

**DESAIN MODUL PRAKTIKUM MANDIRI  
TENTANG GERAK PARABOLA  
MENGUNAKAN SIMULASI *PhET* "PROJECTILE MOTION"**

Liyensi Karanggulimu<sup>1)</sup>, Debora Natalia Sudjito<sup>2)</sup>, Diane Noviandini<sup>3)</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana  
Email: [liyensi.ldp7@gmail.com](mailto:liyensi.ldp7@gmail.com)

<sup>2</sup>Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana  
Email: [debora.natalia@staff.uksw.edu](mailto:debora.natalia@staff.uksw.edu)

<sup>3</sup>Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana

**Abstract**

*Learning about projectile motion is sometimes limited by time and tools which makes student can not understand the concepts in projectile motion. Therefore, lab work is a suitable medium to help students learn independently and give them chances to explore the learning materials further. Nowadays, there is a lab work application called PhET simulation. Lab work needs module to make learning process be structured and easy to understand. This research aims to investigate (i) how to design a lab work module about projectile motion using PhET simulation; (ii) how effective that lab work module to help students understand the concept of projectile motion. This qualitative descriptive research was using 5 college students of Physics Education Batch 2016 as respondents. Lab work module was implemented and observed by observers, and then students were assigned to do post-test and fill the questionnaire. The results were (i) 80% students obtained evaluation score more than 70 with the mean of 100; (ii) 100% respondents were very enthusiastic during the lab work; (iii) 100% respondents showed positive respond in the questionnaire. Thus, it could be concluded that the utilization of lab work module using PhET simulation is effective to help students understand about projectile motion.*

**Keywords:** *projectile motion, PhET simulation, module, lab work*

**1. PENDAHULUAN**

Pembelajaran fisika dasar, khususnya mekanika tentang gerak, melibatkan berbagai besaran atau variabel fisis yang menarik untuk dikaji secara mendalam. Berbagai variabel fisis dapat diubah-ubah sehingga mahasiswa dapat memahami konsep dan hubungan antarkonsep. Hal ini diperlukan supaya mahasiswa dapat berlatih menerapkan konsep untuk memecahkan masalah. Oleh karena itu pembelajaran tatap muka di kelas saja tidak akan cukup untuk membuat mahasiswa dapat memahami secara komprehensif materi perkuliahan, khususnya tentang gerak parabola. Mahasiswa perlu waktu di luar jam tatap muka untuk dapat mengubah-ubah variabel-variabel yang ada di dalam gerak parabola seperti massa ( $m$ ), kecepatan awal ( $v$ ), sudut elevasi ( $\Theta$ ), posisi awal ( $y_0$ ), dan melihat bagaimana pengaruhnya terhadap variabel lain dalam gerak parabola tersebut.

Masalahnya, ketika mahasiswa belajar mandiri materi gerak parabola, diperlukan media pembelajaran serta panduan sehingga mereka dapat mencapai kompetensi yang dirancang oleh pengajar. Selama ini pembelajaran fisika tentang gerak parabola pada umumnya diberikan melalui ceramah, latihan soal, atau praktikum di laboratorium. Jika menggunakan peralatan laboratorium, sangat kecil kemungkinan mahasiswa dapat membawa pulang peralatan laboratorium untuk dipakai belajar di rumah. Demikian pula diperlukan peralatan yang portabel dan dapat mengubah-ubah variabel-variabel fisis tadi dengan fleksibel. Oleh karena itu, diperlukan sebuah media yang bisa memvisualisasikan tentang gerak parabola sehingga mahasiswa dapat melihat langsung dan mengoperasikan sendiri, tidak hanya membayangkan.

Perkembangan teknologi yang sangat pesat saat ini, termasuk kehadiran komputer dan internet, memungkinkan setiap orang untuk belajar dan mengembangkan diri secara mandiri. Hasil teknologi berupa simulasi yang dapat diunduh secara gratis dan memungkinkan pembelajaran berlangsung di luar jam tatap muka dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran. Saat ini ada sebuah media pembelajaran yang dapat digunakan untuk mempelajari lebih dalam mengenai gerak parabola. Media tersebut adalah simulasi PhET (*Physics Education and Technology*) "*Projectile Motion*".

Banyak penelitian yang mengatakan bahwa simulasi PhET sangat efektif untuk membantu mahasiswa dalam memahami konsep fisika, misalnya penelitian yang telah dilakukan oleh Afifah at al., 2014; Astuti at al., 2017; Abdurrahman at al., 2014; Dinaventine at al., 2017; Fidiana at al., 2012; Komyadi at al., 2015; Kurniawan., 2014; Mursalin., 2013; Mubarrok at al., 2014; Pujiyono at al., 2016; Prihatiningtyas at al., 2013; Rina at al., 2013; Sugiyono., 2012; Wuryaningsih at al., 2014; Oleh karena itu simulasi PhET akan digunakan di dalam penelitian ini.

Selain media pembelajaran, yaitu simulasi PhET "*Projectile Motion*", diperlukan modul praktikum mandiri sehingga pembelajaran ini dapat terstruktur dan mudah dipahami oleh maha(siswa). Modul merupakan alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya (Fidiana., 2012).

Dalam penelitian ini akan dibuat desain modul praktikum mandiri untuk mahasiswa tentang gerak parabola yang mengintegrasikan simulasi PhET "*Projectile Motion*" di dalamnya. Tujuan penelitian ini adalah (1) membuat desain modul praktikum mandiri tentang gerak parabola yang mengintegrasikan simulasi PhET "*Projectile Motion*", dan (2) menyelidiki efektivitas modul praktikum mandiri tentang gerak parabola yang mengintegrasikan simulasi PhET "*Projectile Motion*". Penelitian ini bermanfaat untuk (1) memperkaya modul praktikum yang dapat digunakan oleh mahasiswa khususnya pada mata kuliah Fisika Dasar untuk memperdalam materi tentang gerak parabola, dan (2) membantu mahasiswa untuk mempelajari gerak parabola melalui praktikum mandiri yang dapat digunakan sebagai tugas terstruktur dan pembelajaran mandiri di luar jam tatap muka.

## 2. KAJIAN LITERATUR

### Simulasi PhET

Salah satu aplikasi teknologi pembelajaran yang saat ini mulai populer adalah program berbasis virtual Laboratory PhET (*Physics Education and Technology*), yang menyediakan simulasi fenomena fisik berbasis penelitian secara gratis, menyenangkan, interaktif dan bisa mengajak siswa untuk belajar dengan cara mengeksplorasi secara langsung. Dengan program ini siswa lebih real mengamati fenomena yang ada (Wuryaningsih., 2014). PhET menyajikan simulasi praktikum fisika, kimia, dan biologi yang dibuat oleh *University of Colorado* untuk kepentingan pengajaran di kelas atau belajar secara mandiri (Komyadi., 2015). Dalam *software* ini terdapat simulasi tentang gerak parabola yang dapat memvisualisasikan praktikum dengan cukup lengkap melalui kegiatan "*projectile motion*".

## 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif kualitatif. Responden penelitian ini adalah 5 mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika angkatan tahun 2016 (tahun pertama). Instrumen penelitian yang digunakan adalah modul praktikum mandiri, lembar observasi, soal evaluasi, dan lembar kuesioner. Modul praktikum digunakan sebagai panduan untuk melakukan praktikum "*projectile motion*". Pada modul praktikum ini, gesekan udara diabaikan, sudut yang digunakan adalah pada rentang  $0 < \Theta < 90^\circ$  dan PhET "*projectile motion*" yang digunakan adalah versi 2.03. Lembar observasi digunakan untuk merekam proses praktikum mandiri menggunakan modul praktikum yang mengintegrasikan simulasi

PhET “*Projectile Motion*”. Soal evaluasi digunakan untuk mengetahui sejauh mana modul praktikum mandiri yang mengintegrasikan simulasi PhET “*Projectile Motion*” dapat membantu mahasiswa memahami gerak parabola. Lembar kuesioner digunakan untuk mengetahui tanggapan mahasiswa terhadap modul praktikum mandiri yang mengintegrasikan simulasi PhET “*Projectile Motion*” setelah melakukan praktikum mandiri.

Prosedur pengambilan data yaitu (1) modul praktikum mandiri tentang gerak parabola yang mengintegrasikan simulasi PhET “*Projectile Motion*” dibuat; (2) praktikum mandiri menggunakan modul praktikum mandiri yang mengintegrasikan simulasi PhET “*Projectile Motion*” dilakukan oleh mahasiswa; (3) selama mahasiswa mengerjakan praktikum, ada 5 orang observer yang mengamati jalannya praktikum, satu observer mengamati satu mahasiswa; (4) setelah mahasiswa melakukan praktikum mandiri, soal evaluasi diberikan; (5) setelah evaluasi selesai dikerjakan, lembar kuesioner diisi oleh mahasiswa.

Semua data yang diperoleh dari lembar observasi, soal evaluasi, dan kuesioner dianalisa secara deskriptif kualitatif untuk menentukan efektivitas modul praktikum mandiri yang mengintegrasikan simulasi PhET “*Projectile Motion*” terhadap pemahaman konsep mahasiswa mengenai gerak parabola. Modul dikatakan efektif jika (1) semua responden dapat mengikuti minimal 70% langkah di dalam modul praktikum dengan benar; (2) semua responden memberikan umpan balik positif berupa jawaban “ya” terhadap minimal 70% pernyataan di kuesioner; (3) semua responden memperoleh nilai evaluasi minimal 70 dari nilai tertinggi 100.

#### 4. HASIL PENELITIAN

Sebelum praktikum dimulai, terdapat kegiatan pendahuluan yang berfungsi untuk *me-review* materi mengenai gerak parabola, yaitu mendefinisikan gerak parabola, menentukan variabel gaya ( $F$ ), percepatan ( $a$ ), dan kecepatan ( $v$ ) pada komponen  $x$  dan  $y$ . Setelah itu, semua responden (mahasiswa) diminta untuk memasang *software* simulasi PhET “*Projectile Motion*” di laptop mereka sesuai dengan petunjuk yang ada di dalam modul. Setelah memasang *software* tersebut, mahasiswa ditugaskan untuk memulai Kegiatan 1. Oleh karena yang akan diselidiki/dipelajari adalah gerak parabola dengan mengabaikan gesekan udara maka mahasiswa diminta untuk tidak mencentang/mengklik bagian “*Air Resistance*” atau gesekan udara.

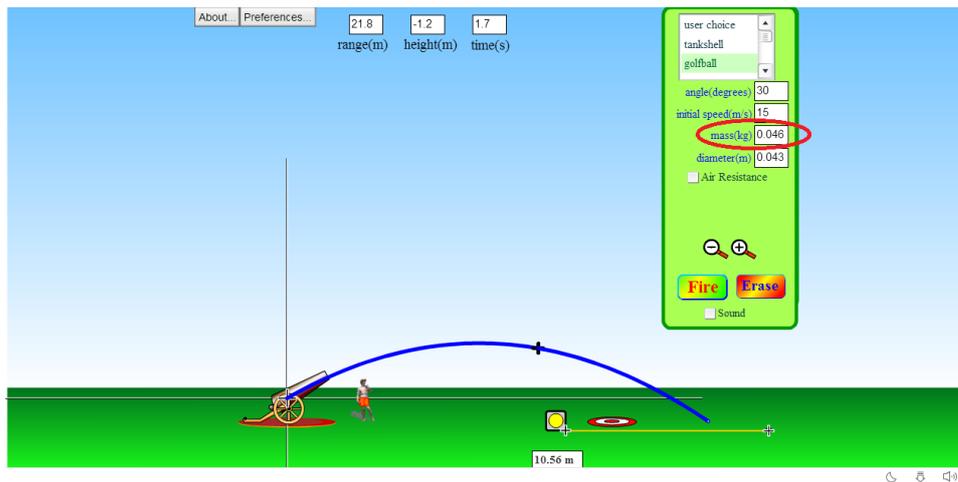
Dalam modul praktikum ini akan diselidiki faktor-faktor yang mempengaruhi jarak terjauh ( $x_j$ ), titik tertinggi ( $y_t$ ), dan waktu jatuh benda ( $t$ ). Data diperoleh mahasiswa dengan melihat pada data yang terekam pada PhET. Kotak “*range*” merekam jarak terjauh benda, kotak “*time*” merekam waktu jatuh benda, dan titik tertinggi benda diperoleh dengan mengukur menggunakan “*ruler*”.

**Pada sudut elevasi ( $\theta$ ) tertentu:**

**Kegiatan 1. Apakah massa ( $m$ ) mempengaruhi jarak terjauh ( $x_j$ ), titik tertinggi ( $y_t$ ) dan waktu jatuh ( $t$ ) benda dalam gerak parabola?**

Di kegiatan ini mahasiswa ditugaskan melakukan praktikum seperti Gambar 1 untuk melihat pengaruh perubahan massa terhadap jarak terjauh, titik tertinggi dan waktu jatuh benda dalam gerak parabola. Untuk menyelidiki pengaruh massa terhadap variabel-variabel tersebut di dalam modul diberikan pertanyaan penggiring untuk membantu mahasiswa menentukan variabel-variabel yang akan digunakan dalam kegiatan: (1) Variabel apa yang menjadi variabel bebas? (2) Variabel apa saja yang menjadi variabel terikat? (3) Variabel apa saja yang berfungsi sebagai variabel control? Tiga dari lima mahasiswa menjawab pertanyaan di atas dengan benar. Mereka menjawab bahwa yang menjadi variabel bebas adalah massa ( $m$ ). Variabel terikat yaitu jarak terjauh ( $x_j$ ), waktu jatuh benda ( $t$ ), dan titik tertinggi ( $y_t$ )

variabel control yaitu kecepatan awal ( $v_0$ ), ketinggian awal ( $y_0$ ), objek yang digunakan, diameter benda (m), dan sudut elevasi ( $\Theta$ ).

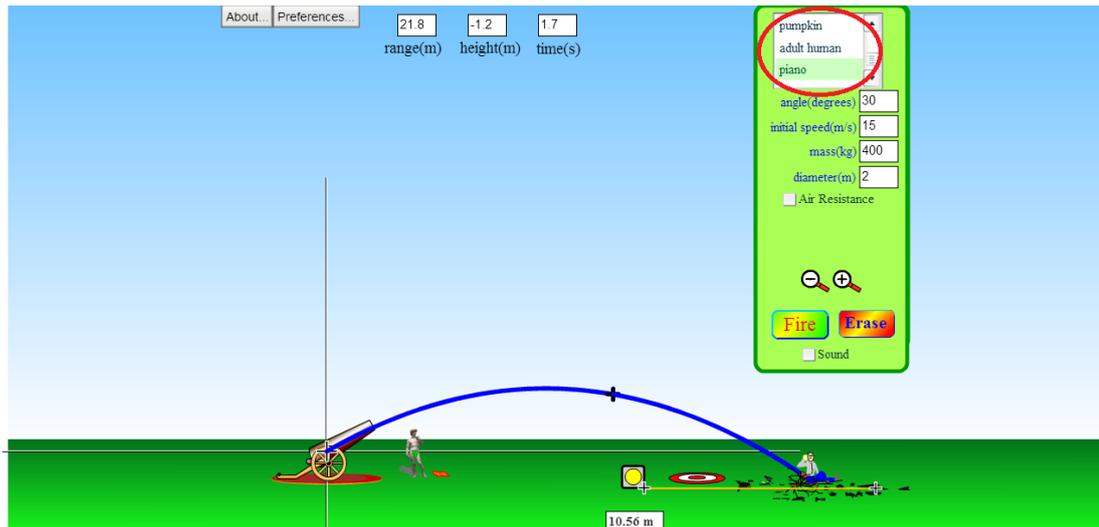


Gambar 1. Simulasi PhET untuk menyelidiki pengaruh perubahan massa terhadap jarak terjauh, titik tertinggi, dan waktu jatuh benda.

Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh perubahan massa terhadap jarak terjauh, titik tertinggi, dan waktu jatuh benda, mahasiswa melakukan percobaan dan mengisi tabel yang ada di dalam modul. Pada sudut tertentu, yaitu  $30^\circ$ , kecepatan awal tetap, yaitu 15 m/s, dan massa benda diubah-ubah mahasiswa harus melihat bagaimana pengaruh massa terhadap jarak terjauh, titik tertinggi dan waktu jatuh benda. Selama praktikum berlangsung melalui pengamatan observer, semua mahasiswa dapat mengikuti langkah sesuai dengan modul, tidak bertanya lebih dari 3 kali dan berhasil menjawab pertanyaan-pertanyaan dengan benar. Terdapat 4 pertanyaan yang membimbing mahasiswa untuk memperoleh kesimpulan. Pertama, apakah perubahan massa mempengaruhi lintasan benda? Kedua, apakah perubahan massa mempengaruhi jarak terjauh benda? Ketiga, apakah perubahan massa mempengaruhi titik tertinggi yang dicapai benda? Keempat, apakah perubahan massa mempengaruhi waktu jatuh benda? Semua mahasiswa menjawab bahwa perubahan massa tidak mempengaruhi lintasan benda, jarak terjauh benda ( $x_j$ ), titik tertinggi benda ( $y_t$ ), dan waktu jatuh benda ( $t$ ). Kelima mahasiswa menjawab benar sesuai dengan hasil praktikum yang telah diperoleh. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa memahami materi ini dan dapat melakukan praktikum gerak parabola dengan benar sesuai dengan modul praktikum mandiri.

## **Kegiatan 2. Apakah bentuk benda mempengaruhi jarak terjauh ( $x_j$ ), titik tertinggi ( $y_t$ ) dan waktu jatuh ( $t$ ) benda dalam gerak parabola?**

Setelah mahasiswa melakukan praktikum untuk menyelidiki pengaruh massa terhadap jarak terjauh benda, titik terjauh benda dan waktu jatuh benda, pada kegiatan 2 mahasiswa diminta untuk melihat bagaimana pengaruh perubahan bentuk benda terhadap jarak terjauh, titik tertinggi dan waktu jatuh benda di dalam gerak parabola. Praktikum dilakukan seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.

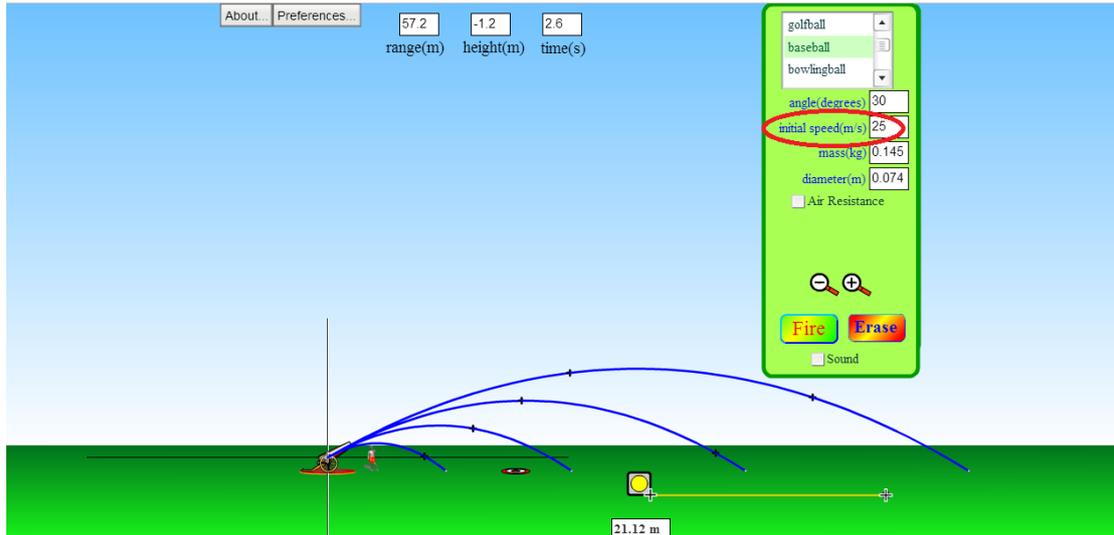


Gambar 2. Simulasi PhET untuk menyelidiki pengaruh perubahan bentuk benda terhadap jarak terjauh, titik tertinggi dan waktu jatuh benda.

Pada awal percobaan kegiatan 2, mahasiswa tidak lagi diberikan pertanyaan untuk menentukan variabel-variabel apa saja yang akan digunakan tetapi difokuskan di dalam modul praktikum. Untuk menyelidiki pengaruh bentuk benda, mahasiswa harus mengubah-ubah obyek yang digunakan. Obyek yang digunakan di dalam simulasi ini adalah *football*, *tankshell*, *human*, *piano*. Selanjutnya mahasiswa memulai praktikum dengan mengisi tabel pengamatan. Pada sudut tertentu,  $30^\circ$ , dengan kecepatan awal tetap, 15 m/s, bagaimanakah pengaruh perubahan bentuk benda terhadap jarak terjauh, titik tertinggi dan waktu jatuh benda? Selama praktikum berlangsung melalui rekaman observer, semua mahasiswa dapat mengikuti langkah sesuai dengan modul, tidak bertanya lebih dari 3 kali dan berhasil menjawab pertanyaan-pertanyaan dengan benar. Terdapat 4 pertanyaan yang membimbing mahasiswa untuk memperoleh kesimpulan. Pertama, apakah perubahan bentuk benda mempengaruhi lintasan benda? Kedua, apakah perubahan bentuk benda mempengaruhi jarak terjauh benda? Ketiga, apakah perubahan bentuk benda mempengaruhi titik tertinggi yang dicapai benda? Keempat, apakah perubahan bentuk benda mempengaruhi waktu jatuh benda? Semua mahasiswa menjawab bahwa perubahan bentuk benda tidak mempengaruhi lintasan benda, jarak terjauh benda ( $x_j$ ), titik tertinggi benda ( $y_t$ ), dan waktu jatuh benda ( $t$ ). Kelima mahasiswa menjawab benar sesuai dengan hasil praktikum yang telah diperoleh. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa memahami materi ini dan dapat melakukan praktikum gerak parabola dengan benar sesuai dengan modul praktikum mandiri.

### **Kegiatan 3. Apakah kecepatan awal ( $v_0$ ) mempengaruhi jarak terjauh ( $x_j$ ), titik tertinggi ( $y_t$ ) benda dan waktu jatuh benda ( $t$ )?**

Pada kegiatan 3, mahasiswa diminta untuk menyelidiki bagaimana pengaruh perubahan kecepatan terhadap jarak terjauh, titik tertinggi dan waktu jatuh benda di dalam gerak parabola. Seperti pada kegiatan 2 mahasiswa langsung melakukan praktikum mandiri sesuai dengan modul seperti yang ditunjukkan oleh gambar 3.

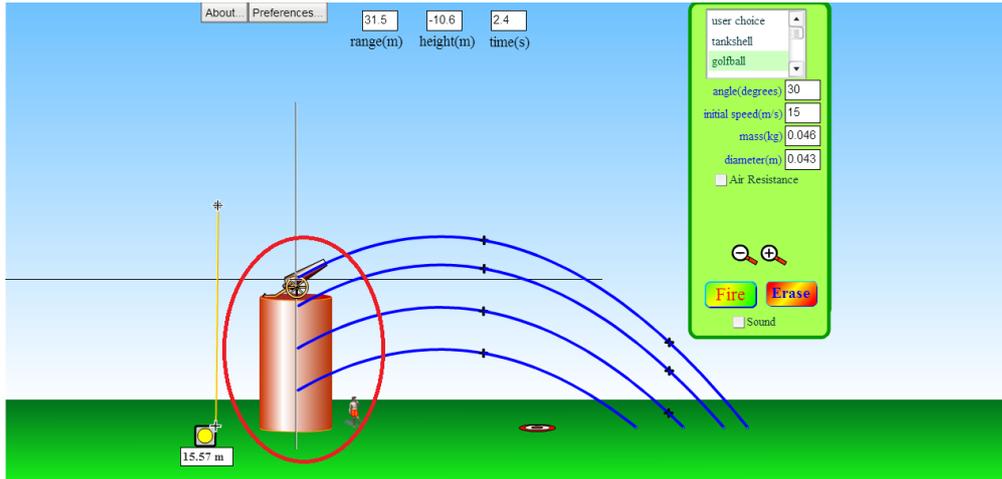


Gambar 3. Simulasi PhET untuk menyelidiki pengaruh kecepatan awal terhadap jarak terjauh, titik tertinggi dan waktu jatuh benda

Pada sudut elevasi benda yaitu  $30^\circ$ , kecepatan awal benda diubah-ubah (dimulai dari 10 m/s, 15 m/s, 20 m/s, hingga 25 m/s), bagaimanakah pengaruh kecepatan awal terhadap jarak terjauh, titik tertinggi dan waktu jatuh benda? Selama praktikum berlangsung melalui rekaman observer, semua mahasiswa dapat mengikuti langkah sesuai dengan modul, tidak bertanya lebih dari 3 kali dan berhasil menjawab pertanyaan-pertanyaan dengan benar. Terdapat 4 pertanyaan yang membimbing mahasiswa untuk memperoleh kesimpulan. Pertama, apakah perubahan kecepatan awal mempengaruhi lintasan benda? Kedua, apakah perubahan kecepatan awal mempengaruhi jarak terjauh benda? Ketiga, apakah perubahan kecepatan awal mempengaruhi titik tertinggi yang dicapai benda? Keempat, apakah perubahan Kecepatan awal mempengaruhi waktu jatuh benda? Semua mahasiswa menjawab bahwa perubahan kecepatan awal mempengaruhi lintasan benda, jarak terjauh benda ( $x_j$ ), titik tertinggi benda ( $y_t$ ), dan waktu jatuh benda ( $t$ ). Kelima mahasiswa menjawab benar sesuai dengan hasil praktikum yang telah diperoleh. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa memahami materi ini dan dapat melakukan praktikum gerak parabola dengan benar sesuai dengan modul praktikum mandiri.

**Kegiatan 4. Apakah perubahan ketinggian awal ( $y_0$ ) mempengaruhi jarak terjauh benda ( $x_j$ ), titik tertinggi ( $y_t$ ) dan waktu jatuh benda ( $t$ )?**

Untuk menyelidiki pengaruh perubahan ketinggian awal terhadap jarak terjauh, titik tertinggi dan waktu jatuh benda mahasiswa melakukan praktikum seperti yang ditunjukkan oleh gambar 4.



Gambar 4. Simulasi PhET untuk menyelidiki pengaruh perubahan kecepatan awal terhadap jarak terjauh, titik tertinggi dan waktu jatuh benda

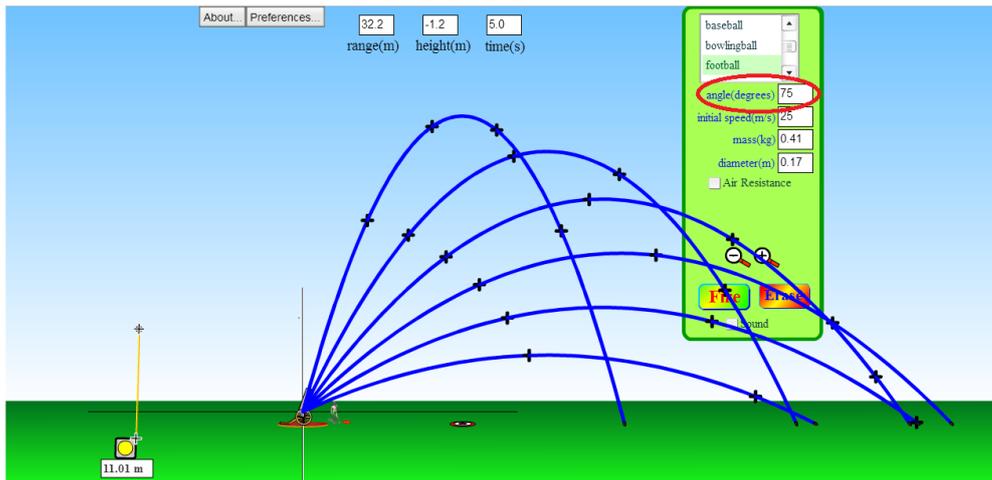
Mahasiswa mengatur sudut elevasi benda,  $30^\circ$  dan kecepatan awal tetap 15 m/s. kemudian mahasiswa mengamati bagaimana pengaruh ketinggian awal yang diubah-ubah (3m, 6m, 9m, dan 11m) terhadap jarak terjauh, titik tertinggi, dan waktu jatuh benda. Selama praktikum berlangsung melalui rekaman observer, semua mahasiswa dapat mengikuti langkah sesuai dengan modul, tidak bertanya lebih dari 3 kali dan berhasil menjawab pertanyaan-pertanyaan dengan benar. Terdapat 4 pertanyaan yang membimbing mahasiswa untuk memperoleh kesimpulan. Pertama, apakah perubahan ketinggian awal mempengaruhi lintasan benda? Kedua, apakah perubahan ketinggian awal mempengaruhi jarak terjauh benda? Ketiga, apakah perubahan ketinggian awal mempengaruhi titik tertinggi yang dicapai benda? Keempat, apakah perubahan ketinggian awal mempengaruhi waktu jatuh benda? Semua mahasiswa menjawab bahwa perubahan ketinggian awal mempengaruhi lintasan benda, jarak terjauh benda ( $x_j$ ), titik tertinggi benda ( $y_t$ ), dan waktu jatuh benda ( $t$ ). Selain itu, mahasiswa menemukan bahwa pada sudut  $45^\circ$ , jarak terjauh benda mencapai nilai maksimum. Kelima mahasiswa menjawab benar sesuai dengan hasil praktikum yang telah diperoleh. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa memahami materi ini dan dapat melakukan praktikum gerak parabola dengan benar sesuai dengan modul praktikum mandiri.

#### **Pada sudut elevasi yang diubah-ubah:**

Mahasiswa telah selesai melakukan praktikum dengan sudut elevasi tertentu. Selanjutnya mereka menyelidiki bagaimana pengaruh perubahan sudut terhadap jarak terjauh benda, titik tertinggi benda dan waktu jatuh benda.

#### **Kegiatan 5. Apakah sudut elevasi ( $\theta$ ) mempengaruhi jarak terjauh ( $x_j$ ), titik tertinggi ( $y_t$ ) dan waktu jatuh ( $t$ ) benda dalam gerak parabola?**

Mahasiswa memulai kegiatan 5 dengan mengatur variabel-variabel yang akan diamati seperti yang tertulis di dalam modul praktikum. Kegiatan 5 dilakukan seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Simulasi PhET untuk menyelidiki pengaruh perubahan sudut elevasi terhadap jarak terjauh benda, titik tertinggi dan waktu jatuh benda.

Mahasiswa mengatur kecepatan awal yang dibuat tetap yaitu 15 m/s dan mengatur massa benda agar selalu tetap pada setiap tembakan. Selanjutnya mahasiswa melakukan percobaan dimulai dari sudut 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, hingga 70° kemudian menyelidiki pengaruh masing-masing sudut terhadap jarak terjauh, titik tertinggi dan waktu jatuh benda. Selama praktikum berlangsung melalui rekaman observer, semua mahasiswa dapat mengikuti langkah sesuai dengan modul, tidak bertanya lebih dari 3 kali dan berhasil menjawab pertanyaan-pertanyaan dengan benar. Terdapat 4 pertanyaan yang membimbing mahasiswa untuk memperoleh kesimpulan. Pertama, apakah perubahan sudut elevasi mempengaruhi lintasan benda? Kedua, apakah perubahan sudut elevasi mempengaruhi jarak terjauh benda? Ketiga, apakah perubahan sudut elevasi mempengaruhi titik tertinggi yang dicapai benda? Keempat, apakah perubahan sudut elevasi mempengaruhi waktu jatuh benda? Semua mahasiswa menjawab bahwa perubahan sudut elevasi mempengaruhi lintasan benda, jarak terjauh benda ( $x_j$ ), titik tertinggi benda ( $y_t$ ), dan waktu jatuh benda ( $t$ ). Kelima mahasiswa menjawab benar sesuai dengan hasil praktikum yang telah diperoleh. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa memahami materi ini dan dapat melakukan praktikum gerak parabola dengan benar sesuai dengan modul praktikum mandiri.

Setelah melakukan 5 praktikum di atas, mahasiswa diminta untuk menarik kesimpulan umum dengan menjawab 2 pertanyaan penggiring menarik kesimpulan. (1) Sebutkan faktor apa saja yang mempengaruhi jarak terjauh benda, titik tertinggi benda dan waktu jatuh benda?; (2) Bagaimana pengaruhnya? Jelaskan! Kelima mahasiswa menjawab dengan benar dan berhasil menarik kesimpulan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi jarak terjauh benda, titik tertinggi benda dan waktu jatuh benda adalah kecepatan awal, posisi awal benda dan sudut elevasi. Semakin besar kecepatan awal dan posisi awal benda maka semakin besar jarak terjauh benda, titik tertinggi benda dan semakin lama waktu jatuh benda. Pada perubahan sudut elevasi ditemukan sudut istimewa yaitu sudut 45° dimana pada sudut ini jarak terjauh benda mencapai nilai maksimum tetapi titik tertinggi dan waktu jatuh terus meningkat seiring bertambahnya nilai sudut elevasi. Dari jawaban mahasiswa maka dapat dikatakan bahwa modul praktikum yang digunakan berhasil membantu mahasiswa untuk mengerti mengenai konsep yang ada di dalam gerak parabola dengan gesekan udara diabaikan.

### Lembar Observasi

Selama proses praktikum, observer mengamati jalannya praktikum simulasi PhET dengan mengisi lembar observasi. Untuk menghitung presentasi keberlangsungan percobaan

dapat menggunakan rumus [(jumlah kegiatan yang terlaksana dengan benar/jumlah total kegiatan) x 100%] (Dinavalentine, 2017).

Hasil observasi yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 1. Dari 5 mahasiswa, 4 mahasiswa berhasil mengikuti dengan benar semua langkah di dalam modul. 1 mahasiswa kurang memahami modul praktikum pada bagian pendahuluan, tetapi berhasil memahami 6 kegiatan praktikum berikutnya. Berdasarkan tabel 1 diperoleh persentase keberhasilan modul praktikum adalah 100 %. Dengan hasil ini dapat dikatakan bahwa modul praktikum berhasil menuntun mahasiswa untuk dapat melakukan praktikum dengan benar.

**Tabel 1.** Hasil Observasi

No	Nama Mahasiswa	Presentase Keberlangsungan Percobaan (%)
1	A	100,00
2	B	100,00
3	C	100,00
4	D	100,00
5	E	85,71

### Soal Evaluasi

Setelah praktikum mandiri menggunakan simulasi PhET selesai dilakukan, mahasiswa diberikan soal evaluasi untuk mengetahui pemahaman mereka tentang gerak parabola. Untuk menghitung nilai evaluasi yang diperoleh dapat menggunakan rumus [(jumlah nilai yang diperoleh/jumlah total nilai) x 100%] (Dinavalentine, 2017). Nilai post test dapat di lihat pada tabel 2. Rata-rata nilai yang diperoleh secara keseluruhan adalah 82.

Berdasarkan tabel 2, sebanyak 4 dari 5 mahasiswa memperoleh nilai di atas 70. Dengan demikian persentase keberhasilan hasil evaluasi adalah 80 %. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa berhasil memahami materi dengan baik melalui simulasi PhET dengan berbantuan modul praktikum mandiri.

**Tabel 2.** Hasil Evaluasi

No	Nama Mahasiswa	Nilai Hasil Post test
1	A	90
2	B	100
3	C	90
4	D	90
5	E	40

### Lembar kuesioner

Setelah mahasiswa selesai mengerjakan lembar evaluasi, mahasiswa diberikan lembar kuesioner untuk mengetahui tanggapan mereka terhadap modul praktikum dan proses praktikum yang telah dilakukan. Terdapat 7 item penilaian dengan poin maksimal masing-masing item adalah 4. Pada item 1 dan 2 berisi tentang penilaian mahasiswa mengenai antusiasme mereka selama melakukan praktikum dan apakah simulasi PhET dengan bantuan modul praktikum mandiri dapat membantu mereka untuk lebih memahami tentang gerak parabola. Item 3-6 berisi penilaian mahasiswa terhadap jenis huruf, warna dalam modul, petunjuk pelaksanaan dan kejelasan langkah-langkah di dalam modul praktikum. Item 7 berisi penilaian mahasiswa terhadap materi yang dijelaskan di dalam modul, apakah membosankan atau tidak.

Untuk menghitung presentasi penilaian mahasiswa terhadap modul yang telah diberikan dapat menggunakan rumus [(jumlah skala yang diberikan sampel/jumlah skala maksimal) x 100%] (Dinavalentine, 2017). Persentase penilaian mahasiswa dapat dilihat pada tabel 3. Pada penelitian ini mahasiswa memberikan respon positif terhadap proses praktikum di atas 70% sehingga dapat disimpulkan bahwa persentase keberhasilan modul adalah 80%.

**Tabel 3.** Hasil Kuesioner Tiap Mahasiswa

No	Nama Mahasiswa	Nilai Hasil Kuesioner (%)
1	A	89,28
2	B	96,42
3	C	85,71
4	D	85,71
5	E	100

Dari hasil kuesioner dapat disimpulkan bahwa mahasiswa antusias dalam mengikuti proses praktikum mandiri menggunakan simulasi PhET "*Projectile Motion*" ini. Penilaian mahasiswa mengenai gambar, huruf, petunjuk, kejelasan materi cukup baik dan tidak membosankan. Oleh karena itu modul praktikum yang digunakan efektif untuk membantu mahasiswa memahami mengenai gerak parabola.

## 5. SIMPULAN

Penelitian ini membuat desain modul praktikum mandiri menggunakan simulasi PhET "*Projectile Motion*" untuk pembelajaran materi gerak parabola dan menentukan keefektifan modul yang telah dibuat. Berdasarkan hasil observasi semua mahasiswa (100%) berhasil melakukan kegiatan praktikum dengan baik. Berdasarkan hasil evaluasi, 4 dari 5 mahasiswa (80 %) berhasil memperoleh nilai di atas 70. Dari hasil pengisian kuesioner, semua mahasiswa (100%) memberikan umpan balik positif terhadap modul praktikum yang digunakan dengan hasil penilaian di atas 70%. Hal ini berarti bahwa penggunaan modul praktikum mandiri efektif untuk membantu mahasiswa melakukan praktikum mandiri dan memudahkan mahasiswa untuk memahami materi gerak parabola dengan menggunakan simulasi PhET "*Projectile Motion*".

## 6. REFERENSI

- Afifah, R., dkk., Pengaruh Pembelajaran *Guided Inquiry* Berbantuan PhET (GBIP) Terhadap Kemampuan Berfikir Tingkat Tinggi dan Tanggung Jawab Siswa Kelas XI IPA pada Materi Teori Kinetik Gas, 2014.
- Astuti, N. H., Noviandini D., Sudjito, D. N. Penggunaan Diagram Venn untuk Analisa Level Kognitif Mahasiswa Berdasarkan Taksonomi Bloom pada Pengembangan Modul Praktikum Mandiri Tentang Pembiasan Cahaya, 2017
- Abdurrahman, M., dkk., Pengaruh Pembelajaran Problem Solving Berbantuan PhET Terhadap Penguasaan Konsep Fisika dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA, 2014.
- Dinavalentine, M., Noviandini D., D., Sudjito, D. N. Desain Modul Praktikum Mandiri Tentang Pembiasan Cahaya Menggunakan Simulasi PhET "*Bending Light*" untuk Mahasiswa, 2017.
- Fidiana, L. dkk., Pembuatan dan Implementasi Modul Praktikum Fisika Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa Kelas XI, 2012.
- Komyadi dan Derlina., Penerapan Media Simulasi PhET untuk Meningkatkan Aktivitas Siswa pada Fase Pengumpulan Data Percobaan dan Mengolah serta Merumuskan Suatu Penjelasan dalam Model Pembelajaran *Inquiry Training* di SMA Negeri 5 Takengon, 2015.

- Kurniawan, w., Pengembangan Alat Peraga Gerak Proyektil untuk Mempelajari Percepatan Gravitasi Bumi, 2014.
- Mursalin., Model Remediasi Miskonsepsi Materi Rangkaian Listrik dengan Pendekatan Simulasi PhET, 2013.
- Mubarrok, F. M., dan Sri Mulyaningsih., Penerapan Pembelajaran Fisika pada Materi Cahaya dengan Media PhET *Simulations* untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa di SMP, 2014.
- Pujiyono, Noviandini D., Sudarmi, M. Desain Pembelajaran dengan Media Simulasi PhET pada Materi Materi Medan Listrik, 2016
- Prihatiningtyas, S. dkk., Implementasi Simulasi PhET dan Kit Sederhana untuk Mengajarkan Keterampilan Psikomotor Siswa pada Pokok Bahasan Alat Optik, 2013.
- Rina Sari., dkk., Simulasi Gerak Peluru yang Dipengaruhi Gaya Hambat Udara Beserta Analisisnya dengan Menggunakan Bahasa Pemrograman Delphi 7.0, 2013.
- Sugiyono., Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D, (2012), 7-9.
- Wuryaningsih, R. dkk., Penerapan Pembelajaran Fisika dengan Media Simulasi PhET Pada Pokok Bahasan Gaya untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas VIII A SMPN 6 Yogyakarta, 2014.