

PENGEMBANGAN SIMULASI INTERAKTIF BERBASIS GEOGEBRA DALAM MENDUKUNG PELAKSANAAN PERKULIAHAN FISIKA MEKANIKA DASAR BERBASIS STEM

I.G. Arjana¹, I.W. Suastra²

^{1,2}Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Indonesia
e-mail: igede.arjana@undiksha.ac.id*

Abstrak

Simulasi interaktif berbasis GeoGebra merupakan salah satu media pembelajaran yang dapat menunjang keterlaksanaan proses perkuliahan berbasis STEM dalam matakuliah Mekanika (Fisika) Dasar. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan prototype berupa simulasi interaksi berbasis GeoGebra yang dikembangkan dengan model ADDIE (analyze, design, development, implementation, dan evaluation). Data yang telah dikumpulkan dalam penelitian ini dianalisis secara deskriptif kualitatif untuk menelaah kelayakan media simulasi yang dikembangkan serta kepraktisannya dalam menunjang keterlaksanaan perkuliahan mekanika dasar. Hasil validasi kelayakan yang diberikan oleh ahli isi serta ahli media dan desain pembelajaran menyatakan bahwa simulasi interaktif berbasis GeoGebra yang dikembangkan berada pada kategori sangat layak dengan presentase skor rata-rata validasi kelayakan sebesar 98% dari sisi konten, 84% dari sisi media dan 90% untuk validitas desain pembelajaran. Hasil uji coba terbatas yang sudah dilakukan juga menunjukkan bahwa simulasi berbasis GeoGebra yang dibuat sudah berada kategori praktis. Selain itu, media simulasi yang dikembangkan juga secara efektif meningkatkan motivasi belajar mahasiswa yang dapat dilihat pada nilai gain score sebesar 0.55.

Kata-kata kunci: GeoGebra; Simulasi Interaktif; STEM

Abstract

GeoGebra-based interactive simulation is one of the learning media that can support the implementation of the STEM-based lecture process in basic mechanics (physics) courses. This study aims to develop a prototype in the form of a GeoGebra-based interaction simulation developed using the ADDIE model (analyze, design, develop, implement, and evaluate). The data that has been collected in this study was analyzed descriptively and qualitatively to examine the feasibility of the simulation media developed and its practicality in supporting the implementation of basic mechanics lectures. The results of the feasibility validation provided by content experts as well as media and learning design experts stated that the GeoGebra-based interactive simulation developed was in the "very feasible" category with an average percentage score of 98% in terms of content, 84% in terms of media, and 90% for the validity of the learning design. The results of the limited trials that have been carried out also show that the GeoGebra-based simulations that have been made are in the practical category. In addition, the simulation media developed also effectively increases student learning motivation, which can be seen in the gain score of 0.55.

Keywords: GeoGebra; Interactive Simulation; STEM

PENDAHULUAN

Fisika sebagai salah satu cabang dalam ilmu sains menitikberatkan pada proses pembelajaran konstruktivisme yang melibatkan peserta didik secara langsung untuk membangun serta mengembangkan konsep dan pemahamannya secara mandiri. Proses pembelajaran fisika juga harus menekankan pada pengembangan cara berpikir, bekerja, berkomunikasi secara ilmiah. Peserta didik juga harus diarahkan agar dapat melakukan proses internalisasi konsep secara lebih bermakna sehingga tidak hanya sekedar menghafal rumus ataupun konsep yang mereka pelajari. Untuk dapat memfasilitasi keterlaksanaan proses pembelajaran fisika secara efektif maka guru atau dosen dalam hal ini harus mampu memikirkan dan memilih metode pembelajaran yang tepat. Beberapa metode belajar yang sesuai untuk digunakan dalam pembelajaran fisika dapat berupa metode pembelajaran yang menggunakan pendekatan inkuiri.

Di era perkembangan teknologi saat ini, penerapan pendekatan berbasis STEM dinilai cukup efektif dalam memfasilitasi pembelajaran fisika sekaligus meningkatkan motivasi belajar siswa. Hal ini senada dengan yang disampaikan oleh Wahyuni (2021) bahwa penerapan pembelajaran berbasis STEM juga akan lebih memotivasi peserta didik untuk berprestasi dan memperoleh nilai terbaik serta dapat memotivasi peserta didik untuk lebih aktif dalam diskusi. Pendekatan yang mengintegrasikan 4 dimensi ilmu yakni sains, teknologi, teknik, dan matematika ke dalam proses pembelajaran ini sangat cocok digunakan dalam pembelajaran fisika untuk mengembangkan keterampilan abad 21 merujuk pada suatu pendekatan interdisipliner yang mempelajari konsep akademik yang dihubungkan dengan dunia nyata. (Wahyuni, 2021). Di samping itu, pembelajaran fisika berbasis STEM secara signifikan mampu meningkatnya capaian kemampuan motorik peserta didik mereka mampu bergerak kearah aktualisasi diri dan mampu menghadapi era globalisasi (Muyassarrah et al., 2019).

Pelaksanaan pembelajaran berbasis STEM ini tentunya juga harus didukung dengan ketersediaan media pembelajaran yang dapat mendukung keterlaksanaan proses belajar mengajar dengan lebih efektif dan efisien. Salah satunya dapat berupa simulasi interaktif yang sesuai dengan topik yang diajarkan. Simulasi interaktif yang dikembangkan melalui media komputer merupakan sebuah platform yang digunakan untuk memberikan pengalaman virtual yang memungkinkan peserta didik untuk memahami terkait suatu konsep atau fenomena yang sedang dieksplorasi (DeCoito & Richardson, 2016). Penggunaan simulasi dalam pembelajaran fisika juga sejalan dengan rekomendasi (Lee et al., 2008) yang mendorong penggunaan simulasi ketika simulasi sebagai media pembelajaran sesuai dengan kebutuhan belajar siswa dan mendorong adanya refleksi dalam proses pembelajaran di kelas. Selain itu penggunaan media simulasi virtual dalam pembelajaran fisika dapat digunakan untuk mempertajam penjelasan dari kegiatan demonstrasi fenomena dengan menggunakan alat peraga, atau bahkan menggantikan peran dari alat-alat peraga terutama yang tidak mungkin dilakukan secara nyata di depan kelas, baik karena alasan alatnya sulit dikonstruksi atau pun karna alatnya sangat mahal dan langka (Sutri & Nor, 2021). Hasil analisis *need assessment* yang dilakukan untuk mengukur tingkat kebutuhan pengembangan simulasi sebagai salah satu media pembelajaran interaktif kepada mahasiswa di program studi pendidikan fisika Undiksha juga memberikan gambaran serupa dengan hasil penelitian sebelumnya dimana keseluruhan responden memberikan persetujuan bahwa penggunaan multimedia sebagai sarana pendukung proses pembelajaran karena membantu meningkatkan motivasi dan pemahaman konsep pada materi perkuliahan mekanika dasar. Dari hasil survey juga terlihat bahwa 70% responden masih menemukan kesulitan dalam mengikuti mata kuliah mekanika dasar terutama dalam beberapa topik seperti gerak partikel dalam satu dan dua dimensi, gerak melingkar/rotasi, dan impuls momentum sehingga diperlukan suatu media pembelajaran yang bisa membantu mereka dalam mengembangkan proses pemahamannya.

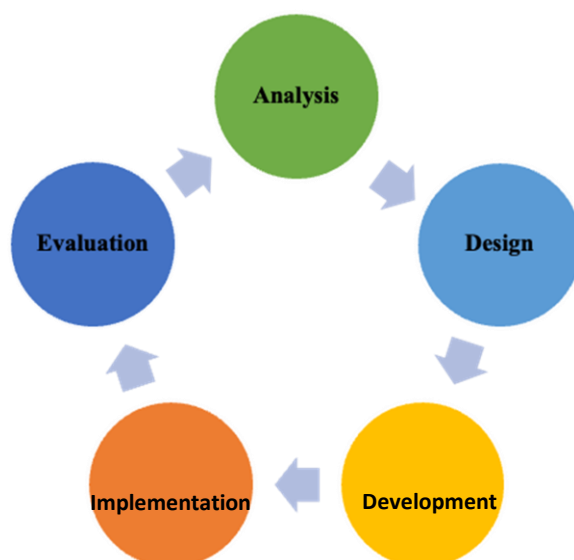
Berdasarkan temuan penelitian-penelitian tersebut beserta hasil *need assessment* yang dilakukan di lapangan, maka dilakukan upaya pengembangan simulasi interaktif fisika dalam mendukung pelaksanaan proses perkuliahan berbasis STEM. Simulasi yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah pemodelan dalam bentuk animasi yang menjelaskan konten dengan memadukan unsur teks, gambar, gerak dan perpaduan warna yang menarik untuk mempermudah mahasiswa memahami konten/konsep yang diajarkan. Interaktif dalam hal ini merujuk pada kemungkinan yang diberikan kepada mahasiswa sebagai pengguna simulasi untuk dapat berinteraksi dengan simulasi yang sedang berjalan melalui pengaturan beberapa fitur atau tombol yang ada dalam simulasi. Simulasi Interaktif yang dikembangkan berbasis GeoGebra yakni sebuah software edukasi yang dapat diakses secara gratis serta menghubungkan konsep geometri, aljabar, tabel, grafik, statistik dan kalkulus dalam memberikan visualisasi baik secara 2D maupun 3D. Penggunaan GeoGebra dalam mengembangkan simulasi interaktif sudah banyak dilakukan khususnya dalam mendukung pembelajaran matematika. Beberapa penelitian juga mengembangkan media interaktif berbantuan GeoGebra untuk pembelajaran fisika. Solvang & Haglund (2021) menyebutkan bahwa GeoGebra dapat memfasilitasi perancangan media simulasi interaktif

berbasis komputer tanpa harus memiliki keterampilan pemrograman. Produk penelitian berupa simulasi interaktif ini akan dapat mengatasi masalah ketiadaan media atau perangkat pembelajaran yang adaptif dan efektif bagi peningkatan motivasi peserta didik dalam mengikuti perkuliahan fisika. Di sisi lain, pengembangan perangkat pembelajaran ini akan dapat mendukung keterlaksanaan proses perkuliahan yang menggunakan pendekatan STEM yang mana dalam proses pembelajarannya memerlukan integrasi media berupa teknologi.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Research & Development* dengan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima tahapan yakni (1) *analysis* (analisis), (2) *design* (desain), (3) *develop* (pengembangan), (4) *implement* (implementasi), dan (5) *evaluate* (evaluasi). (Aldoobie, 2015). Model pengembangan ini dipilih karena didasarkan pada pertimbangan bahwa model ini dikembangkan secara sistematis dan berbasis pada landasan teoritis desain pembelajaran. Selain itu, model ini memberi pendekatan yang berfokus pada pemberian umpan balik untuk dilakukannya proses evaluasi secara berkelanjutan. Adapun secara garis besar model pengembangan ADDIE digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Pengembangan ADDIE (diadaptasi dari (Allen, 2017))

Pada tahap analisis (*analyze*) dalam model pengembangan ADDIE, dilakukan *need analysis* (analisis kebutuhan) untuk mengetahui rancangan simulasi interaktif yang bisa dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pelaksanaan perkuliahan serta silabus mata kuliah yang tersedia. Setelah tahap analisis, selanjutnya dilanjutkan dengan tahapan perencanaan (*design*) yang bertujuan untuk menyusun format simulasi fisika interaktif berbasis *GeoGebra* yang memuat petunjuk penggunaan serta konten materi perkuliahan. Pada tahapan pengembangan (*development*), dilakukan dengan proses pembuatan simulasi interaktif berbasis *GeoGebra* serta menyediakan akses untuk menggunakan simulasi ini yang nantinya juga akan diintegrasikan ke dalam LMS yang tersedia. Dalam tahap pengembangan juga dilakukan uji validitas oleh 3 orang ahli yang terdiri dari ahli konten (isi), ahli media dan ahli desain pembelajaran serta 1 dosen pengampu matakuliah yang akan memberikan penilaian terhadap simulasi interaktif yang dibuat. Pada tahapan implementasi (*implementation*), kegiatan uji coba terbatas terhadap simulasi interaktif yang dikembangkan dilakukan oleh 20 orang mahasiswa program studi Pendidikan Fisika di Universitas

Pendidikan Ganesha. Selanjutnya, pada tahapan evaluasi (*evaluation*), dilakukan revisi terhadap simulasi interaktif fisika yang dihasilkan berdasarkan hasil validasi dan uji coba yang sudah dilakukan.

Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan dan mengambil data dalam penelitian ini berupa lembar validasi dan kuesioner atau angket dengan memberikan seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis untuk dijawab oleh responden. Dalam penelitian ini melibatkan 1 orang dosen pengampu matakuliah mekanika (fisika) dasar serta 3 orang pakar sebagai validator diantaranya: (a) ahli isi yang akan memberikan judgment pada konten dari topik mekanika/fisika dasar yang dimuat dalam simulasi, (b) ahli media yang melakukan uji validasi dari sisi penggunaan media dalam simulasi yang dikembangkan dan (c) ahli desain pembelajaran untuk melakukan proses uji validasi/kelayakan pada bagian penyajian materi serta keefektifan media simulasi dalam mendukung proses pembelajaran. Dalam penelitian ini juga melibatkan 20 mahasiswa sebagai evaluator dalam uji coba terbatas simulasi interaktif fisika yang dikembangkan. Dalam penelitian ini jawaban butir instrumen diklasifikasikan menjadi lima pilihan. Setiap indikator yang diukur diberikan skor skala 1-5

- Skor 5 untuk penilaian dengan kategori sangat baik/ sangat sesuai/ sangat layak/ sangat jelas
- Skor 4 untuk penilaian dengan kategori baik/ sesuai/ layak/ jelas
- Skor 3 untuk penilaian dengan kategori kurang baik/ kurang sesuai/ kurang layak/ kurang jelas
- Skor 2 untuk penilaian dengan kategori tidak baik/ tidak sesuai/ tidak layak/ tidak jelas
- Skor 1 untuk penilaian dengan kategori sangat tidak baik/ sangat tidak sesuai/ sangat tidak layak/ sangat tidak jelas.

Teknik Analisis Data

Data yang sudah terkumpul selanjutnya dianalisis secara deskriptif kualitatif untuk menelaah komentar, masukan dan saran dari hasil validasi dan review oleh ahli isi, ahli desain dan desain pembelajaran serta hasil uji coba mahasiswa. Hasil telaah data penelitian yang diperoleh dijadikan sebagai acuan untuk merevisi produk, sehingga menghasilkan produk yang layak. Proses analisis data, juga dilakukan secara kuantitatif yakni menerjemahkan kualitas simulasi interaktif fisika yang dibuat melalui konversi skor hasil validasi dan uji coba terbatas yang didapat dari lembar kuesioner. Hasil penilaian terhadap seluruh aspek di ukur dengan Skala Likert sesuai dengan kriteria/kategori penilaian yang telah dirancang dalam instrumen penelitian.

Untuk mengukur tingkat kelayakan dan kepraktisan simulasi interaktif fisika yang dibuat, dilakukan dengan melihat bobot masing-masing tanggapan dan menghitung skor reratanya dengan rumus sebagai berikut

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

Keterangan:

\bar{x} : skor rata-rata

n : jumlah responden

$\sum x$: skor total masing-masing

Kemudian untuk rumus persentase tingkat kelayakan dan kepraktisan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Hasil} = \frac{\text{skor total yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100\% \quad (2)$$

Kategori kelayakan dan kepraktisan dijabarkan berdasarkan kriteria sebagai berikut (Arikunto, 2009)

Tabel 1. Kriteria Persentase Tingkat Kelayakan Simulasi Interaktif

No	Skor dalam persen (%)	Kategori
1	< 21 %	Sangat tidak Layak
2	21 % < V ≤ 40 %	Tidak Layak
3	41 % < V ≤ 60 %	Cukup Layak
4	61 % < V ≤ 80 %	Layak
5	81 % < V ≤ 100 %	Sangat Layak

Tabel 2. Kriteria Persentase Tingkat Kepraktisan Simulasi Interaktif

No	Skor dalam persen (%)	Kategori
1	< 21 %	Sangat Tidak Praktis
2	21 % < V ≤ 40 %	Tidak Praktis
3	41 % < V ≤ 60 %	Cukup Praktis
4	61 % < V ≤ 80 %	Praktis
5	81 % < V ≤ 100 %	Sangat Praktis

Efektivitas dari simulasi interaktif dalam meningkatkan motivasi belajar mahasiswa dianalisis dengan membandingkan nilai gain skor ternormalisasi (N-gain) total terhadap kriteria N-gain seperti tampak pada Tabel 3. Cara menghitung N-gain ditunjukkan pada persamaan berikut (Hake, R, R.,1999)

$$\langle g \rangle = \frac{\bar{X}_{post} - \bar{X}_{pre}}{\bar{X}_{max} - \bar{X}_{pre}} \quad (3)$$

Keterangan:

(g) = nilai N-gain

Xpre = Nilai rata-rata motivasi belajar awal

Xpost = Nilai rata-rata motivasi belajar akhir

Xmax = Nilai rata-rata motivasi belajar maksimum

Tabel 3. Interpretasi nilai (g)

No	Nilai (g)	Kategori
1	0.70 ≤ (g) ≤ 1.00	Tinggi
2	0.30 ≤ (g) < 0.70	Sedang
3	0.00 ≤ (g) < 0.30	Rendah

Simulasi interaktif yang dikembangkan dikatakan efektif apabila efektivitas minimal berkategori sedang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Analisis (*Analysis*)

Pengembangan prototype berupa simulasi interaktif berbasis geogebra diawali dengan melakukan *need assesment* untuk mengidentifikasi dan memetakan permasalahan atau kebutuhan yang berkaitan dengan pengembangan prototype. Selain itu tahapan ini membantu untuk mengetahui profil dari mahasiswa sebagai *user* dari prototype yang akan dikembangkan. Dalam penelitian ini, *need assesment* dilakukan melalui survey berupa penyebaran angket analisis kebutuhan pengembangan simulasi sebagai salah satu media pembelajaran interaktif kepada mahasiswa di program studi pendidikan fisika Undiksha yang pernah mengambil mata kuliah mekanika dasar.

Dari hasil pengisian angket teridentifikasi bahwa sebanyak 70% responden menyatakan bahwa masih menemukan kesulitan dalam mengikuti mata kuliah mekanika

dasar terutama dalam beberapa topik seperti gerak partikel dalam satu dan dua dimensi, gerak melingkar/rotasi, dan impuls momentum. Dalam rangka menunjang proses perkuliahan yang mereka ikuti, sebanyak 95% responden menggunakan fasilitas ICT pendukung seperti smartphone, laptop dan media ICT lainnya. Hasil pengisian angket juga memperlihatkan bahwa seluruh responden setuju terhadap penggunaan multimedia sebagai sarana pendukung proses pembelajaran karena membantu meningkatkan motivasi dan pemahaman konsep pada materi perkuliahan mekanika dasar. Dari angket yang disebar, terlihat juga sebanyak 62% responden menyatakan belum pernah mengenal dan menggunakan GeoGebra sebagai salah satu multimedia berupa aplikasi simulasi yang dapat menunjang proses perkuliahan mekanika dasar.

Berdasarkan hasil survey ini, dapat diketahui bahwa kesulitan dalam mengikuti perkuliahan mekanika dasar masih menjadi salah satu tantangan yang dihadapi oleh mahasiswa prodi pendidikan fisika, terutama pada beberapa topik yang membutuhkan proses visualisasi konsep fisis dan matematisnya. Kendala ini sangat mungkin untuk ditanggulangi dengan penggunaan multimedia seperti simulasi virtual yang salah satunya dapat dikembangkan melalui aplikasi GeoGebra.

Tahap Perencanaan (*Design*)

Tahapan perencanaan meliputi proses persiapan rancangan prototype dari simulasi yang dikembangkan. Dalam tahapan perencanaan ini dipilih rancangan simulasi berbasis GeoGebra. Hal ini didasarkan pada kelebihan yang dimiliki Geogebra yang merupakan perangkat lunak *open source* yang dinamis dengan kemampuan untuk memvisualisasikan atau mendemonstrasikan konsep matematika dalam fisika. Dalam hal ini, GeoGebra juga sangat mendukung proses belajar mandiri siswa dalam memperdalam dan meningkatkan pemahaman konseptual.

Dari hasil *need assesment* yang telah dilakukan akan dikembangkan media simulasi berbasis GeoGebra sebanyak 5 buah yang berkaitan dengan topik bahasan kinematika gerak lurus, gerak vertikal, gerak parabola, gerak melingkar/rotasi, dan momentum/tumbukan. Pengembangan prototype dari simulasi selanjutnya dilakukan melalui website GeoGebra (<https://www.geogebra.org/>) yang sebelumnya diawali dengan melakukan *learning analysis* untuk masing-masing topik materi. *Learning analysis* yang dimaksudkan adalah berupa pemetaan tujuan pembelajaran serta deskripsi indikator per masing-masing topik yang akan dijadikan acuan dalam menentukan rancangan simulasi yang akan dibuat seperti menentukan gambaran simulasi beserta fitur-fitur yang ingin ditampilkan di dalamnya. Selain itu dalam tahapan perencanaan ini juga meliputi proses pemilihan cara mempresentasikan konsep fisis melalui visualisasi dalam simulasi. Keluaran dari tahap perencanaan ini akan dijadikan masukan untuk tahap pengembangan simulasi.

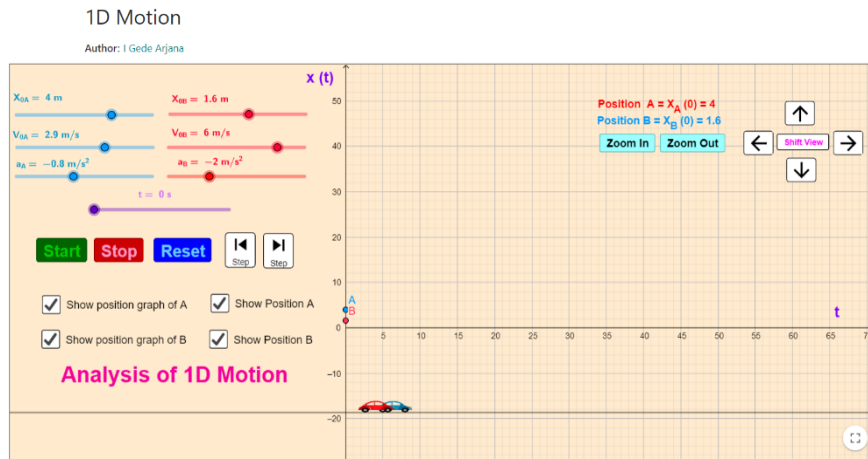
Tahap Pengembangan (*Development*)

Dari topik bahasan yang dipilih, dilanjutkan ke tahap pengembangan simulasi interaktif. Berdasarkan kajian dari keseluruhan konsep dari topik/materi yang dipilih, simulasi interaktif berbasis GeoGebra yang dihasilkan tersaji pada list berikut ini.

1. Topik : Gerak dalam 1 Dimensi

Link akses :

https://go.undiksha.ac.id/1D_Motion_GeoGebraSimulation_CreatedbyArjana

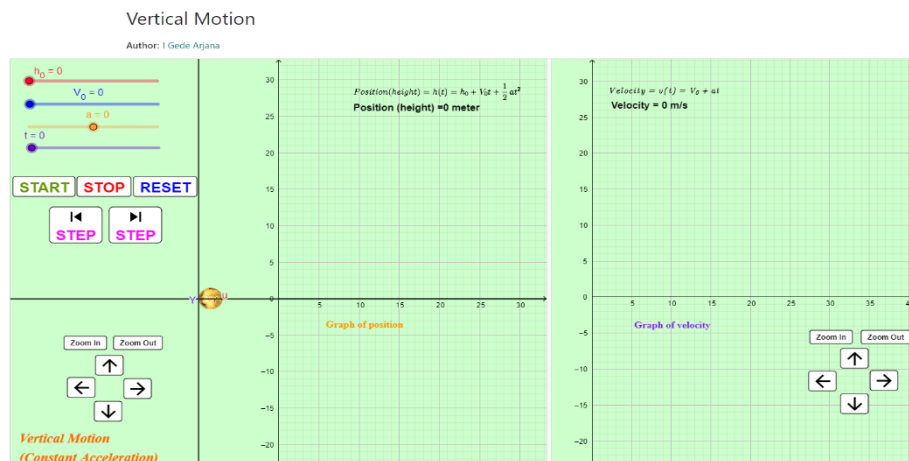


Gambar 2. Gerak dalam 1 Dimensi

2. Topik : Gerak lurus vertikal

Link akses :

https://go.undiksha.ac.id/Vertical_Motion_GeoGebraSimulation_CreatedbyArjana

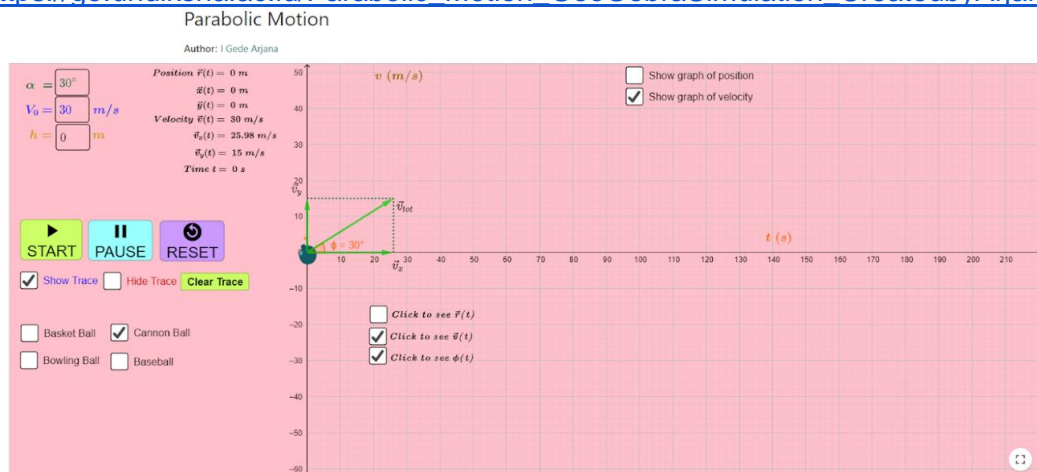


Gambar 3. Gerak Lurus Vertikal

3. Topik : Gerak Parabola

Link akses :

https://go.undiksha.ac.id/Parabolic_Motion_GeoGebraSimulation_CreatedbyArjana



Gambar 4. Gerak Parabola

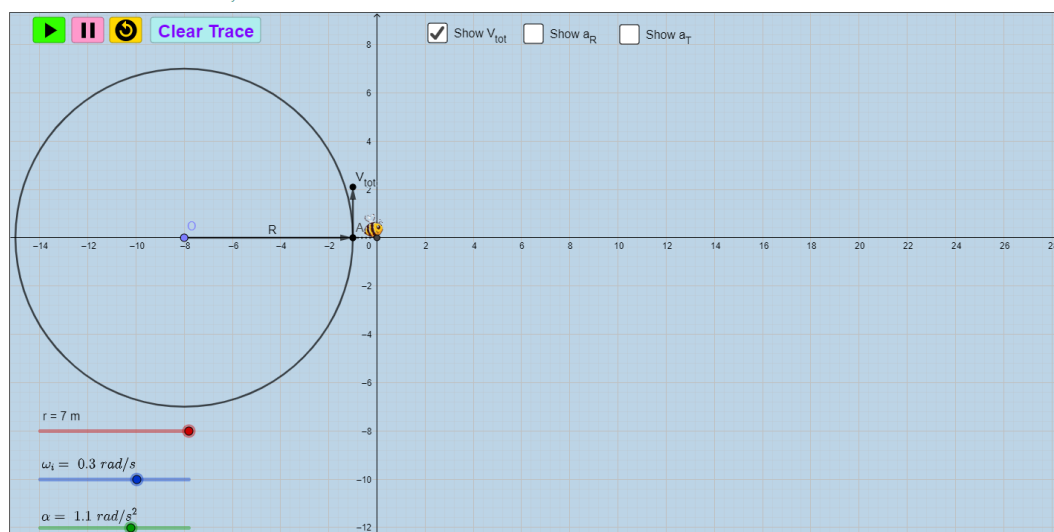
4. Topik : Gerak Melingkar

Link akses :

https://go.undiksha.ac.id/Circular_Motion_GeoGebraSimulation_CreatedbyArjana

Circular Motion

Author: I Gede Arjana



Gambar 5. Gerak Melingkar

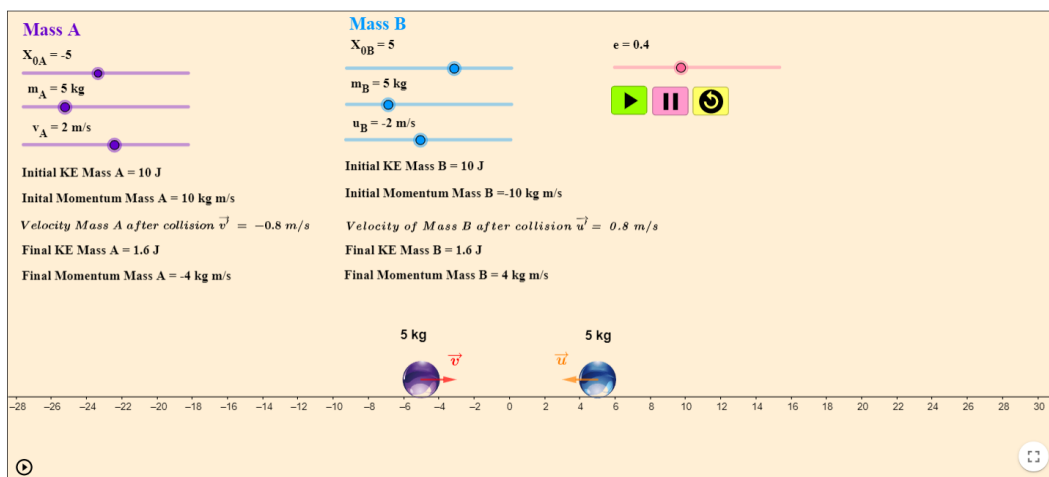
5. Topik : Tumbukan dalam 1 dimensi

Link akses :

https://go.undiksha.ac.id/Collision_1D_GeoGebraSimulation_CreatedbyArjana

Momentum : Collision in 1D

Author: I Gede Arjana



Gambar 6. Tumbukan dalam 1 Dimensi

Draft awal dari prototype simulasi ini selanjutnya direview oleh dosen pengampu matakuliah mekanika (fisika) dasar untuk mendapatkan feedback dan saran perbaikan. Dari hasil review yang dilakukan oleh dosen pengampu matakuliah, terdapat beberapa point masukan yang menjadi bahan perbaikan seperti salah satunya berupa penggunaan fitur *input box* sebagai pengganti fitur *slider* dalam mengisi nilai pada variabel besaran yang terdapat dalam media simulasi. Fitur *input box* ini akan mempermudah pengguna untuk memasukan rentang nilai dari besaran yang terdapat dalam media simulasi. Selain itu juga terdapat masukan pada perbaikan beberapa tombol pause dan reset yang belum berfungsi dengan baik.

Masukan dan feedback yang diberikan oleh dosen pengampu ini selanjutnya digunakan sebagai bahan pengembangan dan perbaikan media simulasi yang akan berikutnya akan dinilai oleh 3 orang validator dan di uji coba kan kepada mahasiswa.

Tahap Implementasi (*Implementation*)

Tahapan implementasi merupakan tahapan untuk menerapkan dan menggunakan langsung versi awal dari media simulasi yang dikembangkan. Tahapan ini meliputi uji coba secara terbatas pada produk simulasi interaktif oleh mahasiswa sebagai *users*. Tujuan dilakukan uji coba ini untuk melihat sejauh mana kepraktisan dari simulasi yang dibuat serta beberapa kendala yang mungkin ditemui dalam penggunaan simulasi tersebut. Dalam penelitian ini, produk simulasi interaktif berbasis GeoGebra diuji kepada pengguna melalui pengujian individu yang terdiri dari 3 orang mahasiswa dan pengujian kelompok kecil yang terdiri dari 9 orang mahasiswa. Hasil pengujian terhadap kepraktisan pada tahapan implementasi ini tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji Coba Terbatas Kepraktisan Media Simulasi Interaktif Berbasis GeoGebra

No	Pengujian	Skor dalam persen (%)	Kategori
1	Uji Individu	82%	Praktis
2	Uji Kelompok Kecil	78%	Sangat Praktis

Hasil respon siswa terkait pengujian kepraktisan modul yang dikembangkan secara detail dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kepraktisan Modul

No	Pernyataan	Skor Rata-rata
1	Konten yang dikembangkan dalam simulasi mudah untuk dipahami	4.25
2	Media dalam simulasi membantu peserta didik dalam memahami konsep dari topik/materi yang dibahas.	4.58
3	Simulasi yang dikembangkan memuat gambar dan media dengan kualitas yang baik	4.00
4	Simulasi yang dikembangkan mudah untuk digunakan	4.25
5	Simulasi yang dikembangkan dapat digunakan sebagai media pembelajaran bagi dosen/guru	4.50
6	Simulasi yang dikembangkan dapat digunakan sebagai media pembelajaran bagi mahasiswa/siswa untuk belajar secara mandiri	4.17
7	Tombol dan fitur dalam simulasi akurat dan mudah untuk dioperasikan.	3.67
8	Simulasi yang dikembangkan dapat melibatkan penggunaanya (mahasiswa) secara aktif.	4.25
9	Simulasi yang dikembangkan menampilkan informasi yang mendukung pemahaman konsep mahasiswa.	4.33
10	Tampilan simulasi (warna, teks, background, objek) jelas dan sesuai.	3.92
Total		4.19

Dari tabel 5 terlihat bahwa skor untuk masing-masing point pernyataan uji kepraktisan simulasi berada pada rentang 3.92 – 4.50 (presentase berkisar pada angka 78%–91%) yang mana skor ini berada pada kategori sangat praktis. Berdasarkan respon singkat yang diberikan oleh beberapa mahasiswa pada form uji kepraktisan simulasi yang dikembangkan juga ditemukan bahwa simulasi berbasis GeoGebra sangat praktis digunakan terutama dalam membuktikan persamaan serta memvisualisasikan keadaan fisis dari konsep fisika yang dipelajari melalui visualisasi grafik yang terlihat langsung pada media simulasi.

Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

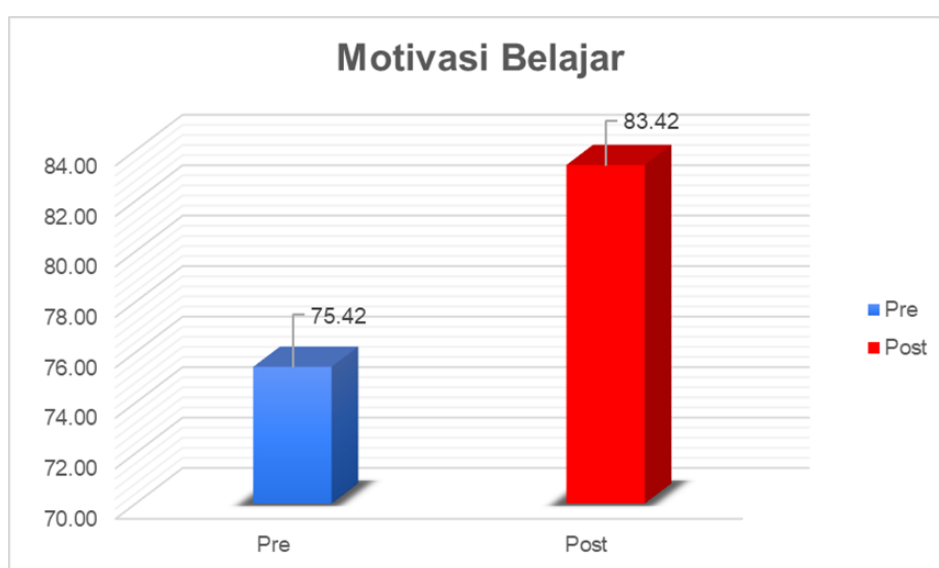
Evaluasi yang digunakan dalam pengembangan simulasi interaktif berbasis GeoGebra ini berupa uji formatif (*formative evaluation*) yakni pengujian yang dilakukan selama dan diantara pelaksanaan tahapan pembuatan produk simulasi (analisis, perancangan, pengembangan, dan implementasi). Tujuan pelaksanaan uji formatif ini adalah untuk mendapatkan *feedback* perbaikan secara kontinu guna menghasilkan produk akhir yang berkualitas baik. Salah satu uji formatif yang dilakukan adalah Uji Validitas Kelayakan yang melibatkan 3 ahli yakni ahli isi/konten (dosen mata kuliah mekanika dasar), ahli media, dan ahli desain pembelajaran. Adapun hasil uji validitas dari ketiga ahli ditampilkan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Uji Validitas Simulasi Interaktif Berbasis GeoGebra

No	Validator	Skor dalam persen (%)	Kategori
1	Ahli Isi	98%	Sangat Layak
2	Ahli Media	84%	Sangat Layak
3	Ahli Desain Pembelajaran	90%	Sangat Layak

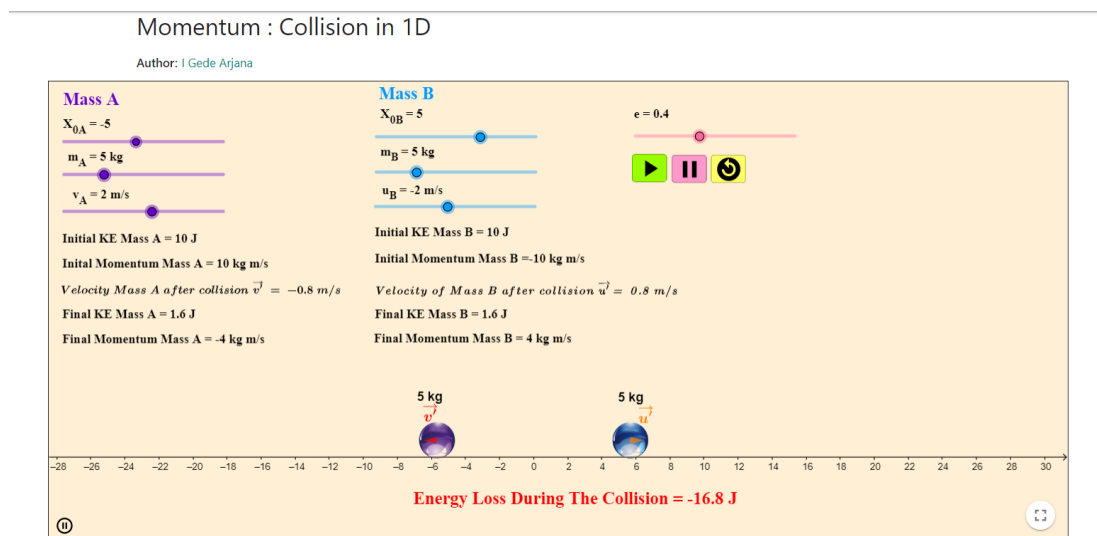
Selain melakukan uji coba validitas, evaluasi formatif yang dilakukan juga berupa uji kepraktisan untuk mengetahui tingkat kelayakan dan kemudahan dari produk simulasi yang dibuat. Hasil dari uji kepraktisan dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan hasil uji kepraktisan, terlihat bahwa simulasi yang dikembangkan berada dalam kategori praktis dimana penggunaan simulasi berbasis GeoGebra ini tidak terlalu menyulitkan mahasiswa dalam mengoperasikan fitur-fitur yang tersedia di dalamnya. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Marcius dkk (2016) yang menyatakan bahwa model, simulasi, dan eksperimen virtual yang dibuat menggunakan perangkat lunak GeoGebra memberikan dukungan intuitif yang penting bagi siswa dalam mempelajari konsep fisika. Selain itu, media yang dikembangkan dengan GeoGebra dapat digunakan untuk membuat model yang interaktif dan dinamis dalam mempelajari fenomena fisik.

Jika dilihat dari sisi validitas kelayakan produk, baik dari segi konten/isi, media yang digunakan, serta desain pembelajaran yang dikembangkan, simulasi yang sudah dibuat masuk dalam kategori sangat layak dan sesuai untuk digunakan sebagai media pendukung perkuliahan mekanika dasar. Selain dilakukan uji kepraktisan serta uji validitas kelayakan konten dari media simulasi interaktif yang dikembangkan, dalam penelitian ini juga dilakukan evaluasi efektivitas dari media simulasi interaktif ini dalam meningkatkan motivasi belajar mahasiswa. Hasil dari pengujian efektivitas media ini tersaji pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Uji Perbedaan Nilai Motivasi Belajar Mahasiswa

Dari grafik di atas terlihat perbedaan nilai motivasi belajar mahasiswa sebelum (pre) menggunakan media simulasi dan sesudah (post) menggunakan media simulasi. Dari nilai ini kemudian dapat dihitung nilai gain score yakni sebesar 0.55 (kategori sedang). Nilai gain score ini menyatakan bahwa media simulasi berbasis GeoGebra yang dikembangkan secara efektif dapat meningkatkan motivasi belajar mahasiswa. Selain karena tampilan simulasi yang membuat GeoGebra ini menarik untuk digunakan, mahasiswa akan secara mandiri dapat mencoba merubah variabel atau besaran yang tertuang dalam aplikasi GeoGebra melalui fitur tombol yang tersedia. Hal ini menjadi faktor yang dapat meningkatkan antusiasme dan motivasi belajar mahasiswa. Sebagai salah satu contoh dalam media simulasi yang dikembangkan pada topik impuls dan momentum (gambar 3), mahasiswa secara mudah dapat mengganti nilai koefisien restitusi tumbukan untuk melihat bagaimana pengaruh nilai koefisien restitusi ini pada kecepatan maupun energi kinetik benda setelah tumbukan.



Gambar 8. Media Simulasi Berbasis GeoGebra pada Topik Impuls dan Momentum

Mahasiswa juga dapat lebih termotivasi untuk melihat kasus tumbukan lain dengan mengganti nilai masa kecepatan (besar dan arah) dari benda yang bertumbukan. Keefektifan media simulasi berbasis GeoGebra dalam memacu motivasi belajar mahasiswa karena media ini memungkinkan peserta didik untuk dapat menerapkan pengetahuan yang diperoleh dalam tahap pembelajaran sambil mencari solusi dari berbagai masalah. Selain itu, mereka dapat mengamati hasilnya secara visual dan dengan demikian memahami dan mengadopsi konsep dan gagasan dasar dengan lebih mudah (Guncaga & Majherová, 2012).

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah Simulasi Interaktif Berbasis GeoGebra yang dikembangkan sudah memenuhi standar validitas kelayakan dan kepraktisan untuk digunakan sebagai media pembelajaran yang mendukung pelaksanaan perkuliahan mekanika dasar. Hal ini terlihat dari hasil penilaian validasi/kelayakan dari simulasi ini dimana persentase skor validitas kelayakan dari sisi konten berada pada angka 98%, kemudian 84% untuk validitas dari ahli media dan 90% untuk validitas desain pembelajaran. Kelayakan simulasi ini juga didukung oleh hasil uji coba terbatas yang sudah dilakukan, dimana hasilnya menunjukkan bahwa Simulasi berbasis GeoGebra yang dibuat sudah pada kategori praktis dalam uji coba individu dan sangat praktis pada uji coba kelompok kecil. Media simulasi yang dikembangkan juga secara efektif meningkatkan motivasi belajar mahasiswa yang dapat dilihat pada nilai gain score sebesar 0.55. Keefektifan dan kepraktisan dari media simulasi berbasis GeoGebra ini sangat dimungkinkan mengingat bahwa GeoGebra memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengeksplorasi pemahaman konsepnya melalui visualisasi konkret dari konsep yang dipelajari.

DAFTAR RUJUKAN

- Aldoobie, N. (2015). ADDIE Model. In *American International Journal of Contemporary Research* (Vol. 5, Issue 6). www.aijcrnet.com
- Allen, M. (2017). Designing Online Asynchronous Information Literacy Instruction Using the ADDIE Model. In *Distributed Learning: Pedagogy and Technology in Online Information Literacy Instruction* (pp. 69–91). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100598-9.00004-0>
- Ardianto, D., Firman, H., Permanasari, A., & Ramalis, T. R. (2019). What is Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) Literacy? *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 381–384. <https://doi.org/10.2991/aes-18.2019.86>
- Arikunto, Suharsimi, & Safruddin A.J, Cepi. 2009. Evaluasi Program Pendidikan. Jakarta: Bumi Aksara.
- DeCoito, I., & Richardson, T. (2016). Using Technology to Enhance Science Literacy, Mathematics Literacy, or Technology Literacy. In M. J. Urban & D. A. Falvo (Eds.), *Improving K-12 STEM Education Outcomes through Technological Integration*. IGI Global.
- Guncaga, J., & Majherová, J. (2012). GeoGebra as a motivational tool for teaching and learning in Slovakia. *North American GeoGebra Journal*, 1(1).
- Hake, R. R. (1999). Analyzing Change/Gain Scores. AREA-D American Education Research Association's Division. D, Measurement and Research Methodology.
- Handayani, R. D. (2017). Analisis Motivasi Intrinsik Dan Ekstrinsik Mahasiswa Calon Guru Fisika. *Jurnal Kependidikan*, 1(2), 320–333.
- Hidayat, F. N., & Muh Tamimuddin. (2015). *Suplemen TIK Pemanfaatan Aplikasi Geogebra Untuk Pembelajaran Matematika (Dasar)*. Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Lawless, K. A., Brown, S. W., & Boyer, M. A. (2016). Educating students for STEM literacy: GlobalEd 2. In R. D. Lansiquot (Ed.), *Technology, Theory, and Practice in Interdisciplinary STEM Programs: Connecting STEM and Non-STEM Approaches*. Palgrave Macmillan.
- Lee, Y. F., Guo, Y., & Ho, H. (2008). Explore Effective Use of Computer Simulations for Physics Education. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 27(4), 443–466.
- Linnenbrink-Garcia, L., Patall, E. A., & Pekrun, R. (2016). Adaptive Motivation and Emotion in Education: Research and Principles for Instructional Design. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3(2), 228–236. <https://doi.org/10.1177/2372732216644450>
- Marciuc, D., Miron, C., & Barna, E. S. (2016). Using GeoGebra software in the teaching of oscillatory motions. *Romanian Reports in Physics*, 68(3), 1296-1311.
- Muyassarrah, A., Ratu, T., & Erfan, M. (2019). Pengaruh Pembelajaran Fisika Berbasis STEM Terhadap Kemampuan Motorik Siswa. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika Dan Aplikasinya)*.
- Schunk, D., Meece, J., & Pintrich, P. (2014). *Motivation in Education Theory, Research and Applications* (4th ed.). Pearson Education Limited.

- Shadaan, P., & Kwan Eu, L. (2013). Effectiveness of Using Geogebra on Students' Understanding in Learning Circles. *The Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 1(4), 1–11. www.mojet.net
- Solvang, L., & Haglund, J. (2021a). Learning with Friction—Students' Gestures and Enactment in Relation to a GeoGebra Simulation. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-021-10017-7>
- Solvang, L., & Haglund, J. (2021b). Physics Education How can GeoGebra support physics education in upper-secondary school-a review How can GeoGebra support physics education in upper-secondary school-a review. *Physics Education*, 56. www.geogebra.org.
- Sutri, N., & Nor, M. (2021). Use Of Phet (Physics Education Technology) Simulation Learning Media To Increase Student Motivation On Electromagnetic Induction Material For Class Xii Sma Negeri 1 Kampar Timur. *JOM FKIP-UR*, 8(1).
- Wahyuni, N. P. (2021). Penerapan Pembelajaran Berbasis STEM untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA. *Journal of Education Action Research*, 5(1), 109–117. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JEAR/index>
- Walsh, T. (2017). Creating interactive physics simulations using the power of GeoGebra. *The Physics Teacher*, 55(5), 316–317. <https://doi.org/10.1119/1.4981047>