



## PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN VIRTUMFI PADA MATERI PENGURAIAN VEKTOR UNTUK SISWA SMA

Fatah Kurniawan, Nisfullail Indah Susilowati, Dadi Rusdiana

Universitas Pendidikan Indonesia

\*Corresponding Address: nisfullail2110017@upi.edu

### Info Artikel

#### Riwayat artikel

Dikirim: Des 23, 2021  
Direvisi : Okt 21, 2022  
Diterima: Feb 27, 2023

#### Kata Kunci:

Media Pembelajaran Fisika;  
Penguraian Vektor;  
VirtumFi;

#### DOI:

10.24252/jpf.v11i1.25915

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu media pembelajaran fisika pada materi penguraian vektor untuk siswa SMA kelas X. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengembangan 4D. Produk yang diperoleh dari penelitian dan pengembangan ini adalah media pembelajaran yang bernama VirtumFi: Vektor. Teknik pengumpulan data menggunakan teknik observasi dan survei, dimana instrumennya berupa angket uji validitas media dan uji kepraktisan media. Hasil angket kemudian dianalisis untuk diketahui kriteria kevalidan media dan persentase kepraktisan media. Setelah dilakukan uji kepraktisan dan uji kevalidan, diperoleh hasil analisis data yang menunjukkan bahwa media memiliki kriteria "valid" dengan nilai rata-rata sebesar 3,46 dan "praktis" dengan nilai rata-rata persentase sebesar 79%. Berdasarkan hasil analisis data, dapat dinyatakan bahwa media VirtumFi: Vektor yang dikembangkan pada penelitian ini telah valid dan praktis. Namun, VirtumFi: Vektor masih dinyatakan kurang bermakna untuk pembelajaran fisika sub bab Penguraian Vektor. Hal ini didasari oleh kekurangan-kekurangan pada media, sehingga siswa merasa kesulitan dalam memahami konsep menggunakan media VirtumFi. Maka dari itu, artikel ini juga bertujuan untuk mengungkap kekurangan media VirtumFi: Vektor, sehingga dapat digunakan oleh peneliti dan pengembang media pembelajaran fisika untuk mengembangkan media lebih lanjut

### ABSTRACT

This study aims to develop a physics learning media on Vector Decomposition topic for high school students in grade X. The method used in this study is the 4D. The product obtained from this research and development is a learning media called VirtumFi: Vector. The data collection technique used observation and survey techniques, which the instruments were a media validity test questionnaire and a media practicality test. Then, the results of the questionnaire were analyzed to determine the criteria for the validity of the media and the percentage of the practicality of the media. After the practicality test and the validity test, the results of data analysis showed that the media had "valid" criteria with an average value of 3.46 and "practical" with an average percentage value of 79%. Based on the results of data analysis, the VirtumFi: Vector media developed in this study is valid and practical to

---

be used. However, VirtumFi: Vektor is still considered less meaningful for physics learning in the Vector Decomposition sub topic. This is because of the shortcomings of the media. So that, students feel difficult to understand the concept of using VirtumFi media. Therefore, this article also aims to reveal the shortcomings of VirtumFi: Vektor. So that, it can be used by researchers and developers of physics learning media to develop further media

---

© 2022 The Author(s). Published by Department of Physics Education, Alauddin State Islamic University Makassar.

---

## PENDAHULUAN

Fisika merupakan ilmu esensial yang berperan penting dalam menjelaskan fenomena-fenomena di kehidupan sehari-hari. Salah satu topik fisika yang fundamental adalah topik vektor. Proses pemikiran dalam fisika perlu melibatkan kuantitas fisis yang memiliki nilai dan arah [1]–[4]. Penjelasan dari kuantitas fisis tersebut membutuhkan bahasa matematis tertentu, yaitu bahasa vektor [4]. Tanpa pemahaman mengenai vektor, siswa akan kesulitan dalam memahami mekanika Newtonian yang banyak berkontribusi dalam perkembangan ilmu fisika [1]. Terlebih, bahasa vektor tanpa disadari juga sering digunakan manusia dalam kehidupan sehari-hari, terutama ketika dalam perjalanan ke suatu lokasi tertentu. Bahasa vektor digunakan dalam mengkomunikasikan besar jarak dan arah yang harus dilalui oleh manusia untuk mencapai lokasi tersebut. Maka dari itu, selain menjadi landasan siswa dalam mempelajari ilmu fisika, vektor juga menjadi bahasa yang esensial dalam kehidupan manusia sehari-hari.

Namun demikian, pentingnya vektor belum diimbangi dengan pemahaman siswa mengenai materi tersebut. Pemahaman siswa mengenai vektor masih rendah [5]. Salah satu sub-topik yang paling sering terjadi miskonsepsi adalah proyeksi vektor [6]. Lebih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam menerapkan komponen vektor secara fisis daripada secara matematis [7]. Hal ini didukung oleh penelitian Ariana, Mansyur, & Supriyatman (2020) yang menyatakan bahwa siswa dari segala tingkatan pemahaman lebih mampu menjawab permasalahan vektor secara matematis daripada secara fisis dan grafis. Latifa, Purwaningsih, & Sutopo (2021) menambahkan bahwa siswa cenderung kesulitan dalam merepresentasikan dalam bentuk grafik. Pemahaman awal mengenai vektor yang kurang tepat dapat membawa siswa mengalami miskonsepsi yang berkelanjutan. Zavala & Barniol (2010) menyatakan 20% dari 409 mahasiswa masih salah dalam melakukan proyeksi vektor ke sumbu-y. Sejalan dengan itu, Mabruroh (2018) menyatakan bahwa hanya sebesar 24% dari 22 mahasiswa yang dapat menerapkan proyeksi vektor dalam menggambar diagram benda bebas. Terlebih, mahasiswa tersebut nantinya akan memegang peran dalam mentransferkan ilmunya ke siswa-siswa kelak. Dengan demikian, penyebab

dari permasalahan ini harus dideteksi sedini mungkin agar dapat diantisipasi, sehingga miskonsepsi tidak berlanjut dari generasi ke generasi.

Penyebab dari permasalahan yang dialami oleh siswa berasal dari internal dan eksternal topik vektor. Vektor merupakan materi yang abstrak dan membutuhkan imajinasi yang tinggi, sehingga siswa merasa sulit untuk mampu memahami vektor [12] [15]. Hal ini terlihat dari konsep yang dipahami oleh siswa berdasarkan visualisasi proyeksi vektor. Beberapa siswa masih memahami bahwa komponen proyeksi vektor selalu lebih kecil dari pada vektor itu sendiri [10]. Selain itu, cara memproyeksi vektor yang dipahami oleh beberapa siswa adalah dengan menggambar busur lingkaran hingga ke sumbu proyeksi [10]. Kemudian, proyeksi vektor secara matematis juga memerlukan pemahaman trigonometri. Syaifullah, Suharto, & Suryanti (2020) membuktikan bahwa terdapat korelasi yang kuat antara konsep trigonometri dengan hasil belajar siswa pada materi vektor. Namun, siswa juga masih bingung dalam memilih jenis trigonometri mana yang harus digunakan untuk memproyeksikan vektor [17]. Secara eksternal, kesulitan materi ini juga didukung oleh pembelajaran fisika yang monoton, sehingga siswa menjadi bosan dan kurang aktif [13], [18], [19]. Dengan mengetahui penyebab permasalahan yang terjadi, solusinya dapat digagas secara efektif.

Beberapa solusi telah digagas untuk menangani permasalahan-permasalahan yang terjadi pada pembelajaran vektor. Andani (2020) telah mengembangkan e-modul berbasis 3D Pageflip Proffesional untuk mahasiswa. Handayani & Rahayu (2020) telah mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis android menggunakan i-Spring dan Apk Builder. Putri, Wardika, Kencana, & Adnyana (2021) mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis video animasi pada mata pelajaran matematika. Solusi-solusi terkini yang telah dikembangkan oleh para peneliti pada umumnya mendapatkan respon positif dari guru dan siswa. Kesamaan dari ketiga solusi tersebut adalah sama-sama memanfaatkan teknologi. Teknologi dalam suatu pembelajaran membuka peluang bagi siswa untuk berkreatifitas secara digital dan komunikasi secara kolaboratif, sehingga siswa dapat membangun ketertarikan dan kemampuan pada suatu pembelajaran [22].

Meskipun telah menggunakan teknologi dalam pengembangannya, solusi-solusi yang telah digagas masih memiliki kekurangan di dalamnya. Bahan ajar yang dikembangkan oleh Andani (2020) hanya diterapkan untuk mahasiswa. Media pembelajaran yang dikembangkan oleh Putri, Wardika, Kencana, & Adnyana (2021) hanya dapat diterapkan untuk mata pelajaran matematika. Kedua solusi ini kurang maksimal untuk digunakan pada siswa sekolah pada mata pelajaran fisika karena kompetensi dasar yang dibangun sudah jelas berbeda. Selain itu, kedua solusi ini hanya memungkinkan bersifat satu arah, sehingga interaktivitas antara bahan ajar/media dengan pengguna masih kurang. Pada dasarnya, kekurangan interaktivitas tersebut telah dijawab oleh media yang dikembangkan oleh Handayani & Rahayu (2020). Media yang dikembangkan ini dapat menarik perhatian siswa dengan mendapatkan poin 94,4%. Namun, kekurangannya adalah tidak terdapat

simulasi dan animasi yang dapat dirancang mandiri oleh siswa. Simulasi dan animasi ini memiliki peran penting dalam memvisualisasikan konsep abstrak dari vektor.

Berdasarkan kelebihan dan kekurangan yang ada dalam solusi-solusi yang telah diterapkan, perlu dikembangkan sebuah media pembelajaran interaktif yang mewadahi muatan materi vektor, aspek simulasi dan animasi serta sesuai dengan kompetensi dasar yang berlaku saat ini. Media pembelajaran tersebut adalah media pembelajaran integratif antara e-materi dengan laboratorium virtual. Laboratorium virtual memiliki dua fitur penting di dalamnya, yaitu simulasi dan animasi yang memungkinkan terjadi komunikasi dua arah antara pengguna dengan media [23], [24]. Melalui laboratorium virtual, konsep abstrak dari suatu materi dapat divisualisasikan menjadi konsep yang konkret [25]. Aktivitas di dalam laboratorium virtual tersebut akan diiringi dengan LKPD yang dirancang sesuai dengan kompetensi dasar fisika yang berlaku saat ini, sehingga aktivitas siswa akan sesuai dengan tujuan pembelajaran. E-materi yang didalamnya dapat menguatkan pemahaman siswa setelah beraktivitas di dalam laboratorium virtual tersebut. Terlebih, media yang ditawarkan ini dapat dioperasikan menggunakan perangkat *android*. *Android* memiliki kemampuan untuk menyediakan fleksibilitas tingkat tinggi [26], [27]. Dengan demikian, *android* menjadi sangat cocok untuk mendukung aplikasi media pembelajaran daring saat ini.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, beberapa solusi dapat digagas yakni media pembelajaran berupa virtual laboratorium, LKPD dan e-materi berbasis *android*. Untuk memperoleh hasil yang lebih maksimal, maka solusi-solusi ini digabung menjadi VirtumFi. Solusi ini sangat dibutuhkan terlebih pada kondisi serba daring seperti saat ini [28], [29]. Maka dari itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan media pembelajaran pada topik vektor serta mengetahui tingkat validitasnya. Produk dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu media pembelajaran fisika alternatif untuk diterapkan pada pembelajaran vektor.

## Metode

Penelitian ini dilakukan di salah satu SMA Negeri di Malang, dengan populasi yaitu siswa Kelas X MIPA pada Semester Ganjil Tahun Ajaran 2021-2022. Melalui *Purposive Sampling*, ditentukan sampel sebanyak 42 orang yang terdiri atas 20 laki-laki dan 22 perempuan. Penelitian dilakukan selama tiga bulan dari awal September 2021 hingga akhir November 2021. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengembangan 4D yang terdiri dari tahap pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*development*), dan penyebaran (*dissemination*). Akan tetapi, dalam penelitian ini hanya dilakukan sampai pada tahap pengembangan karena penelitian ini hanya sampai di pengujian terbatas dan tidak dilakukan penyebaran media. Hal ini disebabkan oleh terbatasnya waktu dan dana. Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu teknik observasi dan survei, dimana instrumennya disajikan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Instrumen Data Penelitian

Instrumen	Aspek Penilaian	Jenis Data	Sumber Data
Angket Uji Validitas Media	Validasi isi dan validasi konstruk	Kuantitatif dan kualitatif	3 guru fisika
Angket Uji Kepraktisan Media	Kepraktisan media	Kuantitatif	42 siswa kelas X
Butir Soal Esai	Ketercapaian pembelajaran	Kualitatif	42 siswa kelas X
Angket Uji Kebermaknaan Media	Kebermaknaan Media	Kuantitatif dan Kualitatif	42 siswa kelas X

Data yang diperoleh dari penelitian kemudian dianalisis untuk mengetahui kriteria kevalidan media, persentase kepraktisan media, ketercapaian pembelajaran dan kebermaknaan media. Kriteria kevalidan media didapatkan dari instrumen angket uji validitas yang diisi oleh validator. Validator dalam penelitian ini adalah satu guru fisika di suatu SMA Negeri di Malang dan dua guru fisika yang masing-masing mengabdikan pada dua SMA Negeri yang berbeda di Riau (Kabupaten Indragiri Hilir dan Kota Dumai). Hasil pengisian angket yang dilakukan oleh validator kemudian diolah menggunakan persamaan berikut.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan:

- $\bar{x}$  = Nilai rata-rata  
 $\sum x$  = Jumlah skor jawaban penilaian  
 $n$  = Jumlah responden

Kriteria kevalidan media ditentukan melalui Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Kriteria Kevalidan Media

Nilai Rata-Rata	Kriteria
3,26 – 4,00	Sangat Valid/Baik (Tidak perlu revisi)
2,51 – 3,25	Cukup Valid (Perlu direvisi sebagian)
1,76 – 2,50	Kurang Valid (Revisi sebagian dan pengakajian ulang isi)
1,00 – 1,75	Tidak Valid (Revisi tolak/diganti)

(diadaptasi dari Arikunto (2013))

Di sisi lain, kriteria kepraktisan media didapatkan dari instrumen angket uji kepraktisan yang diisi oleh responden. Responden dalam penelitian ini adalah 42 siswa kelas X MIPA. Hasil pengisian angket yang dilakukan oleh responden kemudian diolah menggunakan persamaan berikut.

$$N = \frac{\sum x}{x_{maks}} \times 100\%$$

Keterangan:

- $N$  = Persentase kepraktisan  
 $\sum x$  = Jumlah skor jawaban penilaian  
 $x_{maks}$  = Nilai maksimum skor

Selanjutnya, untuk persentase kepraktisan media ditentukan melalui Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Persentase Kepraktisan Media

Persentase (%)	Kriteria
76 – 100	Praktis
51 – 75	Cukup Praktis
26 – 50	Kurang Praktis
0 – 25	Tidak Praktis

(diadaptasi dari Arikunto (2013))

Selain itu, media juga diterapkan pada pembelajaran fisika. Setelah pembelajaran dilakukan, pemahaman siswa diuji menggunakan butir soal penguraian vektor untuk mengetahui ketercapaian pembelajaran menggunakan media VirtumFi. Hasil pengujian butir soal tersebut berupa data kualitatif yang dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif. Setiap jawaban siswa dianalisis dan dikelompokkan berdasarkan rubrik jawaban yang telah ditetapkan sebelumnya. Setelah dilakukan uji pemahaman, uji kebermaknaan media juga dilakukan. Uji ini dilakukan untuk mengetahui pendapat siswa mengenai kebermaknaan media terhadap peningkatan pemahamannya mengenai proyeksi vektor. Data uji kebermaknaan didapatkan dari angket uji kebermaknaan media. Data tersebut berupa kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif dianalisis menggunakan metode nilai rata-rata seperti pada uji kepraktisan, sedangkan data kualitatif dianalisis dan dibandingkan dengan data hasil ketercapaian pembelajaran. Hasil dari analisis kuantitatif dan kualitatif dari pengujian ini digunakan sebagai bahan perbaikan konten dan tampilan media.

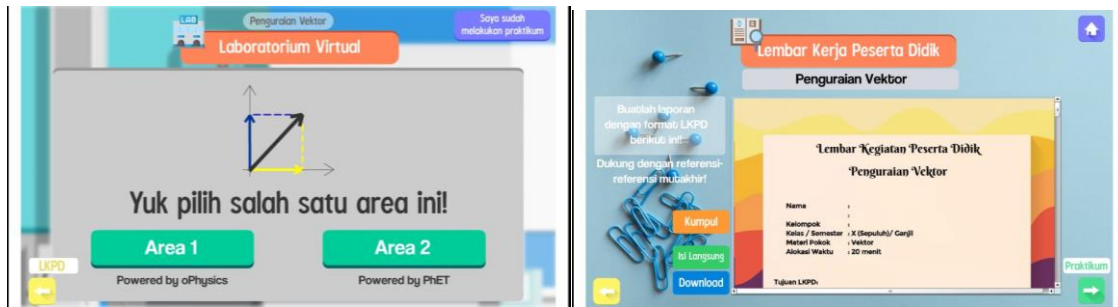
## Hasil dan Pembahasan

### 1. Tampilan Hasil Pengembangan Media



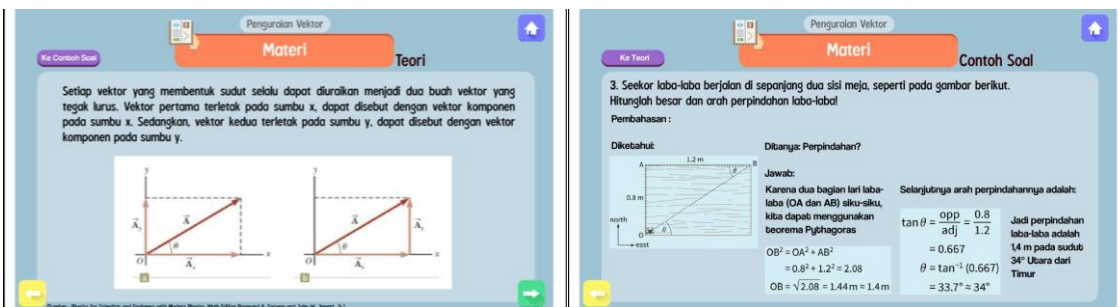
Gambar 1. Tampilan Aturan Laboratorium dan Alat Praktikum dalam Laboratorium Virtual

Gambar 1 merupakan tampilan media yang menyediakan aturan-aturan dalam laboratorium. Aturan laboratorium ini menyediakan pengetahuan mengenai apa saja yang boleh dan tidak boleh dilakukan di dalam laboratorium. Selain itu, juga terdapat tampilan alat praktikum vektor. Alat-alat ini dapat disiapkan siswa sebelum melakukan praktikum di laboratorium virtual.



Gambar 2. Tampilan Laboratorium Virtual dan LKPD

Gambar 2 merupakan tampilan media pada bagian laboratorium virtual. Laboratorium virtual yang digunakan oleh media ini adalah oPhysics dan PhET. Kedua platform ini digunakan karena fitur yang ada di dalamnya sesuai dengan tujuan pengembangan media serta telah terverifikasi secara universal. Aktivitas di dalam kedua laboratorium tersebut dipandu oleh LKPD yang telah dirancang sesuai dengan kompetensi dasar yang sedang belaku. Dengan demikian, aktivitas laboratorium virtual menjadi terarah dan sejalan dengan tujuan pembelajaran.



Gambar 3. Tampilan E-materi dan Contoh Soal

Pada Gambar 3, disajikan e-materi yang dilengkapi dengan contoh soal. E-materi pada media ini dapat dibuka setelah siswa melakukan aktivitas laboratorium virtual dan berdiskusi dengan teman-teman kelasnya. Konten di dalam e-materi ini berisi konten penguatan dari apa yang telah dipahami oleh siswa. Selain konten teori, di dalamnya juga terdapat konten contoh soal, sehingga siswa mampu memahami bagaimana menerapkan konsep vektor dalam memecahkan suatu permasalahan

**2. Hasil Terkait Kualitas Media**

Kualitas media yang dikembangkan akan ditinjau dari kevalidan media dan kepraktisan media. Dalam hal kevalidan media, telah dilakukan uji validitas media, dimana validasi dilakukan oleh guru fisika, dengan hasil terlihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Validasi oleh Validator

No.	Aspek yang diamati	Nilai rata-rata validasi	Kriteria
1	Konten	3,50	Sangat Valid
2	Konstruksi	3,56	Sangat Valid



No.	Aspek yang diamati	Nilai rata-rata validasi	Kriteria
3	Integrasi/Keterpaduan <i>Virtual Laboratory</i> dengan bahan ajar dan LKPD	3,33	Sangat Valid
<b>Nilai rata-rata kelayakan media</b>		3,46	Sangat Valid

Aspek konten terdiri atas kebenaran konsep, kesesuaian kurikulum dan kesesuaian pengguna, diperoleh nilai 3,50 dan tergolong ke dalam kriteria sangat valid. Aspek konstruksi terdiri atas kebahasaan dan tata letak/*layout*, diperoleh nilai 3,56, sehingga tergolong ke dalam kriteria sangat valid. Aspek integrasi/keterpaduan adalah keterpaduan antara *virtual laboratory* dengan bahan ajar dan LKPD secara keseluruhan. Pada aspek ini, diperoleh nilai 3,33, sehingga tergolong ke dalam kriteria sangat valid. Dengan demikian, diperoleh nilai rata-rata kelayakan media adalah sebesar 3,46 dengan kriteria sangat valid, sehingga dapat dinyatakan bahwa media yang sedang dikembangkan ini sudah sangat valid dari hal kelayakannya.

Selanjutnya adalah dari segi kepraktisan. Melalui uji kepraktisan, didapatkan hasil yang disajikan ke dalam Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Uji Kepraktisan oleh Responden

No.	Aspek yang diamati	Persentase (%)
1	Kemudahan penginstallan media pada gawai <i>android</i>	69
2	Kemudahan menemukan menu yang diinginkan	76
3	Kemudahan penggunaan tombol-tombol media	74
4	Kemudahan pengamatan gambar dan animasi pada media	86
5	Kemudahan membaca teks materi pada media	90
6	Kemudahan pengamatan animasi materi pada media	86
7	Kemudahan mengikuti langkah-langkah LKPD pada media	86
8	Kemudahan pelaksanaan praktikum virtual secara mandiri	64
9	Kemudahan pengamatan animasi praktikum virtual pada media	81
<b>Rata-rata</b>		79

Berdasarkan tabel tersebut, dapat dilihat bahwa setiap aspek kepraktisan tersebut memiliki kriteria "Praktis". Nilai rata-rata hasil uji kepraktisan media yaitu 79% dan termasuk ke kriteria "Praktis". Nilai persentase yang paling rendah terlihat pada aspek kemudahan pelaksanaan praktikum virtual secara mandiri yaitu sebesar 64%. Nilai tersebut akan digunakan sebagai acuan bagi pengembang untuk melakukan perbaikan/*upgrade* media, sehingga siswa dapat melaksanakan praktikum virtual secara mandiri lebih mudah. Dengan demikian, dapat dinyatakan bahwa media ini termasuk dalam kriteria praktis.

Setelah media dinyatakan valid dan praktis, media diterapkan pada pembelajaran fisika untuk sub bab penguraian vektor. Pembelajaran dilaksanakan secara daring melalui *Google Meet* selama 2 x 40 menit. Pembelajaran diawali dengan video fenomena penerapan vektor pada kehidupan sehari-hari untuk memancing perhatian siswa. Setelah itu, siswa diarahkan untuk menggunakan media *VirtumFi*. Selama menggunakan media *VirtumFi*, siswa mengeksplorasi setiap bagian dari

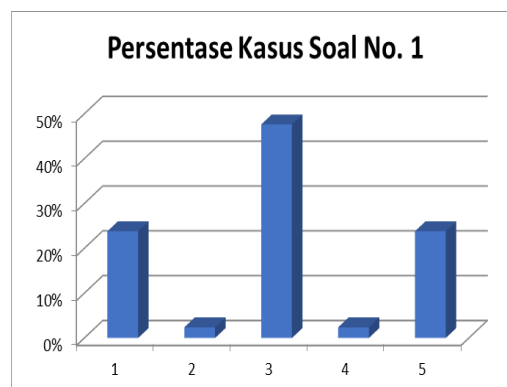


media dan menggunakannya untuk melakukan eksperimen pengukuran vektor pada fitur laboratorium virtual yang didukung oleh *oPhysics* dan *PhET*. Kegiatan eksperimen dilakukan secara berkelompok dengan dipandu oleh LKPD dan guru. Setelah kegiatan eksperimen, siswa diberikan kesempatan untuk berdiskusi dengan rekan sekelompoknya. Diskusi tersebut dilanjutkan hingga terjadi diskusi antar kelompok mengenai pengukuran vektor di dalam kelas yang dipandu oleh guru fisika. Setelah diskusi dilaksanakan, guru memberikan penguatan dan refleksi kepada siswa mengenai pengukuran vektor. Di akhir pembelajaran, siswa diarahkan untuk mengerjakan butir soal esai mengenai pengukuran vektor. Melalui butir soal ini, ketercapaian pembelajaran bisa ditentukan.

Butir soal yang disajikan berbentuk esai berjumlah 3 soal, di mana setiap soal mewakili indikator ketercapaian pembelajaran (IPK). Secara kuantitatif, hasil data dari butir soal no. 1 disajikan pada Tabel 6 dan Gambar 4.

Tabel 6. Hasil Kasus pada Butir Soal No. 1

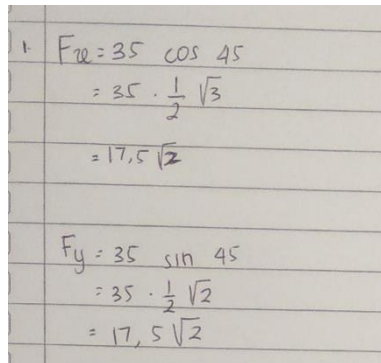
IPK: Menggambar proyeksi vektor pada sumbu x dan sumbu y dalam koordinat kartesius			
No. Kasus	Kasus	Jumlah siswa pada kasus terkait	Persentase siswa pada kasus terkait
1	Menggambar proyeksi. Persamaan benar, proses benar, perhitungan benar	10	24%
2	Menggambar proyeksi. Persamaan benar, proses benar, perhitungan salah	1	2%
3	Tidak menggambar proyeksi. Persamaan benar, proses benar, perhitungan benar	20	48%
4	Tidak menggambar proyeksi. Persamaan benar, proses salah, perhitungan benar	1	2%
5	Tidak menggambar proyeksi. Persamaan benar, proses salah, perhitungan salah	10	24%
Total		42	100%



Gambar 4. Diagram Batang Persentase Kasus pada Butir Soal No. 1

Berdasarkan Tabel 6 dan Gambar 4, didapatkan hanya 24% siswa yang menjawab tepat. Persentase terbanyak berada pada kasus “Tidak menggambar proyeksi.

Persamaan benar, proses benar, perhitungan benar". Keadaan ini didukung oleh sampel jawaban siswa pada no. 1 pada Gambar 5.



$$\begin{aligned}
 F_x &= 35 \cos 45 \\
 &= 35 \cdot \frac{1}{2} \sqrt{2} \\
 &= 17,5 \sqrt{2} \\
 \\ 
 F_y &= 35 \sin 45 \\
 &= 35 \cdot \frac{1}{2} \sqrt{2} \\
 &= 17,5 \sqrt{2}
 \end{aligned}$$

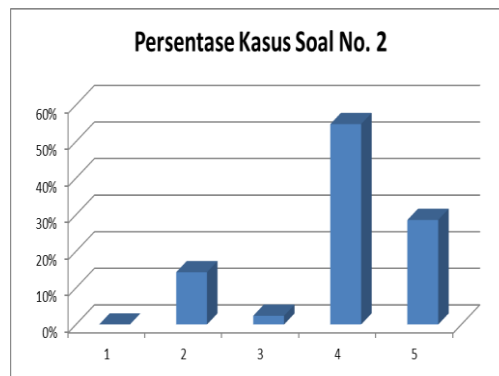
Gambar 5. Sampel Jawaban Siswa A pada No. 1  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Pada Gambar 5, siswa A menjawab soal no. 1 hanya secara matematis, padahal inti perintah dari soal no. 1 adalah menggambar proyeksi vektor. Jawaban yang serupa juga dialami oleh 19 siswa lainnya. Melalui jawaban ini, dapat dipahami bahwa mayoritas siswa sudah sangat baik dalam pengerjaan soal matematis. Namun, kecenderungan siswa untuk menjawab soal fisika secara matematis tanpa mendalami redaksi soal bukanlah poin penting dari mempelajari fisika. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang menyebutkan bahwa pembelajaran fisika di kelas cenderung matematis tanpa mendalami makna fisisnya [31]–[33]. Berdasarkan hasil ini, siswa dianggap masih belum memiliki literasi yang baik dan belum memahami makna dari menggambar proyeksi soal.

Secara kuantitatif, hasil data dari butir soal no. 2 disajikan pada Tabel 7 dan Gambar 5.

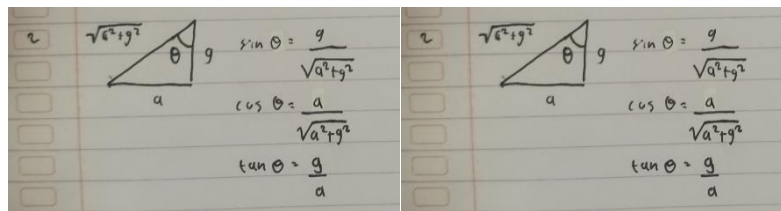
Tabel 7. Hasil Kasus pada Butir Soal No. 2

IPK: Mengidentifikasi sisi depan, samping dan miring dari sudut yang diapit oleh suatu vektor dengan suatu sumbu pada koordinat kartesius beserta hubungan antar sisinya			
No. Kasus	Kasus	Jumlah siswa pada kasus terkait	Persentase siswa pada kasus terkait
1	Menyebutkan sisi. Sin benar, Cos benar, Tan benar.	0	0%
2	Tidak menyebutkan sisi. Sin benar, Cos benar, Tan benar.	6	14%
3	Tidak menyebutkan sisi. Sin salah, Cos benar, Tan benar.	1	2%
4	Tidak menyebutkan sisi. Sin benar, Cos benar, Tan salah.	23	55%
5	Tidak menyebutkan sisi. Sin salah, Cos benar, Tan salah.	12	29%
Total		42	100%



Gambar 6. Diagram Batang Persentase Kasus pada Butir Soal No. 2

Berdasarkan Tabel 7 dan Gambar 5, tidak ada satupun siswa yang menjawab tepat. Persentase terbanyak berada pada kasus “Tidak menyebutkan sisi. Sin benar, Cos benar, Tan salah”. Keadaan ini didukung oleh sampel jawaban siswa pada no. 2 pada Gambar 7.



Gambar 7. Sampel Jawaban Siswa B pada No. 2

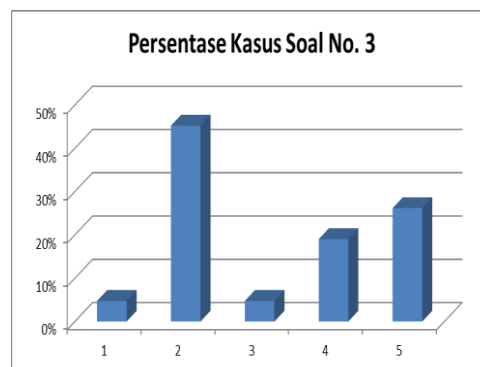
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Pada Gambar 7, siswa B menjawab soal no. 2 hanya menjawab hubungan antar sisi tanpa menyebutkan sisi-sisi bidangnya terlebih dahulu. Jawaban yang serupa juga disampaikan oleh 22 siswa lainnya. Penyebutan sisi-sisi bidang merupakan langkah awal siswa dalam menentukan hubungan antar sisi melalui trigonometri. Pada umumnya, ketika siswa dapat menyatakan hubungan antar sisi melalui trigonometri, maka siswa juga sudah mengerti sisi mana yang bagian depan, samping dan miring. Namun pada kasus khusus, siswa bisa saja menyebutkan hubungan antar sisi tanpa memahami posisi dari setiap sisi terhadap sudut apit vektor dengan sumbu tertentu. Siswa cenderung menghafal trigonometri. Hal ini terbukti oleh jawaban  $\tan \theta$  yang mayoritas salah. Siswa mayoritas menjawab  $\tan \theta = \frac{g}{a}$ , di mana jawaban ini adalah benar ketika sudut apit berada di antara vektor dan sumbu  $x$ . Guru di sekolah cenderung memberikan sudut apit terletak di antara vektor dan sumbu  $x$ , sehingga siswa lebih banyak menghafal trigonometri daripada menganalisis hubungan antar sisi. Dengan demikian, hal ini menguatkan anggapan bahwa siswa memiliki literasi yang rendah. Selain itu, siswa juga masih cenderung menghafal konsep trigonometri. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya [34].

Secara kuantitatif, hasil data dari butir soal no. 3 disajikan pada Tabel 8 dan Gambar 8.

Tabel 8. Hasil Kasus pada Butir Soal No. 3

IPK: Menerapkan trigonometri untuk memproyeksi vektor dalam kehidupan sehari-hari			
No. Kasus	Kasus	Jumlah siswa pada kasus terkait	Persentase siswa pada kasus terkait
1	Menghitung proyeksi ke 2 sumbu arah mata angin. Semua persamaan benar, proses benar. Arah rute beserta panjangnya disebutkan	2	5%
2	Menghitung proyeksi ke 2 sumbu arah mata angin. Semua persamaan benar, proses benar. Arah rute beserta panjangnya tidak disebutkan	19	45%
3	Menghitung proyeksi ke 2 sumbu arah mata angin. Semua persamaan benar, proses salah. Arah rute beserta panjangnya tidak disebutkan	2	5%
4	Menghitung proyeksi ke 1 sumbu arah mata angin. Persamaan benar, proses benar. Arah rute beserta panjangnya tidak disebutkan	8	19%
5	Menghitung proyeksi ke 1 sumbu arah mata angin. Persamaan benar, proses salah. Arah rute beserta panjangnya tidak disebutkan	11	26%
Total		42	100%



Gambar 8. Diagram Batang Persentase Kasus pada Butir Soal No. 3

Berdasarkan Tabel 8 dan Gambar 8, hanya 5% siswa yang menjawab dengan tepat. Persentase terbanyak berada pada kasus “Menghitung proyeksi ke 2 sumbu arah mata angin. Semua persamaan benar, proses benar. Arah rute beserta panjangnya tidak disebutkan”. Keadaan ini didukung oleh sampel jawaban siswa pada no. 3 pada Gambar 9.

The image shows a handwritten student solution on lined paper. On the left, a vector diagram is drawn on a Cartesian coordinate system. A vector labeled '900 Nm' is drawn in the second quadrant, making a 45-degree angle with the negative x-axis. Its horizontal component is labeled 'Fx' and its vertical component is labeled 'Fy'. To the right of the diagram, the following calculations are written:

$$F_x = 900 \cos 45$$

$$= 450 \sqrt{2}$$

$$F_y = 900 \sin 45$$

$$= 500 (\frac{1}{2} \sqrt{2})$$

$$= 450 \sqrt{2}$$

Gambar 9. Sampel Jawaban Siswa C pada No. 3  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Pada Gambar 9, siswa C menjawab soal no. 3 hanya menjawab nilai proyeksi dari rute tercepat yang ditanyakan. Jawaban yang serupa juga disampaikan oleh 18 siswa lainnya. Serupa dengan jawaban no. 1, siswa cenderung menjawab soal secara matematis tanpa mendalami makna dari soal tersebut. Selain itu, siswa juga kurang mampu menjelaskan makna dari angka-angka hasil proyeksi tersebut. Hal ini terbukti dari jawaban siswa yang hanya berhenti pada perhitungan matematis tanpa adanya penjelasan lebih lanjut. Jawaban ini kurang sesuai dengan yang diinginkan oleh soal, di mana siswa diminta untuk menjelaskan rute tercepat dari suatu titik ke titik yang lain. Hasil ini menguatkan anggapan sebelumnya yang menyatakan bahwa siswa cenderung untuk menjawab permasalahan fisika secara matematis tanpa memahami makna dari angka tersebut secara fisis. Hasil ketiga soal ini semakin menguatkan pernyataan bahwa siswa SMA masih memiliki kemampuan literasi yang rendah. Pernyataan ini sesuai dengan penelitian terdahulu [35]–[37].

Rendahnya hasil capaian pembelajaran tersebut tidak terlepas dari VirtumFi sebagai media pembelajaran yang mendampingi siswa mengkonstruksi pemahamannya. Untuk mengetahui kelemahan dari media pembelajaran ini, dilakukan uji kebermanfaatan media kepada 42 siswa tersebut. Salah satu tujuan dari uji kebermanfaatan media tersebut adalah untuk mengetahui tersedia atau tidaknya konten menurut siswa serta paham atau tidaknya siswa mengenai konsep atau prinsip yang akan digunakan dalam menjawab butir soal esai. Ketersediaan konten mengenai prinsip butir soal esai no. 1 dan tingkat kephahaman siswa pada konten tersebut disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji Kebermanfaatan terkait IPK No. 1

No	Pernyataan	Persentase Setuju
1	Media menyediakan definisi proyeksi (penguraian) vektor	83,3 %
2	Melalui konten media tersebut, saya memahami definisi proyeksi (penguraian) vektor	54,8 %
3	Media menyediakan langkah-langkah menggambar proyeksi (penguraian) vektor pada sumbu x	73,8 %
4	Melalui konten media tersebut, saya memahami langkah-langkah menggambar proyeksi (penguraian) vektor pada sumbu x	47,6 %

No	Pernyataan	Persentase Setuju
5	Media menyediakan langkah-langkah menggambar proyeksi (penguraian) vektor pada sumbu y	81,0 %
6	Melalui konten media tersebut, saya memahami langkah-langkah menggambar proyeksi (penguraian) vektor pada sumbu y	57,1 %

Melalui hasil ini, dapat diketahui bahwa mayoritas siswa telah setuju dengan ketersediaan konten untuk IPK No. 1 pada VirtumFi. Namun, persentase siswa yang memahami konten menggambar proyeksi vektor tersebut masih kurang. Hasil ini sesuai dengan hasil butir soal esai no. 1 yang telah dibahas sebelumnya.

Ketersediaan konten mengenai prinsip butir soal esai no. 2 dan tingkat kephahaman siswa pada konten tersebut disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji Kebermaknaan terkait IPK No. 2

No.	Pernyataan	Persentase Setuju
1	Media menyediakan konten mengenai sisi <b>depan</b> dari sudut apit antara suatu vektor dengan suatu sumbu	76,2 %
2	Melalui konten media tersebut, saya memahami sisi <b>depan</b> dari sudut apit antara suatu vektor dengan suatu sumbu	42,9 %
3	Media menyediakan konten mengenai sisi <b>samping</b> dari sudut apit antara suatu vektor dengan suatu sumbu	71,4 %
4	Melalui konten media tersebut, saya memahami sisi <b>samping</b> dari sudut apit antara suatu vektor dengan suatu sumbu	42,9 %
5	Media menyediakan konten mengenai sisi <b>miring</b> dari sudut apit antara suatu vektor dengan suatu sumbu	76,2 %
6	Melalui konten media tersebut, saya memahami sisi <b>miring</b> dari sudut apit antara suatu vektor dengan suatu sumbu	40,5 %
7	Media menyediakan konten mengenai <b>sinus</b> dari sudut apit antara suatu vektor dengan suatu sumbu	81,0 %
8	Melalui konten media tersebut, saya memahami <b>sinus</b> dari sudut apit antara suatu vektor dengan suatu sumbu	35,7 %
9	Media menyediakan konten mengenai <b>cosinus</b> dari sudut apit antara suatu vektor dengan suatu sumbu	66,7 %
10	Melalui konten media tersebut, saya memahami <b>cosinus</b> dari sudut apit antara suatu vektor dengan suatu sumbu	38,1 %
11	Media menyediakan konten mengenai <b>tangen</b> dari sudut apit antara suatu vektor dengan suatu sumbu	66,7 %
12	Melalui konten media tersebut, saya memahami <b>tangen</b> dari sudut apit antara suatu vektor dengan suatu sumbu	28,6 %

Melalui hasil ini, dapat diketahui bahwa mayoritas siswa telah setuju dengan ketersediaan konten untuk IPK No. 2 pada VirtumFi, kecuali pada konten cosinus dan tangen. Mengenai konten cosinus dan tangen, persentase siswa yang menyatakan ketersediaannya masih kurang dari 70%. Hal ini dapat dianggap bahwa konten cosinus dan tangen dari media VirtumFi masih kurang meresap kepada diri siswa. Hal ini sesuai dengan hasil butir soal esai no. 2 yang menyatakan bahwa mayoritas

siswa masih salah dalam menjawab persoalan mengenai tangen. Hasil soal esai tersebut diperkuat oleh data pada Tabel 10 yang menyajikan persentase terendah pada memahami tangen sudut apit.

Ketersediaan konten mengenai prinsip butir soal esai no. 3 dan tingkat kepahaman siswa pada konten tersebut disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Uji Kebermaknaan terkait IPK No. 3

No.	Pernyataan	Persentase Setuju
1	Media menyediakan konten penerapan proyeksi (penguraian) vektor pada penunjukan rute dari satu lokasi ke lokasi tujuan tertentu	85,7 %
2	Melalui konten media tersebut, saya memahami cara menerapkan proyeksi (penguraian) vektor pada penunjukan rute dari satu lokasi ke lokasi tujuan tertentu	57,1 %
3	Media menyediakan konten berupa pemaparan rute tercepat sesuai arah mata angin pada suatu kasus tertentu	78,6 %
4	Melalui konten media tersebut, saya bisa memahami cara memaparkan rute tercepat sesuai arah mata angin pada suatu kasus tertentu	42,9 %

Hasil ini mirip dengan uji kebermaknaan yang berhubungan dengan IPK no. 1. Berdasarkan Tabel 11, dapat diketahui bahwa mayoritas siswa telah setuju dengan ketersediaan konten untuk IPK No. 2 pada VirtumFi. Namun, persentase siswa yang memahami konten cara menerapkan dan menjelaskan rute tercepat berdasarkan vektor masih sangat-sangat kurang. Hasil ini sesuai dengan hasil butir soal esai no. 3 yang telah dibahas sebelumnya.

Melalui hasil uji kebermaknaan secara kuantitatif, dapat dipahami bahwa setiap konten sebenarnya sudah termasuk ke dalam media. Namun, kurangnya pemahaman siswa mengenai konten ini memberikan makna bahwa VirtumFi belum bersifat komunikatif kepada siswa. Hal ini didukung oleh kesulitan siswa dalam memahami VirtumFi. Data kesulitan siswa diolah dan diperoleh poin-poin penting seperti pada Tabel 12.

Tabel 12. Kesulitan Siswa dalam Menggunakan VirtumFi

No.	Kesulitan siswa
1	Kurang paham dengan penggunaan aplikasinya, sehingga hanya konten praktikum yang bisa di akses
2	Kurang paham materi berhitung apabila tidak dijelaskan secara langsung
3	Kurang paham materi apabila tidak terdapat video pada konten tersebut
4	Kurang dapat memahami sendiri apabila tidak ada video latihan soal
5	Tampilan kurang menarik

Berdasarkan Tabel 12, siswa mengalami empat poin kesulitan. Beberapa siswa masih belum bisa meraih konten materi karena kurang jelasnya petunjuk yang diberikan oleh media kepada siswa. Maka dari itu, beberapa siswa masih belum bisa memanfaatkan media VirtumFi untuk pembelajaran fisika. Hal ini dapat diantisipasi oleh penampilan petunjuk media pada tampilan awal sebelum media digunakan,

sehingga apabila tidak terdapat ahli media yang mendampingi, setiap pengguna masih dapat membaca dan memahami langkah-langkah yang harus dilalui untuk bisa mengakses konten materi di VirtumFi. Selain itu, konten materi yang kurang komunikatif disebabkan oleh tidak tersedianya video materi dan latihan soal terkait penguraian vektor pada media. Maka dari itu, terdapat dua tindakan yang bisa dilakukan kepada VirtumFi, yakni 1) melakukan perbaikan tata penyampaian bahasa dari materi, sehingga pengguna merasa media tersebut berinteraksi dengan dirinya, dan 2) melakukan pemasukan video materi dan latihan soal terkait cara menggambar vektor, menghubungkan sisi melalui trigonometri dan menerapkan proyeksi vektor untuk mencari rute tercepat. Tampilan yang kurang menarik juga dapat menjadi dasar ketidakpahaman siswa mengenai materi. Kemenarikan media akan mempengaruhi semangat dan motivasi siswa dalam belajar [15], [38]. Dengan demikian, perlu adanya perbaikan dari segi kemenarikan tampilan media, baik itu warna, tata letak dan fitur animasi. Melalui empat perbaikan tersebut, diharapkan VirtumFi dapat dikembangkan lebih baik lagi kedepannya, sehingga VirtumFi dapat lebih bermakna untuk digunakan dalam pembelajaran fisika sub bab penguraian vektor.

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan yaitu telah berhasil dikembangkan suatu media pembelajaran yang diberi nama media pembelajaran VirtumFi pada sub bab penguraian vektor untuk siswa SMA kelas X. Melalui hasil analisis data penelitian, dinyatakan bahwa media VirtumFi berkriteria valid dengan nilai rata-rata 3,46 dan praktis dengan nilai rata-rata persentase sebesar 79%.

Namun demikian, media VirtumFi belum terbukti bermakna untuk diterapkan dalam pembelajaran fisika. Setelah menggunakan VirtumFi, siswa terlihat masih belum dikatakan mencapai tujuan pembelajaran. Maka dari itu, masih dibutuhkan banyak perbaikan dari segi konten dan tampilan media.

Berdasarkan kekurangan tersebut, diharapkan ada pengembangan lebih lanjut baik dari pengembang media VirtumFi sendiri maupun dari pengembang lainnya untuk mengatasi kekurangan-kekurangan yang ada pada VirtumFi: Vektor. Harapan untuk kedepannya, media yang dihasilkan kemudian adalah media pembelajaran yang layak, praktis dan bermakna, sehingga media tersebut dapat mendukung pembelajaran siswa pada mata pelajaran fisika sub bab penguraian vektor untuk memperoleh hasil belajar yang optimal.

### **Ucapan Terima Kasih**

Ucapan terima kasih kami tujukan kepada Dr. Dadi Rusdiana, M.Si, dosen pembimbing kami dalam mata kuliah Inovasi Media Pembelajaran Fisika UPI Bandung atas saran dan motivasinya, beserta seluruh jajaran staf pengurus Jurnal Pendidikan Fisika Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar atas kesempatannya kepada penulis untuk mengisi jurnal terbitannya edisi ini.



## Referensi

- [1] R. D. Knight, "The vector knowledge of beginning physics students," *Phys. Teach.*, vol. 33, no. 2, pp. 74–77, 1995, doi: 10.1119/1.2344143.
- [2] R. A. Serway and J. W. Jewett, *Physics for Scientist and Engineers with Modern Physics, Ninth Edition*. Boston: Thomson Brooks/ Cole, 2014.
- [3] J. D. Cutnell and K. W. Johnson, *Physics, 9th Edition*. Danvers: John Wiley & Sons, Inc., 2012.
- [4] D. Halliday, R. Resnick, and J. Walker, *Fundamentals of Physics, Tenth Edition*. Danvers: John Wiley & Sons, Inc., 2014.
- [5] Y. Yuwarti, M. Pasaribu, and A. Hatibe, "Analisis Pemahaman Konsep Vektor pada Siswa SMA Negeri 5 Palu," *JPFT (Jurnal Pendidik. Fis. Tadulako Online)*, vol. 5, no. 3, p. 12, 2017, doi: 10.22487/jj25805924.2017.v5.i3.8865.
- [6] A. Appova and T. Berezovski, "Commonly Identified Students' Misconceptions About Vectors and Vector Operations," *Proc. 16Th Annu. Conf. Res. Undergrad. Math. Educ.*, no. January, pp. 8–16, 2013.
- [7] J. Van Deventer and M. C. Wittmann, "Comparing student use of mathematical and physical vector representations," *AIP Conf. Proc.*, vol. 951, no. November 2007, pp. 208–211, 2007, doi: 10.1063/1.2820935.
- [8] S. A. Ariana, J. Mansyur, and Supriyatman, "Analisis Pemahaman Konsep Siswa Kelas XII SMA Negeri 6 Palu tentang Vektor," *J. Kreat. Online*, vol. 8, no. 1, pp. 55–65, 2020.
- [9] B. R. A. Latifa, E. Purwaningsih, and S. Sutopo, "Identification of students' difficulties in understanding of vector concepts using test of understanding of vector," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2098, no. 1, p. 012018, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2098/1/012018.
- [10] G. Zavala and P. Barniol, "Students' understanding of the concepts of vector components and vector products," *AIP Conf. Proc.*, vol. 1289, no. October 2019, pp. 341–344, 2010, doi: 10.1063/1.3515240.
- [11] F. Mabrurroh, "Studi Penguasaan Konsep Vektor dalam Penyelesaian Berbagai Persoalan Fisika pada Perkuliahan Fisika Dasar Faizatul Mabrurroh," *J. Ilmu Fis. dan Pembelajarannya*, vol. 1, no. 2, pp. 42–54, 2018.
- [12] M. I. Kusumah, Sutisna, and D. Septian, "Pengaruh Metode Pembelajaran Tutor Sebaya ( Peer Teaching ) Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Fisika Pokok," *J. Pendidik. Fis. dan Sains*, vol. 1, no. 1, pp. 33–39, 2018.
- [13] M. Andani, "E-Modul Fisika Dasar I Berbasis 3D Pageflip Professional," *Schrodinger J. Phys. Educ.*, vol. 1, no. 2, pp. 44–47, 2020, doi: 10.37251/sjpe.v1i2.79.
- [14] W. P. Sari, E. Suyanto, and W. Suana, "Analisis Pemahaman Konsep Vektor pada Siswa Sekolah Menengah Atas," *J. Ilm. Pendidik. Fis. Al-Biruni*, vol. 6, no. 2, pp. 159–168, 2017.
- [15] D. Oktafiani, L. Nulhakim, and T. P. Alamsyah, "Pengembangan media pembelajaran IPA berbasis multimedia interaktif menggunakan Adobe Flash pada Kelas IV," *Mimb. PGSD Undiksha*, vol. 8, no. 3, pp. 527–540, 2020.
- [16] Syaifullah, Suharto, and Y. Suryanti, "Hubungan Pemahaman Konsep

- Trigonometri dengan Hasil Belajar Fisika pada Materi Vektor," *Pros. Semin. Nas. Pendidik. STKIP Kusuma Negara II*, pp. 381–387, 2020.
- [17] Yedi, Edy, and Haratua, "Remediasi Kesalahan Belajar Siswa Tentang Vektor Dengan Pemberian Booklet Disertai Umpan Balik Kelas X," *J. Pendidik. dan Pembelajaran Khatulistiwa*, vol. 3, no. 7, pp. 1–11, 2014.
- [18] M. Taufiq, F. Fatimah, and N. Zahara, "Analisis Ketuntasan Belajar Siswa Kelas X IPA 3 SMA Negeri 2 Peusangan melalui Model Discovery Learning pada Materi Vektor," *J. Pendidik. Almuslim*, vol. 8, no. 1, 2020.
- [19] A. Nurfaida, E. Lilawati, S. Prihatiningtyas, and P. P. Fisika, "Implementasi Model Pembelajaran Tipe Stad ( Student Teams Achievement Division ) Pada Materi Vektor Untuk Meningkatkan Hasil," vol. 06, no. 01, pp. 53–58, 2020.
- [20] D. Handayani and D. V. Rahayu, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Android Menggunakan Ispring Dan Apk Builder Untuk Pembelajaran Matematika Kelas X Materi Proyeksi Vektor," *Mathline J. Mat. dan Pendidik. Mat.*, vol. 5, no. 1, pp. 12–25, 2020.
- [21] N. W. S. Putri, I. W. G. Wardika, A. P. S. Kencana, and I. B. G. W. Adnyana, "Development of Interactive Learning Media for Vector Material Based on Animation Videos," *Paedagoria J. Kajian, Penelit. Dan Pengemb. Kependidikan*, vol. 12, no. 1, pp. 1–7, 2021.
- [22] S. Livingstone, "Critical reflections on the benefits of ICT in education," *Oxford Rev. Educ.*, vol. 38, no. 1, pp. 9–24, 2012, doi: 10.1080/03054985.2011.577938.
- [23] Ubaid, *Media Pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media, 2010.
- [24] M. Bajpai and A. Kumar, "Effect of Virtual Laboratory on Students' Conceptual Achievement in Physics," *Int. J. Curr. Res.*, vol. 7, no. 2, pp. 12808–12813, 2015.
- [25] G. Aşıksoy and D. Islek, "The impact of the virtual laboratory on students' attitudes in a general physics laboratory," *Int. J. Online Eng.*, vol. 13, no. 4, pp. 20–28, 2017, doi: 10.3991/ijoe.v13i04.6811.
- [26] A. Haniif, L. Martanto, and H. Adiando, "Aplikasi Kegiatan Untuk Seminar Dan Workshop Berbasis Android," vol. 4, no. 3, pp. 21–33, 2019.
- [27] Nurdiansah and A. Ibrahim, "Perancangan Aplikasi Doa Dan Wirid Harian Muslim Berbasis Android," *Pros. Semin. Ilm. Sist. Inf. Dan Teknol. Inf.*, vol. VIII, no. 2, pp. 91–100, 2019.
- [28] O. I. Handarini and S. S. Wulandari, "Pembelajaran Daring Sebagai Upaya Study From Home (SFH)," *J. Pendidik. Adm. Perkantoran*, vol. 8, no. 3, pp. 465–503, 2020.
- [29] T. A. P. Dewi and A. Sadjiarto, "Pelaksanaan Pembelajaran Daring Pada Masa Pandemi Covid-19," *J. Basicedu*, vol. 5, no. 4, pp. 1909–1917, 2021, doi: 10.31004/basicedu.v5i4.1094.
- [30] S. Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2013.
- [31] G. B. Samudra, I. W. Suastra, and K. Suma, "Permasalahan-Permasalahan Yang Dihadapi Siswa SMA Di Kota Singaraja Dalam Mempelajari Fisika," *J. Pendidik. IPA*, vol. 4, no. 1, 2014.
- [32] Aminudin, "Representation Consistency and Consistency Scientific Profile of Pengembangan Media Pembelajaran..."

- Motion," *WePFI Pendidik. Fis.*, vol. 1, no. 3, p. 1, 2013.
- [33] F. Fathiah and I. Kaniawati, "Analisis Didaktik Pembelajaran yang Dapat Meningkatkan Korelasi antara Pemahaman Konsep dan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMA pada Materi Fluida Dinamis," *J. Penelit. Pengemb. Pendidik. Fis.*, vol. 01, no. 1, pp. 111–118, 2015, doi: 10.21009/1.01116.
- [34] A. A. Ningsih, C. Utami, and R. Wahyuni, "Analisis Kemampuan Koneksi Matematis Siswa Pada Materi Trigonometri," *J. Educ. Rev. Res.*, vol. 3, no. 1, p. 6, 2020, doi: 10.26737/jerr.v3i1.2015.
- [35] Z. S. Pamungkas, N. S. Aminah, and F. Nurosyid, "Students Critical Thinking Skill in Solving Scientific Literacy using a Metacognitive Test Based on Scientific Literacy," *J. Ilm. Pendidik. Fis. Al-Biruni*, vol. 7, no. 2, pp. 161–169, 2018, doi: 10.24042/jipfalbiruni.v7i2.2909.
- [36] Parno, L. Yuliati, and N. Munfaridah, "The profile of high school students' scientific literacy on fluid dynamics," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1013, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1013/1/012027.
- [37] L. Kurniawati, N. S. Aminah, and A. Marzuki, "Assessing scientific literacy on optics among high school students in Kudus," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1170, no. 1, pp. 1–6, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1170/1/012038.
- [38] M. K. Hakky, R. H. Wirasasmita, and M. Z. Uska, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android untuk Siswa Kelas X Pada Mata Pelajaran Sistem Operasi," *EDUMATIC J. Pendidik. Inform.*, vol. 2, no. 1, p. 24, 2018, doi: 10.29408/edumatic.v2i1.868.