0.40000	0.16000
11	0.1	0.44000	0.19360
12	0	0.50667	0.25671



**Gambar 3.** Analisis GJB Menggunakan *CapCut* dan *Microsoft Excel*

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan dengan menggunakan analisis *CapCut* dan analisis data menggunakan *Microsoft Excel* didapat



grafik linear dengan persamaan  $y = mx$ . Sedangkan, pada eksperimen gerak jatuh bebas ini berlaku persamaan  $y = \frac{1}{2}gt^2$ . Oleh karena itu, percepatan gravitasi bumi yang didapat akan senilai dengan 2m dengan m adalah gradien/kemiringan garis.

Berdasarkan kedua persamaan tersebut, maka didapat data bahwa percepatan gravitasi bumi sebesar

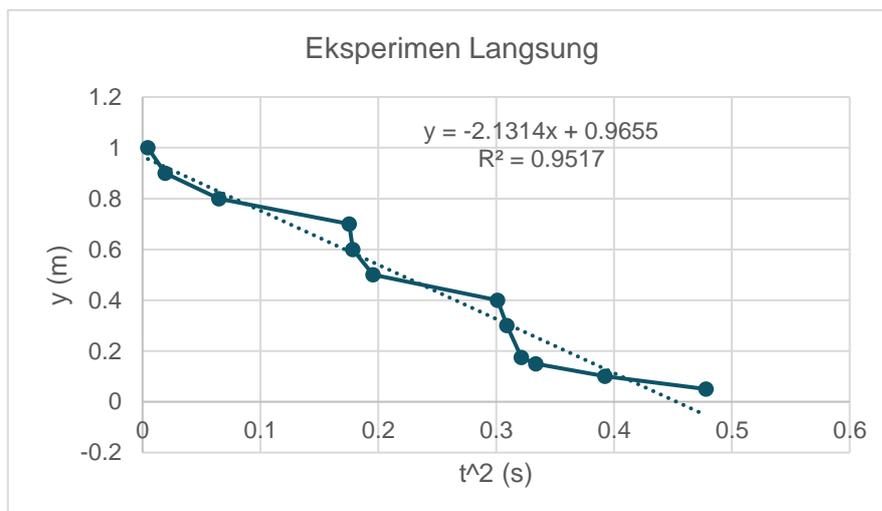
$$g = 9.10 \text{ m/s}^2.$$

Data yang didapat tidak lebih baik daripada analisis menggunakan *Tracker*, namun selisih nilainya tidak terlalu jauh dari literatur. Faktor yang dapat menjadi penyebab kesalahan pada metode ini adalah kurang telitinya Pengamat dalam menjeda video di setiap pergerakan benda yang mempengaruhi nilai waktu (t) yang didapat.

**c. Analisis Gerak Jatuh Bebas Secara Langsung**

**Tabel 2.** Hasil Percobaan GJB Secara Langsung

y (m)	t (s)	t <sup>2</sup> (s)
1	0.37	0.004461
0.9	0.77	0.019319
0.8	1.41	0.06478
0.7	2.32	0.17538
0.6	2.34	0.178416
0.5	2.45	0.195585
0.4	3.04	0.301127
0.3	3.08	0.309104
0.175	3.14	0.321264
0.15	3.2	0.333659
0.1	3.47	0.39234
0.05	3.83	0.47797



**Gambar 4.** Analisis GJB Langsung dengan Analisis Data Menggunakan *Microsoft Excel*



Dari percobaan yang telah dilakukan, terlihat grafik linear yang cukup baik, namun nilai percepatan gravitasi yang didapat sangat jauh dari literatur, yaitu  $g = 4.26 \pm 0.96 \text{ m/s}^2$ .

Banyak faktor yang menyebabkan kesalahan, diantaranya kurang telitnya Pengamat dalam mengamati dan menghitung waktu setiap pergerakan benda tersebut. Oleh karenanya, peneliti tidak merekomendasikan eksperimen langsung ini digunakan dalam perhitungan percepatan gravitasi bumi.

#### 4. Simpulan

Dari percobaan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa *software Tracker* merupakan metode analisis yang paling akurat karena menunjukkan nilai percepatan gravitasi paling dekat dengan literatur dan dengan persentase kesalahan paling kecil, yaitu  $g = 9,80 \pm 0.13 \text{ m/s}^2$ . Sedangkan, metode yang paling tidak akurat adalah metode eksperimen langsung dengan nilai percepatan gravitasi yang didapat yaitu  $g = 4.26 \pm 0.96 \text{ m/s}^2$ . Oleh karenanya, metode analisis menggunakan *software Tracker* direkomendasikan Peneliti untuk dapat diterapkan dan tidak dianjurkan menggunakan metode eksperimen secara langsung pada proses belajar mengajar di sekolah dalam hal pengukuran penentuan percepatan gravitasi bumi.

#### Daftar Pustaka

- Danika, I., Imansyah, H., Utari, S., Nugraha, M. G., & Istila, N. (2018). Profil perkembangan kemampuan bereksperimen siswa SMP pada pembelajaran levels of inquiry (Lol) materi energi. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 3(1), 108-113.
- Neolaka, A. (2014). Pengelolaan Laboratorium IPA Studi di SMP Negeri 80 Jakarta Timur. *Jurnal Manajemen Pendidikan*, 3(2), 194-210.
- Suliman, S., Sarwanto, S., & Suparmi, S. (2017). Pendekatan Saintifik pada Pembelajaran Fisika dengan Metode Eksperimen dan Demonstrasi Ditinjau dari Kemampuan Berpikir Abstrak dan Kemampuan Analisis Siswa. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 6(1), 21-30.
- Toda, S., 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.
- Utari, S. (2010). Pengembangan Program Perkuliahan Untuk Membekali Calon Guru Dalam Merencanakan Kegiatan Eksperimen Fisika di Sekolah Menengah (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).