

**PENGARUH MEDIA *VIRTUAL LABORATORY* DENGAN MODEL
PROBLEM BASED LEARNING TERHADAP PENINGKATAN
KETERAMPILAN KOMUNIKASI ILMIAH PADA
MATERI HUKUM OHM**

(Skripsi)

Oleh

**ASIH SETIANA
1813022036**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

PENGARUH MEDIA *VIRTUAL LABORATORY* DENGAN MODEL *PROBLEM BASED LEARNING* TERHADAP PENINGKATAN KETERAMPILAN KOMUNIKASI ILMIAH PADA MATERI HUKUM OHM

Oleh

ASIH SETIANA

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengaruh media *virtual laboratory* menggunakan model *Problem Based Learning* terhadap peningkatan keterampilan komunikasi ilmiah pada materi hukum Ohm. Jenis penelitian ini adalah eksperimen dengan metode *Quasi experimental* menggunakan *One Group Pretest Posttest Design*. Penelitian ini dilaksanakan di SMKN 1 Banjar Agung pada kelas sampel yaitu X A Multimedia tahun ajaran 2021/2022 berjumlah 28 siswa. Data keterampilan komunikasi ilmiah siswa materi hukum Ohm diperoleh dari hasil *pretest* dan *posttest*. Teknik analisis data menggunakan uji *N-Gain* dan uji hipotesis menggunakan uji *Paired sample t-test*. Hasil penelitian ini diperoleh nilai *N-Gain* sub materi hukum Ohm sebesar 0,63 kategori sedang dan sub materi hambatan kawat listrik sebesar 0,67 kategori sedang. Hasil uji *Paired sample t-test* dari dua sub materi diperoleh nilai *Sig. (2-tailed)* kurang dari 0,05 sebesar 0,000. Peningkatan capaian rata-rata indikator keterampilan komunikasi ilmiah pada kedua sub materi mengalami peningkatan dengan kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media *virtual laboratory* dengan model *problem based learning* berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan keterampilan komunikasi ilmiah siswa.

Kata kunci: keterampilan komunikasi ilmiah; hukum Ohm; model *problem based learning*; *virtual laboratory*

**PENGARUH MEDIA *VIRTUAL LABORATORY* DENGAN MODEL
PROBLEM BASED LEARNING TERHADAP PENINGKATAN
KETERAMPILAN KOMUNIKASI ILMIAH PADA
MATERI HUKUM OHM**

Oleh

ASIH SETIANA

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA PENDIDIKAN

Pada

**Program Studi Pendidikan Fisika
Jurusan Pendidikan Matematika Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi : **PENGARUH MEDIA *VIRTUAL LABORATORY*
DENGAN MODEL *PROBLEM BASED
LEARNING* TERHADAP PENINGKATAN
KETERAMPILAN KOMUNIKASI ILMIAH
PADA MATERI HUKUM OHM**

Nama Mahasiswa : **Asih Setiana**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1813022036**

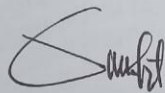
Program Studi : **Pendidikan Fisika**

Jurusan : **Pendidikan MIPA**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing,

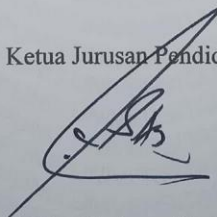


Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si.
NIP 19600821 198503 1 004



Dr. Viyanti, M.Pd.
NIP. 19800330 200501 2 001

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA,

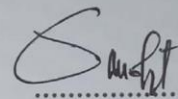


Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.
NIP 19600315 198703 1 003

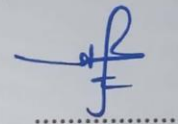
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

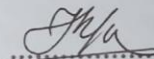
Ketua : Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si.



Sekretaris : Dr. Viyanti, M.Pd.



Penguji
Bukan Pembimbing : Drs. I Dewa Putu Nyeneng, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Prof. Dr. Patnan Raja, M.Pd.
NIP. 1980041989051001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 07 September 2022

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Asih Setiana
NPM : 1813022036
Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : Desa Moris Jaya RT 5 RW 7, Kec. Banjar Agung, Kab.
Tulang Bawang, Kab. Tulang Bawang

Dengan ini menyatakan bahwa bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Bandar Lampung, 07 September 2022



Asih Setiana
NPM 1813022036

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Sukamaju, Banjar Margo, Tulang Bawang pada tanggal 17 Mei 2000, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Suwono dan Ibu Sriwinarni.

Penulis memulai pendidikan formal pada tahun 2005 di Taman Kanak-kanak (TK) Bratasena Mandiri, Tulang Bawang dan diselesaikan tahun 2006 lalu di tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan di SD Negeri 1 Bratasena Mandiri dan diselesaikan pada tahun 2012. Selanjutnya pada tahun 2012 penulis melanjutkan pendidikan di SMP Unggulan Darusy Syafa'ah Kotagajah dan diselesaikan pada tahun 2015. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Banjar Agung, diselesaikan pada tahun 2018. Pada tahun yang sama, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menempuh pendidikan di Pendidikan Fisika Universitas Lampung, penulis pernah tergabung menjadi Anggota Divisi Kominfo Almafika FKIP Unila tahun 2018-2019 dan pernah diamanahkan menjadi Sekretaris Divisi Kominfo Almafika 2020-2021. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Lapangan (KKL) pada tahun 2020. Pada tahun 2021 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Moris Jaya, Kecamatan Banjar Agung, Kabupaten Tulang Bawang dan melaksanakan praktek mengajar melalui Program Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) di SMK Negeri 1 Banjar Agung, Kecamatan Banjar Agung, Kabupaten Tulang Bawang.

MOTTO

“Dan bersabarlah, karena sesungguhnya Allah tidak menyalahkan pahala orang yang berbuat kebaikan”

(QS. Hud: 115)

“Orang yang hebat adalah orang yang memiliki kemampuan menyembunyikan kesusahan, sehingga orang lain mengira bahwa ia selalu senang”

(Imam Syafi'i)

“Tetap berhusnudzon kepada Allah, kepada diri sendiri, dan kepada orang lain”

(Asih Setiana)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan limpahan rahmat-Nya dan semoga shalawat selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad *shalallahu 'alaihi wasallam*. Dengan kerendahan hati, penulis mempersembahkan karya ini sebagai tanda bakti kasih tulus kepada :

1. Orang tuaku tercinta, Bapak Suwono dan Ibu Sriwinarni yang telah sabar merawat dan membesarkanku dengan sepenuh hati serta selalu mendoakan dan mendukung apapun yang kulakukan. Terima kasih atas kasih sayang tak terhingga yang kalian berikan. Semoga Allah SWT senantiasa menguatkan langkahku dan memberikan umur panjang sehingga kelak aku bisa membahagiakan dan membanggakan kalian.
2. Adik-adikku tersayang, Rohma Suciwati dan Zaskia Adiningrum yang selalu mendoakan dan memberikan semangat.
3. Sahabat sedari SMA, Lilis Triyanti, Ika Seftiani, Riski Widya Safitri, dan Siti Fatimah yang selalu memberikan motivasi dan semangat.
4. Sahabat seperbimbingan, Anggun Veranita, Annisya Destriati, Berlin Lasroy Simbolon, dan Cintya Irvanti yang sudah mau berjuang bersama.
5. Sahabat yang senantiasa memberikan motivasi dan selalu mengingatkan tentang kebaikan, Ficha Aulia Indah Pertiwi, Hema Orbayani, Deka Luffi Ramayani, Na'imathul Mahmuda, dan Almas Fajrina Dhaifina.
6. Tomi Arianto terima kasih telah menemani dan memberikan motivasi serta dukungan.
7. Teman-teman seperjuangan Pendidikan fisika 2018 kelas A dan kelas B. Terima kasih atas kebersamaannya dan motivasinya.
8. Rekan-rekan KKN Desa Moris Jaya, Tulang Bawang dan rekan-rekan PLP SMK Negeri 1 Banjar Agung. Terima kasih untuk kebersamaannya

9. Para pendidik yang telah mengajarkan banyak hal berupa ilmu pengetahuan dan ilmu agama.
10. Almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Bismillahirrohmanirrohim,

Alhamdulillah, puji syukur atas kehadiran Allah SWT, karena berkat nikmat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Pengaruh Media *Virtual Laboratory* dengan Model *Problem Based Learning* Terhadap Peningkatan Keterampilan Komunikasi Ilmiah pada Materi Hukum Ohm” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Karomani, M.Si., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Patuan Raja, M.Pd., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA.
4. Bapak Dr. I Wayan Distrik, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika atas bimbingan dan arahnya dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si., selaku pembimbing I atas kesediaan dan keikhlasannya dalam bimbingan serta kritik dan saran yang diberikan dalam proses penyelesaian skripsi.
6. Ibu Dr. Viyanti, M.Pd., selaku pembimbing II atas kesediaan dan keikhlasannya dalam bimbingan serta kritik dan saran yang diberikan dalam proses penyelesaian skripsi.
7. Bapak Drs. I Dewa Putu Nyeneng, M.Sc., selaku pembahas yang telah memberi arahan dan bimbingan serta kritik dan saran yang diberikan dalam perbaikan skripsi.

8. Bapak dan Ibu Dosen beserta staf Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung.
9. Bapak Rohmanudin, S.Pd., M.M., selaku kepala SMK Negeri 1 Banjar Agung yang telah memberikan izin penelitian kepada penulis.
10. Ibu Rika Rahayu, S.Si., selaku guru mitra SMK Negeri 1 Banjar Agung atas bimbingan dan bantuannya selama penulis melaksanakan penelitian.
11. Siswa-siswi SMK Negeri 1 Banjar Agung khususnya kelas X Multimedia yang bersedia untuk membantu dan bekerja sama selama penelitian berlangsung.
12. Seluruh dewan guru beserta staf tata usaha SMK Negeri 1 Banjar Agung yang bersedia membantu selama penelitian berlangsung.
13. Kepada semua pihak yang telah membantu perjuangan terselesaikannya skripsi ini.

Semoga Allah SWT memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta berkenan untuk membalas semua budi yang diberikan kepada penulis dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua, Amin.

Bandar Lampung, 01 Agustus 2022
Penulis,

Asih Setiana

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER LUAR	i
ABSTRAK	ii
COVER DALAM	iii
MOTTO	iv
RIWAYAT HIDUP	v
PERSEMBAHAN	vi
SANWACANA	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang.....	1
1.2.Rumusan Masalah	5
1.3.Tujuan Penelitian.....	5
1.4.Manfaat Penelitian.....	5
1.5.Ruang Lingkup Penelitian	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1.Kajian Pustaka	7
2.1.1. Media Pembelajaran	7
2.1.2. Praktikum Menggunakan Media <i>Virtual Laboratory</i>	9
2.1.3. Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i>	20
2.1.4. Keterampilan Komunikasi Ilmiah	23
2.1.5. Materi Hukum Ohm	26
2.2.Penelitian yang Relevan	30
2.3.Kerangka Pemikiran	31
2.4.Anggapan Dasar	35
2.5.Hipotesis Penelitian	35
III. METODE PENELITIAN	36
3.1.Waktu dan Tempat Penelitian	36

3.2. Populasi dan Sampel Penelitian.....	36
3.3. Variabel Penelitian	36
3.4. Desain Penelitian	36
3.5. Prosedur Pelaksanaan Penelitian	37
3.6. Data dan Teknik Pengumpulan Data	38
3.6.1. Data Penelitian.....	38
3.6.2. Teknik Pengumpulan Data	38
3.7. Instrumen Penelitian	38
3.8. Analisis Instrumen.....	38
3.8.1. Uji Validitas.....	39
3.8.2. Uji Reliabilitas.....	40
3.9. Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis	40
3.9.1. <i>N-Gain</i>	41
3.9.2. Uji Normalitas	42
3.9.3. Uji Hipotesis.....	42
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1. Hasil Penelitian.....	43
4.1.1. Tahap Pelaksanaan Penelitian	43
4.1.2. Uji Instrumen Penelitian.....	47
4.1.2.1. Uji Validitas.....	47
4.1.2.2. Uji Reliabilitas.....	49
4.1.3. Hasil Penilaian Keterampilan Komunikasi Ilmiah	50
4.1.4. Data Hasil <i>N-Gain</i>	52
4.1.5. Hasil Uji Normalitas.....	55
4.1.6. Hasil Uji Hipotesis dengan <i>Paired Sample T-Test</i>	56
4.2. Pembahasan	57
V. SIMPULAN DAN SARAN	77
5.1. Simpulan.....	77
5.2. Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	85

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sintaks Pembelajaran Model <i>Problem Based Learning</i>	21
2. Indikator Keterampilan Komunikasi Ilmiah (KKI).....	25
3. Hambatan Jenis tiap Bahan	28
4. Desain Penelitian <i>One Group Pretest Posttest Design</i>	37
5. Kriteria Koefisien Validitas Butir Soal	39
6. Nilai <i>Alpha Cronbach's</i>	40
7. Kriteria Interpretasi <i>N-Gain</i>	41
8. Hasil Uji Validitas Instrumen Tes Keterampilan Komunikasi Ilmiah Sub Materi Hukum Ohm.....	48
9. Hasil Uji Validitas Instrumen Tes Keterampilan Komunikasi Ilmiah Sub Materi Hambatan Kawat Listrik	49
10. Hasil Uji Reliabilitas Soal Keterampilan Komunikasi Ilmiah Sub Materi Hukum Ohm.....	50
11. Hasil Uji Reliabilitas Soal Keterampilan Komunikasi Ilmiah Sub Materi Hambatan Kawat Listrik	50
12. Data Rata-rata Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Siswa Sub Materi Hukum Ohm.....	51
13. Data Rata-rata Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Siswa Sub Materi Hamabatan Kawat Listrik	51
14. Data Rata-rata <i>N-gain</i> Soal Keterampilan Komunikasi Ilmiah Sub Materi Hukum Ohm.....	52
15. Data Rata-rata <i>N-gain</i> Soal Keterampilan Komunikasi Ilmiah Sub Materi Hambatan Kawat Listrik	52
16. Uji <i>N-Gain</i> Tiap Indikator Keterampilan Komunikasi Ilmiah Sub Materi Hukum Ohm.....	53

17. Uji <i>N-Gain</i> Tiap Indikator Keterampilan Komunikasi Ilmiah Sub Materi Hambatan Kawat Listrik	54
18. Hasil Uji Normalitas Data Keterampilan Komunikasi Ilmiah Sub Materi Hukum Ohm.....	55
19. Hasil Uji Normalitas Data Keterampilan Komunikasi Ilmiah Sub Materi Hambatan Kawat Listrik	55
20. Hasil Uji <i>Paired Sampel T-Test</i> Keterampilan Komunikasi Ilmiah Sub Materi Hukum Ohm.....	56
21. Hasil Uji <i>Paired Sampel T-Test</i> Keterampilan Komunikasi Ilmiah Sub Materi Hambatan Kawat Listrik	56
22. Hasil penelitian dari penelitian relevan sub materi Hukum Ohm.....	58
23. Hasil penelitian dari penelitian relevan sub materi Hambatan Kawat Listrik	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tampilan layar awal <i>PhET Simulations</i>	13
2. Tampilan <i>PhET Simulations</i> materi kelistrikan	14
3. Tampilan <i>PhET Simulations</i> tentang Hukum Ohm.....	15
4. Tampilan awal simulasi <i>Circuit Construction Kit: DC</i>	15
5. Rangkaian listrik	16
6. Pengukuran nilai hambatan pada rangkaian listrik	17
7. Pengukuran beda potensial pada rangkaian listrik.....	17
8. Tampilan <i>PhET Simulations</i> tentang Hambatan Kawat Listrik.....	18
9. Tampilan <i>PhET Simulation: Resistance in A Wire</i>	19
10. Grafik hubungan antara kuat arus dan tegangan untuk material Ohmik dan non Ohmik.....	30
11. Grafik hubungan antara kuat arus dan hambatan listrik	30
12. Diagram kerangka pemikiran.....	34
13. Perbandingan rata-rata skor <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> per sub materi.....	58
14. Peningkatan capaian rata-rata indikator keterampilan komunikasi ilmiah sub materi Hukum Ohm.....	59
15. Peningkatan capaian rata-rata indikator keterampilan komunikasi ilmiah sub materi Hambatan Kawat Listrik	60
16. Contoh jawaban siswa sub materi Hukum Ohm indikator <i>information retrieval</i>	61
17. Contoh jawaban siswa sub materi Hukum Ohm indikator <i>scientific reading</i>	62
18. Contoh jawaban siswa sub materi Hukum Ohm indikator <i>scientific writing</i>	63
19. Contoh jawaban siswa sub materi Hukum Ohm indikator <i>observing</i>	64

20. Contoh jawaban siswa sub materi Hukum Ohm indikator <i>information representation</i>	65
21. Contoh jawaban siswa sub materi Hukum Ohm indikator <i>knowledge presentation</i>	66
22. Contoh jawaban siswa sub materi Hambatan Kawat Listrik indikator <i>information retrieval</i>	68
23. Contoh jawaban siswa sub materi Hambatan Kawat Listrik indikator <i>scientific reading</i>	69
24. Cotoh jawaban siswa sub materi Hambatan Kawat Listrik indikator <i>scientific writing</i>	70
25. Contoh jawaban siswa sub materi Hambatan Kawat Listrik indikator <i>Observing</i>	71
26. Contoh jawaban siswa sub materi Hambatan Kawat Listrik indikator <i>information representation</i>	73
27. Contoh jawaban siswa sub materi Hambatan Kawat Listrik indikator <i>knowledge presentation</i>	74
28. Pembelajaran menggunakan media <i>virtual laboratory</i>	74

I. PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Pendidikan merupakan salah satu hal penting yang dibutuhkan oleh manusia untuk memperoleh pengetahuan, kemampuan mengendalikan diri dan mengembangkan potensinya. Menurut Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, bahwa pendidikan adalah usaha yang tersadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar siswa dapat berperan secara aktif dalam mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, kepribadian, pengendalian diri, kecerdasan, keterampilan yang diperlukan oleh masyarakat, bangsa dan negara serta akhlak yang mulia. Pendidikan di abad 21 sudah mengalami perubahan yang ditunjukkan dengan berkembangnya literasi baru, seperti literasi digital, literasi informasi, dan literasi media. Pembelajaran di abad ke- 21 lebih fokus kepada kegiatan untuk melatih keterampilan pada peserta didik yang mengarah kepada proses pembelajaran (Mardhiyah dkk, 2021).

Keterampilan komunikasi ilmiah adalah salah satu keterampilan yang diharapkan dapat dikuasai dalam pembelajaran di abad ke-21 yang tercakup dalam kemampuan 4C (Manora dkk, 2017). Keterampilan dalam abad ke-21 atau biasa dikenal dengan istilah “*4C Skills*” yang dirumuskan oleh *Framework Partnership of 21st Century Skills*, meliputi: (1) *Communication*/Komunikasi; (2) *Collaboration*/Kolaborasi; (3) *Critical Thinking and Problem Solving*/Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah; dan (4) *Creative and Innovative*/Daya Cipta dan Inovasi (Hidayatullah dkk, 2021).

Keterampilan komunikasi ilmiah menurut Samatowa (2010: 100) adalah keterampilan siswa mengkomunikasikan hasil temuan atau percobaan yang telah dilakukan kepada kelompok sasaran yang dituju. Keterampilan komunikasi ilmiah umumnya berkaitan dengan kegiatan-kegiatan penelitian atau penyelidikan, khususnya di lingkungan akademik (Prahastuti, 2006: 19). Komunikasi ilmiah dapat dilakukan dengan lisan maupun tertulis di dalam pembelajaran. Menurut Arends (2008), siswa harus diberikan kesempatan untuk mengasah keterampilan komunikasinya yang ditunjukkan dengan menyatakan ide-ide dengan jelas, mendengarkan orang lain, merespon orang lain dengan cara yang baik, dan mengajukan pertanyaan dengan baik. Keterampilan komunikasi ilmiah menjadi syarat dasar dalam berkomunikasi dan menyampaikan pendapat (Malik & Ubaidillah, 2021). Keterampilan komunikasi ilmiah memiliki beberapa indikator menurut Levy dkk (2009) yaitu *information retrieval*, *scientific reading*, *scientific writing*, *listening and observing*, *information representation*, dan *knowledge presentation*.

Menurut Yusuf dan Adeoye (2012) dalam mengajarkan keterampilan komunikasi ilmiah pada siswa, guru harus menggunakan aktivitas yang memerlukan siswa untuk bernegosiasi dan berinteraksi secara bermakna. Guru harus fokus pada kegiatan kelas yang menggunakan pendekatan komunikatif, seperti kerja kelompok dan kerja berdasar pada tugas, sehingga dalam hal ini kegiatan laboratorium sangat sesuai untuk melatih keterampilan komunikasi ilmiah siswa.

Keterampilan komunikasi ilmiah dapat dibangun melalui proses pembelajaran yang sesuai diantaranya menggunakan metode praktikum. Hal ini didukung oleh hasil penelitian dari Ika (2018) bahwa kegiatan pembelajaran berbasis laboratorium dapat meningkatkan keterampilan komunikasi ilmiah siswa. Namun, adanya keterbatasan alat-alat laboratorium Fisika membuat terhambatnya pelaksanaan pembelajaran Fisika secara optimal. Tidak semua eksperimen dapat dilakukan secara nyata di laboratorium, bukan hanya karena peralatannya yang tidak ada, tetapi karakteristik materi Fisika itu sendiri yang

melibatkan proses dan konsep abstrak yang tidak dapat teramati secara kasat mata (Manurung, 2010). Contoh materi fisika yang sulit teramati dengan kasat mata salah satunya yaitu pada materi kelistrikan yang konsep fisiknya sulit dibayangkan oleh siswa. Hal tersebut berdampak pada keterampilan komunikasi ilmiah siswa yang rendah sehingga perlu dilakukannya praktikum menggunakan media *virtual laboratory* agar siswa lebih memahami konsep materi fisika khususnya materi kelistrikan dan keterampilan komunikasi ilmiah siswa dapat terasah dengan baik.

Pemilihan model dan media pembelajaran yang tepat bisa menjadi salah satu cara untuk meningkatkan keterampilan komunikasi ilmiah siswa. Solusi untuk mengatasi keterbatasan ini salah satunya adalah dengan menggunakan media pembelajaran yang menjadi alternatif dalam melakukan praktikum yaitu laboratorium virtual (*virtual laboratory*). Laboratorium virtual sudah banyak dikembangkan, namun yang paling banyak digunakan dan mudah diakses adalah virtual lab *PhET Simulations*. PhET adalah singkatan dari *Physics Education Technology*. *PhET Simulations* menyediakan simulasi-simulasi dari fenomena Fisika yang dapat diakses bebas, dapat dijalankan secara *online* dengan bantuan koneksi internet maupun dengan cara di *download* sehingga dapat dijalankan secara *offline* (Sinulingga dkk, 2016). Virtual laboratorium ini dapat membantu siswa untuk memahami konsep Fisika yang tidak bisa dibayangkan dan bersifat abstrak karena dapat dilihat secara visual dan dinamis.

Penggunaan *virtual laboratory* dapat menarik perhatian siswa sehingga siswa menjadi lebih senang dan aktif dalam pembelajaran (Abdjul dkk, 2017). Ketika melakukan praktikum menggunakan *virtual laboratory*, siswa akan mengumpulkan data kemudian menyampaikan hasil temuannya kepada siswa lain. Siswa diberi kesempatan untuk mengkomunikasikan hasil percobaan mereka melalui presentasi di depan kelas, sehingga keterampilan komunikasi ilmiah siswa dapat dilatih. Siswa juga dapat memberikan kesempatan kepada siswa yang lain untuk memberi pendapat atau mengajukan pertanyaan

sehingga siswa dapat mengasah keterampilan komunikasinya. Berdasarkan hal tersebut, penggunaan media *virtual laboratory* disinyalir dapat melatih dan meningkatkan keterampilan komunikasi siswa. Hal ini juga didukung oleh penelitian dari Ika (2018) yang mengungkapkan bahwa kegiatan pembelajaran berbasis laboratorium IPA dapat melatih keterampilan komunikasi ilmiah siswa baik secara lisan maupun tulisan.

Problem Based Learning adalah model pembelajaran yang memungkinkan dikembangkan keterampilan berpikir siswa seperti dalam keterampilan komunikasi dalam memecahkan masalah (Ackay, 2009). Model *Problem Based Learning* berkaitan dengan keterampilan komunikasi ilmiah siswa, dimana setiap anggota dalam kelompok saling kerjasama dan membantu untuk memahami suatu permasalahan yang terdiri dari memahami masalah, identifikasi masalah, menganalisis masalah sampai kepada mengomunikasikan hasil kepada siswa lain dan evaluasi (Qodry dkk, 2016). Dari hasil penelitian Maridi dkk (2019) mengungkapkan bahwa model pembelajaran *Problem Based Learning* dapat meningkatkan keterampilan komunikasi ilmiah siswa, baik lisan maupun tertulis. Berdasarkan latar belakang di atas, maka peneliti telah melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Media *Virtual Laboratory* dengan Model *Problem Based Learning* terhadap Peningkatan Keterampilan Komunikasi Ilmiah pada Materi Hukum Ohm.”

1.2.Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: Bagaimana pengaruh media *virtual laboratory* menggunakan model *Problem Based Learning* terhadap peningkatan keterampilan komunikasi ilmiah pada materi hukum Ohm?

1.3.Tujuan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah:
Mendeskripsikan pengaruh media *virtual laboratory* menggunakan model

Problem Based Learning terhadap peningkatan keterampilan komunikasi ilmiah pada materi hukum Ohm.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat digunakan sebagai pengalaman serta masukan bagi pengajar dalam melakukan kegiatan belajar mengajar di kelas dengan menggunakan model *problem based learning* yang dibantu dengan media *virtual laboratory* dan melihat pengaruhnya terhadap peningkatan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik. Praktikum menggunakan media *virtual laboratory* membuat siswa seolah-olah melakukan praktikum secara nyata di laboratorium.
2. Dapat melatih keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik SMK melalui model *problem based learning* yang berorientasi pada pemecahan masalah oleh siswa secara mandiri ketika melakukan percobaan dengan media *virtual laboratory*.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini yaitu:

1. Model pembelajaran yang digunakan yaitu model *Problem Based Learning* menurut Arends (2008) dengan sintaks sebagai berikut:
 - a. Memberikan orientasi tentang permasalahannya kepada siswa
 - b. Mengorganisasikan siswa untuk meneliti
 - c. Membantu investigasi mandiri dan kelompok
 - d. Mempresentasikan hasil karya dan memamerkan
 - e. Mengevaluasi proses mengatasi masalah
2. Indikator keterampilan komunikasi ilmiah yang digunakan dalam penelitian ini adalah indikator keterampilan komunikasi ilmiah menurut Levy dkk (2009) yaitu *information retrieval, scientific reading, scientific*

writing, listening and observing, information representation, dan knowledge presentation.

3. Pembelajaran Fisika menggunakan media *virtual laboratory* yang dimaksud dalam penelitian ini adalah pembelajaran Fisika menggunakan *PhET Simulations: Circuit Construction Kit: DC* untuk materi Hukum Ohm dan *Phet Simulations: Resistance in A Wire* untuk materi Hambatan Kawat Listrik.
4. Materi pembelajaran yang digunakan dalam penelitian adalah Hukum Ohm dan Hambatan Kawat Listrik.
5. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas X Multimedia SMK Negeri 1 Banjar Agung semester 2 tahun ajaran 2021/2022.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka

2.1.1. Media Pembelajaran

Kata media berasal dari bahasa Latin *medius* yang secara harfiah berarti “tengah”, “perantara”, atau “pengantar”. Dalam bahasa Arab, media adalah perantara atau pengantar pesan atau informasi dari pengirim kepada penerima pesan (Arsyad, 2013: 3). Media menurut Sadiman dkk (2007: 7) adalah sarana untuk menyalurkan pesan antara pengirim dan penerima. Berdasarkan beberapa pendapat tersebut, dapat diintisarikan bahwa media adalah alat atau perantara yang digunakan untuk menyampaikan suatu informasi dari pengirim kepada penerima informasi.

Pembelajaran berasal dari kata *instruction* yang dalam bahasa Yunani disebut *instructus* atau *intruere* yang berarti menyampaikan pikiran, dengan demikian arti instruksional adalah menyampaikan pikiran atau ide yang telah diolah secara bermakna melalui pembelajaran (Warsita, 2008: 265). Pembelajaran menurut Komalasari (2013: 3) merupakan suatu sistem atau proses membelajarkan pembelajar yang direncanakan atau didesain, dilakukan, dan dievaluasi secara sistematis agar pembelajar dapat mencapai tujuan-tujuan pembelajaran secara efektif dan efisien. Berdasarkan beberapa pendapat di atas, diintisarikan bahwa pembelajaran adalah suatu proses yang dilakukan pembelajar

agar memperoleh pengetahuan dan telah direncanakan secara sistematis untuk mencapai tujuan pendidikan.

Media pembelajaran adalah suatu alat atau perantara dalam proses pembelajaran yang dapat membantu guru untuk menyampaikan informasi atau pengetahuan kepada siswa sehingga tujuan pembelajaran yang telah direncanakan dapat tercapai (Adam & Syastra, 2015). Media pembelajaran digunakan sebagai sarana pembelajaran di sekolah yang dapat meningkatkan mutu pendidikan (Masykur dkk, 2017). Berdasarkan beberapa pendapat di atas, diintisarikan bahwa media pembelajaran adalah sarana yang dapat digunakan untuk mempermudah guru dalam menyampaikan materi pembelajaran dengan kreatif sehingga dapat menarik perhatian siswa untuk mengikuti proses belajar mengajar.

Media pembelajaran memberikan banyak kontribusi dalam meningkatkan mutu pendidikan. Menurut Karo-Karo & Rohani (2018), guru hendaknya terampil dalam memilih, menggunakan dan menyesuaikan media pembelajaran yang digunakan saat proses belajar mengajar. Hal tersebut untuk mempertinggi kualitas dan efektifitas dalam pembelajaran.

Penggunaan media dalam pembelajaran membuat siswa menjadi tertarik untuk belajar dan antusias dengan materi yang diberikan guru (Yuafi, 2015). Fungsi media pembelajaran menurut Adam & Syastra (2015) yaitu:

- a) Fungsi media pembelajaran sebagai sumber belajar. Media pembelajaran berfungsi sebagai penyalur, penyampai, penghubung, dan lain-lain.
- b) Fungsi semantik. Media sebagai penambah perbendaharaan kata dimana makna atau maksudnya benar-benar dipahami oleh siswa.
- c) Fungsi manipulatif. Media memiliki kemampuan mengatasi batas-batas ruang dan waktu dan mengatasi keterbatasan inderawi. Hal ini sesuai dengan ciri-ciri umum manipulatif yaitu kemampuan merekam, menyimpan, atau mentransportasi suatu peristiwa.

- d) Fungsi psikologis yang terdiri dari fungsi afektif, fungsi atensi, fungsi kognitif, fungsi imajinatif, fungsi motivasi, serta fungsi sosio-kultural (kemampuan memberikan rangsangan yang sama, menyamakan pengalaman dan dapat menimbulkan persepsi yang sama).

Karo-Karo & Rohani (2018) mengungkapkan manfaat praktis media pembelajaran sebagai berikut:

- a) Media pembelajaran dapat menyajikan pesan atau informasi secara jelas sehingga proses belajar mengajar menjadi lancar dan meningkat.
- b) Media pembelajaran dapat meningkatkan dan mengarahkan perhatian siswa sehingga lebih termotivasi dalam belajar, interaksi yang lebih langsung antara siswa dengan lingkungannya, dan memungkinkan siswa untuk belajar mandiri sesuai minat dan kemampuannya.
- c) Media pembelajaran dapat mengatasi keterbatasan indera, ruang, dan waktu.
- d) Media pembelajaran dapat memberikan rangsangan yang sama, menyamakan pengalaman dan dapat menimbulkan persepsi yang sama kepada siswa tentang peristiwa-peristiwa di lingkungan mereka.

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, dapat didefinisikan bahwa media pembelajaran adalah alat dalam pembelajaran yang dapat digunakan untuk menyampaikan pengetahuan siswa oleh guru supaya tujuan pembelajaran dapat tercapai dengan baik. Penggunaan media dalam pembelajaran diharapkan dapat membuat siswa menjadi lebih tertarik dan termotivasi untuk belajar.

2.1.2. Praktikum Menggunakan Media *Virtual Laboratory*

Kegiatan praktikum tidak dapat dipisahkan dari pembelajaran Fisika. Praktikum adalah kegiatan mengajar yang mengajak siswa untuk melakukan kegiatan percobaan untuk membuktikan atau menguji teori yang telah dipelajari memang benar (Suparno, 2007: 77). Kegiatan praktikum yang dilakukan secara berkelompok dapat meningkatkan sikap

ilmiah siswa (Nursapikka dkk, 2018). Berdasarkan beberapa pendapat di atas, diperoleh intisari bahwa praktikum adalah kegiatan dimana siswa dapat melakukan percobaan untuk membuktikan sendiri hipotesis atau pertanyaan-pertanyaan sehingga dapat mengembangkan sikap ilmiah siswa. Menurut Candra & Hidayati (2020), melalui praktikum, siswa dapat melatih keterampilannya dalam melakukan observasi tentang suatu masalah hingga keterampilan mengkomunikasikan hasil temuannya dalam bentuk laporan.

Menurut Suparno (2007: 79) kegiatan praktikum memiliki beberapa kelebihan, yaitu: 1) membuat siswa lebih percaya atas kebenaran kesimpulan berdasarkan percobaan yang dilakukan sendiri daripada hanya menerima penjelasan dari guru atau dari buku; 2) mengembangkan sikap untuk mengadakan studi eksplorasi tentang sains dan teknologi; 3) menumbuhkan sikap ilmiah seperti bijaksana, bersikap jujur, terbuka, kritis, dan bertoleransi; 4) siswa belajar dengan mengalami atau mengamati sendiri suatu proses atau kejadian; 5) memperkaya pengalaman siswa dengan hal-hal yang bersifat objektif dan realistik; 6) mengembangkan sikap kritis dan ilmiah; dan 7) hasil belajar akan bertahan lama dan terjadi proses internalisasi.

Kegiatan praktikum juga memiliki beberapa kekurangan menurut Suparno (2007: 80) yaitu: 1) memerlukan berbagai fasilitas peralatan dan bahan yang mudah diperoleh dan murah; 2) setiap praktikum tidak selalu memberikan hasil yang diharapkan karena terdapat faktor-faktor tertentu yang berbeda di luar jangkauan kemampuan; 3) dalam kehidupan sehari-hari tidak semua hal dapat dijadikan materi eksperimen; dan 4) sangat menuntut penguasaan perkembangan materi, fasilitas peralatan, dan bahan mutakhir.

Media *virtual laboratory* dapat menjadi alternatif dalam melakukan praktikum. *Virtual Laboratory* atau disebut laboratorium virtual adalah situasi interaktif sains berbasis aplikasi komputer berupa percobaan sains

(Hikmah dkk, 2017). *Virtual Laboratory* atau laboratorium virtual memungkinkan siswa untuk melakukan praktikum seolah siswa menghadapi fenomena atau set peralatan laboratorium nyata (Nirwana, 2011). Berdasarkan beberapa pendapat di atas, diintisarikan bahwa *Virtual Laboratory* atau disebut laboratorium virtual merupakan serangkaian alat-alat praktikum dalam sebuah perangkat lunak atau simulasi yang dioperasikan komputer yang membuat pengguna seolah melakukan praktikum seperti aslinya atau nyata dan dapat menjadi alternatif solusi mengenai keterbatasan peralatan laboratorium.

Virtual Laboratory sebagai alternatif untuk memudahkan siswa dalam memahami konsep materi pembelajaran dan pelengkap dari keterbatasan peralatan laboratorium di sekolah. *Virtual Laboratory* tidak dapat menggantikan praktikum nyata di laboratorium, namun manfaat *Virtual Laboratory* sebagai media pembelajaran membuat *Virtual Laboratory* banyak digunakan terutama untuk konsep materi pembelajaran yang sulit dibayangkan dan diamati dengan indera. Saregar (2016) mengungkapkan bahwa penggunaan media *Virtual Laboratory* bertujuan untuk mempermudah menyampaikan serta membangun konsep materi fisika yang bersifat abstrak. Secara umum manfaat dari penggunaan *virtual laboratory* adalah proses pembelajaran menjadi lebih menarik, lebih interaktif, mengurangi keterbatasan jumlah waktu mengajar, kualitas belajar meningkat, serta proses pembelajaran dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja (Nirwana, 2011). Pembelajaran menggunakan *virtual laboratory* lebih murah dan terjangkau juga membuat siswa pengguna lebih aman (Hermansyah dkk, 2015).

Farreira (2010) menyatakan beberapa manfaat penggunaan *virtual laboratory* yaitu:

- a) Mengurangi keterbatasan waktu proses belajar mengajar yang singkat
- b) Mengurangi hambatan geografis, bagi siswa yang lokasinya jauh dari pusat pembelajaran

- c) Ekonomis, tidak membutuhkan set peralatan laboratorium seperti laboratorium konvensional
- d) Meningkatkan kualitas eksperimen, karena memungkinkan untuk diulang untuk memperjelas keraguan dalam pengukuran di laboratorium
- e) Meningkatkan efektivitas pembelajaran, karena pengguna akan semakin lama menghabiskan waktunya menggunakan *virtual laboratory* tersebut berulang-ulang
- f) Meningkatkan keamanan dan keselamatan, karena tidak berinteraksi dengan alat dan bahan praktikum secara langsung.

Adapun kekurangan dari penggunaan *virtual laboratory* menurut Nirwana (2011) adalah:

- a) Tidak memberikan pengalaman praktikum secara riil
- b) Siswa kurang terampil dalam merangkai peralatan praktikum secara nyata di laboratorium.

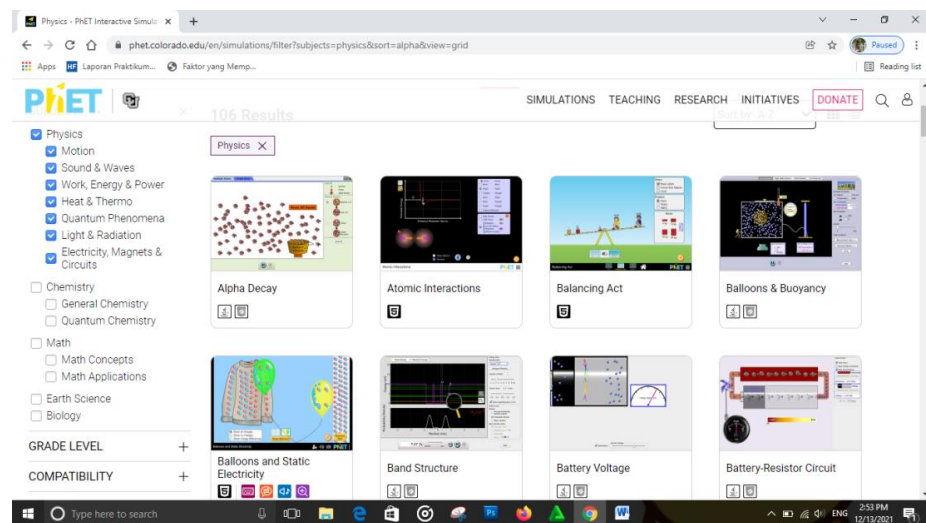
Perkembangan *virtual laboratory* saat ini cukup pesat. Semakin banyak pula *virtual laboratory* yang dapat diakses oleh pengguna secara gratis bahkan dapat diunduh. Salah satu jenis *virtual laboratory* yang dapat digunakan sebagai media dalam pembelajaran adalah *PhET Simulations*. *PhET (Physics Education and Technology) Simulations* atau simulasi PhET adalah situs yang menyajikan simulasi pembelajaran fisika, biologi, kimia, dan matematika yang diberikan secara gratis oleh Universitas Colorado untuk kepentingan pembelajaran di kelas atau untuk kepentingan belajar individu. *PhET Simulations* dapat membantu siswa memahami konsep materi dengan memvisualisasikan konsep materi fisika yang abstrak yang sulit dibayangkan dan dipahami apabila disajikan dengan metode ceramah (Saregar, 2016).

PhET Simulations berisi simulasi materi yang dijelaskan dengan teori serta eksperimen yang melibatkan pengguna secara aktif dimana pengguna dapat memanipulasi kegiatan atau perilaku yang berkenaan

dengan eksperimen. Pembelajaran *PhET Simulations* membuat siswa tidak hanya terpaku bahwa praktikum hanya dapat dilakukan di laboratorium nyata dan hanya mengingat unit materi, namun siswa dapat menjabarkan unit materi tersebut dengan kalimatnya sendiri. (Alam dkk, 2021). Berdasarkan beberapa pendapat di atas, diintisarikan bahwa *PhET Simulations* adalah situs yang menyediakan simulasi pembelajaran fisika, kimia, biologi, dan matematika yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran dalam kelas maupun untuk kepentingan belajar individu dimana pengguna seolah-olah melakukan praktikum seperti praktikum di laboratorium sekolah.

PhET Simulations dapat diakses melalui website (<https://phet.colorado.edu>). Cara menggunakan *PhET Simulations: Circuit Construction Kit: DC* adalah sebagai berikut:

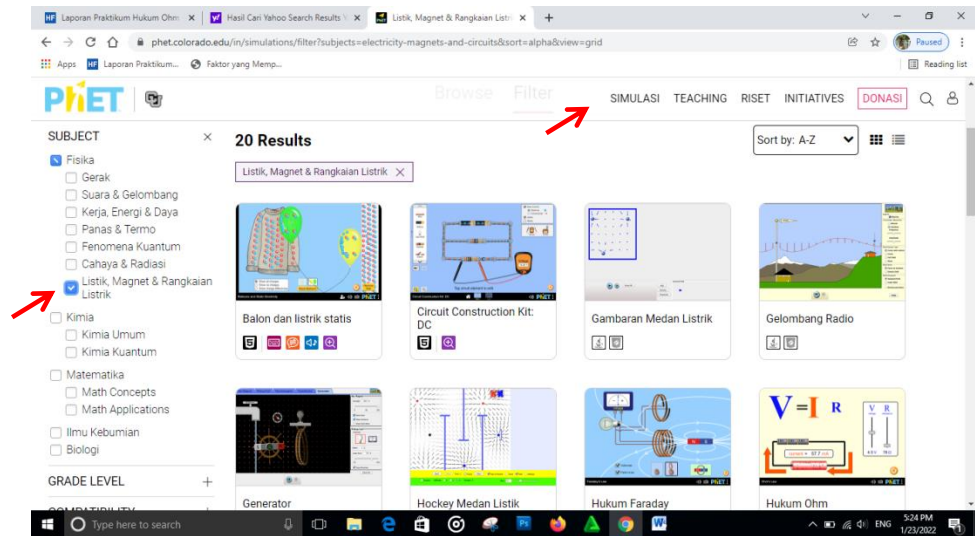
(a) Mengakses website phet.colorado.edu



Gambar 1. Tampilan layar awal *PhET Simulations*
Sumber: <https://phet.colorado.edu>

Tampilan awal setelah mengakses website <https://phet.colorado.edu> dapat dilihat pada Gambar 1. Pada sisi sebelah kiri terdapat menu pilihan materi pembelajaran yaitu Fisika, Kimia, Matematika, Ilmu Kebumihan, dan Biologi.

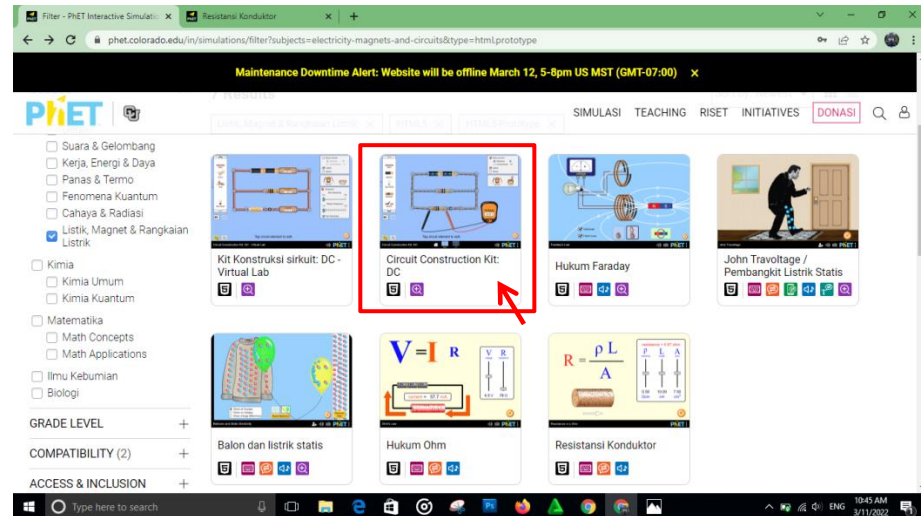
(b) Klik Simulasi. Pada subjek Fisika, centang bagian Listrik, Magnet, dan Rangkaian Listrik.



Gambar 2. Tampilan *PhET Simulations* materi Kelistrikan
 Sumber: <https://phet.colorado.edu>

Setelah meng-klik menu Simulasi, klik centang pada materi Fisika karena materi kelistrikan hukum Ohm ada dalam materi Fisika. Dalam materi Fisika, terdapat banyak sub materi seperti Gerak; Suara dan Gelombang; Kerja, Energi, dan Daya; Panas & Termoo; Fenomena Kuantum; Cahaya dan Radiasi; dan Listrik, Magnet, dan Rangkaian Listrik. Hukum Ohm termasuk materi Listrik sehingga klik centang pada sub materi Listrik, Magnet, dan Rangkaian Listrik

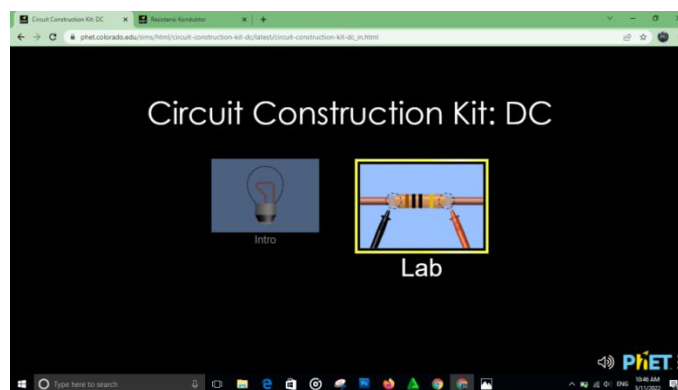
(c) Klik simulasi yang ingin digunakan



Gambar 3. Tampilan *PhET Simulations* tentang Hukum Ohm
Sumber: <https://phet.colorado.edu>

Setelah meng-klik centang pada materi Listrik, Magnet, dan Rangkaian Listrik, akan muncul beberapa materi tentang Listrik, Magnet, dan Rangkaian Listrik. Materi yang akan kita gunakan adalah hukum Ohm sehingga klik pada materi *Circuit Construction Kit: DC*.

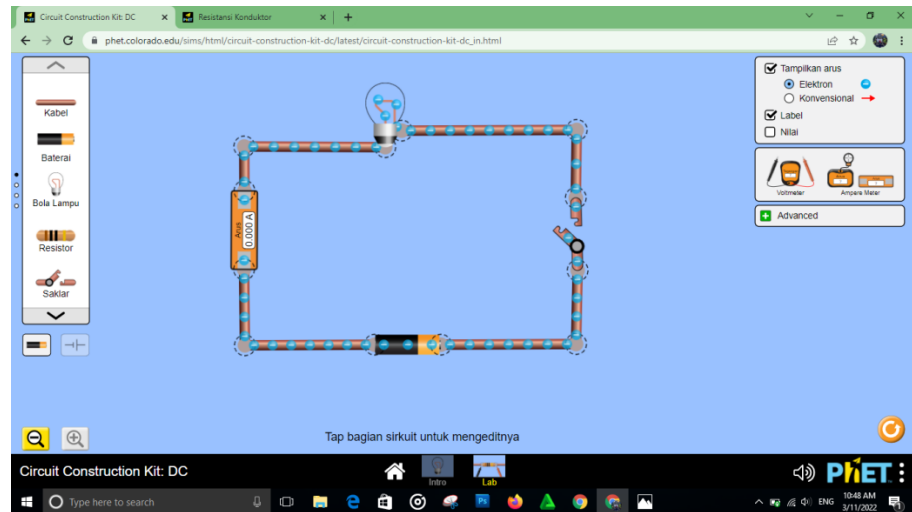
(d) Pada halaman awal *Phet Simulations Circuit Construction Kit: DC*, pilih bagian “Lab”



Gambar 4. Tampilan awal simulasi *Circuit Construction Kit: DC*
Sumber: <https://phet.colorado.edu>

Setelah mengklik materi “*Circuit Construction Kit: DC*” akan muncul tampilan virtual laboratorium seperti pada Gambar 4. Terdapat dua pilihan yaitu “Intro” dan “Lab”. Untuk percobaan, gunakan lab sehingga klik bagian “Lab”.

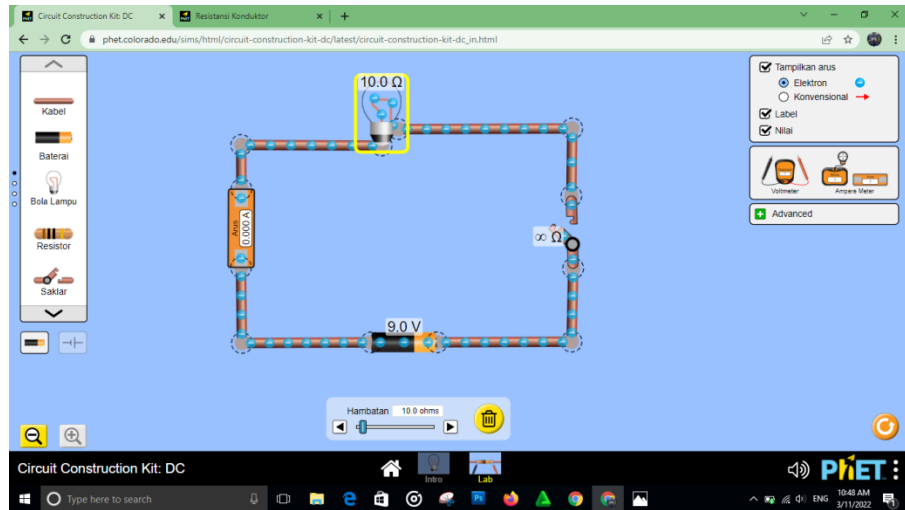
e) Merangkai rangkaian listrik seperti pada gambar berikut



Gambar 5. Rangkaian listrik
Sumber: <https://phet.colorado.edu>

Setelah halaman awal *Circuit Construction Kit: DC* muncul, selanjutnya merangkai rangkaian listrik seperti Gambar 5. Komponen-komponen yang dipasang pada rangkaian listrik meliputi: amperemeter, kabel, saklar, baterai, dan bola lampu. Ingat bahwa amperemeter dipasang secara seri pada rangkaian listrik.

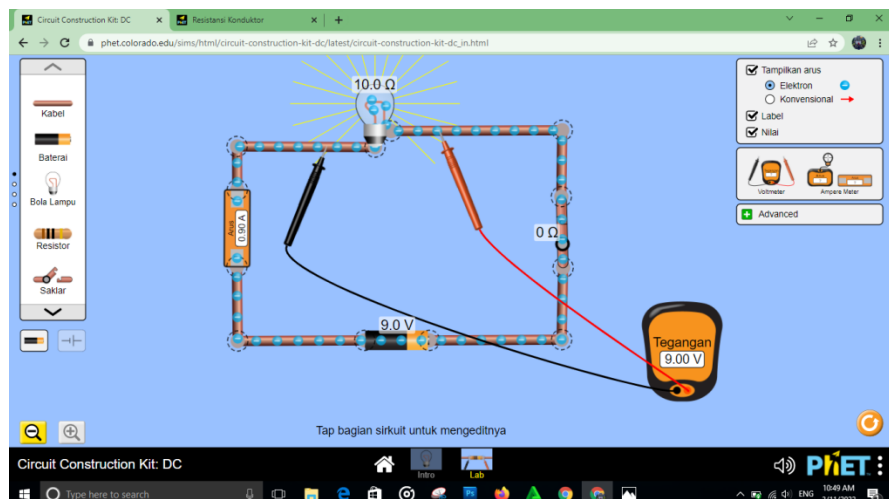
f) Mengubah-ubah nilai hambatan pada bola lampu.



Gambar 6. Pengukuran nilai hambatan pada rangkaian listrik
 Sumber: <https://phet.colorado.edu>

Setelah rangkaian listrik sudah terangkai, selanjutnya adalah mengubah-ubah nilai hambatan pada bola lampu yang diinginkan sehingga nilai arus listrik pada rangkaian listrik dapat diukur pada amperemeter.

g) Mengukur besar tegangan (beda potensial) pada rangkaian listrik menggunakan voltmeter.

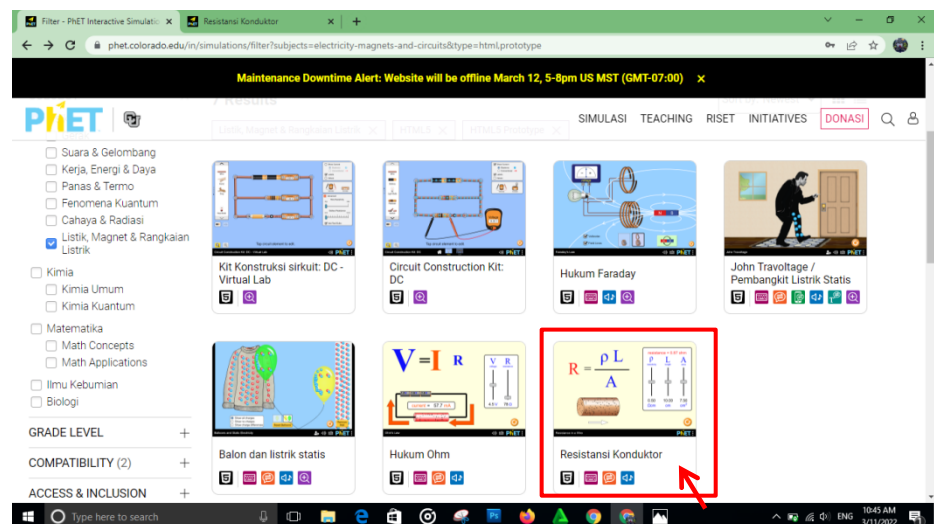


Gambar 7. Pengukuran beda potensial pada rangkaian listrik
 Sumber: <https://phet.colorado.edu>

Setelah nilai arus listrik terukur, selanjutnya mengukur beda potensial menggunakan voltmeter. Ingat voltmeter dipasang secara paralel pada rangkaian listrik.

Berikut merupakan cara menggunakan *Phet Simulations: Resistance in A Wire*:

- a) Mengakses website phet.colorado.edu sehingga muncul tampilan seperti pada Gambar 1.
- b) Klik Simulasi. Pada subjek Fisika, centang bagian Listrik, Magnet, dan Rangkaian Listrik sehingga muncul tampilan seperti pada Gambar 2. Setelah meng-klik menu Simulasi, klik centang pada materi Fisika karena materi kelistrikan hukum Ohm ada dalam materi Fisika. Dalam materi Fisika, terdapat banyak sub materi seperti Gerak; Suara dan Gelombang; Kerja, Energi, dan Daya; Panas & Termometer; Fenomena Kuantum; Cahaya dan Radiasi; dan Listrik, Magnet, dan Rangkaian Listrik. Hukum Ohm termasuk materi Listrik sehingga klik centang pada sub materi Listrik, Magnet, dan Rangkaian Listrik.
- c) Klik simulasi yang diinginkan

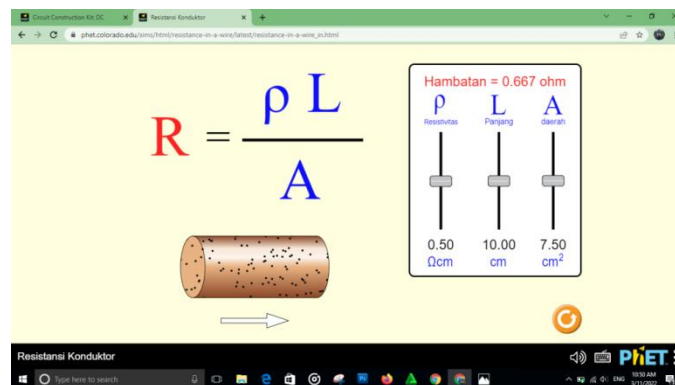


Gambar 8. Tampilan *PhET Simulations* tentang Hambatan Kawat Listrik

Sumber: <https://phet.colorado.edu>

Setelah meng-klik centang pada materi Listrik, Magnet, dan Rangkaian Listrik, akan muncul beberapa materi tentang Listrik, Magnet, dan Rangkaian Listrik. Materi yang akan kita gunakan adalah hukum Ohm sehingga klik pada materi *Circuit Construction Kit: DC*.

- d) Mengubah nilai variabel-variabel yang ada dalam simulasi yaitu hambatan jenis kawat (ρ), panjang kawat (l), dan luas penampang kawat (A) sesuai dengan keinginan sehingga diperoleh nilai hambatan kawat listrik.



Gambar 9. Tampilan *PhET Simulation: Resistance in A Wire*
Sumber: <https://phet.colorado.edu>

Setelah mengklik materi “Hukum Ohm” akan muncul tampilan virtual laboratorium seperti pada Gambar 11. Pada tampilan terdapat variabel hambatan jenis kawat (ρ), panjang kawat (l), dan luas penampang kawat (A). Ketika nilai ρ , L , dan A diubah-ubah, maka nilai hambatan kawat listrik yang dihasilkan juga akan berubah.

Media *virtual laboratory* adalah media pembelajaran berupa laboratorium yang bersifat virtual. Penggunaan media *virtual laboratory* membuat siswa merasakan pengalaman seperti melakukan praktikum di laboratorium nyata. Adapun media *virtual laboratory* digunakan hanya sebagai alternatif dari keterbatasan alat-alat laboratorium, namun tidak dapat menggantikan kegiatan praktikum dalam laboratorium sesungguhnya. Manfaat penggunaan media *virtual laboratory* secara

umum adalah proses pembelajaran yang dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja serta proses pembelajaran yang lebih menarik dan interaktif.

2.1.3. Model Pembelajaran *Problem Based Learning*

Menurut Dirgatama dkk (2016), model *Problem Based Learning* merupakan model pembelajaran dengan menekankan pada masalah di kehidupan nyata yang harus dipecahkan oleh peserta didik dengan cara meningkatkan keterampilan berfikir kritis dan keterampilan dalam memecahkan masalah, serta menghubungkan konsep dengan pengetahuan dari materi yang dipelajari. Menurut Amir (2009), melalui pembelajaran dengan menggunakan model *Problem Based Learning*, siswa dibimbing kepada permasalahan nyata sesuai dengan kehidupan sehari-hari siswa, sehingga siswa memperoleh keterampilan untuk memecahkan masalah secara mandiri. *Problem Based Learning* adalah model pembelajaran yang didasari oleh permasalahan dengan memfokuskan pada siswa untuk memecahkan masalah tersebut secara mandiri.

Arends (2008) menyatakan bahwa dasar teori *Problem Based Learning* diperoleh dari pelajar yang mengkonstruksikan pengetahuan mereka melalui pengalaman-pengalaman baru yang menekankan mereka untuk mengamati lingkungan sekitarnya sehingga dapat memodifikasi pengetahuan sebelumnya dan mengkonstruksikan pengetahuan secara personal. Hal tersebut sejalan dengan Warsono & Hariyanto (2013: 149) yang menyatakan bahwa *Problem Based Learning* (pembelajaran berbasis masalah) atau biasa disebut PBI (*Problem Based Instruction*) merupakan salah satu tipe pengelolaan kelas yang dibutuhkan untuk mendukung pendekatan konstruktivisme dalam belajar dan pembelajaran. Melalui model *Problem Based Learning*, siswa dapat mengkonstruksi atau membangun pengetahuan mereka secara mandiri melalui pemecahan masalah (Ibrahim dkk, 2017). Selain itu, siswa dapat berkolaborasi dengan baik dan mengkomunikasikan pemecahan masalah tersebut secara ilmiah.

Problem Based Learning merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang menggunakan masalah berupa masalah nyata sebagai suatu cara bagi siswa agar memperoleh kesempatan untuk belajar tentang cara berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah (Nafiah, 2014). Model *Problem Based Learning* akan menuntut siswa untuk berpikir, mencari dan mengumpulkan informasi, lalu mengolah data dan mampu untuk mengkomunikasikan secara ilmiah kepada orang lain. Siswa tidak hanya mendengarkan dan mencatat materi pelajaran yang dijelaskan oleh guru, namun harus aktif dan responsif di kelas terutama saat kegiatan diskusi. Guru akan menyajikan masalah yang berkaitan dengan kehidupan keseharian siswa lalu siswa akan diminta untuk mencari solusi atau pemecahan dari masalah tersebut. Model *Problem Based Learning* mengharuskan siswa agar dapat berperan aktif saat kegiatan diskusi bersama pasangan diskusi atau kelompok-kelompok kecil dengan tingkat pemahaman yang berbeda-beda serta membutuhkan bimbingan dari guru, sehingga peran guru dalam hal ini adalah fasilitator atau pelatih, yakni melakukan bimbingan dan memberikan pengarahan kepada masing-masing kelompok baik secara mandiri maupun kelompok (Qodry dkk, 2016).

Pelaksanaan model *Problem Based Learning* memiliki beberapa tahapan atau langkah. *Problem Based Learning* memiliki lima sintaks atau fase dalam pelaksanaannya. Sintaks pembelajaran dari model *Problem Based Learning* menurut Arends (2008: 57) dijabarkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sintaks Pembelajaran Model *Problem Based Learning*

Fase	Kegiatan Guru
Fase 1: Memberikan orientasi tentang permasalahannya kepada siswa	Guru membahas tujuan pembelajaran, mendeskripsikan berbagai kebutuhan logistik penting, dan memotivasi siswa untuk terlibat dalam kegiatan mengatasi masalah

Fase 2: Mengorganisasikan siswa untuk meneliti	Guru membantu siswa untuk mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas-tugas belajar yang terkait dengan permasalahannya
Fase 3: Membantu investigasi mandiri dan kelompok	Guru mendorong siswa untuk mendapatkan informasi yang tepat, melaksanakan eksperimen, dan mencari penjelasan serta solusi
Fase 4: Mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya dan memamerkan	Guru membantu siswa dalam merencanakan dan menyiapkan hasil karya yang tepat, seperti laporan, rekaman video, dan model-model, serta membantu mereka untuk menyampaikannya kepada orang lain
Fase 5: Menganalisis dan mengevaluasi proses mengatasi masalah	Guru membantu siswa untuk melakukan refleksi terhadap penyelidikannya dan proses-proses yang mereka gunakan

Model *Problem Based Learning* akan menuntut siswa untuk mencari solusi dari suatu masalah dengan kerjasama. Kerjasama akan membuat keterampilan komunikasi ilmiah siswa meningkat. Hal ini sejalan dengan Nafiah (2014) yang mengungkapkan bahwa melalui model *Problem Based Learning*, siswa akan mendapat pengalaman dalam memecahkan masalah yang nyata, dan memfokuskan pada peningkatan komunikasi, kerjasama, dan sumber informasi terpercaya untuk merumuskan ide serta meningkatkan keterampilan dalam menalar.

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, dapat didefinisikan bahwa model pembelajaran *Problem Based Learning* adalah model pembelajaran yang menekankan pada masalah yang ada di dunia nyata atau *real*. Model *Problem Based Learning* memiliki beberapa sintaks yaitu memberikan orientasi tentang permasalahannya kepada siswa, mengorganisasikan siswa untuk meneliti, membantu investigasi mandiri dan kelompok, mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya dan memamerkan,

dan menganalisis dan mengevaluasi proses mengatasi masalah. Model *Problem Based Learning* dimana guru akan menyajikan masalah yang berkaitan dengan kehidupan keseharian siswa lalu siswa akan diminta untuk mencari solusi atau pemecahan dari masalah tersebut.

2.1.4. Keterampilan Komunikasi Ilmiah

Keterampilan komunikasi adalah salah satu keterampilan abad ke-21 yang harus dikuasai oleh setiap orang (Redhana, 2019). Menurut Lunenburg (2010), seseorang dikatakan memiliki keterampilan komunikasi yang baik apabila ia mampu menyampaikan pemikiran dan pendapatnya kepada orang lain. Keterampilan komunikasi yang baik akan membuat orang lain bisa lebih cepat dan akurat dalam memahami dan mengerti informasi yang mereka terima.

Komunikasi merupakan suatu proses menyampaikan informasi dari satu orang ke orang lain atau satu kelompok ke kelompok lainnya. Hal ini sesuai dengan Nurlaelah dkk (2020) yang mendeskripsikan komunikasi sebagai suatu proses menghasilkan informasi, mentransfer informasi, dan menerima informasi. Komunikasi yang baik tentu akan membuat informasi menjadi lebih mudah tersampaikan dan cepat memperoleh *feedback* (umpan balik) dari penerima informasi.

Komunikasi dalam proses pembelajaran adalah salah satu komunikasi dalam dunia pendidikan. Menurut Pal dkk (2016), komunikasi pembelajaran merupakan proses bertukarnya informasi berupa materi pelajaran ataupun pengetahuan antara guru dengan siswa. Guru akan bertindak sebagai pengirim pesan dan siswa bertindak sebagai penerima pesan terkait materi pelajaran (Urwani dkk, 2018) . Siswa yang awalnya tidak mengerti menjadi mengerti karena adanya komunikasi dalam pembelajaran. Sebagaimana diungkapkan oleh Sharifirad dkk (2012) bahwa komunikasi sangat penting dalam pembelajaran karena berperan dalam menyampaikan pengetahuan dan wawasan serta pertukaran ide-ide

atau pendapat. Komunikasi di dalam pembelajaran tidak hanya sekedar guru menyampaikan materi pelajaran saja, namun untuk mengembangkan keterampilan siswa terutama dalam penyelesaian masalah bersama-sama dan menumbuhkan semangat dan hubungan baik antar siswa (Marfuah, 2017). Komunikasi terjadi apabila orang-orang yang berada dan terlibat di dalamnya saling memahami mengenai hal yang mereka komunikasikan sehingga hubungan tersebut dapat dikatakan bersifat komunikatif (Nurhadi dkk, 2017). Komunikasi menjadi efektif apabila saat terjadi interaksi antara guru dan dengan siswa, keduanya saling memahami mengenai apa yang mereka komunikasikan. Guru mampu menyampaikan materi pelajaran dengan baik dan siswa mampu menerima dan mengerti materi pelajaran dengan baik.

Selama pembelajaran, guru dan siswa melakukan kegiatan komunikasi. Siswa yang menyampaikan ide dan pendapatnya dengan adanya data pendukung dapat dikatakan telah melakukan komunikasi secara ilmiah. Menurut Samatowa (2010), kemampuan komunikasi ilmiah adalah kemampuan siswa untuk menyampaikan hasil temuan dan kajiannya secara ilmiah untuk berbagai tujuan kepada kelompok yang dituju. Keterampilan komunikasi ilmiah adalah keterampilan dimana siswa dapat mengkomunikasikan ide atau gagasan yang ada dalam pikirannya kepada orang lain baik lisan maupun tertulis.

Kata “ilmiah” dalam keterampilan komunikasi umumnya digunakan dalam suatu keadaan yang bersifat keilmuan. Hal tersebut relevan dengan pernyataan dari Siswadi (2009) bahwa komunikasi ilmiah adalah komunikasi yang umumnya berkaitan dengan kegiatan-kegiatan penelitian atau penyelidikan, khususnya lingkungan akademik. Alpusari dkk (2019) menyatakan bahwa keterampilan komunikasi ilmiah memungkinkan siswa untuk mengumpulkan dan memperoleh informasi sebanyak-banyaknya dengan sumber yang relevan dan terpercaya sehingga siswa mudah dalam menemukan pemecahan masalah dalam materi pembelajaran. Keterampilan komunikasi ilmiah dapat ditingkatkan melalui kegiatan di lapangan atau membuat proyek dengan cara memberi

tugas kepada mahasiswa berupa menyusun laporan secara ilmiah (Sarwi dkk, 2013). Siswa dituntut untuk mampu mengkomunikasikan hasil temuannya kepada orang lain dalam bentuk laporan praktikum, esai maupun melalui lisan dengan menggunakan beberapa ilustrasi seperti grafik, tabel, diagram, gambar, dan lain-lain sehingga kemampuan mengolah informasi siswa menjadi meningkat.

Keterampilan komunikasi ilmiah memiliki beberapa indikator dan sub-indikator yang dijelaskan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Indikator Keterampilan Komunikasi Ilmiah (KKI)

Indikator KKI	Perilaku KKI
<i>Information retrieval</i>	Keterampilan mengakses sumber informasi yang valid
<i>scientific reading</i>	Keterampilan membaca bacaan ilmiah untuk memperoleh informasi
<i>scientific writing</i>	a. Mendiskusikan hasil percobaan b. Keterampilan akurasi tulisan
<i>listening and observing</i>	a. Menyampaikan pertanyaan/pernyataan setelah mengamati b. Fokus dalam menerima informasi
<i>information representation</i>	Membuat tabel, menggambar, dan menjelaskan gambar beserta maksudnya
<i>knowledge presentation</i>	a. Keterampilan dalam menyampaikan materi b. Penggunaan bahasa - Bahasa mudah dipahami - Bahasa terstruktur - Intonasi yang tepat - Artikulasi yang jelas - Tidak mengandung banyak maksud c. Sikap dan bahasa tubuh

(Levy dkk, 2009)

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, dapat didefinisikan bahwa keterampilan komunikasi ilmiah adalah keterampilan dimana siswa mampu mengkomunikasikan/menyampaikan ide atau pendapat yang ada dalam pikirannya kepada orang lain baik lisan maupun tertulis.

Keterampilan komunikasi ilmiah memiliki enam indikator, yaitu *information retrieval, scientific reading, scientific writing, listening and observing, information representation, and knowledge presentation*. Adapun indikator keterampilan komunikasi ilmiah yang diamati dalam penelitian adalah *information retrieval, observing* dan *information representation*. Siswa akan diarahkan supaya dapat menemukan sumber informasi yang terpercaya serta relevan. Siswa juga dibimbing untuk mengamati informasi mana yang sesuai untuk membantu mereka dalam menyelesaikan permasalahan serta dituntut untuk mampu mengkomunikasikan hasil temuannya kepada orang lain dalam bentuk laporan praktikum dengan menganalisis data kemudian menyajikan data tersebut ke dalam bentuk lain seperti grafik, tabel, diagram, gambar, dan lain-lain sehingga keterampilan komunikasi ilmiah siswa menjadi meningkat.

2.1.5. Materi Hukum Ohm

2.1.5.1. Hukum Ohm

Hukum Ohm merupakan salah satu konsep listrik dinamis (muatan listrik yang bergerak). Hukum Ohm dinamai dari ahli fisika Jerman, George Simon Ohm (1787-1854). George Simon Ohm menyatakan sebuah hubungan antara arus listrik (I) dengan tegangan (V) yang dipasang dalam suatu rangkaian. Hubungan antara arus listrik dengan tegangan tersebut diperoleh dari eksperimennya yang sering dikenal dengan Hukum Ohm. Hukum Ohm digunakan untuk menghitung tegangan listrik, hambatan listrik, atau kuat arus dalam rangkaian listrik. Bunyi hukum Ohm adalah “kuat arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian berbanding lurus dengan tegangan pada ujung-ujung rangkaian dan berbanding terbalik dengan hambatan rangkaian”. (Tipler, 2001: 142).

Arus listrik adalah aliran muatan listrik yang melalui sebuah konduktor dan bergerak dari potensial tinggi ke potensial rendah, dari kutub positif ke kutub negatif, dan dari anoda ke katoda. Kuat arus listrik adalah jumlah muatan listrik yang melalui sebuah penampang setiap satuan waktu sehingga arus listrik (I) dapat ditulis persamaan:

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

Dimana I adalah arus listrik dengan satuan Ampere (A), dQ adalah jumlah muatan yang mengalir melalui sebuah penampang dalam waktu dt dan t adalah waktu dalam satuan detik (s) (Sears & Zemansky, 2001: 223).

Beda potensial (V) adalah banyaknya muatan yang terdapat dalam suatu bahan. Beda potensial diperlukan supaya muatan dapat mengalir dari satu titik ke titik lainnya. Beda potensial dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$V = \frac{W}{q}$$

Dimana W adalah usaha untuk mengalirkan muatan listrik dari satu titik ke titik lainnya dengan satuan Joule, sedangkan q adalah muatan listrik.

Hambatan listrik adalah perbandingan antara beda potensial di ujung-ujung penghantar dengan kuat arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian. Apabila suatu rangkaian diberi suatu tegangan, nilai kuat arus listrik akan semakin kecil apabila diberikan hambatan yang besar. Berarti nilai hambatan berbanding terbalik dengan nilai kuat arus listrik.

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hambatan atau dalam suatu rangkaian. Berikut persamaan hambatan kawat:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Keterangan:

R : Hambatan kawat (Ω)

ρ : Hambatan jenis (Ωm)

l : Panjang kawat (m)

A : Luas penampang (m^2)

Hambatan kawat sebanding dengan panjang kawat. Kawat yang panjang maka hambatannya akan besar yang menyebabkan arus listrik makin kecil. Besar hambatan kawat bergantung pada jenis kawat karena tiap jenis kawat memiliki hambatan kawat yang berbeda-beda. Hal tersebut karena kawat yang hambatan jenisnya besar, maka hambatan kawatnya juga akan besar. Berikut adalah beberapa hambatan jenis dari tiap jenis bahan yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hambatan Jenis tiap Bahan

Bahan	Hambatan Jenis ρ (Ωm)
Konduktor	
Perak	$1,59 \times 10^{-8}$
Tembaga	$1,68 \times 10^{-8}$
Emas	$2,44 \times 10^{-8}$
Aluminium	$2,65 \times 10^{-8}$
Tungsten	$5,60 \times 10^{-8}$
Besi	$9,71 \times 10^{-8}$
Platina	$10,6 \times 10^{-8}$
Air raksa	98×10^{-8}
Nikron	100×10^{-8}
Semikonduktor	
Karbon (grafit)	$(3 - 60) \times 10^{-5}$
Germanium	$(1 - 500) \times 10^{-5}$
Silikon	0,1 - 60
Isolator	
Kaca	$10^9 - 10^{12}$
Karet padatan	$10^{13} - 10^{15}$

Hambatan listrik juga dipengaruhi oleh suhu, maka persamaan hambatan listrik bisa dituliskan menjadi:

$$R_t = R_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

Keterangan:

R_t : hambatan pada suhu $t^\circ\text{C}$

R_0 : hambatan pada suhu mula-mula

α : koefisien suhu ($^\circ\text{C}^{-1}$)

$\Delta T : T_2 - T_1 =$ perubahan suhu ($^\circ\text{C}$)

Berikut adalah persamaan dari hukum Ohm adalah

$$V = I R$$

Keterangan:

V : Tegangan (V)

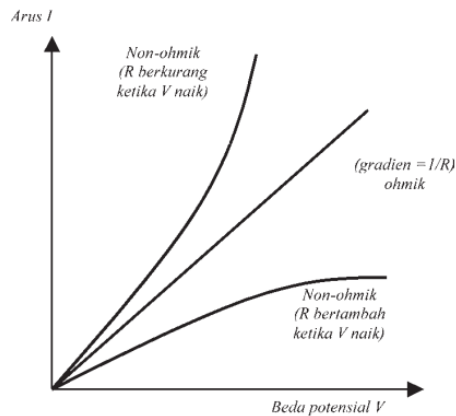
I : Arus listrik (A)

R : Hambatan listrik (Ω)

Adapun R didefinisikan hambatan listrik antara dua titik. Satuan hambatan listrik adalah Ohm dan disingkat Ω . Mengapa R disebut hambatan listrik? Karena R berperan menghambat mengalirnya muatan listrik. Makin besar R maka arus listrik makin sulit mengalir yang ditandai dengan arus yang makin kecil.

(Mikrajuddin, 2017: 209)

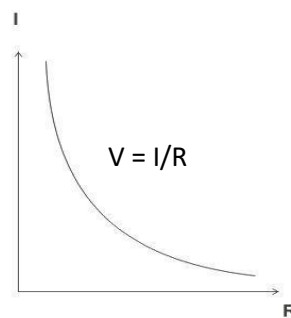
Jika beda potensial diperbesar maka arus yang mengalir juga semakin besar. Hubungan antara V dan I dapat dinyatakan dalam Gambar 10 berikut:



Gambar 10. Grafik hubungan antara kuat arus dan tegangan untuk material Ohmik dan non Ohmik (Lumbantoruan, 2019)

Berdasarkan grafik di atas, terlihat bahwa komponen penghantar non-Ohmik akan menghasilkan grafik yang tidak membentuk garis lurus, sedangkan komponen penghantar Ohmik akan menghasilkan grafik yang membentuk garis lurus.

Semakin besar hambatan, maka makin kecil arus listrik yang diperoleh sehingga dapat dinyatakan dalam Gambar 11 berikut ini.



Gambar 11. Grafik hubungan antara kuat arus dan hambatan listrik (Sumarsono, 2009: 166)

2.2. Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya dapat digunakan sebagai acuan dasar untuk penelitian ini. Berikut beberapa penelitian yang relevan dengan topik penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- 1) Qodry dkk (2016) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based Learning* melalui Pendekatan Saintifik terhadap Kemampuan Berkomunikasi Ilmiah pada Kelas X di SMA Negeri 1 Rembang” yang menyatakan bahwa model pembelajaran *Problem Based Learning* menggunakan pendekatan saintifik berpengaruh secara signifikan terhadap kemampuan berkomunikasi ilmiah siswa kelas X SMA N 1 Rembang.
- 2) Subali dkk (2011) dalam penelitiannya yang berjudul “Penerapan Model *Problem Based Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP” yang mengemukakan bahwa penerapan model *problem based learning* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada sub pokok bahasan gerak lurus berubah beraturan.
- 3) Hermansyah dkk (2017) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Laboratorium Virtual terhadap Penguasaan Konsep dan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Getaran dan Gelombang” yang mengemukakan bahwa penggunaan laboratorium virtual berpengaruh terhadap penguasaan konsep siswa pada materi getaran dan gelombang serta berpengaruh juga terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa.
- 4) Gunawan dkk (2017) dalam penelitiannya yang berjudul “*Virtual Laboratory to Improve Student’s Problem Solving Skills on Electricity Concept*” yang menyatakan bahwa penggunaan *virtual laboratory* memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi kelistrikan.

2.3.Kerangka Pemikiran

Virtual Laboratory dapat dijadikan media yang membantu siswa untuk memahami konsep materi pembelajaran. Praktikum menggunakan *Virtual Laboratory* berupa *PhET Simulations* membuat siswa seolah-olah melakukan praktikum secara nyata di laboratorium. *PhET Simulations* dapat memvisualisasikan konsep materi fisika yang abstrak yang sulit dibayangkan

dan dipahami seperti pada materi hukum Ohm serta sulit untuk dijelaskan saat menggunakan metode ceramah.

Kegiatan pertama, pada fase memberikan orientasi tentang permasalahannya kepada siswa. Guru membahas tujuan pembelajaran, mendeskripsikan berbagai kebutuhan logistik penting, dan memotivasi siswa untuk terlibat dalam kegiatan mengatasi masalah. Siswa akan mendengarkan dan mengamati penjelasan guru mengenai tujuan pembelajaran, masalah yang disajikan untuk dipecahkan dan motivasi yang diberikan sehingga diduga dapat meningkatkan indikator keterampilan komunikasi ilmiah yaitu *listening and observing*.

Kegiatan kedua, pada fase mengorganisasikan siswa untuk meneliti. Guru membantu siswa untuk mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas-tugas belajar yang terkait dengan permasalahannya. Siswa akan dibimbing untuk berdiskusi mengenai informasi yang sudah dimiliki oleh tiap siswa dan mengamati informasi yang dimiliki tiap siswa sehingga diduga dapat meningkatkan indikator keterampilan komunikasi ilmiah yaitu *listening and observing* dan *information retrieval*.

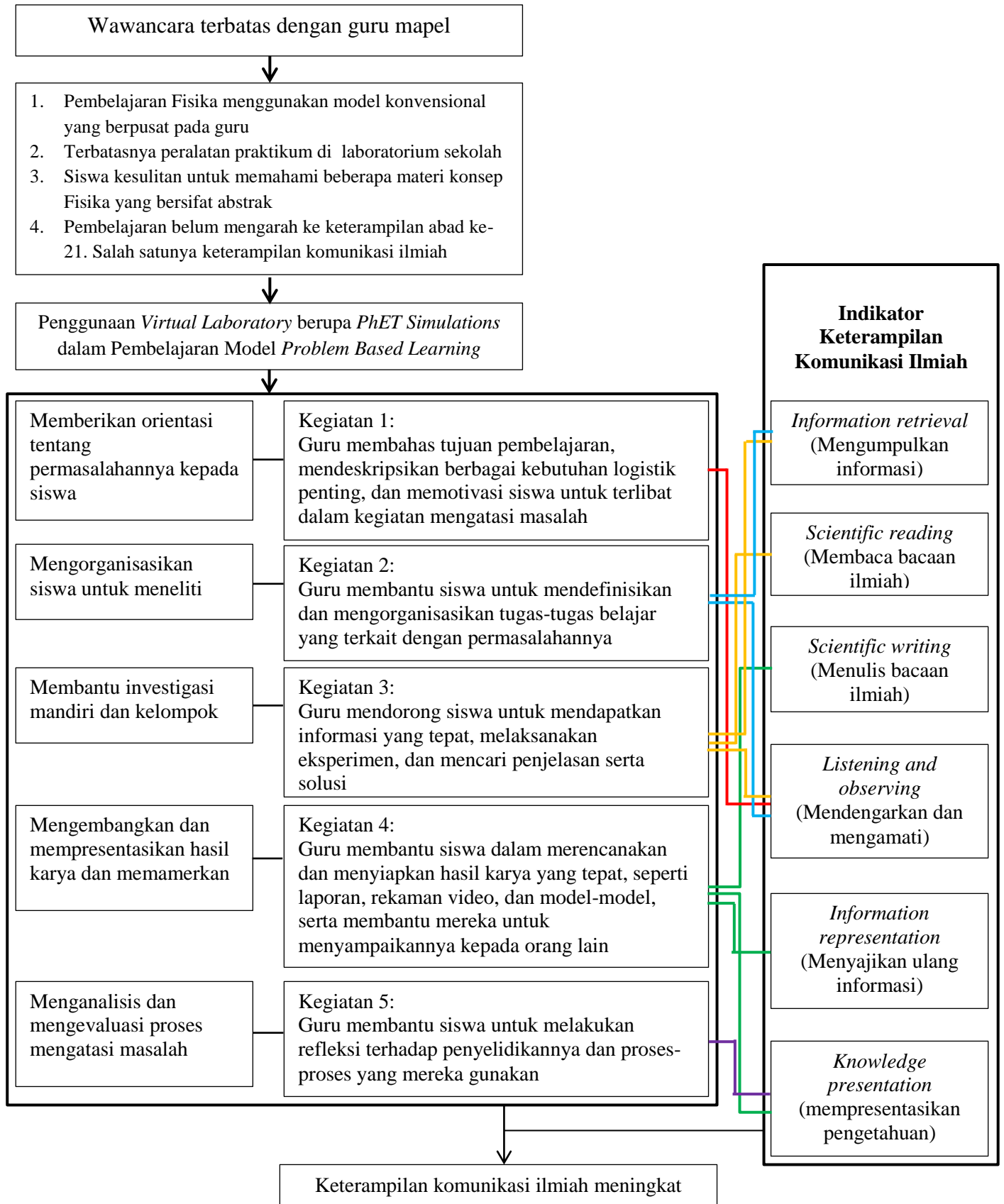
Kegiatan ketiga, pada fase membantu investigasi mandiri dan kelompok. Guru mendorong siswa untuk mendapatkan informasi yang tepat, melaksanakan eksperimen, dan mencari penjelasan serta solusi. Siswa akan dibimbing untuk mengumpulkan informasi dari sumber relevan dengan masalah yang disajikan salah satunya dengan membaca bacaan ilmiah seperti jurnal dan karya tulis ilmiah. Siswa juga dapat memperoleh informasi melalui pengamatan terhadap video pembelajaran sehingga diduga dapat meningkatkan indikator keterampilan komunikasi ilmiah yaitu *listening and observing*, *information retrieval* dan *scientific reading*.

Kegiatan keempat, pada fase mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya dan memamerkan. Guru membantu siswa dalam merencanakan dan menyiapkan hasil karya yang tepat, seperti laporan, rekaman video, dan

model-model, serta membantu mereka untuk menyampaikannya kepada orang lain. Siswa akan dibimbing untuk menulis laporan praktikum. Siswa juga dibimbing untuk dapat mengolah data lalu menyajikan ulang ke bentuk lain seperti diagram, tabel, grafik, dan sebagainya. Siswa juga diminta untuk mempresentasikan hasil temuan mereka kepada kelompok lain sehingga diduga dapat meningkatkan indikator keterampilan komunikasi ilmiah yaitu *scientific writing*, *information representation* dan *knowledge presentation*.

Kegiatan terakhir, pada fase menganalisis dan mengevaluasi proses mengatasi masalah. Guru membantu siswa untuk melakukan refleksi terhadap penyelidikannya dan proses-proses yang mereka gunakan. Siswa akan dibimbing supaya dapat menyampaikan pengetahuan yang dimiliki dengan memberikan evaluasi dan refleksi sehingga diduga dapat meningkatkan indikator keterampilan komunikasi ilmiah yaitu *knowledge presentation*.

Model *Problem Based Learning* adalah model pembelajaran yang didasari oleh permasalahan dengan memfokuskan pada siswa untuk memecahkan masalah tersebut secara mandiri. Pembelajaran menggunakan model *Problem Based Learning* akan menuntut siswa untuk berpikir, mencari dan mengumpulkan informasi, lalu mengolah data dan mampu untuk mengkomunikasikan secara ilmiah. Berdasarkan uraian di atas, proses pembelajaran materi hukum Ohm menggunakan media *Virtual Laboratory* berupa *PhET Simulations* yang diajarkan menggunakan model *Problem Based Learning* diharapkan dapat membantu siswa untuk memahami materi dan dapat meningkatkan keterampilan komunikasi ilmiah siswa. Berikut merupakan bagan kerangka pemikiran pada Gambar 12 untuk lebih jelas mengenai kerangka pemikiran di atas.



Gambar 12. Diagram kerangka pemikiran

2.4. Anggapan Dasar

Adapun anggapan dasar dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel memiliki kemampuan awal dan pengalaman belajar yang sama
2. Faktor-faktor lain di luar penelitian tidak diperhitungkan.

2.5. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran, hipotesis dalam penelitian ini adalah terdapat pengaruh yang signifikan penggunaan media *Virtual Laboratory* menggunakan model *Problem Based Learning* pada materi hukum Ohm terhadap peningkatan keterampilan komunikasi ilmiah siswa.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada semester genap tahun pelajaran 2022/2023 di SMK Negeri 1 Banjar Agung yang berlokasi di Desa Tri Dharma Wirajaya, Kecamatan Banjar Agung, Kabupaten Tulang Bawang.

3.2. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas X Multimedia. Sampel penelitian diambil menggunakan teknik *purposive sampling*. Berdasarkan teknik tersebut, maka telah terpilih kelas X A Multimedia yang berjumlah 28 orang sebagai sampel penelitian.

3.3. Variabel Penelitian

Penelitian ini terdapat dua variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu penggunaan media *virtual laboratory* dengan model *Problem Based Learning*, sedangkan variabel terikatnya yaitu keterampilan komunikasi ilmiah siswa.

3.4. Desain Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian jenis eksperimen dengan metode *Quasi Experimental*. Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah . Adapun perlakuan (*treatment*) dalam penelitian ini adalah pembelajaran yang

menggunakan media *virtual laboratory* berupa *PhET Simulations* dengan model pembelajaran *Problem Based Learning*. Desain penelitian yang akan digunakan dijelaskan pada Tabel 4.

Tabel 4. Desain Penelitian *One Group Pretest Posttest Design*

<i>Pretest</i>	<i>Treatment</i>	<i>Posttest</i>
O ₁	X	O ₂

Keterangan:

O₁ : *Pretest* sebelum diberi perlakuan

X : Pembelajaran *virtual laboratory* dengan model *Problem Based Learning*

O₂ : *Posttest* setelah diberi perlakuan

3.5. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Langkah-langkah penelitian ini adalah:

1. Tahap Pendahuluan
 - a. Meminta izin kepada Kepala SMK Negeri 1 Banjar Agung untuk melaksanakan penelitian.
 - b. Melakukan wawancara dengan guru fisika dan menentukan waktu pelaksanaan penelitian.
2. Tahap Pelaksanaan Penelitian
 - a. Tahap persiapan terdiri dari menyusun perangkat pembelajaran seperti RPP, LKPD, dan soal *pretest posttest*.
 - b. Tahap pelaksanaan terdiri dari:
 - 1) Melakukan *pretest*
 - 2) Melaksanakan kegiatan pembelajaran di kelas dengan menerapkan model *Problem Based Learning* dengan media *virtual laboratory* untuk kelas eksperimen dan menerapkan model pembelajaran konvensional untuk kelas kontrol.
 - 3) Melakukan *posttest*
3. Tahap Akhir

- a. Menganalisis data.
- b. Menarik kesimpulan penelitian.

3.6.Data dan Teknik Pengumpulan Data

3.6.1. Data Penelitian

Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah yang diperoleh dari nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik yang dilakukan sebelum dan setelah pembelajaran.

3.6.2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu dari tes berupa *pretest posttest*. Data *pretest* dimaksudkan untuk melihat kemampuan awal siswa sebelum pembelajaran sedangkan data *posttest* dimaksudkan untuk melihat kemampuan siswa sesudah pembelajaran.

3.7.Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Instrumen dalam pembelajaran seperti silabus, RPP, dan LKPD.
- b. Instrumen untuk mengumpulkan data berupa soal *pretest posttest*.
- c. Instrumen wawancara sebagai pengumpul data pada studi pendahuluan.

Narasumber dalam penelitian ini adalah guru fisika kelas X SMK Negeri 1 Banjar Agung.

3.8.Analisis Instrumen

Instrumen harus diuji menggunakan uji validitas dan uji reliabilitas dengan bantuan program SPSS.

3.8.1. Uji Validitas

Uji validitas digunakan untuk menunjukkan tingkat kevalidan suatu instrumen. Instrumen dikatakan valid jika dapat mengukur apa yang diinginkan. Pengujian validitas instrumen dapat menggunakan rumus korelasi *product moment* yang dikemukakan oleh Pearson dengan rumus:

$$r_{XY} = \frac{N \Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{\{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \{N \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$$

Keterangan:

r_{XY} = Koefisien korelasi yang menyatakan validitas

X = Skor butir soal

Y = Skor total

N = Jumlah sampel

Uji validitas memiliki kriteria koefisien validitas butir soal yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kriteria Koefisien Validitas Butir Soal

Koefisien Korelasi	Kriteria
0,80-1,00	Sangat Tinggi
0,60-0,79	Tinggi
0,40-0,59	Cukup
0,20-0,39	Rendah
0,00-0,19	Sangat Rendah

(Arikunto, 2013:213)

Kriteria uji korelasi yaitu jika korelasi antar butir dengan skor total lebih dari 0,3 maka instrumen tersebut dinyatakan valid sebaliknya, jika korelasi antar butir dengan skor total kurang dari 0,3 maka instrumen tersebut dinyatakan tidak valid. Jika nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$ dengan $\alpha = 0,05$ maka koefisien korelasi tersebut signifikan.

3.8.2. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas digunakan untuk menunjukkan sejauh mana instrumen dikatakan dapat dipercaya atau diandalkan untuk digunakan sebagai pengumpul data. Uji reliabilitas instrumen yang didasarkan pada pendapat Arikunto (2013:239) dapat menggunakan rumus alpha, yaitu:

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \delta_i^2}{\delta_t^2} \right)$$

Keterangan:

r_{11} = Reliabilitas yang dicari

$\sum \delta_i^2$ = Jumlah varian skor tiap item

δ_t^2 = Varians total

Instrumen dapat dinyatakan reliabel apabila memiliki nilai koefisien alpha sehingga dapat digunakan ukuran kemantapan alpha yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai *Alpha Cronbach's*

Nilai Alpha Cronbach's	Kualifikasi Nilai
$0,00 \leq r_{11} \leq 0,20$	Sangat Rendah
$0,21 \leq r_{11} \leq 0,40$	Rendah
$0,41 \leq r_{11} \leq 0,60$	Sedang
$0,61 \leq r_{11} \leq 0,80$	Tinggi
$0,81 \leq r_{11} \leq 1,00$	Sangat Tinggi

(Arikunto, 2013: 240)

3.9. Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis

3.9.1. *N-Gain*

Analisis tes hasil belajar berupa pretest dan posttest menggunakan *N-Gain*. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan nilai

pretest dan *posttest* dari kelas sampel. Rumus untuk menghitung nilai *N-Gain* adalah:

$$N-Gain = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimum} - \text{skor pretest}}$$

Kriteria interpretasi *N-gain* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kriteria Interpretasi *N-Gain*

<i>N-Gain</i>	Kriteria Interpretasi
$N-Gain > 0,7$	Tinggi
$0,3 < N-Gain < 0,7$	Sedang
$N-Gain < 0,3$	Rendah

(Meltzer, 2002)

3.9.2. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah sampel berasal dari populasi berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Rumusan hipotesis pengujiannya, sebagai berikut.

H_0 : Data berdistribusi normal

H_a : Data tidak berdistribusi tidak normal

Pedoman pengambilan keputusan, sebagai berikut.

- Nilai Sig. atau signifikansi atau nilai probabilitas $< 0,05$ maka distribusinya adalah tidak normal.
- Nilai Sig. atau signifikansi atau nilai probabilitas $> 0,05$ maka distribusinya adalah normal.

3.9.3. Uji Hipotesis

Setelah dilakukan uji normalitas, data yang data tidak berdistribusi normal, maka pengujian hipotesis dianalisis menggunakan uji *Two*

Related Samples. Apabila data telah berdistribusi normal selanjutnya pengujian hipotesis dianalisis menggunakan uji *Paired Sample T-Test*.

a. Rumusan hipotesis

H_0 : Penggunaan media *virtual laboratory* dengan model *problem based learning* tidak berpengaruh terhadap peningkatan keterampilan komunikasi ilmiah siswa

H_1 : Penggunaan media *virtual laboratory* dengan model *problem based learning* berpengaruh terhadap peningkatan keterampilan komunikasi ilmiah siswa

b. Kriteria uji

Pedoman Pengambilan keputusan berdasarkan nilai signifikansi:

Jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Jika nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

(Arikunto, 2012: 120)

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Pembelajaran menggunakan media *virtual laboratory* dengan model *problem based learning* berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan keterampilan komunikasi ilmiah siswa pada materi hukum Ohm dengan taraf kepercayaan 95%. Hasil tersebut ditunjukkan dari perolehan peningkatan skor rata-rata *pretest* dan *posttest* keterampilan komunikasi ilmiah untuk sub materi hukum Ohm sebesar 53% dan untuk sub materi hambatan kawat listrik sebesar 59% dengan rata-rata *N-Gain* sebesar 0,63 untuk sub materi hukum ohm dan rata-rata nilai *N-gain* sebesar 0,67 untuk sub materi hambatan kawat listrik dengan masing-masing kategori sedang. Setiap indikator keterampilan komunikasi ilmiah pada kedua sub materi mengalami peningkatan dengan kategori sedang.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti memberikan saran yaitu:

1. Penggunaan *virtual laboratory* untuk praktikum dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif oleh guru untuk dapat meningkatkan keterampilan komunikasi ilmiah siswa.

2. Supaya implementasi model *problem based learning* dengan media *virtual laboratory* lebih efektif, guru perlu mengangkat masalah yang kontekstual sesuai dengan materi yang akan diajarkan melalui media *virtual laboratory*

DAFTAR PUSTAKA

- Abdjul, T., Ntobuo, N.E., & Payu, Citron. 2017. Penerapan Media Pembelajaran Berbasis *Virtual Laboratory* Melalui Simulasi PhET Terhadap Hasil Belajar Siswa SMA Negeri 1 Gorontalo. *PEDAGOGIKA: Jurnal Ilmu Pendidikan*. 8(3), 347-352.
- Abdullah, Mikrajuddin. 2017. *Fisika Dasar II*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Abidin, Y. 2014. *Desain Sistem Pembelajaran dalam Konteks Kurikulum 2013*. Bandung: Refika Aditama.
- Ackay, B. 2009. Problem Based Learning in Science Education. *Journal of Turkish Science Education*. 6(1), 26-36.
- Adam, S., & Syastra, M.T. 2015. Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi bagi Siswa Kelas X SMA Ananda Batam. *CBIS Journal*. 3(2), 78-90.
- Alam, Y., Putra, F.N., & Sholichin, R. 2021. Pengaruh Simulasi PhET (*Physics Education and Technology*) Terhadap Kualitas dan Hasil Belajar. *BRILIANT: Jurnal Riset dan Konseptual*. 6(1), 225-231.
- Alpusari, M., Mulyani, E.A., Widyanthi, A., & Hermita, N. 2019. Identifying Student's Scientific Communication Skills on Vertebrata Organs. *Journal of Physics: Conference Series*. 1-5.
- Amin, V, E. Andayani, Y. Sukib, S. 2018. Hubungan Antara Minat Belajar dan Kebiasaan Belajar Terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa Kelas XI IPA SMA Mataram Tahun Ajaran 2017/2018. *Chemistry Education Practice*. 1 (1). 1-7.
- Amir, M. Taufiq. 2009. *Inovasi Pendidikan Melalui Problem Based Learning*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Arends, R. 2008. *Learning To Teach Sevent Edition*. New York: McGraw Hill Companies.
- Arikunto, S. 2012. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara

- _____. 2013. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan Edisi 2*. Jakarta: Bumi Aksara
- Arsyad, Azhar. 2013. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT. RajaGrafindo Persada.
- Astutik & Aniningsih. 2019. Efektifitas Pembelajaran *Problem Based Learning* Berbantuan *Virtual Laboratory* Ditinjau Dari Hasil Belajar Dan Kemampuan Berpikir Logis Matematika Siswa SMP. *Journal of Honai Math*. 2(1), 25-36.
- Candra, R., & Hidayati, D. 2020. Penerapan Praktikum dalam Meningkatkan Keterampilan Proses dan Kerja Peserta Didik di Laboratorium IPA. *EDUGAMA: Jurnal Kependidikan dan Sosial Keagamaan*. 6(1), 26-37.
- Dewi, I.N., Ibrahim, M., Poedjiastoeti, S., Prahani, B.K., Setiawan, D., & Sumarjan, S. 2018. Effectiveness of local wisdom integrated (LWI) learning model to improve scientific communication skills of junior high school students in science learning. *Journal of Physics: Conf. Series 1157*. doi:10.1088/1742-6596/1157/2/022014
- Dewi, N.R., Pamelasari, S.D., & Hidayati, W. 2019. The Effectiveness Of *Science Uno Card*-Assisted CIRC Method On Classification And Scientific Communication Skills. *Jurnal Pendidikan Indonesia*. 8(1), 113-122.
- Dirgatama, C.H.A., Th, D.S., & Ninghardjanti, P. 2016. Penerapan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* dengan Mengimplementasi Program *Microsoft Excel* untuk Meningkatkan Keaktifan dan Hasil Belajar Mata Pelajaran Administrasi Kepegawaian di SMK Negeri 1 Surakarta. *Jurnal Informasi dan Komunikasi Administrasi Perkantoran*. 1(1), 36-53.
- Fadli, Wirawan. 2017. Efektivitas Model Pembelajaran Fisika “PRODUKSI” terhadap Peningkatan Aspek-aspek Keterampilan Berkomunikasi Sains. *Jurnal Kependidikan Dasar Islam Berbasis Sains*. 2(1), 83-94.
- Farreira, Sousa., Nafalski., Machotka., & Nedic. 2010. *Collaborative Learning based on A Micro-Webserver Remote Test Controller*. Bridgeport: Univesity of South Australia.
- Hastuti, A., Sahidu, H., & Gunawan. 2016. Pengaruh Model PBL Berbantuan Media Virtual Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*. 2(3), 129-135.
- Hermansyah, Gunawan, & Herayanti, L. 2015. Pengaruh Penggunaan Laboratorium Virtual Terhadap Penguasaan Konsep dan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Getaran dan Gelombang. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*. 1(2), 97-102.

- Hikmah, N., Saridewi, N., & Agung, S. 2017. Penerapan Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)*. 2(2), 186-195.
- Hosnan, M. 2014. *Pendekatan Saintifik dan Kontekstual dalam Pembelajaran Abad 21*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Ibrahim, A.S., Suyuti., & Nadjamuddin, L. 2017. Pengaruh *Problem Based Learning* Terhadap Hasil Belajar Mata Pelajaran Ekonomi pada Siswa SMA Negeri 1 Palu. *Jurnal Katalogis*. 5(4), 9-20.
- Iftitahurrahimah., Andayani, Y., & Al Idrus, S.W. 2020. Pengaruh Model *Problem Based Learning* (Pbl) Terhadap Kemampuan Komunikasi Siswa Materi Pokok Larutan Elektrolit Dan Non-Elektrolit. *J. Pijar MIPA*. 15(1), 1-12.
- Ika, Y.E. 2018. Pembelajaran Berbasis Laboratorium IPA untuk Melatih Keterampilan Komunikasi Ilmiah Siswa SMP Kelas VII. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah*. 2(2), 101-113.
- Karo-Karo I.R., & Rohani. 2018. Manfaat Media dalam Pembelajaran. *AXIOM*. 7(1), 91-96.
- Karso, dkk. 1993. *Dasar-Dasar Pendidikan MIPA*. Jakarta: Depdikbud.
- Komalasari, Kokom. 2013. *Pembelajaran Kontekstual Konsep dan Aplikasi*. Bandung: Replika Aditama.
- Levy, O.S., Eylon, B., & Scherz, Z. 2009. Teaching Scientific Communication Skills In Science Studies: Does It Make A Difference. *International Journal of Science and Mathematics Education*.
- Lumbatoruan, Parmin. 2019. Uji Linieritas Antara Beda Potensial Dengan K Arus Listrik Pada Beberapa Medium. *JUPITER: Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya*. 1(1), 20-27.
- Lunenburg, F.C. 2010. Communication The Process, Barriers, and Improving Effectiveness. *Schooling*. 1(1), 1-11.
- Malik, A., & Ubaidillah, M. 2021. The Use of Smartphone Applications in Laboratory Activities in Developing Scientific Communication Skills of Students. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*. 9(1), 76-84
- Manurung, R.S., & Rustaman, Y.N. 2010. "Hands and Minds Activity" dalam Pembelajaran Fisika Kuantum untuk Calon Guru. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*. Medan: Universitas Negeri Medan.

- Mardhiyah, R.H., Aldriani, S.N., Chitta, F., & Zulfikar, M.R. 2021. Pentingnya Keterampilan Belajar di Abad 21 sebagai Tuntutan dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia. *Lectura: Jurnal Pendidikan*. 12 (1), 29-40.
- Marfuah. 2017. Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Peserta Didik melalui Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw. *Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial*. 26 (2), 148-160.
- Maridi., Suciati., & Permata, B.M. 2019. Peningkatan Keterampilan Komunikasi Lisan dan Tulisan melalui Model Pembelajaran *Problem Based Learning* pada Siswa Kelas X SMA. *BIOEDUKASI: Jurnal Pendidikan Biologi*. 12(2), 182-188.
- Masykur, R., Nofrizal., & Syazali, M. 2017. Pengembangan Media Pembelajaran Matematika dengan Macromedia Flash. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*. 8(2), 177-186.
- Meltzer, D. E. 2002. The Relationship Between Mathematics Preparation And Conceptual Learning Gains In Physics: A Possible "Hidden Variable" Diagnostic Pretest Scores. *American Journal of Physics. Online*. 70(12), 1259-1268.
- Nafiah, Y.N. 2014. Penerapan Model Problem-Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Dan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Vokasi*. 4(1), 125-143.
- Nirwana, R.R. 2011. Pemanfaatan Laboratorium Virtual dan *E-Reference* dalam Proses Pembelajaran dan Penelitian Ilmu Kimia. *Jurnal PHENOMENON*. 1(1), 115-123.
- Nurhadi, Z.F. & Kurniawan, A.W. 2017. Kajian Tentang Efektivitas Pesan dalam Komunikasi. *Jurnal Komunikasi Volume*. 3(1), 90-95.
- Nurlaelah, I., Widodo, A., Redjeki, S., & Rahman, T. 2020. Analisis Kemampuan Komunikasi Ilmiah Peserta Didik pada Kegiatan Kelompok Ilmiah Remaja Berbasis Riset Terintegrasi Keterampilan Proses Sains. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*. 12(2), 194-201.
- Nursapikka, E., Daningsih, E., & Yokhebed. 2018. Penerapan Metode Praktikum untuk Mengetahui Respons Siswa pada Sub Materi Peran Tumbuhan di Bidang Ekonomi. *Edukasi: Jurnal Pendidikan*. 16(2), 169-181.
- Pal, N., Halder, S., & Guha, A. 2016. Study on Communication Barriers in The Classroom. *Journal of Communication and Media Technologies*. 6(1), 103-118.

- Prahastuti, Sarwintyas. 2006. *Pemanfaatan Jurnal Ilmiah Elektronik sebagai Sarana Komunikasi Ilmiah di Kedeputan Bidang Ilmu Pengetahuan Hayati – LIPI*. Depok: Universitas Indonesia.
- Qodry, I., Nuroso, H., & Susilawati. 2016. Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning melalui Pendekatan Saintifik terhadap Kemampuan Berkomunikasi Ilmiah pada Kelas X di SMA Negeri 1 Rembang. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*. 7(1), 34-42.
- Redhana, I.W. 2019. Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*. 13(1), 2239-2253.
- Rosiani, E., Parmin., & . Taufiq, M. 2020. Cooperative Learning Model Of Group Investigation Type On Students' Critical Thinking Skill And Scientific Communication Skills. *Unnes Science Education Journal*. 9(1), 48-58.
- Sadiman, A.S. 2007. *Media Pendidikan*. Jakarta: PT. RajaGrafindo Persada
- Samatowa, U. 2010. *Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar*. Jakarta: Indeks
- Sapriadil, S., Setiawan, A., Suhandi, A., Malik, A., Safitri, D., Lisdiani, S.A.S., & Hermita, N. 2018. Optimizing students' scientific communication skills through higher order thinking virtual laboratory (HOTVL). *Journal of Physics: Conference Series 1013*. doi :10.1088/1742-6596/1013/1/012050.
- Saregar, A. 2016. Pembelajaran Pengantar Fisika Kuantum dengan Memanfaatkan Media *PhET Simulations* dan LKM Melalui Pendekatan Ssaintifik: Dampak pada Minat dan Penguasaan Konsep Mahasiswa. *Jurnal Ilmiah: Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*. 5(1), 53-60.
- Sarwi., Rusilowati, A., & Khanafiyah, S. 2013. Implementasi Model Eksperimen Gelombang Open-Inquiry untuk Mengembangkan Keterampilan Komuni Ilmiah Siswa Mahasiswa Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 9, 113-131.
- Sharifirad, G.R., Rezaeian, M., Jazini, A., & Etemadi, Z.S. 2012. Knowledge, Attitude and Performance of Academic Members Regarding Effective Communication Skills in Education. *Jurnal of Education and Health Promotion*. 1(42), 8-13.
- Sinulingga, P., Hartanto, T.J., & Santoso, B. 2016. Implementasi Pembelajaran Fisika Berbantuan Media Simulasi PhET untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Materi Listrik Dinamis. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*. 2(1), 57-64.

- Siswadi, Irman. 2009. Perpustakaan Sebagai Mata Rantai Komunikasi Ilmiah (Scholarly Communication). *Visi Pustaka: Majalah Perpustakaan*. 11(1), 1-9.
- Sugiarti, E., Susanto, H., & Khanafiyah, S. 2015. Pengaruh Model Pembelajaran Inquiry Berbasis Metode Pictorial Riddle Terhadap Kemampuan Berkomunikasi Ilmiah Siswa SMP. *Unnes Physics Education Journal*. 4(3), 94-101.
- Sumarsono, Joko. 2009. *Fisika untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Suparno, P. 2007. *Metodologi Pembelajaran Fisika: Konstruktivistik & Menyenangkan*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Tipler, Paul A. 2001. *Physics for Scientist and Engineers*. Jakarta: Erlangga.
- Urwani, A.N., Ramli, M., & Ariyanto, J. 2018. Analisis Dominasi Komunikasi Scientific pada Pembelajaran Biologi Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*. 4(2), 181-190.
- Warsita, Bambang. 2008. *Teknologi Pembelajaran, Landasan, dan Aplikasinya*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Warsono & Hariyanto. 2013. *Pembelajaran Aktif Teori dan Asesmen*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Wulandari, B., & Surjono, H.D. 2013. Pengaruh Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar Ditinjau dari Motivasi Belajar PLC di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi*. 3(2), 178-191.
- Yuafi, M.E.D. 2015. Pengaruh Penerapan Media Pembelajaran Phet (Physics Education Technology) Simulation Terhadap Hasil Belajar Siswa Kela: TITL Pada Standar Kompetensi Mengaplikasikan Rangkaian Listrik SMKN 7 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*. 4(2), 407-414.
- Yusuf, F.A, & Adeoye, E.A. 2012. Developing Critical Thinking and Communications Skills in Students: Implications for Practice in Education. *African Research Review*. 6(1), 311-324.