

**Cindy Klovia Malau<sup>1</sup>**  
**Katrine Susita**  
**Naibaho<sup>2</sup>**  
**Sriyulina Sipahutar<sup>3</sup>**

# **MENINGKATKAN PEMAHAMAN MAHASISWA TENTANG EFEK FOTOLISTRIK DENGAN LKM BERBASIS SIMULASI VIRTUAL (PHET) DALAM MENENTUKAN PANJANG GELOMBANG**

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbasis simulasi virtual untuk membantu mahasiswa memahami konsep efek fotolistrik, khususnya dalam menentukan panjang gelombang cahaya. Metode penelitian menggunakan model pengembangan ADDIE (Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation). Subjek penelitian adalah mahasiswa Prodi Pendidikan Fisika Universitas Negeri Medan Angkatan 2021. Instrumen yang digunakan adalah lembar respon untuk mencakup aspek pemahaman, kemenarikan, dan kepraktisan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LKM berbasis simulasi virtual efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap efek fotolistrik.

**Kata Kunci:** Simulasi Virtual, Lembar Kerja Mahasiswa, Efek Fotolistrik, Pendidikan Fisika

## Abstract

This study aims to develop a virtual simulation-based Student Worksheet (LKM) to help students understand the concept of the photoelectric effect, especially in determining the wavelength of light. The research method uses the ADDIE (Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation) development model. The subjects of the study were students of the Physics Education Study Program, Medan State University, Class of 2021. The instrument used was a response sheet to cover aspects of understanding, interestingness, and practicality. The results of the study showed that virtual simulation-based LKM was effective in improving students' understanding of the photoelectric effect.

**Keywords:** Virtual Simulation, Student Worksheet, Photoelectric Effect, Physics Education

## PENDAHULUAN

Fisika kuantum adalah cabang fisika yang hadir untuk menjawab teori yang tidak bisa dijawab dengan persamaan fisika newton/fisika klasik. Efek fotolistrik merupakan fenomena penting dalam fisika modern yang menjelaskan hubungan antara energi foton dan panjang gelombang cahaya. Namun, konsep ini sering kali sulit dipahami oleh siswa karena sifatnya yang abstrak. Penggunaan simulasi virtual dalam pembelajaran memungkinkan siswa untuk memvisualisasikan dan mengeksplorasi fenomena ini secara interaktif.

Karena konsep fisika kuantum yang bersifat abstrak dan tidak terlihat, maka dibutuhkan metode yang tepat untuk memvisualisasikannya agar terhindar dari miskonsepsi. Sebagai cara yang tepat adalah dengan menggunakan pembelajaran fisika kuantum dengan laboratorium virtualAbad ke-21 membawa perubahan yang populer yaitu pesatnya perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) mengakibatkan perubahan paradigma pembelajaran yang ditandai dengan perubahan kurikulum, media, dan teknologi. Media pembelajaran yang baik menginterpretasikan konsep yang abstrak menjadi mudah dipahami. Melalui penelitian ini, peneliti dapat mengidentifikasi berbagai kesulitan yang dihadapi mahasiswa dalam memahami materi efek fotolistrik, yang sering kali dianggap abstrak dan sulit dipahami. Kesulitan ini dapat memengaruhi pemahaman konsep dan penerapan teori dalam konteks nyata. Oleh karena itu,

<sup>1,2,3</sup>Pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Medan  
email: cindycloviamalau@gmail.com , katrinnaibaho19@gmail.com, sriyulinasipahutar@gmail.com

diperlukan adanya inovasi, seperti penggunaan laboratorium virtual, yang dirancang untuk membantu mahasiswa memvisualisasikan konsep-konsep abstrak tersebut secara lebih jelas.

PhET simulation (Physical Education Technology) adalah simulasi Internet interaktif menggunakan bahasa pemrograman Java dan Flash, yang dikembangkan oleh tim dari University of Colorado, AS. PhET simulation” pengembangan simulasi interaktif yang berguna untuk mengintegrasikan teknologi komputer diterapkan ke pembelajaran. Ada lebih dari 50 simulasi berdasarkan penelitian sebelumnya yang mencakup banyak topik dalam fisika, kimia, dan bahkan matematika. PhET Simulation adalah situs web yang menyediakan simulasi-simulasi pembelajaran IPA yang dapat dimainkan secara online dan diunduh secara gratis untuk keperluan mengajar atau di kelas keperluan pembelajaran pribadi. PhET Simulation membantu merangsang siswa memahami konsep mata pelajaran IPA (biologi, kimia, dan fisika), serta dapat memperbaiki konsepsi siswa yang salah atau mengurangi miskonsepsi. Simulasi ini memudahkan siswa dalam mengeksplorasi konsep fisika tanpa harus melakukan eksperimen laboratorium. Melalui PhET diharapkan siswa akan memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang materi yang diajarkan. PhET simulation juga dapat meningkatkan aktifitas dan hasil belajar karena dapat menyajikan simulasi serta digunakan untuk penunjang percobaan secara virtual. Penggunaan PhET memberikan hasil belajar yang lebih tinggi dibandingkan dengan media lainnya, seperti media powerpoint. Hasil yang diperoleh ketika menggunakan media PhET simulation adalah hasil belajar untuk menilai aspek kognitif siswa. Hasil belajar dari penelitian ini dapat dilihat dari nilai post-test feedback kepada siswa.

Laboratorium virtual ini diharapkan dapat menjadi solusi efektif dalam mendukung pembelajaran, memperkaya pengalaman belajar, dan meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap materi efek fotolistrik secara mendalam dan interaktif. Dengan memadukan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbasis simulasi virtual, maka pembelajaran akan membantu mahasiswa. Selain itu, Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbasis simulasi virtual menyediakan panduan terstruktur untuk membantu mahasiswa mengeksplorasi efek fotolistrik secara sistematis, sekaligus mendorong mereka untuk menganalisis dan memformulasikan pemahaman sendiri terhadap fenomena tersebut. Sehingga Penelitian ini bertujuan untuk Mengembangkan LKM berbasis simulasi virtual yang dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran efek fotolistrik dan Mengevaluasi efektivitas LKM berbasis simulasi virtual dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang hubungan panjang gelombang dan energi foton pada efek fotolistrik.

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif, bertujuan untuk menganalisis kesulitan siswa dalam memahami konsep efek fotolistrik. Data diperoleh melalui kuesioner berbasis Google Form yang berisi pertanyaan terbuka. Penelitian ini menggunakan metode ADDIE. Model ADDIE ini merupakan model pengembangan bahan ajar yang terdiri dari urutan langkah sistematis untuk menyelesaikan masalah pembelajaran yang berfokus pada sumber belajar sesuai kebutuhan dan karakteristik siswa. Model ADDIE terdiri dari lima tahap: Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation. (Widyastuti & Susiana, 2019).

Subjek penelitian ini adalah mahasiswa Prodi Pendidikan Fisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan Angkatan 2021. Instrumen pengguna berupa lembar respons terhadap produk pada aspek pemahaman, kemenarikan dan kepraktisan. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini yaitu instrumen respons oleh pengguna (mahasiswa).

Tabel 1. Metode ADDIE

No	Langkah-Langkah	Hal-hal yang akan dilakukan
1.	Analisis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisis masalah</li> <li>Identifikasi masalah</li> <li>Identifikasi Solusi</li> </ul>
2.	Desain	<ul style="list-style-type: none"> <li>Merancang pembelajaran</li> <li>Menyusun tujuan pembelajaran</li> </ul>
3.	Pengembangan	Merealisasikan kedalam bentuk media (Lembar Kerja Mahasiswa berbasis Laboratorium Virtual)

4.	Implementasi	Penerapan produk (Memberikan akses kepada mahasiswa untuk menggunakan dalam pembelajaran)
5.	Evaluasi	Evaluasi terhadap produk

Berikut adalah instrument penelitian yang digunakan berbasis pertanyaan wawancara kepada mahasiswa stambuk 2021:

The form is titled 'Analisis Kesulitan Materi Efek fotolistrik Pada Mahasiswa Stambuk 2021'. It includes a field for 'Email\*' and a note that the email must be valid. The form consists of six questions, each with a text input field for 'Teks jawaban panjang'. The questions are:

1. Apa yang anda ketahui tentang efek fotolistrik? \*
2. Apa bagian dari materi efek fotolistrik yang paling sulit anda pahami? \*
3. Apakah ada istilah atau konsep tertentu dalam efek fotolistrik yang membuat anda bingung? Jika ya, sebutkan beberapa di antaranya. \*
4. Bagaimana cara anda belajar mengenai efek kompton? Apakah anda merasa metode belajar tersebut efektif? \*
5. Seberapa sering anda merasa frustrasi saat belajar tentang efek fotolistrik? Apa yang biasanya membuat anda merasa demikian? \*

Gambar 1. Instrumen Wawancara melalui Google formulir

Pengumpulan data dilakukan dengan cara menyebarkan kuesioner kepada siswa melalui platform komunikasi berani, dan mereka diberi waktu satu minggu untuk mengisi kuesioner tersebut. Setelah pengumpulan data selesai, analisis dilakukan dengan menggunakan metode analisis tematik. Proses ini dimulai dengan reduksi data, yaitu memfilter jawaban yang relevan dengan tujuan penelitian. Selanjutnya, data dikumpulkan ke dalam tema-tema yang muncul, seperti kesulitan dalam memahami konsep, kendala bahasa, dan strategi belajar yang diterapkan oleh siswa. Hasil dari pengelompokan data ini kemudian digunakan untuk menarik kesimpulan tentang pola kesulitan yang dialami siswa dalam memahami materi efek fotolistrik serta pendekatan yang mereka gunakan dalam proses belajar. Etika penelitian dijaga dengan memastikan kerahasiaan identitas responden, dan data yang dikumpulkan hanya digunakan untuk tujuan penelitian. Sebelum mengisi kuesioner, mahasiswa diminta untuk memberikan persetujuan melalui informed consent untuk menjaga integritas dan keabsahan data yang dikumpulkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh penggunaan simulasi PhET yang diintegrasikan ke dalam Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbasis virtual serta evaluasi berbasis digital terhadap pemahaman konsep efek fotolistrik. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan model pengembangan ADDIE (Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation).

Sampel penelitian terdiri dari lima mahasiswa Prodi Pendidikan Fisika Universitas Negeri Medan Angkatan 2021. Proses pengumpulan data pemahaman konsep dikumpulkan melalui tes yang disesuaikan dengan langkah-langkah dalam LKM, sementara data minat belajar diperoleh melalui angket respons mahasiswa terhadap efektivitas, kemenarikan, dan kepraktisan pembelajaran berbasis simulasi ini.

### Analisis :

Hasil pengumpulan data dari kuesioner yang diisi oleh mahasiswa menunjukkan berbagai kesulitan dalam memahami konsep efek fotolistrik, khususnya terkait pergeseran panjang gelombang (Compton Wavelength Shift) dan aspek fisik dari tumbukan antara foton dan elektron. Berikut adalah kesulitan yang dialami oleh mahasiswa Angkatan 21 :

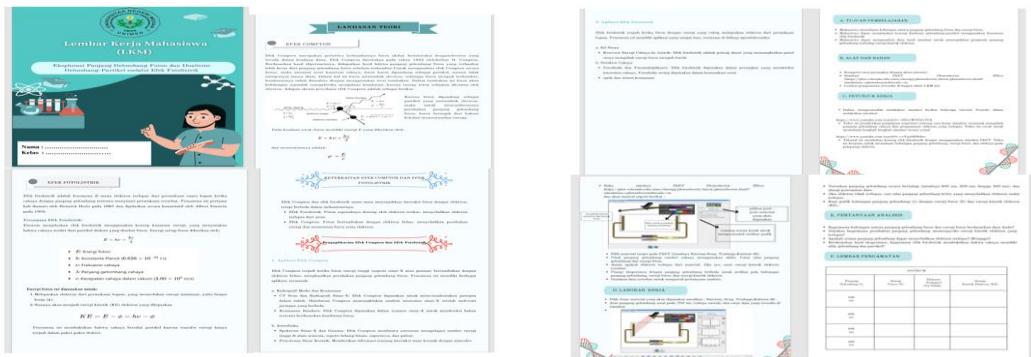
1. Pergeseran Panjang Gelombang (Compton Wavelength Shift)  
Sebagian besar responden menyebutkan istilah ini sebagai salah satu bagian yang sulit dipahami. Mahasiswa belum sepenuhnya memahami hubungan antara panjang gelombang foton yang datang, panjang gelombang foton yang terhambur, dan sudut hamburan.
2. Salah satu responden menyatakan kebingungan terkait mekanisme di mana elektron yang terhambur mendapatkan energi kinetik dari tumbukan dengan foton. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan pemahaman antara visualisasi matematis dan interpretasi fisik dari fenomena efek fotolistrik.
3. Beberapa mahasiswa mengalami kesulitan dalam membedakan konsep pergeseran panjang gelombang akibat hamburan Compton dengan konsep lainnya dalam fisika kuantum, seperti efek fotolistrik secara umum.

#### Desain :

Kesulitan yang diidentifikasi dari kuesioner menunjukkan bahwa mahasiswa memerlukan pendekatan pembelajaran yang lebih interaktif dan kontekstual untuk memahami konsep pergeseran panjang gelombang.

#### Development :

Untuk mengatasi kesulitan yang dihadapi mahasiswa dalam memahami efek fotolistrik, terutama pada pergeseran panjang gelombang (Compton Shift), maka dikembangkan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbasis Laboratorium Virtual. LKM ini dirancang untuk memandu mahasiswa melalui simulasi interaktif, memungkinkan mereka mempelajari konsep secara visual dan eksperiential. Berikut adalah produk yang dihasilkan setelah melakukan tahap desain



Gambar 2. LKM yang dikembangkan

LKM dapat diakses melalui link berikut :

[https://www.canva.com/design/DAGSetJo3Oo/biyPXdMcQWJZjPjXmi2gEw/edit?utm\\_content=DAGSetJo3Oo&utm\\_campaign=designshare&utm\\_medium=link2&utm\\_source=sharebutton](https://www.canva.com/design/DAGSetJo3Oo/biyPXdMcQWJZjPjXmi2gEw/edit?utm_content=DAGSetJo3Oo&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton)

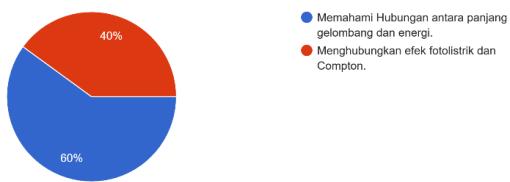
#### Implementation :

Setelah pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbasis laboratorium virtual selesai, tahap implementasi dilakukan untuk menguji efektivitas LKM dalam membantu mahasiswa memahami konsep efek fotolistrik, khususnya pada pergeseran panjang gelombang (Compton Shift). Implementasi dilakukan dengan melibatkan 5 mahasiswa Prodi Pendidikan Fisika Universitas Negeri Medan Angkatan 2021 sebagai partisipan.

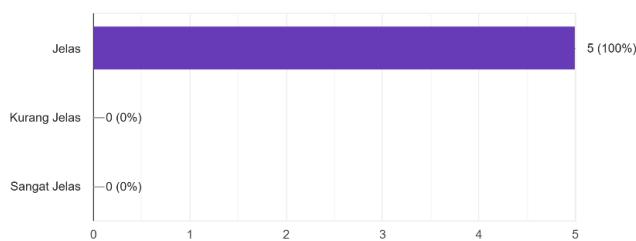
#### Evaluation :

Tahap evaluasi dilakukan setelah implementasi Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbasis laboratorium virtual kepada 5 mahasiswa. Tujuan evaluasi adalah untuk menilai efektivitas LKM dalam meningkatkan pemahaman konsep efek fotolistrik, khususnya pada pergeseran panjang gelombang (Compton Shift). Evaluasi dilakukan melalui analisis data kuantitatif dan kualitatif yang diperoleh dari beberapa instrumen.

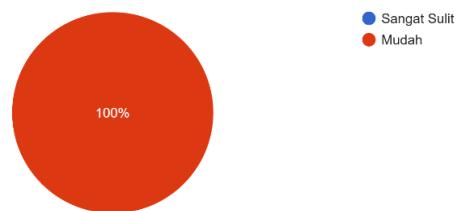
Sebelum menggunakan lembar kerja, apa kesulitan utama Anda dalam memahami perubahan panjang gelombang?  
5 jawaban



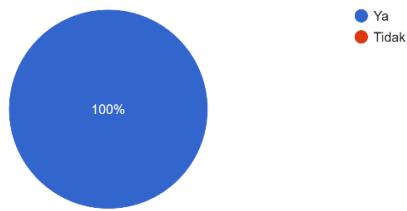
Seberapa jelas konsep teori pengantar efek fotolistrik yang dijelaskan dalam lembar kerja?  
5 jawaban



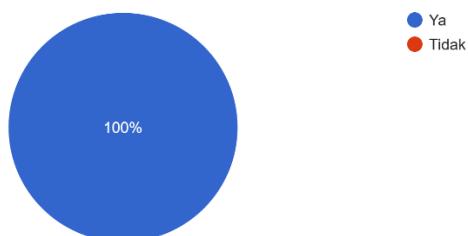
Seberapa mudah langkah-langkah dalam lembar kerja diikuti?  
5 jawaban



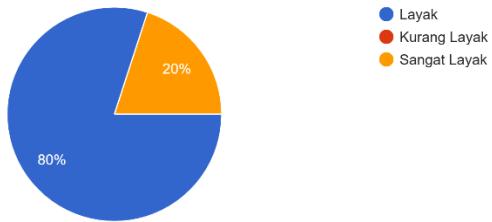
Apakah simulasi yang digunakan dalam lembar kerja relevan untuk memahami perubahan panjang gelombang?  
5 jawaban



Apakah lembar kerja mengurangi kesulitan yang anda alami?  
5 jawaban



Apakah simulasi virtual PhET dan LKM layak digunakan untuk mengatasi kesulitan yang dialami?  
5 jawaban



Berdasarkan hasil respons dari 5 mahasiswa yang terlibat dalam tahap implementasi, diperoleh temuan bahwa Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbasis simulasi virtual dinilai layak, mudah digunakan, dan efektif dalam membantu mahasiswa memahami konsep efek fotolistrik,. Berikut adalah paparan hasil evaluasi berdasarkan aspek-aspek yang dinilai:

Mayoritas responden menyatakan bahwa LKM ini memiliki desain yang baik, dengan panduan langkah-langkah yang jelas untuk melakukan simulasi menggunakan platform PhET. Mahasiswa merasa terbantu dengan struktur LKM yang terorganisasi, sehingga mereka dapat mengikuti alur pembelajaran dengan lebih mudah. Simulasi PhET yang digunakan dalam Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) dapat membantu mahasiswa memvisualisasikan interaksi antara foton dan elektron, termasuk perubahan panjang gelombang foton yang terhambur. Dengan pengaturan parameter seperti sudut hamburan, mahasiswa dapat menghubungkan teori dengan visualisasi hasil simulasi, sehingga diharapkan dapat memperbaiki pemahaman mereka.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para mahasiswa program studi pendidikan fisika Universitas Negeri Medan yang mengambil mata kuliah fisika kuantum pada periode semester ganjil tahun akademik 2022/2023 dan dosen yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan artikel ini.

## SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbasis simulasi virtual untuk membantu mahasiswa memahami konsep efek fotolistrik, khususnya dalam menentukan panjang gelombang cahaya, dapat disimpulkan bahwa LKM yang dikembangkan terbukti layak, mudah digunakan, dan efektif dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa LKM berbasis simulasi virtual memiliki desain yang baik, dengan panduan langkah-langkah yang jelas, sehingga memudahkan mahasiswa dalam mengoperasikan simulasi dan mengikuti alur pembelajaran. Simulasi PhET yang digunakan dalam LKM mampu memvisualisasikan fenomena fisika, terutama interaksi antara foton dan elektron, serta perubahan panjang gelombang foton yang terhambur. Dengan pengaturan parameter, seperti sudut hamburan, mahasiswa dapat dengan mudah menghubungkan teori dengan hasil simulasi, yang membantu memperbaiki pemahaman mereka.

Respons mahasiswa menunjukkan bahwa LKM ini efektif dalam mengatasi kesulitan yang dialami mahasiswa dalam memahami konsep-konsep yang lebih abstrak, seperti perubahan panjang gelombang dan transfer energi dalam efek fotolistrik. Oleh karena itu, LKM berbasis simulasi virtual dapat menjadi alternatif yang efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran fisika, terutama pada materi efek fotolistrik di tingkat perguruan tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dewa, E., Ki'i, O. A., & Pasaribu, R. (2023). Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika , 79-86.
- Gunawan, Setiawan, A., & Widyantoro, D. H. (2013). Model Virtual Laboratory Fisika Modern untuk Meningkatkan Keterampilan Generik Sains Calon Guru. JURNAL PENDIDIKAN DAN PEMBELAJARAN, 23-32.

- Muna, Arif Khasanul and Dkk.(2023). Penerapan media pembelajaran menggunakan phet simulation untuk meningkatkan hasil belajar peserta duduk pada materi Hukum Newton. *Jurnal inovasi penelitian dan pembelajaran fisika*. Vol 1(4): 15-23
- Nurlina.(2017). *Fisika Kuantum*. LPP unismuh Makassar
- Saregar, A. (2016). PEMBELAJARAN PENGANTAR FISIKA KUANTUM DENGAN MEMANFAATKAN MEDIA PHET SIMULATION DAN LKM MELALUI PENDEKATAN SAINTIFIK: DAMPAK PADA MINAT DAN PENGUASAAN KONSEP MAHASISWA. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi* , 53-60.
- Tawil, Muh.(2014)."Pembelajaran Berbasis Simulasi Komputer Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Mahasiswa." *Jurnal Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Malang*, 20(1).
- Verdian, F and Dkk.(2021). Studi penggunaan media simulasi phet dalam pembelajaran Fisika. *Jurnal pendidikan dan Ilmu Fisika (JPIF)*. Vol. 1(2): 39-44
- Yuanita, E. S. (2014). PENERAPAN MEDIA LABORATORIUM VIRTUAL (PhET) PADA MATERI LAJU REAKSI DENGAN MODEL PENGAJARAN LANGSUNG. *Unesa Journal of Chemical Education*, 119-133.
- Yusuf, & Subaer. (2013). *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 189-194.
- Yusuf, I., Widyaningsih, S. W., & Purwati, D. (2015). PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN FISIKA MODERN BERBASIS MEDIA LABORATORIUM VIRTUAL BERDASARKAN PARADIGMA PEMBELAJARAN ABAD 21 DAN KURIKULUM 2013. *Pancaran*, 189-200.