



PEMBELAJARAN

# FISIKA-IPA

MASA PANDEMI COVID 19

Jeffrey Handhika | Tantri Mayasari | Erawan Kurniadi  
Mislán Sasono | Farida Huriawati | Perdana M.H.



**PEMBELAJARAN FISIKA-IPA  
MASA PANDEMI COVID 19**

**ISBN 978-623-5516-12-7**

Cetakan pertama, November 2021

**Penulis**

Jeffry Handhika  
Tantri Mayasari  
Erawan Kurniadi  
Mislán Sasono  
Farida Huriawati  
Perdana Miftachul Huda

**Penerbit**

CV. AE MEDIA GRAFIKA  
Jl. Raya Solo Maospati, Magetan,  
Jawa Timur 63392  
Telp. 082336759777  
email: aemediagrafika@gmail.com  
website: www.aemediagrafika.com

Anggota IKAPI Nomor: 208/JTI/2018

Hak cipta @ 2019 pada penulis  
Hak Penerbitan pada CV. AE MEDIA GRAFIKA

*Dilarang memperbanyak karya tulis ini  
dalam bentuk dan dengan cara apapun  
tanpa ijin tertulis dari penerbit*



## PRAKATA

Puji syukur buku dengan tema pembelajaran fisika-IPA masa pandemi covid 19 dapat terselesaikan. Buku ini merupakan tulisan dari dan buah pikiran dosen-dosen prodi pendidikan Fisika berupa naskah akademik, pengalaman, refleksi dan evaluasi selama mengajar di program studi pendidikan fisika. Buku ini terdiri dari lima bagian. Bagian I, Pendekatan STEM dalam Pembelajaran Fisika Dasar: Tantangan dan Peluang Pembelajaran Fisika Secara Daring (Jeffry handhika). Bagian II, Belajar dan Mengajar IPA di Masa Pandemi Covid 19 (Tantri Mayasari). Bagian III, Praktikum Riil Vs Virtual: Kurva Karakteristik Diode (Erawan Kurniadi). Bagian IV, Heutagogy: Pendekatan Pembelajaran Sains Berbasis Kearifan Lokal di Era Pandemi (Mislan Sasono). Bagian V, Pembelajaran Berbasis Proyek Materi Alat Optik Pada Masa Pandemi Covid-19 (Farida Huriawati).

Bagian I, membahas pendekatan STEM dan model pembelajaran berbasis masalah (*problem based learning/ PBL*) untuk meningkatkan minat dan literasi teknologi mahasiswa juga potensinya dalam meningkatkan minat belajar, pengetahuan dan pemahaman fisika dasar, serta keterampilan abad 21.

Bagian II, mendeskripsikan belajar dan mengajar IPA di masa pandemi Covid 19. Kegiatan pembelajaran yang awalnya dilakukan melalui tatap muka langsung, berubah menjadi pembelajaran daring. Kendala saat pelaksanaan pembelajaran daring juga dideskripsikan. Dibahas juga peran penting pendidik IPA dalam menerapkan strategi pembelajaran IPA secara daring dengan memanfaatkan teknologi dalam jaringan internet.

Bagian III, mendeskripsikan penggunaan praktikum virtual dan riil pada pembelajaran elektronika. Kegiatan praktikum riil di laboratorium memberikan pengalaman nyata yang lebih bermakna dibandingkan praktikum virtual, namun dalam topik tertentu (kurva karakteristik dioda), praktikum riil di laboratorium sulit untuk dilakukan.

Bagian IV, Mende Heutagogy: Pendekatan Pembelajaran Sains Berbasis Kearifan Lokal di Era Pandemi, mendeskripsikan peran guru sebagai pembicara verbal (orator) untuk menciptakan lingkungan dan suasana belajar dalam pembelajaran sains, sehingga siswa mengoptimalkan konstruksi pengetahuan mereka melalui local genius, kearifan lokal atau keunggulan lokal di sekitar.

Bagian V, mendeskripsikan penerapan pembelajaran berbasis proyek pada materi alat optik. Dalam pembelajaran berbasis proyek mahasiswa dituntut mampu menampilkan produknya, menjelaskan fungsi kerja, serta teori yang melandasi. Salah satu proyek yang ditampilkan mahasiswa adalah teleskop sebagai pengumpul radiasi elektromagnetik dan pembentuk citra dari benda.

Saran dan kritik pembaca sangat kami harapkan untuk perbaikan penulisan kedepan. Dengan adanya buku ini diharapkan dapat menjadi referensi pendidik fisika di level sekolah menengah pertama, atas, maupun universitas dalam merencanakan, melaksanakan, maupun mengevaluasi pembelajaran. Kami selaku penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang turut serta membantu penulisan dan penerbitan buku ini.

Madiun, November 2021

Penulis



# DAFTAR ISI

PRAKATA .....	iii
DAFTAR ISI .....	vi
<b>Bagian 1</b>	
<b>Pendekatan Stem Dalam Pembelajaran Fisika Dasar: Tantangan dan Peluang Pembelajaran Fisika Secara Daring</b>	
A. Pendahuluan .....	1
B. Hambatan Mahasiswa dalam Belajar Fisika Dasar.....	4
C. Pendekatan STEM dengan Model PBL, Peluang dan Tantangannya pada pelaksanaan Pembelajaran dalam Jaringan .....	5
D. Implementasi Model PBL dengan Pendekatan STEM dalam pembelajaran Fisika Dasar.....	14
E. Kesimpulan .....	19
Referensi.....	20

## **Bagian 2**

### **Belajar dan Mengajar IPA di Masa Pandemi Covid 19**

A. Pendahuluan .....	24
B. Laporan Kendala Pembelajaran saat Pandemi Covid	25
C. Strategi Pembelajaran IPA di masa Pandemi Covid 19	28
D. Penerapan Pendekatan dan Metode untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik .....	28
E. Eksperimen IPA dalam Pembelajaran Daring .....	29
F. Asesmen Pembelajaran IPA yang Cocok untuk Pembelajaran Daring .....	30
G. Sarana Pembelajaran saat Pandemi Covid 19 .....	32
I. Kesimpulan .....	40
Referensi.....	41

## **Bagian 3**

### **Praktikum Riil Vs Virtual: Kurva Karakteristik Dioda**

A. Pendahuluan .....	44
B. Praktikum Riil Kurva Karakteristik Dioda .....	49
C. Praktikum Virtual Kurva Karakteristik Dioda.....	55
D. Praktikum Riil vs Virtual Kurva Karakteristik Dioda..	60
E. Kesimpulan .....	63
Referensi.....	63

## **Bagian 4**

### **Heutagogy: Pendekatan Pembelajaran Sains Berbasis Kearifan Lokal di Era Pandemi**

A. Pendahuluan .....	66
B. Heutagogy dan Pembelajaran Sains dengan Kearifan Lokal .....	69
C. Kesimpulan .....	76
Referensi.....	77

## **Bagian 5**

### **Pembelajaran Berbasis Proyek Materi Alat Optik Pada Masa Pandemi Covid-19**

A. Pendahuluan .....	80
B. Manfaat Pembelajaran Berbasis Proyek .....	81
C. Tahapan Pembelajaran Berbasis Proyek.....	82
D. Pembelajaran Berbasis Proyek pada Materi Alat Optik (Teleskop Sebagai Pengumpul Radiasi Elektromagnetik dan Pembentuk Citra Dari Benda)...	84
E. Alat dan Bahan Teleskop .....	85
F. Langkah Pembuatan Teleskop .....	86
H. Sistem Kerja Teleskop.....	88
I. Kesimpulan .....	89
Referensi.....	90
Profil Penulis .....	93



## **BAGIAN I**

### **Pendekatan STEM dalam Pembelajaran Fisika Dasar: Tantangan dan Peluang Pembelajaran Fisika Secara Daring**

**Jeffry Handhika**

jhandhika@unipma.ac.id

#### **Abstrak**

Calon guru fisika tentunya harus dibekali dengan literasi teknologi agar dapat beradaptasi dengan perubahan yang ada. Bukan tidak mungkin akan banyak pendidik yang tertinggal karena tidak melek teknologi. Dalam upaya meningkatkan minat belajar fisika dan literasi teknologi mahasiswa, dosen harus mampu menciptakan suasana belajar yang menarik, memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi, serta mampu memberikan ketrampilan abad 21 yang dibutuhkan oleh dunia industri. Pendekatan STEM dan model pembelajaran berbasis masalah (*problem based learning/ PBL*) merupakan salah satu solusi yang dapat diterapkan. Pendekatan STEM dengan model PBL memiliki potensi untuk meningkatkan minat belajar, pengetahuan dan pemahaman fisika dasar, serta ketrampilan abad 21.

## A. Pendahuluan

Di level perguruan tinggi (PT), peminatan calon mahasiswa terhadap program studi pendidikan fisika khususnya di Universitas PGRI Madiun mengalami penurunan. Penurunan peminatan program studi fisika, mengacu pada (Aryani & Umar, 2020) dapat disebabkan oleh faktor internal (keluarga, prestasi akademik, dan budaya), dan eksternal (kualitas pendidikan). Faktor internal lain yang menjadi pertimbangan dalam memilih program studi pendidikan fisika adalah keinginan menjadi guru fisika (Çoramik et al., 2012). Peluang kerja, gaji, dan kemampuan akademik dan minat terhadap materi fisika juga menjadi pertimbangan lain dalam memilih program studi (Salahjaradat, 2015). Mengacu pada referensi tersebut, dapat diasumsikan bahwa peminatan terhadap fisika di sekolah dan peluang kerja menjadi guru fisika menjadi variabel penting dalam upaya meningkatkan peminatan terhadap jurusan pendidikan fisika.

Kebutuhan terhadap guru fisika dipengaruhi oleh kebijakan pemerintah terkait perekrutan guru fisika dan *stakeholder* yang membutuhkan guru fisika. Sebagai pendidik tentunya sulit berperan dalam hal ini, namun upaya meningkatkan minat belajar fisika dapat dilakukan oleh pendidik fisika. Selain minat belajar guru fisika juga harus mampu menyiapkan SDM sesuai dengan perkembangan industri saat ini. Tidak bisa dipungkiri bahwa kebutuhan Sumber Daya Manusia (SDM) dunia industri terus berkembang seiring dengan perkembangan teknologi dan interaksi antar manusia.

Jenis-jenis pekerjaan baru mulai muncul, dan berbagai pekerjaan lain berlaku sebaliknya (terdistrupsi).

Calon guru fisika tentunya harus dibekali dengan literasi teknologi agar dapat beradaptasi dengan perubahan yang ada. Bukan tidak mungkin akan banyak pendidik yang tertinggal karena tidak melek teknologi. Dalam upaya meningkatkan minat belajar fisika dan literasi teknologi mahasiswa, dosen harus mampu menciptakan suasana belajar yang menarik, memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi, serta mampu memberikan ketrampilan abad 21 yang dibutuhkan oleh dunia industri. Jika minat belajar meningkat, literasi teknologi dan ketrampilan abad 21 dikuasai oleh mahasiswa, maka harapannya akan dihasilkan guru-guru fisika yang dapat mengajar secara profesional, menguasai teknologi, mengajar dengan baik, dan mampu memotivasi siswanya untuk mempelajari sains khususnya fisika. Kebutuhan SDM ilmuwan mapun guru fisika akan dapat terpenuhi di masa datang.

Dalam upaya meningkatkan minat, literasi teknologi, dan ketrampilan abad 21, pendekatan STEM dan model pembelajaran berbasis masalah merupakan salah satu solusi yang dapat diterapkan. Deskripsi mengenai potensi pendekatan STEM dengan model PBL perlu dikaji dan berbagai tantangan dalam penerapannya perlu dideksripsikan. Pada bagian berikutnya akan dideksripsikan penerapan pendekatan STEM dengan model PBL dalam pembelajaran fisika dengan menyajikan informasi terkait peluang dan tantangannya.

## **B. Hambatan Mahasiswa dalam Belajar Fisika Dasar**

Bahasa matematika menjadi “Halaman Depan” yang dilihat oleh mahasiswa atau siswa (di level Sekolah Menengah Atas) saat memulai belajar fisika. Banyak sekali mahasiswa dan siswa yang mempersepsikan materi fisika sulit, karena berkaitan dengan persamaan dan simbol-simbol matematis yang abstrak. Pembelajaran sistem drill, mencocokkan jawaban dengan persamaan yang ditentukan (mencocokkan solusi) yang banyak dipilih oleh pendidik sedikit banyak ikut menyumbang persepsi materi fisika sulit dimata mahasiswa dan siswa. Pengalaman saat mengajar fisika di SMA dan Universitas, mahasiswa dan siswa tidak memahami tujuan belajar fisika. Mahasiswa dan siswa juga cenderung “mencocokkan” solusi yang tepat terhadap masalah fisika yang disajikan dan menyelesaikan persamaan matematisnya. Kategori masalah yang diselesaikan berfokus pada C3 (aplikasi) dalam dimensi kognitif.

Permasalahan ini menjadi tantangan bagi pendidik fisika di level perguruan tinggi. Merubah pola dan cara berfikir mahasiswa perlu dilakukan secara bertahap guna mempersiapkan lulusan yang memiliki pengetahuan dan ketrampilan yang dibutuhkan di era digital. Perubahan pola pikir dapat dilakukan melalui proses pembelajaran yang tepat, dapat melatih ketrampilan abad 21, ketrampilan berfikir tingkat tinggi, sehingga memiliki modal dasar dalam mengembangkan ide, gagasan, produk yang kreatif dan inovatif. Sebelum mengarah pada tahapan mengubah pola piker, tugas

pendidik di perguruan tinggi terlebih dahulu harus mampu menumbuhkan minat dan motivasi mahasiswa dalam mempelajari fisika.

Pendidik di perguruan tinggi harus mampu memilih model dan pendekatan yang sesuai agar pembelajaran yang dilaksanakan dapat (1) menarik minat dan motivasi siswa dalam belajar fisika, (2) meningkatkan ketrampilan berfikir tingkat tinggi dan ketrampilan abad 21. Pembelajaran yang dilaksanakan harus menciptakan suasana belajar yang menyenangkan dan dekat dengan lingkungan generasi saat ini. Dalam pembelajaran STEM, aspek kognitif dari dua puluh satu Keterampilan abad 21 bertujuan untuk mengembangkan keterampilan penalaran, keterampilan berpikir kritis, dan pemahaman yang mendalam, yang semuanya memungkinkan siswa untuk mengembangkan pengetahuan seperti ahli yang terhubung dengan baik struktur dan terlibat dalam penyelidikan ilmiah yang bermakna dan penyelesaian masalah. Dalam pendidikan fisika, komponen inti pendidikan STEM, pembelajaran konseptual pemahaman dan pemecahan masalah tetap menjadi penekanan saat ini.

### **C. Pendekatan STEM dengan Model PBL, Peluang dan Tantangannya pada pelaksanaan Pembelajaran Dalam Jaringan**

Secara umum, STEM terpadu merupakan upaya untuk menggabungkan empat disiplin ilmu sains, teknologi, teknik, dan matematika ke dalam satu kelas, unit, atau pelajaran yang didasarkan pada hubungan antara disiplin ilmu tersebut dengan permasalahan dunia

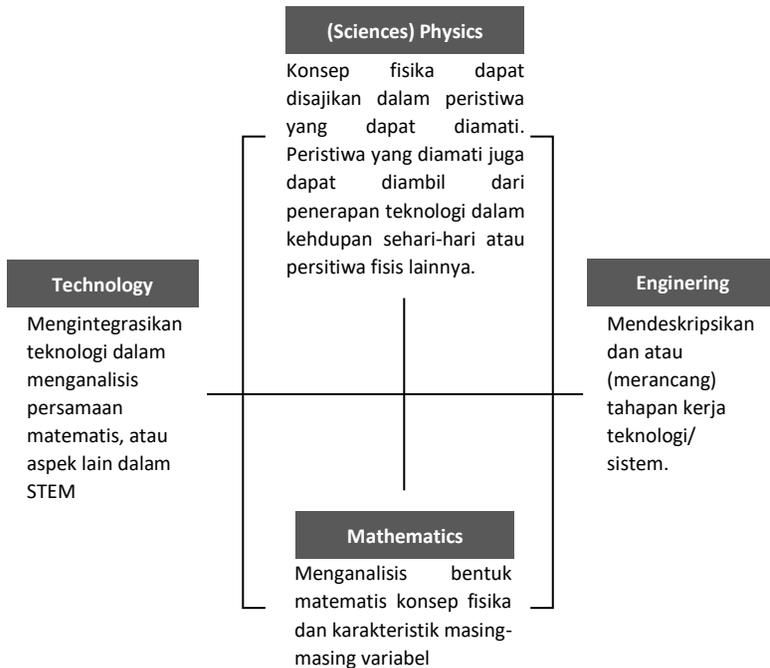
nyata. Lebih khusus lagi, integrasi STEM mengacu pada partisipasi siswa dalam desain teknik sebagai sarana untuk mengembangkan teknologi relevan yang memerlukan pembelajaran bermakna melalui integrasi dan penerapan matematika dan/atau sains (Moore & Smith, 2014). Pendekatan STEM merupakan pilihan yang tepat guna mendukung pembelajaran yang berorientasi pada pengetahuan dan ketrampilan. Pendekatan STEM merupakan pendekatan yang mengintegrasikan aspek *science, technology, engineering, dan mathematics*. Dalam penerapannya *Art* juga tidak dapat terpisahkan dalam pengintegrasikan aspek-aspek tersebut. Dalam mendesain atau mempresentasikan tugas/produk, tidak dapat menghilangkan unsur *Art* dalam penerapannya.

Dalam prakteknya, pendekatan stem dapat dilakukukan secara tertanam maupun terpadu. Pembelajaran dengan pendekatan ini lebih menitikberatkan fokus materinya pada salah satu unsur STEM saja, sedangkan pendekatan terpadu memperlihatkan keterpaduan antara aspek bidang ilmu STEM dalam pembelajaran yang dilakukan (Khairani et al., 2018). Pendekatan tertanam lebih sesuai untuk diterapkan di PT terkait penguatan mata kuliah yang dipelajari misalnya fisika dasar dikaji dengan berbagai bidang ilmu lain (matematika, teknik, seni atau lainnya). Pendekatan terpadu memandang STEM sebagai satu kesatuan ilmu semua aspek bidang ilmu dalam STEM, di level Sekolah Dasar dan Sekolah Menengah Pertama, pendekatan ini lebih mudah dan cocok diterapkan terkait bidang ilmu yang diajarkan.

*Problem Baseded Learning* (PBL) dan *Project Based Learning* (PjBL) merupakan model-model pembelajaran yang dapat diintegrasikan dengan pendekatan STEM. Dalam penerapannya kedua model tersebut pada dasarnya melatih mahasiswa untuk menyelesaikan masalah secara intradisipliner dan multidisipliner. Penyelesaian masalah dengan menerapkan dan memanfaatkan berbagai disiplin ilmu sesuai dengan pendekatan STEM. PBL memiliki potensi dalam menyelesaikan berbagai masalah pembelajaran fisika. Penerapan PBL dapat meningkatkan hasil belajar (Parasamy & Wahyuni, 2017; Sudiarta, 2019; Suhendar & Ekayanti, 2018), pemahaman konsep (Milana & Jannati, 2018; Yulianti & Gunawan, 2019), ketrampilan berfikir tingkat tinggi serta ketrampilan abad 21 (Herayanti & Habibi, 2017; Mardiyanti, 2020; Prastyaninda et al., 2018).

Penerapan STEM dalam pembelajaran Fisika Dasar secara offline tentunya berbeda ketika di terapkan secara online. Permasalahan-permasalahan baru muncul saat penerapan STEM dalam pembelajaran fisika diterapkan secara online. Seperti kita ketahui bersama, penerapan STEM mengarahkan pada pengintegrasikan masing-masing aspek dari STEM (Science, Technology, Engineering and Math) guna membantu peserta didik menyelesaikan suatu masalah secara jauh lebih komprehensif. Kendala yang muncul saat pembelajaran STEM tatap muka pada matakuliah fisika adalah keterbatasan mahasiswa dalam menguasai bahasa matematika dan konsep fisika. Pada pembelajaran STEM

yang dilakukan secara online bisa lebih kompleks lagi. Dalam mengintegrasikan STEM dalam pembelajaran fisika dasar dapat dilakukan melalui skema (Gambar 1.1) berikut:



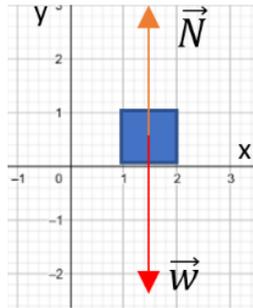
**Gambar 1.1.** Skema Pengintegrasian STEM pada pembelajaran Fisika Dasar

Permasalahan yang diangkat tentunya harus dekat dan dialami mahasiswa secara langsung. Permasalahan yang dipilih juga dapat berfungsi sebagai apersepsi dalam pembelajaran. Pemilihan masalah yang tepat dapat membantu dosen dalam mengkoneksikan materi yang akan dipelajari dengan peristiwa/ kegiatan di kehidupan nyata. Di era di gital saat ini penggunaan teknologi sudah merambah pada hampir seluruh lapisan

masyarakat. Dengan mengintegrasikan teknologi dalam apersepsi (masalah dalam pembelajaran) dan memberikan informasi bahwa perkembangan teknologi yang berkembang saat ini tidak lepas dari peran fisika, akan berdampak pada peningkatan minat belajar fisika mahasiswa.

*Sciences (physics)* menjadi bagian inti yang harus dipahami mahasiswa. Bagi fisikawan, STEM sangat identik dengan fisika. Fisika merupakan ilmu yang mempelajari tentang alam dan perkembangannya, secara tidak langsung, fisika dapat digunakan untuk membaca karakteristik alam dengan menggunakan berbagai representasi bahasanya. Selama ini mahasiswa banyak disuguhkan dengan presentasi matematis dalam membelajarkan fisika, tanpa mengetahui arti fisiknya. Kondisi ini menyebabkan fisika semakin sulit dipahami dan pembelajaran menjadi tidak bermakna.

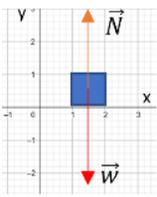
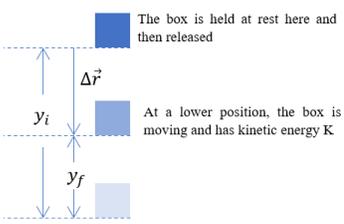
Fisika (peristiwa fisika) dapat disajikan dalam berbagai presentasi bahasa, (1) fisika, (2) bahasa simbol (matematis, grafik). Dalam perkembangannya fisika juga tidak lepas dari perkembangan bahasa komunikasi dan intuisi. Dalam mendeskripsikan peristiwa fisis hukum Newton I, dimana benda dalam keadaan diam, atau bergerak dengan kecepatan konstan, direpresentasikan dalam bentuk bahasa matematis  $\sum \vec{F} = 0$ . Dalam bentuk visual dengan asumsi dua gaya yang bekerja dapat dilihat pada gambar 1.2.



**Gambar 1.2.** Representasi Visual

Dalam STEM mahasiswa diarahkan memahami konsep fisika dengan persentasi matematis. Dengan memiliki kemampuan ini, tentunya mahasiswa dapat menyelesaikan permasalahan secara komprehensif. Berdasarkan pengalaman selama mengajar fisika dasar, memahami bahasa matematis dan memaknai simbol matematis dan merangkainya menjadi sebuah peristiwa fisis (fisika) menjadi permasalahan utama mahasiswa. Setiap presentasi matematis dalam bahasa fisika tentunya memiliki makna masing-masing. Dalam merepresentasikan bahasa matematis konsep fisika dimungkinkan muncul intuisi yang dapat menyebabkan Inccorect conception. Kondisi ini menjadi permasalahan dalam membelajarkan fisika. Persamaan fisika dapat direpresentasikan dalam sebuah fungsi matematis, seperti dideskripsikan pada tabel 1.1 berikut.

**Tabel 1.1** Peristiwa Fisika, Representasi Matematis dan Prediksi Miskonsepsi

Peristiwa Fisika	Contoh Persamaan Matematis & Visual	<i>Inccorect conception</i> yang mungkin muncul
<p>Benda diam diatas bidang datar</p>  <p>Gaya netto pada hukum I Newton</p>	<p><math>\sum \vec{F} = 0</math></p> <p>(asumsi 2 gaya yang bekerja)</p>	<p>Tidak ada gaya yang bekerja pada objek.</p> 
<p>Balok dijatuhkan dari ketinggian <math>y_i</math></p>  <p>Konservasi Energi (dalam sistem terisolasi)</p>	<p>Balok dijatuhkan dari ketinggian <math>y_i</math></p> <p><math>\Delta K = -\Delta U_g</math></p> <p><math>\Delta K + \Delta U_g = 0</math></p>	<p>Usaha, energi Besaran Vektor.</p> <p>Tidak ada energi kinetik dan energi potensial pada peristiwa tersebut.</p>

Keterkaitan antara fisika (sains) dengan matematika sangat erat. Bahasa matematika merupakan salah satu bentuk representasi konsep fisika. Dalam mendeskripsikan fungsi matematis dalam konsep fisika, membutuhkan pemahaman konsep yang komprehensif. Kesalahan dalam mendeskripsikan representasi matematis konsep fisika, dapat menghasilkan konsepsi yang salah. Dalam merepresentasikan bentuk visual dan atau matematis konsep fisika, mahasiswa dapat memanfaatkan teknologi. Sebagai contoh dalam menghubungkan variabel-variabel dalam persamaan fisika, mahasiswa dapat memanfaatkan software-software yang tersedia.

Aspek *engineering* dalam pembelajaran fisika dasar berorientasi pada perancangan kegiatan eksperimen dan atau simulasi. Setelah menguasai konsep fisika dan presentasi matematisnya, mahasiswa idealnya sudah mampu merancang kegiatan eksperimen dan atau simulasi dengan memanfaatkan teknologi. Penggunaan teknologi dapat dimasukkan dalam semua aspek dalam STEM. Saat pembelajaran online mahasiswa dapat merancang alat eksperimen yang terintegrasi dengan teknologi misalnya alat praktikum gerak jatuh bebas, gerak melingkar, atau kegiatan praktikum lainnya. Pada kegiatan pembelajaran secara *online*, mahasiswa dapat memanfaatkan *software-software* guna merancang simulasi. Perancangan simulasi dapat di terapkan secara online maupun *offline*, eksperimen di rumah dengan memanfaatkan media yang ada disekitar juga dapat dimanfaatkan oleh mahasiswa.

Berdasarkan pengalaman selama menerapkan PBL dalam pembelajaran di program studi Pendidikan Fisika UNIPMA terdapat tantangan dan peluang yang dihadapi. Tantangan dan peluang dapat muncul dari dosen maupun mahasiswa saat pelaksanaan pembelajaran dalam jaringan (daring). Kestabilan jaringan menjadi permasalahan utama dalam pelaksanaan pembelajaran daring. Tantangan implementasi dalam pelaksanaan PBL adalah menyelesaikan masalah riil yang diamati dari ruang virtual. Praktikum gerak lurus dengan kecepatan dan percepatan konstan yang sebelumnya dilaksanakan di laboratorium, dengan berbagai keterbatasan dan kebijakan pembelajaran, harus dilaksanakan secara daring. Pendidik dalam hal ini dosen harus memandang tantangan ini sebagai peluang dengan memanfaatkan kemajuan teknologi dan informasi dalam pembelajaran. Banyaknya *software* gratis yang mendukung kegiatan praktikum fisika, maupun pendekatan STEM dengan memanfaatkan segala sesuatu yang ada di rumah mahasiswa dapat digunakan sebagai sumber belajar. Salah satu *software* yang digunakan dalam pembelajaran fisika dasar khususnya kinematika adalah *software* Modellus. Berdasarkan informasi dari <https://help.geogebra.org/topic/modellus-another-free-software-for-mathematics>.

Modellus merupakan *software* matematika yang dapat digunakan untuk membuat simulasi interaktif. *Software* ini dapat digunakan secara bebas untuk tujuan pendidikan dan tidak bisa diperjual belikan. Dengan

memanfaatkan *software* ini user dapat memasukkan persamaan matematis untuk membuat model simulasi. Kinematika dalam fisika banyak mengkaji tentang persamaan gerak. Dengan adanya *software* ini mahasiswa dapat merepresentasikan persamaan matematis (aspek dalam STEM) dalam bentuk grafik dan mendesain simulasi (aspek *Engineering*), serta mempresentasikannya secara verbal maupun visual (*Aspek Art*). Membaca peristiwa dengan memanfaatkan bahasa matematika merupakan aspek dari fisika (aspek *Science*).

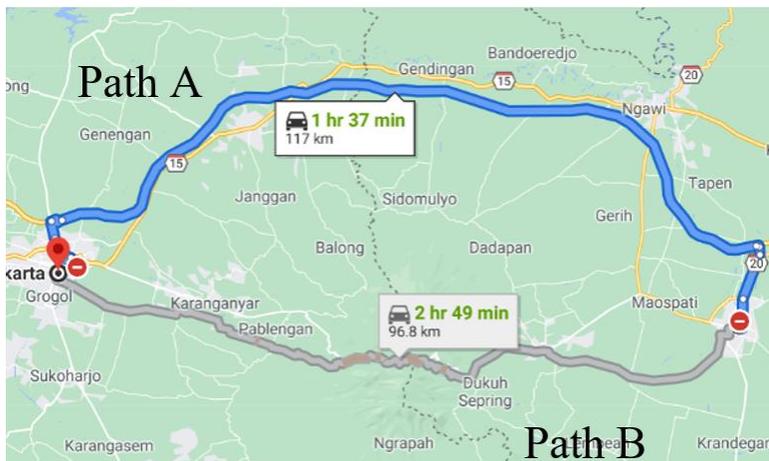
#### **D. Implementasi Model PBL dengan Pendekatan STEM dalam pembelajaran Fisika Dasar**

Guna mendapatkan gambaran rinci mengenai penerapan model PBL dengan pendekatan STEM pada pembelajaran fisika, berikut kami deskripsikan gambaran umum pelaksanaannya di setiap langkah-langkah pembelajaran. Pembelajaran model PBL yang diterapkan mengikuti sintak (1) Orientasi mahasiswa pada masalah, (2) Mengorganisir mahasiswa untuk belajar, (3) Membantu investigasi mandiri dan kelompok, (4) Mengembangkan dan menyajikan hasil karya, (5) Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (Arends, 2012).

Pada tahap orientasi mahasiswa pada masalah, mahasiswa memperhatikan informasi yang disajikan oleh dosen terkait tujuan pembelajaran, berbagai kebutuhan sumber belajar, *software* dan *hardware* yang digunakan dalam pembelajaran, dan menyajikan masalah dalam bentuk peristiwa dalam kehidupan sehari-hari.

Pada tahap ini dosen juga memberikan motivasi kepada mahasiswa. Pada pembelajaran kinematika, dosen dapat memberikan permasalahan yang sering dialami oleh mahasiswa. Konsep kinematika yang berkaitan dengan posisi, perpindahan, jarak, dan perpindahan dapat diberikan permasalahan yang sering dihadapi mahasiswa. Contoh permasalahan yang dapat diberikan sebagai berikut:

Mahasiswa A ingin melakukan perjalanan dari Kota Madiun ke Solo tetapi tidak mengetahui rute yang ditempuh dan waktu tempuhnya (waktu tempuh). Seorang teman membantunya dan mendapatkan informasi mengirimnya via *whatsapp* gambar berikut (gambar 2):



**Gambar 1.2.** Hasil Google map route yang bisa dipilih mahasiswa A

Berdasarkan informasi diatas, pertanyaan-pertanyaan yang bisa disampaikan ke mahasiswa untuk mendapatkan perhatian mahasiswa adalah:

1. Besaran fisika apa saja yang ada di google map (Gambar. 1)?
2. Bagaimana *google map* menyajikan informasi tentang besaran fisika ini!
3. Deskripsikan persamaan fisika yang menghubungkan semua besaran ini!
4. Mengapa jalur A dan B menghasilkan interval waktu yang berbeda? Bagaimana cara menghitungnya?

Pertanyaan 1 bertujuan untuk menggali konsepsi mahasiswa berkaitan dengan konsep-konsep besaran fisika yang dipelajari dalam kinematika. Respon jawaban siswa menunjukkan informasi konsepsi dan pengetahuan yang dimiliki. Pada tahap ini dosen sudah punya data awal apakah mahasiswa diduga mengalami miskonsepsi. Pertanyaan 2 dan 3 cenderung menggali kemampuan argumentasi siswa dalam membaca informasi berdasarkan pengetahuan yang dimiliki. Pertanyaan 4, menggali kemampuan analisis mahasiswa, yang sudah masuk pada level C4.

Pendekatan STEM pada tahap 1 sintak PBL sudah dapat terlihat dengan mengintegrasikan teknologi dalam menyajikan permasalahan. Selain itu, dalam memberikan respon pertanyaan 4, mahasiswa dilibatkan melakukan kegiatan analisis secara individual terkait persamaan matematis sederhana. Konsep fisika dan matematika secara terintegrasi digunakan dalam merespon pertanyaan ini. Sangat penting mempertimbangkan memilih mengenalkan peristiwa dalam kehidupan sehari-hari terlebih dahulu dibandingkan memperkenalkan persamaan matematika.

Telah dideskripsikan sebelumnya bahwa mahasiswa dan siswa mempersepsikan fisika sulit. Salah satu faktor utama adalah penggunaan bahasa matematika di awal penyampaian materi tanpa mengetahui makna persamaan matematika tersebut. Idealnya persamaan matematika digunakan dalam membaca peristiwa yang disajikan, bukan untuk diperkenalkan di awal sehingga membuat siswa dan mahasiswa bingung atau bahkan cemas. Simbol-simbol matematika dalam fisika banyak digunakan bahkan ada yang memiliki symbol yang sama. Sebagai contoh usaha ( $W$ ) dan berat ( $\vec{w}$ ), tekanan  $p$  dan momentum  $\vec{p}$ , kelajuan  $v$  dan kecepatan  $\vec{v}$ , dan besaran-besaran fisika lainnya. Penggunaan symbol matematis tanpa diberikan informasi peristiwa sebelumnya akan menyebabkan konsep-konsep fisika yang dipelajari semakin sulit untuk dipahami.

Pada tahap 2 sintak PBL mahasiswa mengorganisir sesuai instruksi dosen dengan membentuk kelompok diskusi. Pada tahap ini dosen membagi mahasiswa menjadi beberapa kelompok. Dalam pembelajaran daring, kegiatan ini sulit diamati dengan baik terkait pengamatan diskusi tiap-tiap kelompok. Dosen disarankan memiliki lebih dari satu device untuk mengamati diskusi kelompok. *Software* pembelajaran daring yang digunakan juga harus mendukung pembuatan room diskusi. Pada tahap ini dosen dapat memberikan pertanyaan esensial bahab diskusi. Contoh pertanyaan yang disampaikan sebagai berikut:

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari Google map, terdapat dua rute perjalanan dari kota Madiun ke solo. Panjang rute/lintasan A 117 km, waktu tempuh 1 jam 37

menit, panjang rute/lintasan B 96,8 km, ditempuh dengan selang waktu 2 jam 49 menit. Menurut Anda, mengapa jalur yang lebih pendek membutuhkan waktu lebih lama? Berikan argumentasi Anda!

Pertanyaan diatas diselesaikan melalui kegiatan diskusi kelompok. Dalam menjawab pertanyaan tersebut, mahasiswa akan harus mampu mengidentifikasi, menganalisis penyebab lintasan yang lebih panjang lebih cepat waktu tempuhnya dibandingkan dengan lintasan yang pendek. Multidispliner dan intradisipliner dibutuhkan untuk memberikan respon terhadap jawaban ini.

Pada tahap 3 PBL, (3) Membantu investigasi mandiri dan kelompok, mahasiswa melakukan penelitian melalui kajian literatur dan kegiatan eksperimen terkait permasalahan yang diberikan oleh dosen. Dosen juga mengarahkan mahasiswa untuk menggunakan *software* dalam menganalisis konsep jarak dan perpindahan. *Software* yang digunakan adalah *software* Geogebra. Geogebra merupakan *software* gratis yang dapat digunakan secara *offline* maupun *online*. *Software* geogebra dapat dibuka secara online dengan membuka link: <https://www.geogebra.org/classic?lang=en>. Pemanfaatan *software* geogebra secara detail dapat dilihat pada (Handhika & Sasono, 2021).

Pada tahap 4 PBL (4) mengembangkan dan menyajikan hasil karya, pada tahap ini mahasiswa akan mempresentasikan hasil analisis dan sintesisnya penyelesaian masalahnya dalam bentuk presentasi. Luaran yang diberikan dalam bentuk laporan dengan

luaran (tambahan) langkah-langkah membuat simulasi dalam bentuk modul dan video tutorial secara individu. Dalam kegiatan ini mahasiswa mempresentasikan hasil analisis dan sintesis penyelesaian masalah dari hasil proses diskusi kelompok. Dalam penyajiannya tentunya juga melibatkan aspek *Art* sehingga presentasi yang dilakukan menjadi menarik. Pada tahap akhir PBL (5) mahasiswa menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah yang telah dilakukan. Pada tahap ini refleksi terkait kegiatan pembelajaran juga disampaikan. Mahasiswa akan menuliskan pengetahuan dan pengalaman baru yang diperoleh selama pembelajaran PBL dengan pendekatan STEM dilakukan.

#### **E. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pemaparan di atas, dapat disimpulkan bahwa pendekatan STEM dengan model PBL dapat diterapkan dalam pembelajaran Fisika dasar. Pendekatan STEM sebenarnya merupakan pembelajaran fisika (sains) itu sendiri, yang terintegrasi dengan berbagai disiplin ilmu. Dengan pendekatan STEM mahasiswa dapat melatih untuk berfikir intra dan multidisipliner, meningkatkan kemampuan representasi dan melatih kepercayaan diri. Pendekatan STEM juga dapat menumbuhkan minat dan motivasi mahasiswa belajar fisika. Penyampaian materi fisika yang diawali dari peristiwa yang berhubungan dengan kehidupan mahasiswa sehari-hari dan terintegrasi teknologi mampu memberikan informasi terkait kegunaan dalam belajar fisika. Penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran daring tentunya tetap mengalami kendala, kendala

terbesar adalah masalah kesetabilan jaringan, pengawasan diskusi kelompok, dan membutuhkan waktu lebih lama karena literasi digital dan konsepsi mahasiswa terhadap bahan kajian fisika bervariasi.

## Referensi

- Arends, R. (2012). *Learning to Teach*. The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Aryani, F., & Umar, N. F. (2020). Factors affecting z generation on selecting majors in the university: An Indonesian case. *Journal of Social Studies Education Research*, 11(3), 109–133.
- Çoramik, M., Özdemir, E., & Kocakulah, M. . (2012). Physics Candidate Teachers' Reasons For Choosing Academic Departments, Order Of Their Preferences And Ideas About Future. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education*, 1(2), 1–7.
- Handhika, J., & Sasono, M. (2021). Using of geogebra software to improve understanding of vector and kinematic concepts in online physics course. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Keilmuan (JPFK)*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.25273/jpfk.v7i1.8619>
- Herayanti, L., & Habibi, H. (2017). Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Simulasi Komputer untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Calon Guru Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 1(1), 61. <https://doi.org/10.29303/jpft.v1i1.236>
- Khairani, Mukhni, & Aini, F. Q. (2018). Pembelajaran Berbasis STEM dalam Perkuliahan Kalkulus di Perguruan Tinggi. *UJMWS (Uninus Journal of Mathematics Education and Science)*, 3(2), 104–111. <http://103.66.199.204/index.php/UJMES/article/view/544>

- Mardiyanti, H. S. (2020). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X MIPA-2. *Journal of Classroom Action Research*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.29303/jcar.v2i1.395>
- Milana, L., & Jannati, E. D. (2018). Inovasi Model Pembelajaran Problem Based Learning Dengan Visualisasi Virtual Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Pada Matakuliah Fisika Dasar I. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 3(1), 19. <https://doi.org/10.17509/wapfi.v3i1.10933>
- Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the state of the art of STEM Integration. *Journal of STEM Education*, 15(1), 5–10. <https://doi.org/10.2144/000113758>
- Parasamy, C. E., & Wahyuni, A. (2017). Upaya peningkatan hasil belajar fisika siswa melalui penerapan model pembelajaran problem based learning (pbl). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa (JIM) Pendidikan Fisika*, 2(1), 42–49.
- Prastyaninda, F. A., Sukarmin, S., & Suparmi, S. (2018). Pembelajaran Fisika Menggunakan Pendekatan Problem Based Learning Melalui Metode Eksperimen Dan Inkuiri Terbimbing Ditinjau Dari Keterampilan Metakognitif Dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 7(2), 209. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v7i2.22976>
- Salahjaradat, M. (2015). What's Really Matter When Choosing a College Major! *International Journal of Arts and Commerce*, 4(2), 92–110.
- Sudiarta, N. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Sd. *Journal of Education Action Research*, 3(4), 440–447. <https://doi.org/10.33578/jpkip.v7i1.5338>

Suhendar, U., & Ekayanti, A. (2018). Problem Based Learning Sebagai Upaya Peningkatan Pemahaman Konsep Matematis Mahasiswa. *Jurnal Dimensi Pendidikan Dan Pembelajaran*, 6(1).

Yulianti, E., & Gunawan, I. (2019). Model Pembelajaran Problem Based Learning (Pbl): Efeknya Terhadap Pemahaman Konsep Dan Berpikir Kritis Problem Based Learning (Pbl) Learning Model: the Effect on Understanding of Concept and Critical Thinking. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 02(November), 399–408.



## **BAGIAN II**

### **Belajar dan Mengajar IPA di Masa Pandemi Covid 19**

**Tantri Mayasari**

Email: [tantri@unipma.ac.id](mailto:tantri@unipma.ac.id)

#### **Abstrak**

Dunia pendidikan merasakan dampak persebaran Virus Corona 19. Sistem pendidikan dunia dituntut untuk melakukan perubahan menyesuaikan kondisi akibat pandemi Covid 19. Kegiatan pembelajaran yang awalnya dilakukan melalui tatap muka langsung, berubah menjadi pembelajaran daring. Terdapat berbagai kendala saat pelaksanaan pembelajaran daring dilihat dari sudut pandang peserta didik, pendidik dan lembaga pendidikan. Selain itu, pendidik khususnya pendidik IPA juga ditantang untuk mampu menerapkan strategi pembelajaran IPA yang efektif pada pembelajaran daring. Dalam rangka menghadirkan pembelajaran yang berkualitas dan efektif, pendidik dan peserta didik dituntut untuk mampu memanfaatkan berbagai sarana berbasis teknologi dalam jaringan internet sehingga membantu mengoptimalkan pembelajaran secara daring saat ini.

## A. Pendahuluan

Pertengahan bulan Maret tahun 2020 menjadi awal diberlakukannya penutupan akses di berbagai daerah, bahkan di seluruh dunia karena COVID 19 menyebar ke berbagai negara di seluruh dunia. Pemerintah berupaya berbagai langkah untuk memotong mata rantai persebaran virus Covid 19 antara lain melalui *physical distancing*, menganjurkan masyarakat untuk *work from home* dan merubah sistem sekolah peserta didik menjadi *school from home*. Berbagai jenis penyekatan dan penutupan yang dilakukan oleh pemerintah berdampak pada seluruh lini kehidupan masyarakat, bahkan dunia pendidikan juga merasakan dampak tersebut. Sistem pendidikan dan pendidik ditantang untuk segera menyesuaikan diri terhadap perubahan akibat pandemi Covid 19.

Seluruh pendidik ditantang untuk segera beradaptasi. Bagaimana guru bisa berubah ke pembelajara dalam jaringan (daring) dan memilih metode pembelajaran yang cocok untuk pembelajaran jarak jauh? Bagaimana memastikan seluruh siswa untuk tetap belajar di masa pandemi? Tantangan terbesar dirasakan oleh guru IPA yang terbiasa mengajar menggunakan pembelajaran tatap muka langsung dengan strategi eksperimen atau penyelidikan. Bagaimana siswa bisa menerima pelajaran IPA seperti fisika, kimia, dan biologi yang menurut mereka dijelaskan langsung saja masih terasa susah, apalagi selama pandemi dijelaskan dengan pembelajaran virtual?

Berasarkan latar belakang tersebut, maka penulis ingin menguraikan tentang bagaimana menyajikan pembelajaran IPA di masa kritis akibat covid 19.

## **B. Laporan Kendala Pembelajaran saat Pandemi Covid 19**

Dunia pendidikan turut merasakan dampak akibat pandemi Covid 19. Penutupan kegiatan pembelajaran sejak pertengahan Maret 2020 hingga akhir tahun 2021. Hampir dua tahun peserta didik belum melakukan pembelajaran tatap muka di sekolah. Meskipun saat ini sudah diberlakukan Pertemuan Tatap Muka (PTM) langsung di sekolah, namun pelaksanaannya masih sangat dibatasi dan tetap mengikuti protokol kesehatan.

Mengingat pentingnya pemenuhan kebutuhan peserta didik untuk tetap mendapatkan pelayanan pendidikan dengan baik di masa sulit, maka dapat dilakukan pendidikan online dengan menggunakan internet melalui sistem *e-learning*. Sistem *e-learning* dalam bentuk *Learning Management System (LMS)* menyediakan platform pembelajaran yang dapat memfasilitasi pembelajaran interaktif tanpa tergantung ruang dan waktu selama tetap terhubung dengan koneksi internet. Sistem *e-learning* yang dirancang dengan baik biasanya tidak hanya menyajikan materi pembelajaran saja, namun juga memfasilitasi kegiatan lain seperti kuis, ujian tertulis, dan forum diskusi.

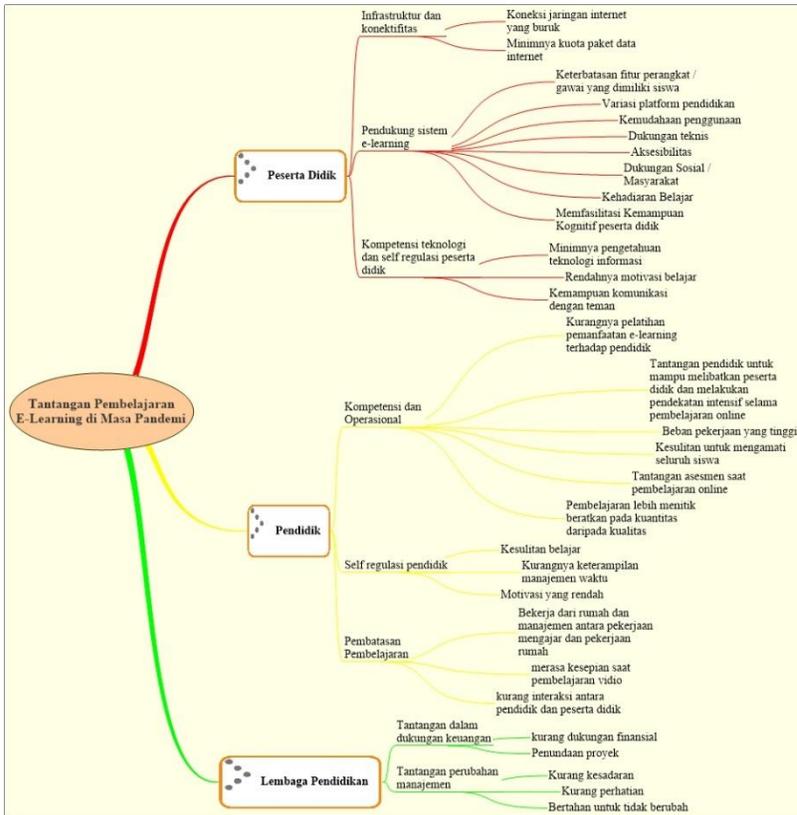
Penulis telah melakukan studi literatur tentang penggunaan *e-learning* dan tantangan yang dihadapi dalam mengimplementasikannya di masa pandemi Covid 19. Berdasarkan hasil studi, diperoleh informasi bahwa terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan

penggunaan e-learning selama pandemi. Faktor-faktor tersebut dikelompokkan menjadi empat kategori yaitu pendidik, peserta didik, teknologi informasi, dan dukungan lembaga (Almaiah, 2020; Aini, Q., Budiarto, M., Putra, P. O. H., & Rahardja, U. 2020; Hassan M. Selim, 2007). Telah diidentifikasi bahwa ternyata peserta didik mengalami tantangan tidak hanya dalam kemampuan menguasai teknologi informasi dan motivasi belajar yang rendah saja tetapi juga kestabilan koneksi internet dan sistem yang mendukung berlangsungnya pembelajaran dengan menggunakan *e-learning*.

Disisi lain, pihak pendidik mengalami kendala dalam menguasai keterampilan menggunakan teknologi informasi karena kurangnya pelatihan menggunakan e-learning dalam kegiatan pembelajaran. Pendidik juga kesulitan untuk membuat pembelajaran yang melibatkan interaksi aktif antara pendidik dan peserta didik selama pembelajaran dalam jaringan (*daring*), serta mengalami tantangan untuk melakukan asesmen saat pembelajaran *daring*. Selain itu, beberapa pendidik yang sudah mendekati masa pensiun memiliki motivasi yang rendah untuk melakukan pembelajaran dengan menggunakan *e-learning*.

Pemerintah menetapkan pembelajaran dilakukan dari rumah masing-masing sehingga hal ini juga menjadi permasalahan lainnya karena kesulitan untuk mengatur dengan seimbang antara pekerjaan mengajar dengan pekerjaan rumah. Terakhir, pandemi yang terjadi secara global juga menjadi tantangan dari lembaga pendidikan seperti tantangan dalam hal dukungan keuangan dan

tantangan dalam hal perubahan manajemen kelembangaan. Beberapa lembaga resisten terhadap perubahan serta kurang memiliki minat dan perhatian untuk menerapkan *e-learning* di lembaga tersebut.



**Gambar 2.1** Tantangan Pembelajaran *E-learning* saat masa kritis akibat Covid 19

Hasil laporan penelitian dan studi literatur diketahui terdapat beberapa isu penting yang dibahas oleh para pendidik. Strategi pembelajaran yang efektif, asesmen pembelajaran dan sarana pembelajaran yang dimanfaatkan saat pandemi Covid 19 menjadi isu penting

yang sedang dibahas oleh para pendidik. Berikut ini akan dibahas satu per satu isu tersebut dengan ruang lingkup yang dipersempit hanya untuk pembelajaran IPA.

### **C. Strategi Pembelajaran IPA di masa Pandemi Covid 19**

Berdasarkan hasil laporan yang dirilis oleh UNESCO (2020) mengungkapkan bahwa per April 2020, wabah virus covid 19 memberikan dampak pada 92% pendidikan siswa di seluruh negara. Masalah ini menjadi semakin berat karena pandemi ternyata lebih lama dari yang diperkirakan. Menyadari hal tersebut, pendidik dan pemangku kepentingan di seluruh dunia sedang mencari untuk membuat proses belajar mengajar jarak jauh lebih efektif dan lancar. Selain itu, masih diselidiki kebijakan atau program apa yang harus dicanangkan untuk mencegah siswa putus sekolah, serta memilih strategi dan pendekatan pembelajaran yang harus diterapkan di masa pandemi. Terdapat tiga komponen untuk menciptakan strategi pembelajaran IPA yang efektif di masa pandemi Covid 19, yaitu penerapan pendekatan dan metode yang mampu memotivasi belajar, eksperimen IPA pada pembelajaran daring, dan evaluasi pembelajaran IPA yang cocok untuk pembelajaran daring.

### **D. Penerapan Pendekatan dan Metode untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik**

Berdasarkan hasil studi terbaru dilaporkan bahwa peserta didik motivasi belajar yang rendah dan kemampuan berkonsentrasi yang kurang baik selama pembelajaran daring berlangsung (Bataineh, K. B., Atoum, M. S., Alsmadi, L. A., & Shikhali, M., 2020; Croft, M., et al., 2020). Guru telah membahas berbagai strategi untuk

meningkatkan motivasi belajar peserta didik saat pembelajaran daring (Erunit, Yuksel, Ozcelik, & Tekbiyik, 2021), antara lain:

- 1) Menggunakan saran pembelajaran interaktif,
- 2) Aktivitas yang mengaktifkan *hands-on* dan *minds-on*,
- 3) Mencari cara yang menyenangkan untuk membuat siswa tetap terlibat selama pembelajaran daring,
- 4) Mendorong interaksi sosial selama pembelajaran daring.

#### **E. Eksperimen IPA dalam Pembelajaran Daring**

Banyak guru yang masih ragu untuk melakukan kegiatan eksperimen IPA dalam pembelajaran daring. Namun, dari hasil studi literatur dilaporkan bahwa pendidik IPA di berbagai belahan dunia terus mencoba untuk kegiatan eksperimen IPA pada pembelajaran daring. guru memilih kegiatan eksperimen sederhana yang berasal dari bahan-bahan di dapur dan bahan yang tersedia di sekitar rumah. Kegiatan eksperimen sederhana ini banyak diminat oleh guru karena memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk merencanakan sendiri eksperimen mereka, melakukan eksperimen secara mandiri, memungkinkan keterlibatan orang tua, membangun kemampuan berkomunikasi dan melaporkan hasil eksperimen dengan teman sekelas atau mengunggahnya di sosial media seperti youtube.

Kegiatan eksperimen IPA melalui pembelajaran daring mengalami sedikit pergeseran dibandingkan ketika pembelajaran normal di sekolah. berikut ini kegiatan eksperimen IPA yang dilaporkan, antara lain:

- 1) Eksperimen dan simulasi secara virtual
- 2) Eksperimen di rumah / di dapur yang dilakukan oleh siswa baik dengan pengawasan orang tua maupun tanpa pengawasan orang tua
- 3) Melakukan eksperimen sinkronus secara daring
- 4) Demonstrasi atau menonton video eksperimen. Guru merekam kegiatan eksperimennya dan meminta peserta didik untuk melaksanakan dan merekam kegiatan eksperimen mereka sendiri, selanjutnya dilakukan diskusi daring.
- 5) Memilih kegiatan eksperimen yang menari dan membuat siswa penasaran.

#### **F. Asesmen Pembelajaran IPA yang Cocok untuk Pembelajaran Daring**

Pendidik mengalami tantangan untuk melakukan kegiatan asesmen selama pembelajaran daring karena pandemi Covid 19. Pendidik dipaksa untuk menyusun strategi dan metode penilaian jarak jauh yang tepat. Terdapat berbagai cara penilaian jarak jauh yang dapat mengevaluasi pembelajaran online peserta didik (Guangul, F. M., Suhail, A. H., Khalit, M. I, & Khidhir, B. A., 2020). Penilaian tersebut antara lain: 1) ujian yang diawasi dari jarak jauh (dibatasi waktu); dan 2) penilaian terbuka.

- 1) Ujian yang diawasi dari jarak jauh dan dibatasi waktu  
Penilaian ini seperti yang dilakukan pada penilaian di sekolah hanya saja bedanya pengawasan dan pelaksanaannya dilakukan secara daring.

## 2) Penilaian Terbuka

Penilaian terbuka salah satu penilain alternatif yang dapat dilakukan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Tujuan penilaian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja peserta didik terhadap hasil belajar dan mendorong kegiatan pembelajaran melalui asesmen agar tujuan pembelajaran bisa diraih oleh peserta didik. Berikut ini beberapa jenis penilaian terbuka yang dapat diterapkan dalam pembelajaran di masa pandemi.

## 3) Kuis

Kuis memberikan siswa kesempatan untuk mengukur kemampuan diri berisiko rendah. Kuis bertujuan untuk mengetahui pemahaman peserta didik tentang materi yang diberikan. Selain itu, kuis juga memberikan informasi berkelanjutan tentang pemahaman siswa dan berfungsi sebagai umpan balik untuk perbaikan. Kuis juga lebih mudah mengacak soal dengan menggunakan berbagai *software* aplikasi seperti Canvas dan Sakai untuk mempersulit peserta didik mencontek.

## 4) *Open book* / penilaian *Take Home*

Penilaian ini seperti penilaian biasa yang dilakukan. Namun, untuk memastikan bahwa penilaian dilakukan oleh peserta didik, presentasi lisan online, dan pertanyaan dapat dimasukkan. Tantangan penilaian *take-home* adalah menyiapkan lebih banyak pertanyaan konseptual yang tidak dapat ditemukan

secara langsung dan mudah di semua jenis sumber, seperti internet dan buku teks.

5) Penilaian presentasi atau demonstrasi

Penilaian presentasi atau demonstrasi dapat dilakukan dalam audiovisual dan merupakan cara yang baik untuk menggali pemahaman peserta didik terutama ketika presentasi dilakukan secara online. Presentasi dapat dilakukan menggunakan aplikasi berbasis web seperti ZOOM, MS Team, dan BigBlueButton.

6) E-portofolio

E-portofolio dianggap sebagai alat pembelajaran dan penilaian. Siswa menyusun karya terbaik atau proyek mereka dalam satu semester. Prestasi belajar peserta didik juga dapat dievaluasi secara kolektif untuk upaya perbaikan siswa. E-portofolio juga berguna untuk mengorganisasi, dan menilai apa yang siswa peroleh selama pembelajaran, memberikan kesempatan kepada siswa untuk evaluasi dan refleksi diri.

### **G. Sarana Pembelajaran saat Pandemi Covid 19**

Pembelajaran dalam jaringan dengan menggunakan *e-learning* membutuhkan sarana dan prasarana yang mendukung. Sarana yang digunakan untuk membantu mengelola belajar-pembelajaran (*e-learning*) antara lain alat komunikasi, sistem manajemen pembelajaran (LMS) atau sarana lain yang dapat digunakan oleh guru, peserta didik, dan orang tua untuk mengakses pembelajaran. Pada Tabel 1 disajikan 20 sumber pengembangan pembelajaran profesional yang

dapat diatur dan disesuaikan dengan kebutuhan pendidik, peserta didik, dan pihak-pihak lain yang berkaitan dengan pembelajaran (Reimers, F. et al, 2020).

**Tabel 2.1.** Sarana Pembelajaran di masa Pandemi Covid 19

Deskripsi	Bahasa
<p><b>Microsoft OneNote for Education</b>            Pengelolaan ruang kelas yang mudah dan nyaman diaplikasikan. Terdapat ruang kerja pribadi setiap siswa, kumpulan materi pelajaran, serta fitur yang memungkinkan siswa untuk melakukan kegiatan kolaboratif, kegiatan kreatif. Aplikasi ini memberdayakan siswa untuk membuat dan melejitkan prestasi siswa. Terdapat berbagai fitur untuk pengelolaan kelas yang memungkinkan kita mengatur rencana pembelajaran, buku catatan digital untuk siswa, pengajar, dan staf/ pimpinan sekolah.</p>	<p>Multi bahasa</p>
<p><b>Microsoft Teams</b>            Microsoft Teams menawarkan fitur obrolan, pertemuan, panggilan, dan kolaborasi yang terintegrasi dengan perangkat lunak Microsoft Office dan karenanya cocok untuk pekerjaan kelas, kerja tim dan manajemen.</p>	<p>Multi bahasa</p>
<p><b>Ed Dojo (ClassDojo)</b>            ClassDojo adalah platform komunikasi gratis yang menghubungkan guru dengan siswa dan orang tua untuk menciptakan komunitas kelas. Guru dapat memfasilitasi dan melatih keterampilan serta nilai-nilai yang harus dimiliki siswa (bekerja keras, bersikap baik, membantu orang lain, dll). Siswa dapat menunjukkan dan berbagi ilmu yang telah mereka pelajari dengan melampirkan gambar dan rekaman video ke portofolio siswa.             Platform ini membantu guru membuat orang tua terlibat dengan berbagi foto dan video kelas yang</p>	<p>Menerje mahkan dalam 30 bahasa</p>

Deskripsi	Bahasa
<p>akan menjadi momen indah. Menggunakan aplikasi ClassDojo, guru dapat mengakses perangkat guru yang memungkinkan mereka membuat berbagai jenis aktivitas virtual seperti: menghasilkan kelompok siswa secara acak, menggunakan pengatur suara/ kebisingan, pengatur waktu untuk kelas, memfasilitasi diskusi dengan petunjuk <i>think pair share</i>, memberi petunjuk aktivitas, memutar musik latar, dan lakukan hal-hal lain yang melibatkan siswa baik secara daring maupun luring.</p>	
<p><b>Zoom</b> Zoom adalah aplikasi yang bisa memudahkan komunikasi dengan video untuk seminar, pembelajaran, rapat, dan kegiatan kelompok lainnya. Ini dapat digunakan di melalui telepon genggam, komputer, dan laptop. Fitur-fiturnya seperti obrolan, berbagi layar, anotasi, papan tulis, polling, ruang kerja kelompok, angkat tangan, dan mengelola peserta untuk mengatur diri untuk menciptakan ruang kelas virtual dan hybrid yang menarik dan berkolaborasi dalam proyek. Pengguna memiliki fitur untuk merekam.</p>	<p>Inggris, Cina, Prancis, Jerman, Jepang, Portugal, Rusia, Spanyol, dan Korea</p>
<p><b><a href="https://dolly.economia.unimore.it/2019/">https://dolly.economia.unimore.it/2019/</a></b> Portal Dolly [Didattica On Line] adalah platform pengajaran online untuk digunakan oleh mahasiswa. Platform ini memungkinkan guru untuk mengunggah materi pelajaran untuk pembelajaran di kelas, catatan, presentasi, rekaman, dll. Dolly juga dapat digunakan untuk interaksi siswa di forum online, dan untuk penilaian formatif dan evaluatif secara <i>real time</i>.</p>	<p>Itali</p>
<p><b>Screencastify</b> Screencastify adalah ekstensi Google Chrome yang gratis. Ini memungkinkan lebih dari 12 juta pengguna untuk merekam, mengedit, dan berbagi</p>	

Deskripsi	Bahasa
<p>video dengan mudah. Alat ini dapat digunakan oleh: guru dalam pendekatan kelas terbalik di mana guru dapat memberikan umpan balik verbal siswa, menjelaskan tugas, dan membuat pelajaran penuh atau sebagian dengan menggunakan kemampuan screencast dan alat sulih suara. Screencastify menyediakan beberapa video pelatihan untuk guru dan siswa secara gratis.</p>	
<p><b><a href="https://rang.edunet.net/">https://rang.edunet.net/</a></b>  Wedurang adalah komunitas online berbasis kelas dimana guru dapat berbagi materi pembelajaran dan tugas dengan siswa dan melakukan diskusi kelompok.</p>	Korea
<p><b>SEQTA</b>  SEQTA adalah Sistem Manajemen Pembelajaran buatan Australia yang dirancang untuk guru di tingkat K-12</p>	
<p><b>Moodle</b>  Moodle adalah platform pembelajaran online yang dirancang untuk menyediakan lingkungan belajar yang dipersonalisasi. Ini gratis dan menggunakan perangkat lunak sumber terbuka. Sasaran pengguna adalah pendidik, administrator dan peserta didik. Moodle dapat digunakan dengan perangkat lunak yang diunduh atau online, dan tersedia di berbagai perangkat. Moodle dapat mendukung kebutuhan kelas kecil dan organisasi besar. Ini digunakan oleh berbagai entitas, termasuk Shell, London School of Ekonomi, dan Universitas Terbuka. Moodle dapat digunakan untuk mendukung keterampilan kognitif dan sosio-emosional. Ini dapat digunakan oleh berbagai kalangan pelajar, dari siswa sekolah dasar hingga pelajar di</p>	Tersedia lebih dari 120 bahasa

Deskripsi	Bahasa
<p>perguruan tinggi. Moddle tersedia lebih dari 120 bahasa.</p>	
<p><b>Seesaw</b> Seesaw dikenal sebagai "portofolio digital oleh siswa" atau "platform untuk pelibatan siswa", digunakan di seluruh dunia oleh sekolah untuk memberikan pembelajaran mikro dan kegiatan untuk siswa. Dapat diakses melalui web atau aplikasi, memungkinkan guru menemukan atau membuat aktivitas untuk kelas mereka (mirip dengan handout yang lebih sederhana), yang kemudian dapat diselesaikan siswa di ponsel mereka dengan mengambil gambar, merekam video, menggunakan alat menggambar, mengetik, dll. Anggota keluarga memiliki akses ke pekerjaan anak mereka dan dapat meninggalkan komentar dan dukungan dan motivasi. Kegiatan dan kurikulum dapat dibagikan / disederhanakan di seluruh sekolah, dan jaringan sekolah.</p>	<p>Inggris, tersedia lebih dari 55 bahasa</p>
<p><b>Google-Suite</b> G Suite for Education adalah sarana dan fitur gratis berbasis cloud yang disesuaikan untuk sekolah dan <i>home school</i> untuk mengelola materi pembelajaran dari mana saja pada perangkat apa pun. G Suite mencakup <i>Google Classroom</i>, serta berbagai layanan Google, seperti Gmail, Kalender, Dokumen, Spreadsheet, Formulir, Slide, Hangouts, dan banyak lagi. Layanan tambahan lain mencakup produk seperti Chrome dan YouTube. Berikut ini adalah fitur dari masing-masing sarana/<i>tool</i>. Kelas, dirancang bagi guru untuk membuat kelas, mendistribusikan tugas, memberikan kuis, dan berkomunikasi dengan siswa. Jamboard, smartboard berbasis cloud tempat Anda dapat membuat sketsa dan berkolaborasi pada kanvas interaktif.</p>	<p>Tersedia lebih dari 120 bahasa</p>

Deskripsi	Bahasa
<p>Gmail, membuat sistem email sekolah atau universitas, atau bertukar email aman dengan kelas.</p> <p>Sites, pembuat web yang mudah digunakan untuk membuat situs web, menyelenggarakan kurikulum kursus, dan membangun keterampilan pengembangan.</p> <p>Hangouts Meet, terhubung dengan siswa secara virtual melalui panggilan video dan pesan yang aman.</p> <p>Grup, forum kelas untuk komunikasi dan percakapan.</p> <p>Vault, tambahkan siswa, kelola perangkat, dan konfigurasi keamanan dan pengaturan, sehingga data Anda tetap aman.</p> <p>G-Suite for Education dapat mendukung keterampilan kognitif dan <i>Social Emotional Learning</i> (SEL), karena merupakan platform pembelajaran.</p>	
<p><b>ManageBac</b></p> <p>ManageBac adalah platform perencanaan, penilaian, dan pelaporan terkemuka untuk <i>International Baccalaureate (IB) Primary Years Program (PYP) dan Middle Years Program (MYP)</i> dan sekolah Diploma. Platform ini tidak dimaksudkan untuk penggunaan umum tetapi menyediakan sekolah dengan sistem terpadu pada antarmuka yang dapat digunakan di seluler yang menawarkan pengalaman yang lengkap dan terintegrasi bagi semua koordinator, guru, siswa, orang tua untuk mengelola semua aspek Program IB.</p>	<p>Inggris, Spanyol dan Cina</p>
<p><b><a href="https://moodle.org/">https://moodle.org/</a></b></p> <p>Moodle adalah platform sumber pembelajaran online yang gratis. Moodle memungkinkan guru untuk membuat dan mengelola kursus dan</p>	<p>Tersedia lebih dari</p>

Deskripsi	Bahasa
<p>penilaian. Moodle ramah seluler, dengan sekitar 20 jenis aktivitas berbeda yang tersedia, dan memungkinkan guru untuk menambahkan plugin.</p>	<p>120 bahasa</p>
<p><b>Google Classroom</b>            Google Classroom (GC) adalah aplikasi yang dirancang bagi guru untuk membuat kelas, mendistribusikan tugas, memberikan kuis, dan berkomunikasi dengan siswa. Ini berbeda dari Google G Suite for Education dalam hal home schooler, program bimbingan belajar, pembelajar seumur hidup, dan lainnya tanpa G Suite dapat mengakses Google Classroom dari akun Gmail pribadi mereka atau dari luar domain G Suite. Google Classroom dapat mendukung keterampilan kognitif dan SEL karena ini adalah platform pembelajaran.</p>	<p>Tersedia lebih dari 65 bahasa</p>
<p><b>Pronote</b>            Pronote adalah perangkat lunak untuk sekolah yang dapat merekam data administrasi, membuat dan berbagi rapor, berkomunikasi dengan keluarga, berbagi sumber-sumber pembelajaran secara online dengan siswa, memberikan tes online, dll. Pronote ini tidak gratis, juga tidak dimaksudkan untuk penggunaan umum tetapi bermanfaat bagi guru yang sekolahnya sudah memanfaatkan Pronote.</p>	<p>Prancis</p>
<p><b>Quizlet</b>            Sebuah alat bagi siswa untuk membuat flashcards mereka sendiri. Selanjutnya, mereka dapat menelusuri flashcards open source lainnya.</p>	<p>Inggris</p>
<p><b>Kahoot!</b>            Kahoot adalah platform pembelajaran berbasis game yang dapat digunakan oleh orang tua dan guru untuk membuat game untuk belajar. Ada sumber daya di belakang game diindeks</p>	<p>Inggris, Prancis, dan Spanyol</p>

Deskripsi	Bahasa
<p>berdasarkan topik dan tingkat kelas. Mereka juga menawarkan aplikasi membaca (Poio by Kahoot) untuk siswa di kelas K-3 untuk belajar membaca dengan kecepatan mereka sendiri dan aplikasi matematika (Dragonbox) untuk siswa K-3. Situs web ini menawarkan game mandiri (asinkronus) dan game kolaboratif (sinkronus).</p>	
<p><b>Nearpod</b></p> <p>Nearpod adalah platform instruksional yang menggabungkan penilaian formatif dan media dinamis untuk pengalaman belajar kolaboratif. Ini dirancang sebagai platform bagi guru untuk membuat pelajaran interaktif online yang dapat diajarkan dalam ruang sinkronus atau asinkronus. Nearpod terintegrasi dengan banyak LMS termasuk Canvas, Google Classroom, EdPuzzle, dan Seesaw. Ini memberi guru dasbor keterlibatan siswa untuk setiap pelajaran. Ini memberi banyak sumber bagi guru untuk membuat pelajaran. Siswa dapat dengan mudah mengakses pelajaran yang dibuat oleh guru dan dapat berkolaborasi satu sama lain secara sinkron dan cara-cara asinkron. Terdapat kumpulan pelajaran siap pakai yang telah dibuat oleh guru lain.</p>	<p>Inggris</p>
<p><b>FlipGrid</b></p> <p>FlipGrid adalah platform video pembelajaran sosial. Ini memungkinkan guru dan orang tua untuk membuat kisi bagi siswa untuk merekam atau mengunggah video. Siswa dapat berinteraksi antar siswa di ruang asinkron ini melalui video mereka dan mereka dapat berkomentar, menyukai, menanggapi, atau memberikan umpan balik satu sama lain. Ada pilihan menghubungkan dengan sekolah-sekolah di seluruh dunia.</p>	<p>Inggris</p>

Deskripsi	Bahasa
<p><a href="http://clicseguro.sep.gob.mx/">http://clicseguro.sep.gob.mx/</a>            Situs web ini menawarkan saran dan pelajaran praktis bagi anak-anak dan remaja untuk menggunakan teknologi dan sumber daya online. Situs ini ditujukan kepada siswa berusia 5-15 tahun sehingga mereka dapat belajar bagaimana menghindari situasi berisiko tinggi tertentu yang dapat mereka hadapi di web atau melalui penggunaan smartphone, tablet, videogame, dan komputer.</p>	<p>Spainyol</p>

## H. Kesimpulan

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa dunia pendidikan ikut merasakan dampak menyebarnya virus Covid 19. Namun, pemenuhan kebutuhan peserta didik untuk mendapatkan layanan pendidikan yang tetap prima harus tetap dilakukan. Beberapa solusi yang ditawarkan oleh pemerintah adalah dengan melakukan pembelajaran dalam jaringan dengan memanfaatkan teknologi dan koneksi internet, melakukan modifikasi pembelajaran berbasis blended learning yang memadukan pembelajaran luring dan daring, serta menerapkan strategi pembelajaran IPA yang efektif melalui pembelajaran daring dimasa pandemi covid 19.

## Referensi

- Aini, Q, Budiarto, M. , Putra, P. O. H., & Rahardja, U. (2020). Exploring E-learning Challenges During the Global COVID-19 Pandemic: A Review. *Jurnal Sistem Informasi*, 16(2), 57-65.
- Almaiah, M. A. , Al-Khasawneh, A. , & Althunibat, A. . (2020). Exploring the critical challenges and factors influencing the E-learning system usage during COVID-19 pandemic. *Educ Inf Technol* 25, 5261–5280.
- Bataineh, K. B., Atoum, M. S., Alsmadi, L. A., & Shikhali, M. (2020). A Silver Lining of Coronavirus: Jordanian Universities Turn to Distance Education. *International Journal of Information and Communication Technology Education (IJICTE)*, 17(2), 1-11.
- Croft, M., Moore, R., Guffy, G., Hayes, S., Gragnaniello, K., & Vitale, D. (2020). *High school students' experiences in march during the Coronavirus pandemic*. Retrieved from ACT, Center for Equity in Learning: <https://www.act.org/content/dam/act/unsecured/documents/R1841-covid-insights.pdf>
- Erumit, B. A., Yuksel, T., Ozcelik, A. T., & Tekbiyik, A. (2021). Adaptation to Online Science Teaching: Experiences of Turkish Middle School Science Teachers. In *Science Education during the COVID-19 Pandemic: Tales from the Front Lines*. Monument, CO, USA: ISTES Organization.
- Guangul, F. M., Suhail, A. H., Khalit, M. I, & Khidhir, B. A. (2020). Challenges of remote assessment in higher education in the context of COVID-19: a case study of Middle East College. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 32(4), 519-535.

- Hassan M. Selim. (2007). Critical success factors for e-learning acceptance: Confirmatory factor models . *Computers & Education, Volume 49, Issue 2, 396-413.*
- Reimers, F. et al. (2020). *Supporting the continuation of teaching and learning during the COVID-19 Pandemic.* OECD.
- UNESCO. (2020). *Covid-19 impact on education data. COVID-19 education disruption and response.* Paris, France.: The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO.



## **BAGIAN III**

### **Praktikum Riil vs Virtual: Kurva Karakteristik Dioda**

**Erawan Kurniadi**

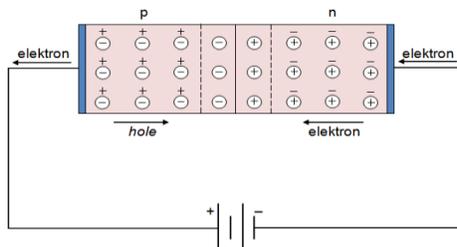
email: erawan@unipma.ac.id

#### **Abstrak**

Pembelajaran elektronika menjadi lebih bermakna jika salah satu kegiatannya adalah praktikum. Kegiatan praktikum riil di laboratorium memberikan pengalaman nyata yang lebih bermakna dibandingkan praktikum virtual, namun dalam topik tertentu (kurva karakteristik dioda), praktikum riil di laboratorium sulit untuk dilakukan. Beberapa kesulitan dalam praktikum kurva karakteristik dioda riil di laboratorium yaitu: 1) Sumber tegangan variabel yang tersedia biasanya diskret, dan tegangan maksimumnya relative rendah (12 Volt), 2) Alat ukur yang digunakan (voltmeter dan amperemeter) memiliki jangkauan ukur relative kecil, 3) Resiko kerusakan alat tinggi terutama pada pengukuran arus. Kesulitan-kesulitan tersebut tidak akan terjadi pada praktikum virtual, namun praktikum virtual juga tidak sepenuhnya lebih baik daripada praktikum riil. Untuk itu, di sini akan disajikan plus-minus praktikum riil vs virtual spesifik pada topik kurva karakteristik diode.

## A. Pendahuluan

Dioda merupakan piranti dua elektrode yang hanya dapat menghantarkan arus listrik dengan baik dalam satu arah. Untuk memahami mengapa dioda hanya dapat menghantarkan arus listrik dalam satu arah saja, pada bagian ini akan dijelaskan mengapa hal tersebut dapat terjadi.



**Gambar 3.1.** Prategangan maju (*forward bias*)

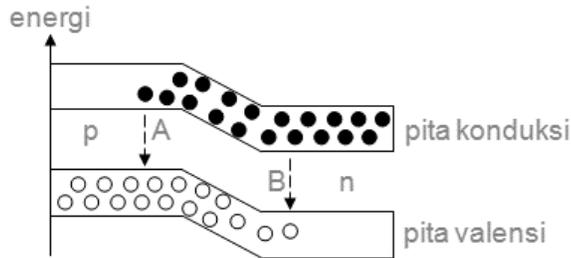
Dioda pada gambar 1 diberi prategangan maju (*forward bias*), sisi p dihubungkan dengan kutub positif baterai, sedangkan sisi n dihubungkan dengan kutub negatif baterai. Hal ini akan mengakibatkan elektron-elektron bebas pada sisi n ditolak ke kiri karena bertemu dengan elektron-elektron dari kutub negatif baterai. Elektron-elektron bebas pada daerah n bergerak ke kiri menuju ke persambungan. Kejadian ini menyebabkan munculnya ion-ion positif pada sisi kanan kristal. Ion-ion positif ini selanjutnya menarik elektron-elektron dari kutub negatif baterai menuju sisi kanan kristal. Karena kutub positif dari baterai dihubungkan dengan sisi p, lubang-lubang pada daerah p ditolak menuju ke kanan menuju ke persambungan (bukan bergerak ke kanan dalam arti sesungguhnya, tetapi mirip gerakan lampu berjalan). Setelah lubang-lubang bergerak ke kanan, maka

ion-ion negatif tertinggal di sisi kiri kristal. Elektron-elektron valensi selanjutnya mengalir dari ion-ion negatif ini melalui kawat menuju ke kutub positif baterai. Jika suatu saat elektron-elektron valensi ini meninggalkan tempatnya, maka lubang-lubang baru akan terbentuk pada ujung kiri kristal.

Secara garis besar gambarannya adalah di dalam kristal elektron-elektron bebas dan lubang selalu bergerak menuju ke persambungan. Bersamaan dengan itu, elektron-elektron bebas baru (berasal dari kutub negatif baterai) akan memasuki ujung kanan kristal dan lubang-lubang baru akan terbentuk di ujung kiri kristal. Kondisi ini mengakibatkan di daerah n selalu banyak terdapat elektron bebas, sedangkan daerah p selalu banyak terdapat lubang. Selanjutnya elektron-elektron bebas di daerah persambungan akan bergabung dengan lubang-lubang yang tiba di persambungan. Hasilnya, arus listrik yang kontinyu (terus menerus) akan berlangsung di dalam kristal.

Gambar 3.2 memperlihatkan bahwa tingkat energi elektron-elektron bebas dipertinggi oleh prategangan luar. Saat tegangan luar mencapai sekitar 0,7 volt (anggap dioda yang terpasang terbuat dari silikon), maka elektron-elektron pada sisi n dari persambungan akan memperoleh energi yang cukup besar untuk memasuki sisi p. Setelah masuk ke daerah p, elektron bebas akan menjadi pembawa minoritas dan dengan cepat akan bergabung (berekombinasi) dengan lubang di sekitarnya (lintasan A). Selanjutnya, elektron ini akan bergerak

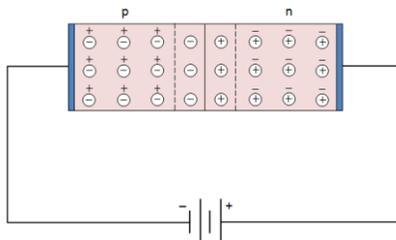
melalui lubang-lubang sebagai elektron valensi menuju ke ujung kiri kristal.



**Gambar 3.2.** Tingkat energi pembawa mayoritas pada prategangan maju

Kadangkala elektron bebas juga bergabung dengan lubang sebelum menyeberangi persambungan. Hal ini terjadi karena lubang juga dapat menyeberangi daerah persambungan dari sisi p menuju sisi n (bukan menyeberang dalam arti sesungguhnya seperti electron). Rekombinasi elektron bebas di sisi n persambungan dgambarkan oleh lintasan B. Terlepas dari masalah dua kejadian rekombinasi di sisi p dan n, hasilnya sebenarnya sama yaitu berupa aliran tunak (steady) dari elektron-elektron bebas menuju ke persambungan dan berekombinasi dengan lubang. Elektron-elektron yang terjebak (berubah menjadi elektron valensi) bergerak dalam bentuk aliran tunak melalui lubang-lubang pada daerah p sehingga menyebabkan terjadinya aliran kontinyu dalam dioda. Pengukuran menggunakan amperemeter akan menunjukkan arus yang mengalir dalam dioda bernilai besar.

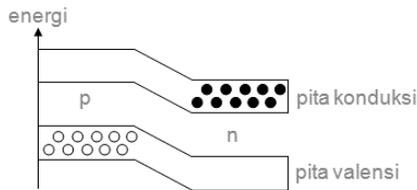
Gambar 3.3. menunjukkan sebuah dioda yang diberi prategangan balik (reverse bias). Pada rangkaian ini, daerah p dari kristal dihubungkan dengan kutub negatif baterai, sedangkan daerah n kristal dihubungkan dengan kutub positif baterai. Hal ini menyebabkan elektron-elektron bebas dan lubang-lubang bergerak menjauhi persambungan untuk sementara waktu. Akibatnya, lapisan pengosongan akan melebar hingga potensialnya menyamai tegangan luar yang dipasang sehingga pembawa-pembawa mayoritas akan berhenti mengalir (dalam beberapa nano detik arus listrik akan menurun mendekati nilai nol). Ini terjadi karena tegangan luar pada reverse bias berfungsi memperlebar potensial barrier sehingga menghalangi proses aliran dan proses rekombinasi pembawa mayoritas pada daerah persambungan. Pengukuran menggunakan amperemeter akan menunjukkan arus yang mengalir dalam dioda bernilai sangat kecil (mendekati nol).



**Gambar 3.3.** Prategangan balik (*reverse bias*).

Peninjauan terhadap tingkat energi dari pembawa mayoritas dapat memudahkan pemahaman apa yang terjadi pada prategangan balik. Tegangan luar menyebabkan penurunan tingkat energi elektron bebas pada sisi n daerah persambungan (gambar 3.4) dan

menyebabkan pita energi n turun jauh di bawah pita energi p. Pada kondisi ini, elektron-elektron bebas tidak dapat menyeberangi persambungan karena orbitnya terlalu kecil untuk menyamai orbit yang lebih besar pada sisi p.



**Gambar 3.4.** Tingkat energi pembawa mayoritas pada prategangan balik

Pada kondisi suhu nol mutlak tidak terdapat elektron bebas dalam daerah p, dan tidak terdapat lubang dalam daerah n (tidak terdapat pembawa minoritas). Akibatnya, prategangan maju menghasilkan arus searah (*direct current/dc*) yang besar, sedangkan prategangan balik tidak akan menghasilkan arus dc. Dengan demikian dioda merupakan penghantar dalam satu arah saja. Karena energi termal, pada suhu di atas nol mutlak beberapa elektron bebas mulai terbentuk dalam daerah p, dan beberapa lubang mulai terbentuk dalam daerah n (terdapat pembawa minoritas dalam daerah p maupun n). Saat dioda diberi prategangan balik, maka pembawa-pembawa minoritas akan menuju ke persambungan dioda dan berekombinasi di daerah persambungan. Setiap kali terjadi rekombinasi, maka saat itu juga elektron bebas mengalir dari kutub negatif baterai menuju ujung kiri kristal. Bersamaan dengan itu, beberapa elektron valensi akan meninggalkan ujung kanan kristal dan masuk ke

dalam kutub positif baterai. Pembawa minoritas ini terbentuk secara terus menerus akibat energi termal selama suhunya di atas nol mutlak. Akibatnya, aliran elektron akan terjadi terus menerus juga. Pengukuran menggunakan amperemeter pada rangkaian prategangan balik (untuk suhu  $>$  nol mutlak) akan menunjukkan adanya arus dc yang sangat kecil.

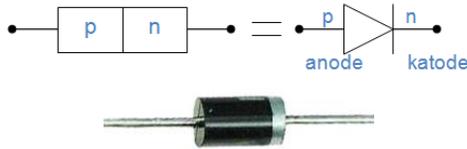
Arus balik terjadi karena adanya pembawa minoritas pada suhu di atas nol mutlak. Sebenarnya arus balik juga dapat terjadi pada suhu nol mutlak. Hal ini disebabkan karena atom-atom yang terdapat pada permukaan kristal mempunyai ikatan-ikatan kovalensi yang terputus di daerah tepi. Akibatnya, kulit kristal penuh dengan lubang dan merupakan saluran berhambatan tinggi. Ini menimbulkan kebocoran arus melalui daerah permukaan kristal. Arus kebocoran permukaan ini tidak bergantung pada suhu, tetapi dipengaruhi oleh tegangan.

Dari penjelasan yang telah disebutkan dapat disimpulkan bahwa arus balik total merupakan jumlah dari arus pembawa minoritas dan arus kebocoran permukaan. Arus balik ini jauh lebih kecil daripada arus maju. Sebagai contoh, pada suhu ruang (sekitar 250 C) dioda 1N4001 memiliki arus balik sebesar 10  $\mu$ A pada tegangan 50 volt.

## **B. Praktikum Riil Kurva Karakteristik Dioda**

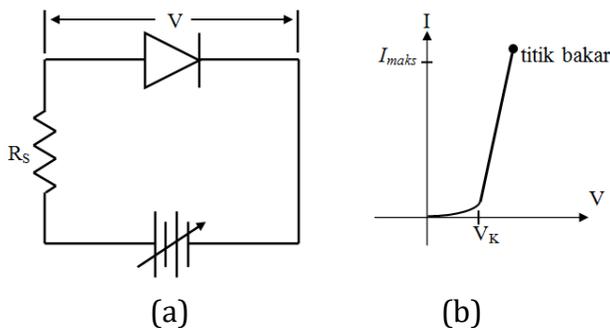
Gambar 3.5 melukiskan lambang dari dioda, tanda panah (segitiga) menunjukkan arah arus (merujuk pada aliran konvensional). Lambang ini terlanjur digunakan dan sudah mendunia. Setelah munculnya konsep aliran

elektron yang lebih sesuai dengan kenyataan, lambang dioda ini tetap dipergunakan, tetapi dengan asumsi yang berbeda yaitu tanda panah menunjukkan arah datangnya elektron-elektron bebas.



**Gambar 3.5.** Lambang dioda dan contoh dioda

Pemberian prategangan maju dan prategangan balik pada dioda akan menghasilkan arus yang berbeda. Gambar 3.6.a melukiskan pemberian prategangan maju (*forward bias*) terhadap sebuah dioda. Praktikum menggunakan rangkaian ini dilakukan dengan mengubah-ubah besarnya tegangan pencatu, dan mencatat kuat arusnya (amperemeter dipasang seri dengan rangkaian). Data praktikum berupa catatan tegangan dioda dan kuat arus yang jika ditampilkan dalam kurva  $V$  melawan  $I$  disebut sebagai kurva karakteristik dioda untuk prategangan maju (gambar 3.6.b).



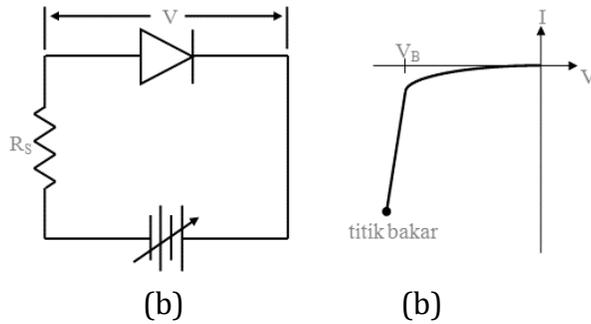
**Gambar 3.6.** Prategangan maju. a) rangkaian, b) kurva karakteristik dioda prategangan maju

Gambar 3.6.b menunjukkan saat tegangan nol volt, tidak ada arus yang mengalir melalui dioda. Jika tegangan dinaikkan sedikit demi sedikit tetapi belum mencapai nilai potensial barrier (untuk silikon nilainya sekitar 0,7 volt), arus mulai naik tetapi kenaikannya sangat sedikit (kurva berbentuk landai). Di sekitar potensial barrier, bentuk kurva menyerupai lutut (knee) sehingga potensial barrier dalam kurva karakteristik dioda juga sering disebut sebagai tegangan lutut (knee voltage) karena tegangan di sekitarnya menghasilkan kurva berbentuk lutut. Begitu tegangan luar sedikit melebihi potensial barrier dan terus dinaikkan, arus naik dengan sangat tajam (kurva berbentuk curam). Jika tegangan terus dinaikkan, arus dioda juga akan naik terus secara linier sehingga dioda akan mendapat daya (energi per satuan waktu) yang semakin besar, ingat bahwa  $P = VI$ . Daya ini menimbulkan panas pada dioda (suhu dioda naik), jika nilainya berlebih (melebihi kapasitas dioda) akan menyebabkan kerusakan pada dioda. Mengingat daya berbanding lurus dengan arus, maka hal ini memberikan pembatasan pada besarnya arus yang dapat dihantar oleh dioda dengan aman. Sebagai contoh, dioda silikon 1N4001 dapat bertahan terhadap arus tunak 1 ampere. Jika dioda ini dialiri arus melebihi 1 ampere, maka dioda akan mengalami kerusakan. Walaupun demikian, dioda 1N4001 tidak akan mengalami kerusakan saat dialiri arus besar melebihi 1 ampere jika hanya berlangsung sesaat. Batas arus sesaat ini dalam spesifikasi dioda sering disebut arus hentakan (*surge current*) diberi simbol  $I_S$ .

Sayangnya, praktikum riil di laboratorium pada materi kurva karakteristik dioda forward bias terkendala oleh ketersediaan sumber tegangan. Sebelum memulai praktikum, perlu menyediakan sumber tegangan variabel kontinu, bukan diskrit. Sumber tegangan/power supply diskrit yang umumnya tersedia di laboratorium (gambar 3.7) menghasilkan data yang sedikit sehingga plotting data menjadi kurva karakteristik dioda menjadi kasar (tidak bisa smooth seperti gambar 3.6.b). Jika ingin menghasilkan kurva yang smooth perlu disediakan tegangan/ *power supply* yang dapat diubah secara kontinu (harus membuat sendiri). Selain itu, alat ukur (voltmeter dan amperemeter) yang umumnya tersedia di laboratorium juga memiliki keterbatasan. Amperemeter analog (tersedia dalam basic meter) yang ada di laboratorium memiliki tombol pilihan jangkauan ukur dalam orde mikro ampere, mili ampere, dan paling tinggi 5 ampere (gambar 3.7). Kesalahan pemilihan batas/ jangkauan ukur dapat menyebabkan kerusakan alat. Namun demikian, praktikum riil di laboratorium lebih memberikan kontribusi dalam pengembangan keterampilan/ psikomotorik (Triatmaja, 2018; Zhu, 2021).



**Gambar 3.7.** Power supply variabel diskret, dan basic meter



**Gambar 3.8.** Prategangan balik. a) rangkaian, b) kurva karakteristik dioda prategangan balik

Pemberian prategangan balik pada dioda akan menghasilkan kurva karakteristik yang berbeda dengan kurva prategangan maju pada dioda. Gambar 3.8.a adalah rangkaian prategangan balik pada dioda (*reverse bias*). Dalam rangkaian ini, daerah p dihubungkan dengan kutub negatif sumber tegangan, sedangkan daerah n dihubungkan dengan kutub positif sumber tegangan. Eksperimen yang dilakukan dengan mengubah tegangan sedikit demi sedikit disertai pencatatan arus yang bersesuaian akan menghasilkan kurva  $V$  melawan  $I$  yang disebut sebagai kurva karakteristik dioda prategangan balik (gambar 3.8.b). Saat tegangan balik bernilai nol, arus balik juga bernilai nol. Penambahan tegangan balik akan meningkatkan arus balik (nilainya sangat kecil) yang disebabkan oleh adanya pembawa minoritas dan kebocoran arus permukaan. Nilai arus balik ini berkisar mulai beberapa nano ampere sampai beberapa mikroampere. Saat tegangan balik mencapai tegangan dadal ( $V_B$ ), arus balik meningkat dengan sangat tajam. Jika

arus ini terlampau besar dan mencapai titik bakar, maka dioda akan mengalami kerusakan.

Pada prategangan maju, arus yang terlalu besar akan merusak dioda karena disipasi daya menjadi terlalu besar untuk dapat diatasi oleh dioda. Dalam arah sebaliknya, tegangan yang terlalu besar akan menyebabkan kedadalan (*breakdown*) listrik pada dioda. Kedadalan ini dapat dianalogikan seperti proses avalans pada sisi gunung ketika sebuah batu besar jatuh menimpa dan merontokkan/melepaskan batu-batu di bawahnya. Batu-batu yang rontok ini juga merontokkan batu-batu di bawahnya sampai sisi gunung rontok seluruhnya.

Ketika tegangan balik berlebihan, beberapa elektron yang dibebaskan secara termal dari pita valensi akan memperoleh kecepatan yang cukup tinggi untuk dapat melepaskan elektron-elektron lain dari orbit valensinya. Setelah terbebaskan, elektron-elektron ini akan dipercepat oleh medan listrik yang kuat kemudian bertumbukan dengan elektron-elektron valensi lainnya. Proses ini berlangsung terus menerus sampai berakhir pada keadaan avalans yaitu lepasnya elektron-elektron valensi dalam jumlah sangat banyak dan menjadi elektron-elektron bebas. Tegangan saat terjadinya avalans ini disebut sebagai tegangan dadal.

Sekalipun menggunakan sumber tegangan variabel yang kontinyu (bisa diubah pada tegangan yang cukup fleksibel), namun praktikum kurva karakteristik dioda reverse bias secara riil di laboratorium tidak bisa dilakukan sampai jangkauan tegangan yang tinggi (beberapa puluh hingga ratusan volt). Tidak tersedianya

sumber tegangan dengan jangkauan tinggi menyebabkan praktikum kurva karakteristik dioda reverse bias tidak dapat mencapai tegangan dadal karena tegangan dadal dioda umumnya tinggi (contoh dioda 1N4001 memiliki tegangan dadal sekitar 50 volt), kecuali dioda yang dipakai adalah dioda zener. Selain itu, kesalahan pemasangan alat ukur bisa menyebabkan kerusakan alat dan komponen pada praktikum riil.

Walaupun demikian, praktikum riil di laboratorium tetap memiliki keunggulan yaitu: dapat membekali pengalaman langsung pada mahasiswa terutama pengalaman merangkai komponen dan menggunakan alat ukur. Mahasiswa jadi paham bagaimana memasang dioda forward dan reverse, bagaimana penempatan voltmeter dan amperemeter, bagaimana mengatur orde/ skala/batas ukur alat dengan benar. Mereka juga jadi punya pengalaman melakukan kesalahan yang diharapkan tidak terjadi berulang-ulang. Mereka juga punya pengalaman mengatasi kesalahan pengukuran terutama pengukuran arus karena kesalahan dalam menggunakan amperemeter dapat menimbulkan kerusakan pada alat ukur maupun komponen. Yang tidak kalah penting, praktikum riil di laboratorium sangat diperlukan untuk menunjang pemahaman mahasiswa (Bradbeer, 2001; Kuron & Umboh, 2020.; Makhrus et al., 2021).

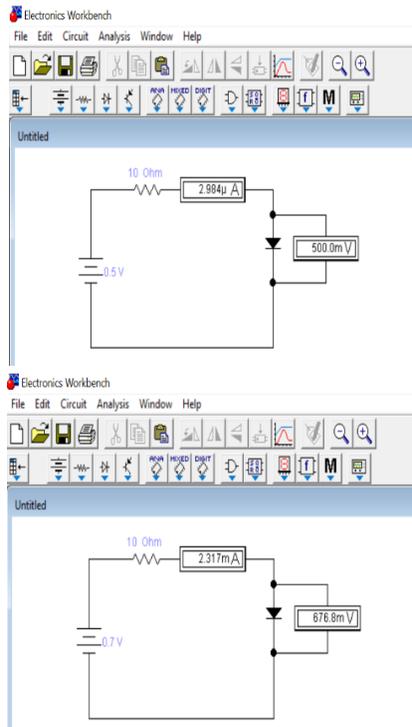
### **C. Praktikum Virtual Kurva Karakteristik Dioda**

Sebelum melaksanakan praktikum virtual, mahasiswa perlu dibekali cara menggunakan program aplikasi yang akan digunakan. Ini tidaklah sulit karena umumnya mahasiswa jaman sekarang sudah sangat

familier dengan berbagai fasilitas digital. Yang agak memerlukan waktu untuk dilakukan adalah mengenalkan mahasiswa terhadap simbol/lambang komponen. Memang praktikum riil sangat memberi pengalaman berharga, namun praktikum virtual juga tetap memberikan pengalaman berharga (Achuthan et al., 2011). Praktikum riil cenderung hanya dapat dilakukan di laboratorium, namun praktikum virtual dapat dilakukan dimanapun (Nerguizian et al., 2012).

Rangkaian dalam praktikum virtual sama seperti rangkaian dalam praktikum riil di laboratorium (gambar 6.a dan gambar 8.a). Pelaksanaan praktikum virtual lebih sederhana dan mudah dilakukan mengingat mahasiswa tinggal memasang komponen seperti gambar rangkaian, dan memasang alat ukur yaitu voltmeter dan amperemeter (gambar 3.9). Mereka hanya perlu memahami bagaimana prinsip pemasangan voltmeter dan amperemeter dalam rangkaian, tanpa perlu mengatur batas ukur/jangkauan karena dalam program aplikasi, alat-alat ini sudah dalam bentuk digital.

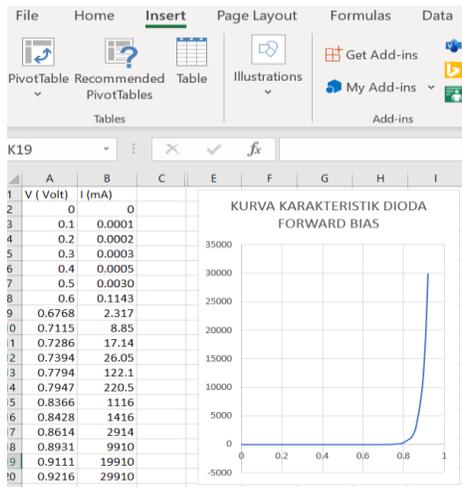
Pada praktikum kurva karakteristik dioda forward bias, sumber tegangan diubah sedikit demi sedikit dengan setiap perubahan sebesar 0.1 volt sampai tegangan sumber mencapai 1 volt. Setelah itu tegangan sumber bisa diubah dengan perubahan yang cukup ekstrim yaitu 10 volt sampai tegangan tinggi sebesar 50 volt, lalu ubah menjadi 100 volt, dan seterusnya sampai secukupnya.



**Gambar 3. 9.** Contoh praktikum virtual kurva karakteristik dioda pada forward bias

Dalam praktikum virtual ini, mahasiswa dengan bisa mengganti nilai-nilai (values) dari sumber tegangan dan resistor, serta tipe dioda dengan sangat mudah. Mereka tinggal mencatat setiap perubahan pasangan penunjukan angka voltmeter dan amperemeter. Data-data  $V_{dioda}$  dan  $I_{dioda}$  yang tertera pada voltmeter dan amperemeter tersebut dicatat di program excel. Perubahan tegangan sumber bisa dilakukan sedikit demi sedikit hingga menghasilkan data sebanyak-banyaknya untuk menghasilkan bentuk kurva/grafik smooth seperti gambar 3.6.b dengan menggunakan excel.

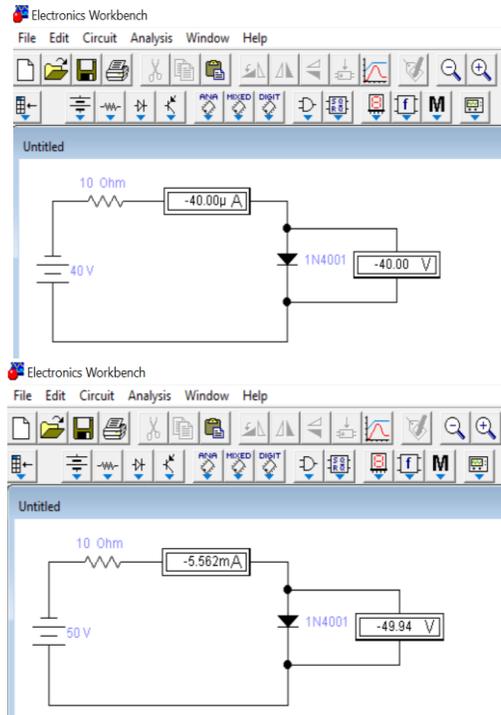
Dengan mengubah tegangan sumber sedikit demi sedikit, mahasiswa akan benar-benar tahu kapan terjadi perubahan nilai arus diode secara ekstrim dari orde mikro ampere ( $\mu\text{A}$ ) ke mili ampere (mA), dan ampere (A). Pada kurva hasil plotting data dalam excel juga akan terlihat jelas bentuk lengkungan seperti lutut (knee) yang terjadi di sekitar tegangan diode sekitar 0,7 volt (gambar 3.10).



**Gambar 3.10.** Tampilan kurva karakteristik dioda forward bias menggunakan excel

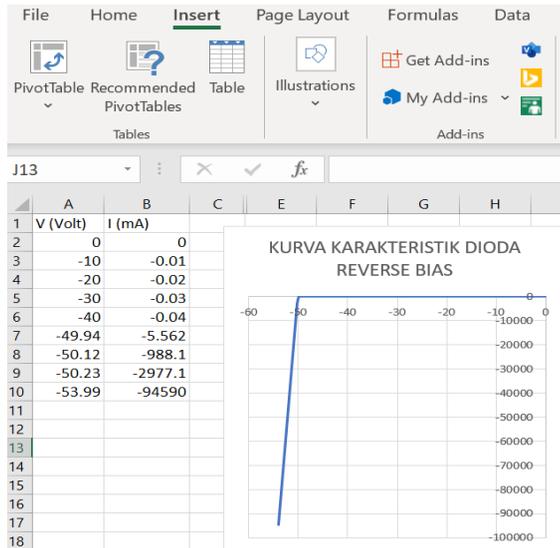
Pada praktikum kurva karakteristik dioda reverse bias, sumber tegangan diubah dengan setiap perubahan sebesar cukup ekstrim misalnya 10 volt sampai tegangan balik mencapai titik dadal ditandai dengan perubahan arus balik dari orde mikro ampere ( $\mu\text{A}$ ) menjadi mili ampere (mA), dan Ampere (A). Sebagai contoh, dioda tipe 1N4001 memiliki tegangan dadal -50 Volt, maka perubahan nilai arus dari orde mikro ampere menjadi mili ampere akan terjadi pada tegangan balik sekitar -50 Volt (gambar 3.11). Nilai tegangan balik dapat diubah sesuka

hati bahkan sampai nilai yang sangat tinggi hingga ribuan volt dan aman (Xu et al., 2014). Ini tidak dapat dilakukan pada praktikum riil di laboratorium.



**Gambar 3.11.** Contoh praktikum virtual kurva karakteristik dioda pada reverse bias

Dengan jumlah data yang cukup, mahasiswa akan benar-benar tahu kapan terjadi perubahan nilai arus diode secara ekstrim dari orde mikro ampere ( $\mu\text{A}$ ) ke mili ampere (mA), dan ampere (A). Pada kurva hasil plotting data dalam excel juga akan terlihat jelas kapan terjadi kedadalan pada dioda (gambar 12). Kondisi ini tidak dapat/ sangat sulit diperoleh jika praktikum dilakukan secara riil di laboratorium karena sumber tegangan (*power supply*) yang tersedia hanya sampai 12 Volt saja.



**Gambar 3.12.** Tampilan kurva karakteristik dioda forward bias menggunakan excel

**D. Praktikum Riil vs Virtual Kurva Karakteristik Dioda**

Komparasi praktikum riil vs virtual khususnya pada kurva karakteristik dioda dapat disajikan dalam tabel 1. Dengan menggunakan tabel tersebut, jelas terlihat plus dan minus masing-masing.

**Tabel 3.1.** Komparasi praktikum riil vs virtual khususnya pada kurva karakteristik dioda

No.	Aspek	Praktikum Riil		Praktikum Virtual	
		Deskripsi	+/-	Deskripsi	+/-
1.	Persiapan praktikum	Perlu menyiapkan alat dan bahan, berlatih merangkai komponen dan menggunakan	-	Tidak perlu menyediakan alat dan bahan, hanya perlu berlatih menggunakan	+

No.	Aspek	Praktikum Riil		Praktikum Virtual	
		Deskripsi	+/-	Deskripsi	+/-
		alat ukur, biaya relatif tinggi		aplikasi, biaya murah	
2.	Pelaksanaan praktikum	a. Lebih sulit dilakukan, perlu waktu lama untuk merangkai komponen dan melakukan pengukuran, sering tidak berhasil b. Harus dilakukan di laboratorium	-	a. Lebih mudah dilakukan, perlu waktu singkat untuk merangkai komponen dan melakukan pengukuran, hampir selalu berhasil b. Dapat dilakukan di manapun	+
3.	Fleksibilitas tegangan sumber	Hanya tersedia power supply diskret dengan varian tegangan 0 sampai 12 Volt sehingga tegangan dadal tidak didapat saat reverse bias	-	Tersedia sumber tegangan yang varian tegangannya dapat diubah sesuka hati sehingga tegangan dadal bisa mudah didapat saat reverse bias	+
4.	Smoothing data	Jumlah data sedikit, data hasil pengukuran sering menyimpang dari hasil perhitungan	-	Jumlah data bisa sebanyak-banyaknya, data hasil pengukuran hampir sama dengan hasil perhitungan	+

No.	Aspek	Praktikum Riil		Praktikum Virtual	
		Deskripsi	+/-	Deskripsi	+/-
5.	Bentuk kurva hasil plotting data	Kasar, tidak mirip tampilan kurva karakteristik dioda di buku teori	-	Smooth/halus, mirip tampilan kurva karakteristik dioda di buku teori	+
6.	Keamanan	Trial and error tidak aman dilakukan	-	Trial and error aman dilakukan	+
7.	Pengalaman	Lebih riil, banyak tantangan	+	Tidak riil, sedikit tantangan	-
8.	Kontribusi terhadap keterampilan, psikomotor	Lebih berkontribusi	+	Kurang berkontribusi	-
9.	Kontribusi terhadap pemahaman konsep (kognitif)	Sangat berkontribusi	+	Sangat berkontribusi	+
10.	Kontribusi terhadap kemampuan afektif	Lebih berkontribusi	+	Kurang berkontribusi	-

Keterangan: + = lebih menguntungkan/unggul,  
- = kurang/tidak menguntungkan

## E. Kesimpulan

Praktikum virtual memang memiliki nilai + yang lebih banyak dibandingkan praktikum riil di laboratorium. Namun demikian, dari utamanya aspek pengalaman dan kontribusi terhadap kemampuan psikomotorik, praktikum riil di laboratorium lebih unggul dan menguntungkan. Jadi, akan lebih baik jika keduanya tetap dilakukan agar mahasiswa benar-benar kaya pengalaman, dan yang tidak kalah penting adalah mahasiswa benar-benar mengalami pembelajaran bermakna. Paling tidak salah satu praktikum (riil atau virtual) harus dilakukan agar mahasiswa tidak hanya berteori saja sehingga pemahamannya benar-benar kuat.

## Referensi

- Achuthan, K., Deepthi, A., Gangadharan, R., Appukuttan, S., Ranganatha, J., Sambhudevan, S., Mahesh, S., Sreelatha, K. S., Surendran, S., Diwakar, S., Nedungadi, P., Humphreys, S., O., S. S. C., Pillai, Z., & Raman, R. (2011). The VALUE @ Amrita Virtual Labs Project: Using Web Technology to Provide Virtual Laboratory Access to Students. 2011 IEEE Global Humanitarian Technology Conference, 117–121. <https://doi.org/10.1109/GHTC.2011.79>
- Bradbeer, R. S. (2001). An integrated studio approach to teaching basic electronics to first year mechatronics degree students. 2001 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics. Proceedings (Cat. No.01TH8556), 2, 1118–1123. <https://doi.org/10.1109/AIM.2001.936856>

- Kuron, M., & Umboh, A. (n.d.). Pengaruh Virtualisasi Laboratorium Berbasis Electronics Workbench (Ewb) Pada Mata Kuliah Elektronika Dasar Unsrit. 7, 7.
- Makhrus, Muh., Wahyudi, W., & Zuhdi, M. (2021). Students' Conceptual Understanding through Implementation of LiveWire in Basic Electronics Virtual Experiment. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(2), 249–254. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i2.705>
- Nerguizian, V., Mhiri, R., Saad, M., Kane, H., Deschenes, J.-S., & Saliah-Hassane, H. (2012). Lab@home for analog electronic circuit laboratory. 2012 6th IEEE International Conference on E-Learning in Industrial Electronics (ICELIE), 110–115. <https://doi.org/10.1109/ICELIE.2012.6471157>
- Triatmaja, A. K., & Khairudin, M. (2018). Study on Skill Improvement of Digital Electronics Using Virtual Laboratory With Mobile Virtual Reality. *Journal of Physics: Conference Series*, 1140, 012021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1140/1/012021>
- Xu, L., Huang, D., & Tsai, W.-T. (2014). Cloud-Based Virtual Laboratory for Network Security Education. *IEEE Transactions on Education*, 57(3), 145–150. <https://doi.org/10.1109/TE.2013.2282285>
- Zhu, L., & Liu, C. (2021). Development and Analysis of Electronic and Electrical Experiment Simulation Technology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1754(1), 012002. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1754/1/012002>



## **BAGIAN IV**

### **Heutagogy: Pendekatan Pembelajaran Sains Berbasis Kearifan Lokal di Era Pandemi**

**Mislan Sasono**

email: [mislan@unipma.ac.id](mailto:mislan@unipma.ac.id)

#### **Abstrak**

Wabah Covid-19 merupakan bencana yang sangat besar yang melanda semua negara di belahan dunia. Segala upaya dilakukan untuk membendung serta menghentikan penyebaran virus yang mematikan ini. Berbagai kebijakan dan perubahan dilakukan, salah satunya lembaga pendidikanlah yang pertama menjadi prioritas diminta untuk merubah proses pembelajaran yang tadinya tatap muka secara langsung beralih pada pembelajaran yang bersifat tidak tatap muka dengan kata lain pembelajaran jarak jauh atau pembelajaran yang melalui rumah antara siswa dan guru. Pada bulan Maret 2020, melalui Surat Edaran Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Tahun 2020, Nomor 4 mengatur tentang Kebijakan Penyelenggaraan Pendidikan di Masa Darurat akibat penyebaran Covid-19, dan merubah seluruh bahkan semua proses pembelajaran dengan dilakukan dari

rumah. Heutagogi adalah keseluruhan aktivitas mengembangkan keterampilan siswa dengan dari pengalaman pribadi mereka, di mana siswa mengkonstruksi pengetahuan secara belajar mandiri. Pembelajaran sains tidak hanya mengatur kumpulan pengetahuan yang berupa teori-teori, konsep, fakta, maupun prinsip, namun juga proses penemuan, yang diharapkan pembelajaran sains dapat mengkonstruksi siswa untuk memperoleh berbagai keterampilan baik berpikir serta memecahkan masalah pada kehidupan sehari-hari (membaca buku, memperoleh informasi ilmiah menggunakan media digital, dan melakukan studi observasi alam dan lingkungan sekitar). Melalui pengalaman langsung siswa dapat mengembangkan potensi dirinya sehingga dapat memahami lingkungan alam dan menemukan sesuatu serta memperoleh pengalaman di sekitar lingkungannya. Pembelajaran merupakan peran guru sebagai pembicara verbal (orator) menjadi peran kekuatan yang selaras dalam menciptakan lingkungan dan suasana belajar, yang dapat dilakukan dalam pembelajaran sains yang sangat beragam dalam beberapa hal, misalnya dalam hal "konteks, sehingga siswa mengoptimalkan mengkonstruksi pengetahuan mereka melalui *local genius*, kearifan lokal atau keunggulan lokal di sekitar.

## **A. Pendahuluan**

Covid-19 yang terjadi sejak tahun 2019 telah membawa berbagai pengaruh negatif di banyak bidang kehidupan. Dari sektor, terpengaruh, dan yang penting adalah sektor pendidikan. Sekolah di berbagai negara perlu ditutup untuk mengurangi penyebaran dari virus. Menurut Organisasi UNESCO, setidaknya ada 290,5 juta siswa di seluruh dunia dan kegiatan belajar ditangguhkan

karena penutupan sekolah (Agus Purwanto et al: 2020). Pendidikan adalah hak semua bangsa dan harus dilaksanakan disetiap proses pembelajaran di satuan pendidikan.

Pada tahun 2020 bulan Maret tanggal 24, Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia mengeluarkan Surat Edaran 2020 yang berisi tentang pelaksanaan kebijakan pendidikan saat COVID 19 perlu disosialisasikan. Surat Edaran menjelaskan tentang proses pembelajaran harus dilakukan melalui pembelajaran jarak jauh/*online*, rumah untuk memberikan pengalaman kepada siswa, artinya proses pembelajaran yang biasanya dilakukan dengan tatap muka (*offline*) harus dilakukan secara *online* (dalam jaringan) (Zainal Abidin: 2020). Akibatnya, peluang belajar alternatif harus dicari tanpa harus bertatap muka langsung diberbagai institusi, mulai dari satuan pendidikan di tingkat dasar hingga tinggi. Salah satu pendekatan pembelajaran heutagogy dapat dijadikan sebuah pendekatan dalam paradigma pergeseran di era pandemi covid 19.

Heutagogi adalah format dengan manajemen dari kelas yang holistik dan bertujuan sesuai dengan kemampuan diri dan kemandirian siswa.. Selain itu, Hutagogi juga didefinisikan sebagai gaya pengelolaan kelas yang memberikan kebebasan kepada siswa dewasa untuk menentukan sendiri dan berubah (Collen: 2015).

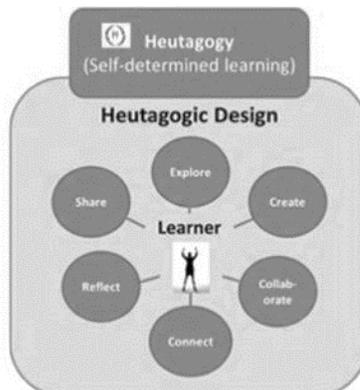
Tidak dapat disangkal, sekarang dianggap guru adalah tetap menjadi pembicara lisan (orator) pada proses pembelajaran, termasuk dalam pembelajaran ilmiah. Mengenai guru sebagai pembicara lisan (orator) yang cenderung stagnan, dapat merubah peran guru menjadi guru yang memiliki kemampuan untuk menciptakan lingkungan belajar yang kondusif. Suasana dan Lingkungan belajar didorong oleh pendapat Semiawan (1991), untuk memenuhi syarat, " Persyaratan Pengajaran Profesional , peran guru yang semula berbicara secara lisan menciptakan suasana, Ini menunjukkan bahwa itu akan berubah menjadi yang dinamis untuk diciptakan. Lingkungan belajar yang membantu siswa dalam proses pembelajaran".

Lingkungan dan suasana belajar yang aman dan beragam, dalam hal ini dilihat dari "konteks" siswa dapat lebih optimal dan sempurna jika mampu mengoptimalkan kearifan lokal, local genius atau keunggulan lokal. Namun, beberapa nilai yang diwariskan justru mengabaikan kearifan lokal dalam berbagai proses pembelajaran, khususnya pembelajaran IPA di sekolah (Suastra, 2005). Oleh karena itu, pembelajaran IPA berbasis kearifan lokal yang dimaksud dalam Landasan Hukum Pendidikan Berbasis Keunggulan Lokal, merupakan cara mendasar untuk mengubahnya kembali menjadi pembelajaran yang bernilai dan bermakna.

## B. Heutagogi dan Pembelajaran Sains dengan Kearifan Lokal

### 1. Heutagogi

Paradigma heutagogi adalah kerangka proses pembelajaran yang relatif baru. Menurut Hase dan Kenion, Hutagoji biasa disebut sebagai *self-determined learning*. Inisiator *Learning Concept Heutagogy* adalah Stewart dari *Southern Cross University*, yang merupakan studi pembelajaran mandiri. Ide di balik konsep ini adalah pedagogi dan pengembangan Andragogi (Umi Salamah: 2018). Heutagogi adalah pendekatan holistik yang bertujuan untuk mengembangkan keterampilan siswa dengan belajar sebagai proses proaktif dan proaktif. "Agen Utama" adalah pembelajaran unik yang merupakan hasil dari pembelajaran pengalaman pribadi dan dilakukan dalam penentuan mandiri serta sumber daya dan materi pembelajaran (Stewart dan Chris: 2000).



**Gambar 4.1.** Desain Elemen Heutagogi (Stewart dan Chris: 2000)

## 2. Pembelajaran Sains dengan Kearifan Lokal

Belajar tentang sains merupakan pembelajaran yang tidak terpisahkan dari hakikat sains. Ilmu dapat dilihat suatu kumpulan metode pengetahuan, pemikiran, dan inkuiri (Chiappetta & Kobala, 2010). Kumpulan metode pengetahuan, para ilmuwan telah dikumpulkan Berabad-abad dan secara sistematis termasuk dalam basis pengetahuan. Koleksi pengetahuan dikelompokkan berdasarkan bidang studi seperti sains (biologi fisika, dan kimia) dan sebagainya. Pengumpulan pengetahuan seperti konsep, fakta, hukum, teori, prinsip, dan model

Pemikiran (*a way of thinking*), Ilmu adalah aktivitas manusia yang dicirikan oleh proses berpikir. Aktivitas intelektual atau berpikir memberikan gambaran tentang keingintahuan manusia untuk memahami peristiwa-peristiwa bahkan fenomena alam yang ada. Ilmuwan didorong oleh rasa keingintahuan, berimajinasi, sebagai alasan kuat untuk menjelaskan peristiwa dalam kehidupan sehari-hari. Para filsuf ilmiah dan psikolog, keterampilan kognitif merupakan sebuah aktivitas kreatif yang mencakup ide serta penjelasan peristiwa-peristiwa alam dalam esensi sains yang digunakan sebagai petunjuk penting.

Inkuiri, Proses inkuiri merupakan sebuah proses memberikan atau sebagai menyediakan gambar-gambaran dalam mengkonstruksi pengetahuan. Banyak metode dalam sains yang dapat digunakan untuk menunjukkan pemecahan masalah,

misalnya pengamatan dan prediksi, sebagai contoh dalam astronomi. Adapun bentuk metode lain, seperti keinginan laboratorium untuk melakukan sebuah eksperimen dan percobaan yang memfokuskan hubungan kausalitas. Dari hal tersebut, maka bagi mereka yang ingin memahami peristiwa dan fenomena alam serta bentuk aplikasi-aplikasinya perlu mempelajari dan memperdalam objek dan peristiwa di alam atau lingkungan sekitar. Kejadian dan peristiwa alam dapat dilakukan melalui investigasi berupa eksperimen dan pengamatan, dan penjelasan tentang harus dicari melalui alasan atau proses, ide untuk mendapatkan pembahasan. Oleh karena itu, memahami proses sangat penting dalam sains. Memahami bagaimana informasi ilmiah diperoleh, diuji, dan divalidasi.

Mengingat sifat ini, pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) harus dapat memudahkan siswa untuk berpikir, berbicara (*mind-on*), dan bekerja dengan akal dan sains (*hand-on*). Oleh karena itu, berpikir (*mind-on*), dan bekerja dengan akal dan sains (*hand-on*) seharusnya menjadi pertimbangan penting dalam melakukan pembelajaran IPA. Promosi pembelajaran saintifik tersebut terjadi, melalui siklus pendekatan saintifik. Siklus belajar IPA diperkenalkan oleh Karplus dan Dia (Lawson, 1995: 160) dalam sebuah panduan untuk guru yang berjudul *Science Curriculum Improvement Study* (1970).

Siklus belajar berlangsung dalam tiga tahap. Eksplorasi, pengenalan dan penemuan. Tahap

eksplorasi bertujuan untuk menawarkan kesempatan kepada peserta/siswa berupa materi atau ide baru dan untuk penampilan yang diinginkan. Pada fase ini, siswa dapat secara spontan mempelajari konteks atau materi baru (Zuhdan: 2013).

Pada fase penemuan, guru memperkenalkan teori, prinsip, dan konsep baru. Guru juga harus mengajarkan bagaimana menggunakan ide-ide baru untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan berpikir siswa dan kemampuan lainnya. Beberapa referensi menyebutkan tahapan implementasi konsep. Fase penemuan bertujuan untuk memfasilitasi ruang atau kesempatan siswa untuk mengaplikasikan konsep dan teori pada situasi yang baru dan bermakna. Dalam beberapa buku atau referensi, fase penemuan disebut fase aplikasi.

### **3. Dasar-Dasar Hukum tentang Kearifan Lokal**

Istilah kearifan lokal dan kearifan daerah, yang oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud) disebut keunggulan daerah, seringkali memiliki makna yang tumpang tindih. Pengertian Kearifan lokal ada dua kata, yaitu kearifan (wisdom) dan lokal (local). Kamus Inggris dan Indonesia (John M. Ecoles: 2005), local artinya lokal, kearifan (wisdom) sama dengan kearifan. Secara umum, kearifan lokal dapat diartikan sebagai gagasan-gagasan lokal yang arif, bijaksana, bernilai, terintegrasi dan diterima dalam suatu masyarakat. Local genius sebagai kearifan lokal, istilah local genius dikenal dalam antropologi.

Lokal genius adalah istilah yang dikenalkan oleh Quaritch Wales. Sebagian antropolog banyak berbicara tentang konsep lokal genius (Ayatrohaedi: 1986). Secara khusus Haryati menekankan local genius merupakan identity budaya, dimana identitas atau kepribadian budaya bangsa mengarah untuk menerima negara dan budaya asing sesuai dengan kepribadian seseorang (Sartini Ayatrohaedi: 1986). Menurut Ayatrohaedi (1986) kearifan lokal berpotensi menjadi local genius karena unsur-unsur budaya, daerah, membuktikan kelangsungannya hingga kini. Ciri-cirinya adalah (a) kemampuan menolak budaya asing, (b) keterampilan mencerna unsur budaya asing, (c) keterampilan mengaitkan unsur budaya asing ke dalam budaya asli. (d) pengendalian dan (e) keterampilan untuk memimpin pengembangan budaya. Merujuk pada kedua definisi tersebut, sangat wajar jika Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan menyebutkan bahwa keduanya sama-sama mempelajari keunggulan lokal atas keunggulan lokal yang tidak hanya ditampilkan, tetapi ada referensi atau acuan yang menjadi dasar. Landasan yang digunakan sekurang-kurangnya dua hal: pembelajaran dianggap sebagai aspek pencapaian tujuan pendidikan dan landasan hukumnya dan politik dalam pendidikan nasional. Pendidikan adalah program pembelajaran, yang pada dasarnya menjadi dasar bagi perubahan tindakan melalui interaksi siswa, guru, dan lingkungan

Dasar Hukum Dalam Negeri Pedoman Dasar Pendidikan Berbasis Kearifan Lokal (PBKL), meliputi:

- a) PP. No 17 pasal 3 tahun 2010 menetapkan: “Pendidikan berbasis keunggulan lokal adalah pendidikan yang terjadi setelah Standar Nasional Pendidikan (SNP) dipenuhi dan diperkuat keunggulan kompetitif serta keunggulan komparatif dari berbagai daerah”,
- b) Strategis Rencana Kementerian Pendidikan Nasional 2010-2014 menetapkan: Pendidikan harus mempromosikan dan mempromosikan keberlangsungan pengetahuan dan pemahaman secara berlanjut dan balance ekosistem, yaitu pengetahuan yang terbentuk ketika pemahaman manusia merupakan bagian dari lingkungan (ekosistem). Melaksanakan magang tentunya harus menawarkan nilai, pemahaman, dan tanggung jawab sosial kepada siswa, yang semuanya pada dasarnya harus berinteraksi dengan orang lain dan lingkungan.
- c) PP No. 19 Tahun 2005, Pasal 1 (1) BAB III menetapkan: “Untuk jenjang sekolah menengah atau sederajat seperti SMA, MA, dan SMALB dapat berupa pelatihan atau pelatihan yang dibayar berdasarkan keunggulan lokal”,
- d) PP No. 17 Tahun 2010 Pasal 35 (2), bahwa “Pemerintah dilingkungan kabupaten atau kota menjalankan dan memberikan fasilitas pengembangan program pada satuan dan jenjang pendidikan yang memiliki atau mendekati Standar

SNP dengan standar internasional dan/atau lokal berdasarkan keunggulan program dan/atau satuan pendidikan",

Keunggulan daerah adalah ciri daerah yang meliputi aspek IPTEK, ekonomi, budaya dan lingkungan hidup (ekologi) yang merupakan pengembangan kekuatan daerah. Aspek pengembangan potensi kepentingan daerah antara lain: sumber daya alam, budaya, sejarah, geografi, dan sumber daya manusia.

Pendidikan lokal berbasis keunggulan adalah upaya terencana dan sadar untuk menggali dan memanfaatkan potensi masyarakat, menciptakan lingkungan belajar bagi peserta didik untuk menumbuhkan keterampilan, pengetahuan, dan sikapnya, sehingga memungkinkan mereka secara aktif mengembangkan potensi diri. Berusaha mendukung pembangunan negara dan bangsa. Sekolah SMA PBKL adalah program pendidikan sekolah menengah atas yang disesuaikan dengan kebutuhan lokal dan bervariasi di alam, humaniora, geografi, budaya, sejarah dan bidang lainnya, tergantung pada potensi proses pengembangan keterampilan siswa. Keuntungannya, pembelajaran berbasis kearifan lokal adalah melalui implementasi strategi pelaksanaan PBKL.

Secara ringkas, acuan dalam menentukan strategi pelaksanaan PBKL adalah: 1) Pengetahuan, strategi memasukkannya ke dalam topik terkait atau melalui muatan lokal, 2) Kompetensi keterampilan

psikomotorik, strateginya adalah dengan menetapkan bidang kompetensi, 3) Emosional Kompetensi (sikap) dapat diimplementasikan dalam pengembangan pribadi, kewarganegaraan, agama atau skolastik.

### C. Kesimpulan

Pembelajaran Sains berbasis kearifan lokal merupakan suatu jalan baru dalam pendidikan dapat berjalan secara luas tanpa terhalang oleh wilayah yang membatasi, dimana siswa dan guru bisa melakukan pembelajaran tanpa saling bertemu secara fisik. Pembelajaran berbasis Kearifan lokal memberikan pengalaman secara langsung dan bagi siswa dan sebagai konstruksi pengetahuan (*a body of knowledge*), pemikiran (*a way of thinking*) dan inkuiri (*a way of investigating*) secara *selfdeterminan learning* (heutagogy) peserta didik. Peserta didik melalui PBKL dapat melakukan pengalaman secara langsung menciptakan lingkungan dan suasana belajar secara mandiri sesuai dengan kebutuhan atau kontek pembelajaran sains, sehingga siswa mengoptimalkan mengkonstruksi pengetahuan mereka melalui local genius, kearifan lokal atau keunggulan lokal di sekitar yang dapat digunakan sebagai fundamental yang berharga pada pembelajaran, supaya dalam belajar dapat menjadi bermakna.

## Referensi

- Abidin, Z., Hudaya, A., & Anjani, D. (2020). Efektivitas pembelajaran jarak jauh pada masa pandemi covid-19. *Research and Development Journal of Education*, 1(1), 131-146.
- Agus Purwanto et al., "Studi Eksploratif Dampak Pandemi COVID -19 Terhadap Proses Pembelajaran Online Di Sekolah Dasar," *EduPsyCouns: Journal of Education, Psychology and Counseling* 2, no. 1 (2020): 1-12, <https://ummaspul.e-journal.id/Edupsycouns/article/view/397>.
- Ayatrohaedi. (1986). *Kepribadian Budaya Bangsa (local Genius)*. Jakarta: Pustaka Jaya.
- Colleen Halupa, "Transformative Curriculum Design in Health Sciences Education," 2015, <http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3433218>. Collette, L. dan Chiappetta, Eguene L. (1994). *Science Instruction in the Middle and Secondary Schools*. Columbus: Charles E. Merrill Publishing Company.
- John M Echols and Hassan Syadily. 2005. *Kamus Inggris Indonesia*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Kun, P. Z. (2013, September). Pembelajaran sains berbasis kearifan lokal. In *Prosiding: seminar nasional fisika dan pendidikan fisika* (Vol. 4, No. 1).
- Lawson, Anton E. (1995). *Science Teaching and Development of Thinking*. Belmont: Wadsworth Publishing Company.
- Stewart Hase and Chris Kenyon, "Heutagogy: A Child of Complexity Theory," *Complicity: An International Journal of Complexity and Education* 4, no. 1 (2000), doi:10.29173/cmplct8766.

Tim PBKL. (2011). Penyelenggaraan Pendidikan Berbasis Keunggulan Lokal (PBKL). Jakarta: Kementerian Pendidikan Nasional. Direktorat Pembinaan SMA Direktorat Jenderal Pendidikan Menengah.

Umi Salamah dan Siti Sumarsilah, "Pembelajaran Dongeng Lokal Kreatif dengan Heutagogi: Penguatan Pendidikan Karakter Generasi Melenial," Prosiding Senasbasa, 2018, 507-15.



## **BAGIAN V**

### **Pembelajaran Berbasis Proyek Materi Alat Optik Pada Masa Pandemi Covid-19**

**Farida Huriawati**

**Perdana Miftachul Huda**

#### **Abstrak**

Dampak pandemi covid-19 salah satunya berpengaruh terhadap dunia pendidikan. Pada masa pandemi covid-19 pembelajaran dilakukan secara daring dari rumah sesuai aturan yang ditetapkan untuk meminimalisasi resiko penyebaran covid-19 secara meluas. Pemilihan model pembelajaran menggunakan pembelajaran berbasis proyek dapat menjadi solusi pembelajaran jarak jauh. Pada pembelajaran berbasis proyek dapat dimulai dengan merencanakan proyek, menciptakan produk, kemudian mempresentasikan produk tersebut sesuai dengan materi yang dipilih. Pendidik dapat menilai dari setiap progres kegiatan yang dilakukan oleh peserta didik. Pada matakuliah gelombang dan optik terdapat bab yang membahas materi tentang alat optik. Proses pembelajaran berbasis proyek

untuk materi alat optik dimulai dengan menugaskan mahasiswa untuk mengambil salah satu topik tentang alat optik, kemudian merencanakan serta mendesain produk yang dipilih tersebut. Mahasiswa juga membuat makalah dari produk yang dipilih tersebut serta mempresentasikan di kelas kuliah. Dari proses pembelajaran berbasis proyek ini mahasiswa dituntut mampu menampilkan produknya, menjelaskan fungsi kerja, serta teori yang melandasi. Salah satu proyek yang ditampilkan mahasiswa adalah Teleskop Sebagai Pengumpul Radiasi Elektromagnetik dan Pembentuk Citra Dari Benda.

### **A. Pendahuluan**

Virus corona atau covid-19 telah ditetapkan sebagai pandemic oleh WHO. Virus Covid-19 telah terpapar secara luas pada semua negara di dunia. Dampak dari meluasnya virus covid-19 tersebut salah satunya terhadap bidang pendidikan. Kesehatan lahir dan batin semua pihak yang terlibat dalam pembelajaran menjadi sorotan penting selama masa pandemi ini. Hal lain yang menjadi pertimbangan adalah pembelajaran secara tatap muka memberikan resiko pemaparan virus covid-19 lebih cepat. Dari keadaan tersebut pemerintah memberikan ketentuan untuk proses pembelajaran sebagai berikut:

- 1) Pembelajaran daring/ jarak jauh dari rumah dengan difasilitasi berbagai media tanpa kewajiban penuntasan keseluruhan capaian kurikulum sebagai syarat kenaikan tingkat/ kelas atau kelulusan;
- 2) Pembelajaran daring/ jarak jauh dari rumah juga membelajarkan kecakapan hidup selama pandemic Covid-19;

- 3) Proses kegiatan pembelajaran daring/ jarak jauh dari rumah disesuaikan dengan kondisi, minat, fasilitas dari peserta didik;
- 4) Hasil dan produk dari kegiatan pembelajaran daring/ jarak jauh dari rumah dapat dinilai secara kualitatif dan bermanfaat.

Pada masa pandemi covid-19 ini menuntut pendidik dan peserta didik mampu menyesuaikan diri secara cepat. Hal tersebut menuntut pendidik untuk terus siap media dan metode pembelajaran yang mampu menunjang kegiatan pembelajaran jarak jauh (daring). Bagi pendidik pemilihan metode atau model pembelajaran berbasis proyek dapat menjadi salah satu solusi dalam pembelajaran jarak jauh dari rumah (daring). Pada pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) dapat dilakukan secara individu atau berkelompok (kolaborasi) antar peserta didik. Metode pembelajaran berbasis proyek memberikan pengalaman belajar menciptakan sebuah produk sesuai materi untuk peserta didik, sehingga kreativitas peserta didik juga terasah. Pada proses pembelajaran menggunakan *E-learning* peserta didik akan lebih aktif dan mandiri dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan.

## **B. Manfaat Pembelajaran Berbasis Proyek**

Pembelajaran dengan penugasan berupa proyek (*E-learning*) secara jarak jauh dari rumah (daring) mampu membelikan pengalaman belajar yang berbeda dari pembelajaran daring lain. Pada pembelajaran berbasis proyek peserta didik menjadi aktif dan tidak hanya terfokus pada layar laptop, handphone ataupun

lember kerja.pada pembelajaran ini peserta didik dilibatkan dalam pembelajaran yang menuntut penguasaan keterampilan berpikir, keterampilan konkret dan sikap.Peserta didik dapat menjadi pribadi yang lebih kreatif, mandiri, dan tangguh dalam menyelesaikan berbagai masalah.

### **C. Tahapan Pembelajaran Berbasis Proyek**

Pada masa pandemic covid-19 proses pembelajaran dilaksanakan tanpa tatap muka atau melalui pembelajaran jarak jauh dari rumah (daring). Pelaksanaan pembelajran daring atau jarak jauh dari rumah harus difasilitasi dengan media yang sesuai guna menunjang pembelajaran. Peranan media sangat penting dalam menunjang interaksi antar peserta didik dengan pendidik selama kegiatan pembelajaran. Pembelajaran jarak jauh (daring) juga diikuti dengan tersedianya media (platform) berbasis teknologi sebagai fasilitas penunjang. Media/platform pembelajaran yang dikenal umum, mudah dioperasikan, dapat menjadi alat komunikasi untuk menunjang pembelajaran berbasis proyek jarak jauh (daring) dari rumah yaitu: google classroom, google form, google drive, google site, Lark suite, Edmodo, email, Kelas Maya dari Rumah Belajar dan media video conference (zoom,webex, google meet, whats app, telegram). Media tersebut dapat membantu pendidik sebagai sarana dalam menilai progres pembelajaran dan sebagai media untuk membantu peserta didik dalam melaporkan dan berkonsultasi selama pembelajaran berbasis proyek dari rumah.

*Project Based Learning* adalah pembelajaran dengan pendekatan kolaboratif sehingga peserta didik mampu menggunakan bahasa sendiri atau bahasa otentik untuk penyelesaian masalah tertentu. Kegiatan pembelajaran *Project Based Learning* dimulai dengan peserta didik merencanakan proyek sesuai materi yang dipilih, bekerja menciptakan produk, mempresentasikan produk yang telah diciptakan sesuai materi yang dipilih. Untuk pendidik akan memantau progres kegiatan dari awal sampai akhir dan menilai proses tersebut. Rancangan proyek dapat diambil dari isu-isu di sekitar peserta didik. Pembelajaran dengan output berupa produk atau pembelajaran proyek dapat dijabarkan dalam tahapan sebagai berikut:

1. Tahap awal adalah menyiapkan penugasan atau pertanyaan untuk peserta didik. Pertanyaan atau penugasan dapat dari fenomena atau isu yang sedang muncul di sekitar.
2. Tahap kedua adalah merencanakan proyek yang akan diciptakan.
3. Tahap ketiga adalah menyusun jadwal kegiatan proses pengerjaan proyek sehingga kinerja dapat terkontrol dan sesuai target.
4. Tahap keempat adalah tugas dari pendidik untuk memonitor perkembangan proyek peserta didik untuk mengetahui progres dan kendala dari kegiatan.
5. Tahap kelima adalah melakukan uji hasil proyek sebagai penentu keberhasilan.

6. Tahap akhir adalah mengevaluasi kegiatan/ pengalaman belajar sebagai acuan untuk pembelajaran selanjutnya.

#### **D. Pembelajaran Berbasis Proyek pada Materi Alat Optik (Teleskop Sebagai Pengumpul Radiasi Elektromagnetik dan Pembentuk Citra dari Benda)**

Pada matakuliah gelombang dan optik terdapat bab yang membahas materi tentang alat optik. Pada materi ini menjelaskan bekerjanya sifat-sifat cahaya. Mata merupakan alat optik yang utama sedangkan alat optik yang lain adalah lup, kaca mata, teropong, mikroskop, periskop, kamera, dan lain-lainnya sebenarnya hanya sebagai alat bantu mata saja. Pada materi alat optik sangat mendukung untuk dilaksanakannya pembelajaran berbasis proyek secara *daring* karena dalam materi tersebut mahasiswa bias menghasilkan produk menggunakan bahan-bahan sederhana di sekitar rumah.

Proses pembelajaran berbasis proyek untuk materi alat optik dimulai dengan menugaskan mahasiswa untuk mengambil salah satu topik tentang alat optik, kemudian merencanakan serta mendesain produk yang dipilih tersebut. Mahasiswa juga membuat makalah dari produk yang dipilih tersebut serta mempresentasikan di kelas kuliah. Dari proses pembelajaran berbasis proyek ini mahasiswa dituntut mampu menampilkan produknya, menjelaskan fungsi kerja, serta teori yang melandasi. Salah satu proyek yang ditampilkan mahasiswa adalah Teleskop Sebagai Pengumpul Radiasi Elektromagnetik dan Pembentuk Citra Dari Benda.

Pada tahun 1608 Hans Lippershey menciptakan teleskop yang diberi nama "The Dutch Perspective Glass". Teleskop tersebut hanya mampu memberikan pencitraan dengan tiga kali pembesaran. Penyempurnaan teleskop selanjutnya dilakukan oleh Galileo Galilei. Teropong ciptaan Galileo Galilei dikenal dengan teropong panggung. Teropong tersebut juga disebut sebagai teropong belanda atau teropong tonil. Hasil bayangan yang diberikan adalah tegak dan diperbesar. Prinsip kerja dari teropong tersebut adalah dengan lensa cembung sebagai lensa objektif dan satu lagi adalah lensa cekung sebagai lensa okuler. Selain itu juga terdapat prisma sebagai lensa pembalik. Lensa pembalik berfungsi untuk menghasilkan bayangan yang tegak.

#### E. Alat dan Bahan Teleskop

No.	Alat dan Bahan	Ukuran	Jumlah
1.	Lensa eyepiece binokuler	-	1
2.	Lensa Fotocopy	diameter 70 mm	1
3.	Pipa Paralon dengan lingkaran 2,5cm	panjang 27 cm	1
4.	Pipa Paralon ukuran 2cm	panjang 12,5 cm	1
5.	Pipa Paralon ukuran 3cm	panjang 15 cm	1
6.	Overshock	2" ke 1,25"	1
7.	Overshock	2,5" ke 2"	1
8.	Shock	2,5"	1

## F. Langkah Pembuatan Teleskop



**Langkah pertama** adalah gunakan lensa fotocopy. Lensa yang akan digunakan hanya dua buah lensa (Lensa Cembung dan Lensa Cekung) dilengkapi tempat dudukan lensa. Kegiatan selanjutnya adalah memotong besi melintang pada dudukan/ casing lensa fotocopy.



**Langkah kedua** setelah lensa telah siap, potonglah pipa paralon dengan ukuran 2,5" dengan panjang 27 cm.



**Langkah ketiga** adalah menciptakan dudukan lensa pada pipa dengan posisi kedalaman kurang lebih 3,5cm sehingga chasis lensa dapat masuk



**Langkah keempat** adalah memasang lensa fotocopy pada pipa berukuran 2,5".



**Langkah kelima** adalah menempelkan Shock berukuran 2,5" dengan pipa berukuran 3" menggunakan lem. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan agar tabung teleskop memiliki baffle.



**Langkah keenam** adalah menyiapkan overshock 2,5" ke 2" selanjutnya ampelas sehingga pipa 2" dapat mudah terpasang pada overshock



**Langkah ketujuh** adalah memotong overshock 2" ke 1,25" sampai sisa 1cm, selanjutnya sambungkan overshock dengan pipa 2" dengan panjang 12,5 cm



**Langkah kedelapan** merupakan langkah akhir, menyambungkan fokuser dan tabung optik. Setting lensa binokuler ke dalam lubang overshock

berukuran 2" ke pipa 1,25". Siapkan tripot sebagai penopang agar teleskop tidak goyang.

## G. Sistem Kerja Teleskop

No.	Nama Benda	Sistem Kerja
1.	Lensa Fotocopy	Fungsi lensa ini adalah sebagai lensa obyektif dalam teleskop. Pembesaran yang diberikan oleh teleskop tergantung pada panjang focus lesan objektif. Pada teleskop yang didesain untuk pembelajaran ini digunakan dua lensa yaitu cekung dan cembung agar diperoleh fokus terbaik. Selain panjang focus lensa, panjang fokus lensa eyepiece pada binokuler juga menentukan perbesaran yang dihasilkan.

No.	Nama Benda	Sistem Kerja
2.	Lensa Eyepiece Binokuler	Fungsi dari lensa tersebut adalah sebagai lensa eyepiece pada teleskop. Pembesaran yang diperoleh sangat tergantung dari lensa ini.
3.	Pipa Paralon diameter 2	pipa paralon diameter 2" adalah bahan ketiga. Bahan ini memiliki fungsi sebagai batang fokuser pada sistem fokuser galileo
4.	Pipa Paralon berukuran 2,5	pipa paralon diameter 2,5" adalah bahan keempat. Bahan ini memiliki fungsi sebagai tabung dari teleskop.
5.	Pipa paralon dengan ukuran 3	pipa paralon diameter 3" adalah bahan kelima. Bahan ini memiliki fungsi sebagai "buffle"
6.	Overshock	Bahan keenam adalah overshock yang memiliki fungsi sebagai perantara dari tabung optik menuju fokuser dan lensa eyepiece.
7.	Shock 2,5	Bahan ketujuh adalah shock berukuran 2,5 yang memiliki fungsi sebagai penghubung antara buffle dan tabung optik.

## H. Kesimpulan

Salah satu produk yang dihasilkan dari pembelajaran berbasis proyek pada materi alat optik adalah teleskop. Fungsi dari teleskop yang telah dirancang dalam pembelajaran berbasis proyek pada matakuliah gelombang dan optic materi alat optik adalah sebagai berikut.

1. Pertama sebagai alat pengumpul cahaya atau memfokuskannya dengan memperbesar diameternya, sehingga cahaya yang bisa difokuskan lebih banyak, sehingga teleskop mampu membantu penglihatan untuk benda-benda yang letaknya jauh dan susah dilihat dengan mata telanjang.
2. Kedua teleskop berperan penting pada bidang astronomi adalah sebagai alat bantu dalam pengamatan tata surya, planet dan sistem lainnya secara detail.
3. Ketiga peranan teleskop adalah *hubble telescope*. Teleskop ini diletakkan di luar angkasa dan berfungsi memberikan gambar dalam bentuk suatu gelombang elektromagnetik.

## I. Referensi

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas, Direktorat Pendidikan Dasar dan Menengah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.(2017).*Model-model Pembelajaran*. Penerbit: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Najib,M.(2013). *Membuat Teropong Bintang*. Retrieved April 15, 2021, from mydock.blogspot.com: <https://mydock.blogspot.com/2013/03/membuatt eropongbintang.html>

Kurniawan Arizona, Zainal Abidin, Rumansyah Rumansyah. (2020). Pembelajaran Online Berbasis Proyek Salah Satu Solusi Kegiatan Belajar Mengajar di Tengah Pandemi Covid-19. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*. Volume 5 Edisi 1, ISSN (Online): 2620-8326

<http://jipp.unram.ac.id/index.php/jipp/article/view/111/99>

Theresia Widyantini. (2014). *Penerapan Model Project Based Learning (Model Pembelajaran Berbasis Proyek) dalam Materi Pola Bilangan Kelas VII*. Pusat Pengembangan Dan Pemberdayaan Pendidik Dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) Matematika.





**Dr. Jeffry Handhika, M.Pd., M.Si.**

lahir di Banyuwangi. Menyelesaikan pendidikan di Al-Irsyad Al-Islamiyah Banyuwangi, SMP 1 Glagah Banyuwangi, dan SMAN 1 Glagah Banyuwangi. Menyelesaikan program S1 di Universitas Negeri Malang lulus tahun 2006. Program S2 ditempuh pada

Universitas Sebelas Maret Program Studi Pendidikan Sains lulus tahun 2008 dan S2 Ilmu Fisika lulus tahun 2012. Program Doktor di tempuh di Program studi pendidikan IPA lulus tahun 2018. Saat ini penulis aktif di sebagai dosen di Program Studi Pendidikan Fisika Universitas PGRI Madiun. Kepakaran dalam bidang pengajaran adalah pembelajaran Fisika dasar, Media Pembelajaran, dan Fisika Kuantum. Penelitian dan publikasi selama 3 tahun terakhir mengarah pada tema pengembangan model, miskonsepsi, dan penggunaan e-learning dalam pembelajaran. Selain aktif di bidang penelitian, penulis juga aktif dalam bidang pengabdian masyarakat. Kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan berkaitan dengan pembelajaran fisika di sekolah dan workshop media pembelajaran di sekolah. Penulis juga aktif dalam membimbing kegiatan kemahasiswaan seperti Program Kreativitas Mahasiswa, ONMIPA, dan Lomba karya tulis ilmiah.

Google Scholar ID: [zu3MgHIAAAAJ](https://scholar.google.com/citations?user=zu3MgHIAAAAJ); SCOPUS

ID: [55668704900](https://scopus.com/authid/detail.url?authorID=55668704900)



**Dr. Tantri Mayasari, M. Pd.**

bekerja sebagai dosen Pendidikan Fisika Universitas PGRI Madiun. Lulus S1 Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Negeri Malang tahun 2006. Program magister berhasil diselesaikan pada tahun 2008 di Program Studi Pendidikan Sains Universitas Sebelas Maret. Lulus S3 Program Studi Pendidikan IPA Universitas Pendidikan Indonesia pada tahun 2017. Saat ini menjabat sebagai kepala biro Pusat Pengembangan Publikasi Ilmiah di Universitas PGRI Madiun. Pernah menjabat sebagai ketua Program Studi Pendidikan Fisika dan sekretaris Unit Praktik Kependidikan.



**Erawan Kurniadi, S.Si., M.Pd.**

adalah dosen mata kuliah Elektronika I dan Elektronika II pada program studi pendidikan fisika Universitas PGRI Madiun. Lulus S1 program studi fisika Universitas Brawijaya Malang tahun 1997. Lulus S2 program studi pendidikan sains Universitas Sebelas Maret tahun 2008. Saat ini sedang menempuh studi S3 pendidikan fisika di Universitas Negeri Malang. Pada tahun 2003-2011 menjabat sebagai ketua program studi pendidikan fisika. Pada tahun 2011-2015 menjabat sebagai sekretaris lembaga penjaminan mutu. Saat ini menjabat sebagai ketua penjaminan mutu program studi pendidikan Fisika Universitas PGRI Madiun.



**Mislan Sasono, S.Pd.Si., M.Pd.**

bekerja sebagai dosen Pendidikan Fisika Universitas PGRI Madiun. Lulus S1 Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Negeri Yogyakarta tahun 2008. Program magister berhasil diselesaikan pada tahun 2011 di Program Studi Pendidikan Sains Universitas Negeri Yogyakarta. Baru menempuh S3 Program Studi Ilmu Pendidikan keminatan IPA Universitas Negeri Yogyakarta pada tahun 2021. Saat ini menjabat sebagai Editorial in Chief, Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan Program Studi Pendidikan Fisika serta Ketua Laboratorium Pendidikan Fisika.



**Farida Huriawati, S.Si., M.Si.**

adalah dosen mata kuliah Gelombang dan Optik pada program studi pendidikan fisika Universitas PGRI Madiun. Lulus S1 departemen fisika Institut Pertanian Bogor tahun 2006. Lulus S2 tahun 2009 di Biofisika Institut Pertanian Bogor. Pada tahun 2017-2021 menjabat sebagai sekretaris program studi pendidikan Fisika Universitas PGRI Madiun.