

## PENENTUAN PERCEPATAN GRAVITASI MENGUNAKAN KONSEP GERAK JATUH BEBAS

Sesarius Yohanes Goda Toda<sup>1</sup>, Maria Yuliana Mala Tati<sup>2</sup>, Yohana Celina Bhoga<sup>3</sup>,  
Richardo Barry Astro<sup>4</sup>

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Flores  
e-mail: sesariusjo@gmail.com

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang gerak jatuh bebas pada bulan Mei 2020. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai percepatan gravitasi menggunakan konsep gerak jatuh bebas. Penelitian dilakukan di Gedung Rektorat Universitas Flores, jalan Sam Ratulangi Kota Ende. Bola tenis dijatuhkan dari ketinggian 2,00 dan 2,90 m yang direkam dalam format video. Penelitian untuk dua variasi ketinggian dilakukan secara berulang sehingga total diperoleh 10 video. Data tersebut dianalisis menggunakan aplikasi Tracker untuk mendapatkan informasi posisi dan kecepatan benda tiap satuan waktu. Berdasarkan grafik  $v_y$ - $t$  terlihat kecepatan berubah secara linear sehingga dapat dikatakan benda mengalami gerak lurus berubah beraturan. Faktor percepatan dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan diasumsikan tidak ada hambatan udara. Dengan melakukan regresi linear terhadap grafik  $v_y$ - $t$ , maka diperoleh gradien garis yang tidak lain adalah percepatan gravitasi. Percepatan gravitasi rata-rata pada penelitian ini adalah sebesar  $9,796 \text{ m/s}^2$ .

**Kata Kunci:** *Percepatan Gravitasi, Gerak Jatuh Bebas, Video Tracker*

### ABSTRACT

Research on free fall motion has been conducted in May 2020. This study aims to determine the value of gravitational acceleration using the concept of free fall motion. The study was conducted in the Rectorate Building of the University of Flores, Sam Ratulangi Street, Ende City. Tennis balls dropped from heights of 2.00 and 2.90 m were recorded in video format. Research for two variations of height was repeated so that a total of 10 videos were obtained. The data is analyzed using the Tracker application to get information on the position and velocity of objects per unit time. Based on the  $v_y$ - $t$  graph, the velocity changes linearly so that it can be said that objects undergoing irregular motion change irregularly. The acceleration factor is influenced by the force of gravity and it is assumed that there is no air resistance. By doing a linear regression to the  $v_y$ - $t$  graph, we get a line gradient that is nothing but the acceleration of gravity. The average gravity acceleration in this study was  $9,796 \text{ m/s}^2$ .

**Keywords:** *Acceleration of Gravity, Free Falling Motion, Video Tracker*

### PENDAHULUAN

Sains merupakan ilmu yang sistematis, sehingga bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa konsep-konsep, fakta-fakta, dan prinsip-prinsip saja. Sains juga merupakan suatu proses penemuan yang umumnya meliputi pengamatan, pengumpulan data, pengembangan hipotesis, eksperimen, dan membuat kesimpulan

(Nasar, 2017; Zainuddin et al., 2017). Salah satu proses penemuan dalam IPA yaitu mengenai percepatan gravitasi yang dikemukakan oleh Newton dalam risalahnya yang berjudul “*Mathematical Principles of Natural Philosophy*” pada tahun 1687 (Rosdianto, 2017). Isaac Newton mendapatkan pemikiran tentang teori gravitasi ketika sedang duduk di bawah pohon apel dan beberapa buah apel jatuh mengenai kepalanya. Karena bumi tidak berbentuk bola maka besar nilai percepatan gravitasi tidaklah sama untuk setiap tempat dipermukaan bumi (Tipler, 1998). Nilai percepatan gravitasi berkisar antara  $9,7 \text{ m/s}^2$  sampai  $10 \text{ m/s}^2$  (Chusni, 2017). Semakin tinggi suatu tempat dari permukaan laut maka, semakin kecil percepatan gravitasinya (Firdaus et al., 2019). Arah percepatan gravitasi bumi yaitu tegak lurus menuju permukaan bumi atau menuju pusat bumi (Afifah et al., 2015). Berdasarkan penemuan Isaac Newton, gravitasi ialah gaya tarik menarik bumi berupa interaksi antara benda bermassa (Setyadin et al., 2016).

Suatu benda akan jatuh ketanah jika dilepaskan dari ketinggian tertentu. Jatuhnya benda tersebut karena adanya percepatan gravitasi (Mosey & Lumi, 2016). Peristiwa jatuhnya buah apel yang mengenai kepala Newton merupakan peristiwa Gerak Jatuh Bebas. Gerak Jatuh Bebas (GJB) merupakan suatu gerak yang jatuh dari suatu ketinggian tanpa adanya kecepatan awal ( $v_0=0$ ) (Dasriyani et al., 2015). sehingga hanya dipengaruhi oleh percepatan gravitasi. GJB dikelompokan sebagai gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Secara matematis persamaan GLBB pada arah vertikal adalah sebagai berikut (Ristanto, 2012):

$$v_t = v_0 + gt \dots\dots\dots (1)$$

$$y_t = y_0 + v_{0,y}t + \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots (2)$$

$$v_t^2 = v_0^2 + 2g\Delta y \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

$v_t$  = Kecepatan benda pada waktu tertentu (m/s)

$v_0$  = Kecepatan awal benda (m/s) = 0

$t$  = Waktu (sekon)

$g$  = Gaya gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

$y_0$  = Posisi vertikal benda mula-mula (m)

$y_t$  = Posisi vertikal benda pada waktu tertentu (m)

Waktu tempuh benda hingga menyentuh lantai tidak dipengaruhi oleh berat benda, jika dua buah benda dijatuhkan dari ketinggian dan tempat yang sama maka kedua benda tersebut akan menyentuh lantai dalam waktu yang bersamaan walaupun kedua benda tersebut memiliki berat yang berbeda (Permatasari et al., 2018).

Umumnya penelitian untuk menentukan percepatan gravitasi menggunakan gerak jatuh bebas dilaksanakan secara manual dengan mengukur waktu tempuh benda hingga menyentuh lantai memakai *stopwatch*. Data tersebut selanjutnya diselesaikan menggunakan persamaan (2) sehingga diperoleh nilai percepatan gravitasi. Namun eksperimen manual seperti ini rentan terjadi kesalahan terutama terkait akurasi waktu tempuh ketika benda tepat menyentuh lantai. Oleh karena itu diperlukan penggunaan teknologi untuk meminimalisir kesalahan pengukuran tersebut, salah satunya menggunakan *Tracker Video Analysis*. Melalui aplikasi Tracker, posisi dan kecepatan

benda tiap satuan waktu dapat ditampilkan dengan lebih presisi baik dalam bentuk tabel data maupun dalam bentuk grafik (Asri & Mulyati, 2019; Asrizal et al., 2018). Dengan demikian penelitian tidak sekedar mampu menentukan percepatan gravitasi melainkan juga mengamati perilaku gerak jatuh bebas sebuah benda.

Grafik kecepatan vertikal benda terhadap waktu ( $v_y-t$ ) untuk GJB secara teori berbentuk linear dengan gradien kemiringan tertentu. Gradien kemiringan grafik dengan pola demikian dapat diperoleh melalui analisis regresi. Persamaan regresi linear dinyatakan sebagai berikut (Nurullaeli & Astuti, 2018):

$$v_y = At + B \dots\dots\dots (4)$$

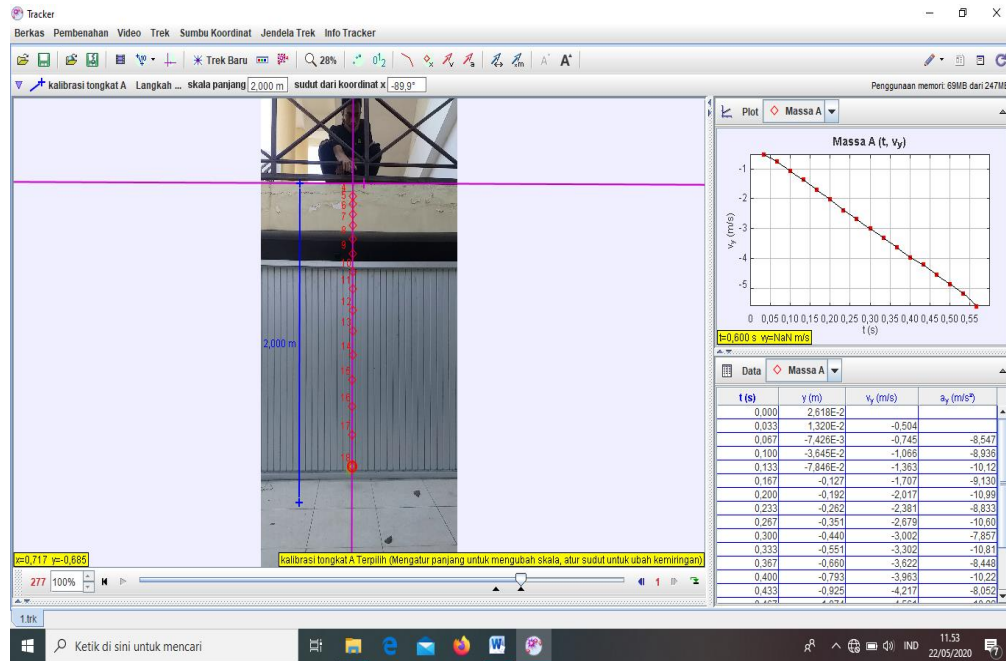
Dengan  $v_y$  sebagai variabel terikat,  $t$  merupakan variabel bebas,  $A$  merupakan koefisien variabel  $t$  (gradien garis), dan  $B$  merupakan konstanta.

Jika grafik kecepatan vertikal terhadap waktu didekati dengan regresi linear maka persamaan (4) bersesuaian dengan persamaan (1), dengan  $v_y$  adalah kecepatan vertikal benda tiap satuan waktu (variabel terikat),  $t$  adalah selang waktu (variabel bebas),  $A$  adalah percepatan gravitasi (gradien garis), dan  $B$  adalah kecepatan awal (konstanta). Dengan demikian salah satu cara menentukan nilai percepatan gravitasi ialah dengan mencari gradien garis dari grafik kecepatan vertikal terhadap waktu menggunakan aplikasi *Tracker*.

## METODE

Alat dan bahan yang digunakan dalam eksperimen ini yaitu: bola tenis, meteran rol, kamera android, tripod (Penopang kamera), dan laptop yang telah terinstal aplikasi *Tracker*. Adapun prosedur penelitian dijabarkan sebagai berikut:

- 1) Mengukur ketinggian ( $h$ ) menggunakan meteran rol.
- 2) Jatuhkan bola tenis dari ketinggian 2 m dan 2,90 m.
- 3) Merekam proses jatuhnya bola hingga menyentuh lantai menggunakan kamera android.
- 4) Melakukan pengambilan data berulang sebanyak 5 kali untuk masing-masing variasi ketinggian.
- 5) Melakukan *tracking* terhadap video penelitian menggunakan aplikasi *Tracker*. Skema penelitian dan tracking video ditunjukkan pada Gambar 1.
- 6) Regresi linear grafik  $v_y-t$  untuk menentukan gradien kemiringan yang bersesuaian dengan percepatan gravitasi ( $g$ )



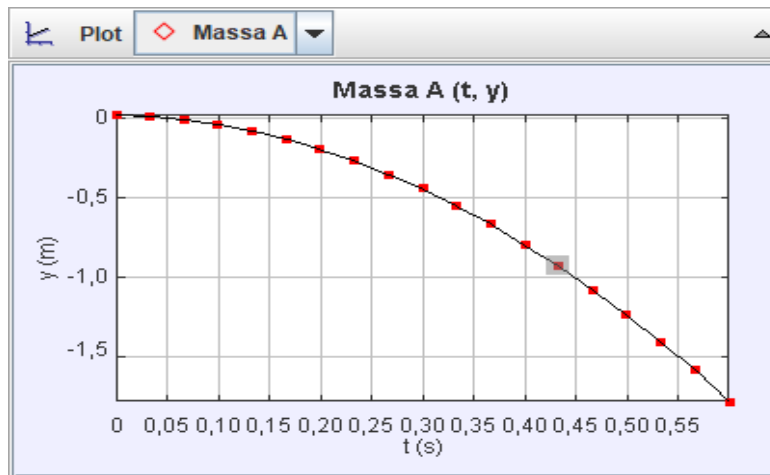
Gambar 1. Proses tracking video

## HASIL DAN PEMBAHASAN

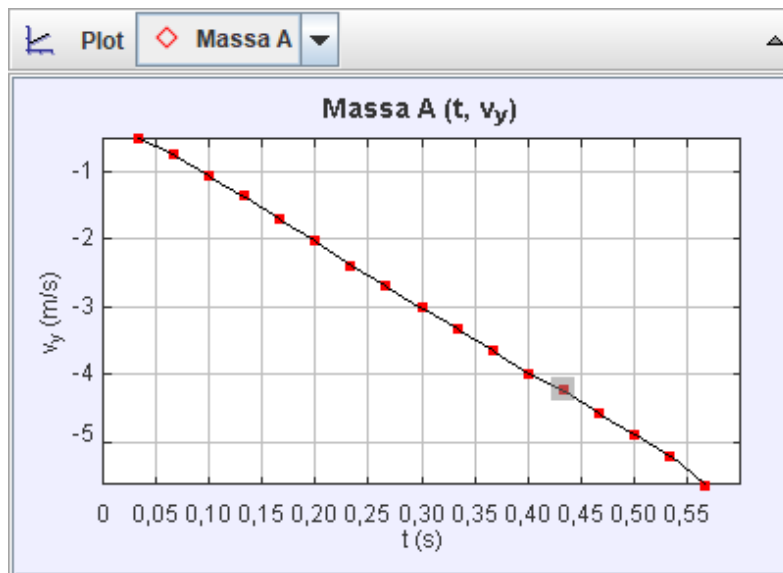
Berdasarkan hasil analisis menggunakan aplikasi Tracker, benda mengalami gerak lurus dipercepat. Hal ini terlihat dari grafik posisi vertikal terhadap waktu untuk data ke-2 dengan ketinggian awal 2 m yang ditunjukkan pada gambar 2. Perubahan posisi benda bertambah seiring bertambahnya waktu. Adapun benda bergerak menuju sumbu Y negatif karena titik acuan yang ditetapkan adalah posisi awal benda.

Hasil penelitian (Nurdila et al., 2012) pada percobaan penentuan percepatan gravitasi bumi dengan eksperimen pada benda jatuh bebas diperoleh nilai percepatan gravitasi bumi sebesar  $9,78 \text{ m/s}^2$ .

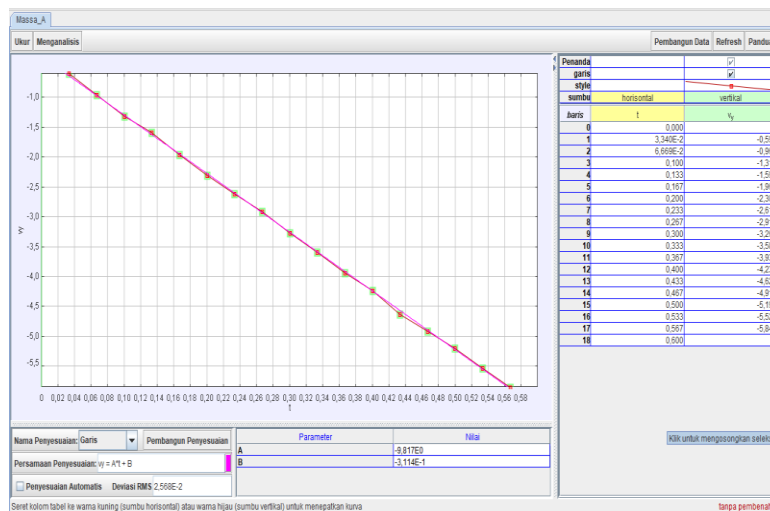
Gambar 3 menunjukkan kecepatan bertambah secara linear dan membuktikan bahwa benda mengalami gerak lurus berubah beraturan. Dalam kondisi ideal faktor perubahan kecepatan tersebut hanya dipengaruhi oleh gravitasi bumi. Dengan kata lain percepatan yang dialami benda merupakan percepatan gravitasi. Kecepatan benda yang bernilai negatif menunjukkan arah gerak benda (menuju arah Y negatif). Dengan melakukan regresi linear terhadap grafik tersebut, maka diperoleh gradien kemiringan yang juga merupakan percepatan gravitasi (Gambar 4).



Gambar 2. Grafik posisi benda ( $y$ ) terhadap waktu ( $t$ ) untuk ketinggian 2 m data ke-2



Gambar 3. Grafik kecepatan ( $v_y$ ) terhadap waktu ( $t$ ) untuk ketinggian 2 m data ke-2



Gambar 4. Regresi linear grafik  $v_y$ - $t$  untuk ketinggian 2 m data ke-2

Garis lurus berwarna merah muda pada Gambar 4 menunjukkan tren data yang didekati menggunakan regresi linear. Pada gambar tersebut diperoleh gradien garis (A) sebesar -9,817. Dengan demikian nilai percepatan gravitasi untuk ketinggian awal 2 m data ke-2 diperoleh sebesar 9,817 m/s<sup>2</sup> yang berarah menuju ke pusat gravitasi (Y negatif). Berdasarkan regresi linear grafik  $v_y - t$  untuk masing-masing variasi ketinggian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Regresi  $v_y$  terhadap waktu ( $t$ )

Data ke-	Ketinggian 2,00 m			Ketinggian 2,90 m		
	Regresi Linear		g (m/s <sup>2</sup> )	Regresi Linear		g (m/s <sup>2</sup> )
	A	B		A	B	
1	-9,783	-0,1287	-9,783	-9,809	0,0213	-9,809
2	-9,817	-0,3114	-9,817	-9,792	0,3120	-9,792
3	-9,798	-0,1244	-9,798	-9,814	-0,1824	-9,814
4	-9,817	0,0062	-9,817	-9,782	0,1362	-9,782
5	-9,749	-0,1260	-9,749	-9,792	-0,1068	-9,792
<b>Rata-rata</b>			<b>-9,793</b>			<b>-9,798</b>

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa nilai percepatan gravitasi dari dua variasi ketinggian dan sejumlah data pengukuran berulang tidak mengalami perbedaan secara signifikan. Secara keseluruhan diperoleh percepatan gravitasi rata-rata untuk ketinggian 2 m sebesar 9,793 m/s<sup>2</sup>, sedangkan untuk ketinggian 2,90 m diperoleh nilai 9,798 m/s<sup>2</sup> dengan arah menuju pusat gravitasi. Dengan demikian diperoleh nilai percepatan gravitasi rata-rata dari dua variasi ketinggian tersebut sebesar 9,796 m/s<sup>2</sup>. Secara teori nilai percepatan gravitasi cenderung berkurang seiring peningkatan posisi tersebut ditinjau dari permukaan laut. Dengan demikian nilai percepatan gravitasi pada penelitian ini bersesuaian dengan teori.

Adapun nilai kecepatan awal sebagai konstanta regresi (B) dan perbedaan nilai percepatan gravitasi pada masing-masing data antara lain disebabkan oleh *fps* kamera yang digunakan (beberapa *frame* tidak tepat menangkap benda ketika tepat menyentuh lantai), serta kondisi lingkungan seperti kelembaban udara dan gesekan udara yang dalam eksperimen ini dianggap ideal.

## PENUTUP

1. Benda jatuh bebas mengalami perubahan kecepatan secara beraturan dengan faktor kecepatan yang dipengaruhi oleh gravitasi.
2. Nilai percepatan gravitasi diperoleh sebesar 9,796 m/s<sup>2</sup> dengan arah menuju ke pusat gravitasi. Hal ini bersesuaian dengan percepatan gravitasi secara teori.
3. Penggunaan aplikasi *Tracker* dalam eksperimen penentuan percepatan gravitasi menggunakan konsep gerak jatuh bebas sangat direkomendasikan untuk menghasilkan nilai pengukuran yang teliti dan akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, D. N., Yulianawati, D., Agustina, N., Dewi, R., & Lestari, S. (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 2015 (SNIPS 2015)*, 1(Snips), 305–308.
- Asri, Y. N., & Mulyati, B. (2019). Application of Infrared Sensors to Determine Gravity Acceleration as Experimental Set of Learning Media. *Jurnal Pedagogik*, 06(02), 514–533.
- Asrizal, A., Yohandri, Y., & Kamus, Z. (2018). Studi Hasil Pelatihan Analisis Video dan Tool Pemodelan Tracker pada Guru MGMP Fisika Kabupaten Agam. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, 2(1), 41–48.
- Chusni, M. M. (2017). Penentuan Besar Percepatan Gravitasi Bumi Menggunakan Ayunan Matematis Dengan Berbagai Metode Pengukuran. *Scientiae Educatia*, 6(1), 47.
- Dasriyani, Y., Hufri, & Yohandri. (2015). Pembuatan Set Eksperimen Gerak Jatuh Bebas Berbasis Mikrokontroler Dengan Tampilan Pc. *Pillar of Physics*, 5(April), 89–96.
- Firdaus, T., Erwin, E., & Rosmiati, R. (2019). Eksperimen Mandiri Siswa dalam Penentuan Percepatan Gravitasi Bumi pada Materi Gerak Jatuh Bebas. *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 11(1), 31–36.
- Mosey, H. I. R., & Lumi, B. M. (2016). Penentuan Percepatan Gravitasi Lokal di Universitas Sam Ratulangi Manado Berdasarkan Teori Getaran Harmonik. *JURNAL ILMIAH SAINS*, 16(2), 104–107.
- Nasar, A. (2017). Keefektifan Pembelajaran Sains Melalui Eksperimen Laboratorium Dalam Meningkatkan Pemahaman dan Penerapan Konsep Serta Kinerja Ilmiah Peserta Didik. *Dinamika Sains*, 1(1), 1–7.
- Nurullaeli, N., & Astuti, I. A. D. (2018). Pembuatan Graphic User Interface (GUI) untuk Analisis Ayunan Matematis Menggunakan Matlab. *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 10(2), 48–56.
- Permatasari, N. B., Bawono, D. S., & Puspitasari, F. (2018). *Gerak jatuh bebas*. [https://www.academia.edu/39166189/GERAK\\_JATUH\\_BEBAS](https://www.academia.edu/39166189/GERAK_JATUH_BEBAS). Diakses pada 17 Mei 2020.
- Ristanto, S. (2012). Eksperimen Gerak Jatuh Bebas Berbasis Perekaman Video Di MA Wahid Hasyim. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 3(1/april), 1–8.
- Rosdianto, H. (2017). Penentuan Percepatan Gravitasi Pada Percobaan Gerak Jatuh Bebas Dengan Memanfaatkan Rangkaian Relai. *SPEKTRA: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 2(2), 107–112.
- 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. *Seminar Nasional Fisika*, V, 167–170.

Tipler, P. A. (1998). *Fisika untuk sains dan teknik*. Jakarta: Erlangga.

Zainuddin, E. S., Mufida, D. H., Kencana, T. D., & Suprijadi. (2017). Penentuan Tinggi Bangunan Menggunakan Konsep Gerak Jatuh Bebas dan Koefisien Restitusi Tumbukan Untuk Menjelaskan Pembelajaran Mekanika. *Seminar Kontribusi Fisika*, 290–294.