

Desain Praktikum Optik Sederhana Berbasis Virtual Laboratory Menggunakan VBA Excel Kepada Siswa-Siswi Di Kota Jayapura

Muhammad Akbar^{*1}, Adeline Silaban², Siti Hajar³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Cenderawasih, Jayapura, Papua

e-mail: akbartahanurb@gmail.com

INFO ARTIKEL

Article history:

Diterima: 8 Februari 2023

Direvisi: 27 Maret 2024

Disetujui: 30 Maret 2024

Available online

DOI:

10.31605/sipakaraya.v2i2.3596

How to cite (APA) :

Akbar, M., Silaban, A., & Hajar, S. (2024). Desain Praktikum Optik Sederhana Berbasis Virtual Laboratory Menggunakan VBA Excel Kepada Siswa-Siswi Di Kota Jayapura. *SIPAKARAYA Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 172 - 179.

ISSN 2963-3885



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

ABSTRAK

Abstrak

Tujuan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah untuk memperkenalkan kepada siswa maupun guru terkait penggunaan laboratorium virtual yaitu Microsoft excel. Dimana akan diterapkan dalam materi optic. Kegiatan ini dilaksanakan di Sekolah SMA Pembangunan V Yapis. Peserta terdiri dari 32 peserta didik yang berasal dari kelas X, XI IPA. Kegiatan ini untuk penyampaian dilengkapi dengan materi, dan LKPD guna memudahkan siswa untuk Memahami materi yang disampaikan. Setelah materi disampaikan kemudian selanjutnya dilakukan praktikum materi optic dengan menggunakan virtual laboratory dengan bantuan Microsoft excel. Dan kemudian melakukan praktikum dengan menggunakan KIT. Setelah dilakukan praktikum menggunakan VBA berbasis Microsoft excel, siswa dan guru terlihat sangat antusias karena mereka baru mengetahui bahwa kegunaan lain dari Microsoft excel adalah untuk merakit alat dan melakukan praktikum. karena Selama ini siswa maupun guru hanya mengetahui kegunaan dari Microsoft excel itu adalah untuk membuat laporan-laporan dan juga jadwal kegiatan.

Kata Kunci: Laboratorium Virtual, VBA Excel, Optik.

Abstract

The aim of this community service activity is to introduce students and teachers to the use of a virtual laboratory, namely Microsoft Excel. Where it will be applied in optical materials. This activity was carried out at the Yapis V Development High School. Participants consisted of 32 students from classes X, XI IPA. The delivery of this activity is equipped with material and LKPD to make it easier for students to understand the material presented. After the material has been presented, a practicum on optics material is carried out using a virtual laboratory with the help of Microsoft Excel. And then do practicum using KIT. After carrying out practical work using VBA based on Microsoft Excel, students and teachers looked very enthusiastic because they had just learned that another use for Microsoft Excel was to assemble tools and carry out practical work. because so far students and teachers only know that the use of Microsoft Excel is for creating reports and activity schedules.

Keywords: Virtual Laboratory, VBA Excel, Optics.

PENDAHULUAN

Pendidikan mempunyai kewajiban mendasar dalam kehidupan seseorang. Ada banyak bidang pendidikan yang terkait erat dengan perkembangan manusia. Mulai dari pertumbuhan jasmani hingga pertumbuhan rohani. Melalui landasan yang dilakukan dengan menggunakan praktik atau pelatihan, Menurut Undang-Undang nomor 20 tahun 2003, pendidikan merupakan usaha sadar untuk mewujudkan kegiatan belajar dan metode pembelajaran agar siswa secara aktif menumbuhkan potensi spiritual, keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, dan kekuatan moral, akhlak mulia dan kemampuan rakyat bangsa (UU No. 20 Tahun 2003).

Sejalan dengan tujuan pendidikan nasional, pendidikan bertujuan untuk menghasilkan manusia berkualitas yang berakhlak mulia dan bermoral. Adapun tujuan Pendidikan nasional Indonesia adalah membentuk warga Negara yang berjiwa Pancasila, bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berwawasan tinggi, budi pekerti luhur, kepribadian yang cerdas serta mengembangkan diri dan Masyarakat (Rasinus, 2021).

Untuk dapat mencapai tujuan pembelajaran nasional maka dapat ditempuh dengan kegiatan pembelajaran di sekolah. Kegiatan pembelajaran merupakan upaya untuk mencapai tujuan pendidikan. Dalam artian jika kegiatan pembelajaran tidak meliputi kegiatan belajar mengajar maka tujuan pendidikan tidak akan tercapai (Nurfadhillah, 2021). Untuk menunjang dalam pencapaian suatu tujuan pendidikan maka perlunya merancang strategi pembelajaran karena pada dasarnya pembelajaran adalah memaksimalkan potensi dan keterampilan, kecerdasan intelektual, emosional, dan spiritual siswa dalam ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik (Yogica et al., 2020).

Pada hakekatnya fisika merupakan proses dan produk tentang pengkajian kejadian gejala alam. Proses (process or methods) adalah kegiatan yang meliputi observasi, membuat hipotesis, merencanakan dan melaksanakan eksperimen, evaluasi data pengukuran, dan sebagainya. Produk (product) merupakan hasil dari proses yang berbentuk fakta, konsep, prinsip, teori, hukum, dan sebagainya (Sutarto, 2003). Sehingga untuk menguasai Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) khususnya fisika tidak cukup hanya diperoleh dengan cara belajar dari buku atau sekedar mendengarkan penjelasan dari pihak lain, akan tetapi diperlukan suatu kegiatan pembelajaran yang melibatkan adanya suatu kegiatan proses untuk menghasilkan produk tersebut.

Kegiatan laboratorium dalam pembelajaran fisika dapat digunakan untuk menunjukkan peristiwa atau gejala fisika sehingga siswa dapat terlibat langsung dalam melaksanakan pengamatan tersebut. Dalam melaksanakan kegiatan laboratorium, unit sarana kegiatan fisika yang dibutuhkan paling sedikit seperempat jumlah siswa dalam satu kelas. Bila kegiatan laboratorium dilaksanakan secara kelompok, dengan anggota kelompok empat siswa. Jadi, jika dalam satu kelas ada empat puluh (40) siswa, maka sekurang-kurangnya ada sepuluh (10) unit (UU No. 20 Tahun 2003).

Seiring dengan berkembangnya teknologi informasi, banyak produk-produk digital yang telah dikembangkan. Salah satu pemanfaatan teknologi ini terdapat dalam proses pembelajaran. Hal ini selaras dengan pendapat yang menyatakan bahwa lingkungan belajar-mengajar telah berubah secara signifikan selama 50 tahun terakhir, yang sebagian besar disebabkan oleh pengaruh teknologi informasi dan komunikasi (Spector, 2014). Beberapa contoh dari lingkungan belajar misalnya ruang kelas, tempat kerja laboratorium, museum, situs alam, sarana transportasi, rumah, dan sebagainya.

Salah satu permasalahan penting dalam pembelajaran fisika adalah rendahnya kualitas pembelajaran pada berbagai jenjang Pendidikan (Rizal et al., 2018). Kualitas proses dan hasil belajar fisika di sekolah ditentukan oleh banyak faktor, salah satunya ketersediaan sarana laboratorium. Kegiatan laboratorium merupakan hal yang krusial dalam pembelajaran fisika, karena melalui kegiatan laboratorium aspek produk, proses, dan sikap dapat lebih dikembangkan (Gunawan et al., 2015).

Laboratorium yang dapat digunakan sebagai sarana latihan praktik oleh peserta didik pada suatu instansi pendidikan. Pembangunan laboratorium membutuhkan suatu perencanaan yang matang dan memerlukan dana yang besar. Kebutuhan suatu laboratorium berbeda-beda sesuai dengan fungsi dari

laboratorium itu dibuat. Laboratorium yang telah ditetapkan fungsi akan menjadi permanen dan akan membutuhkan waktu yang lama untuk merombak suatu fungsi dari laboratorium (Triatmaja et al., 2021). Laboratorium harus memiliki aturan penggunaan setiap alat dan keamanan yang harus diawasi secara berkala. Kecelakaan kerja yang terjadi pada laboratorium dapat mengganggu penggunaan dari laboratorium saat digunakan. Perbaikan pada laboratorium dan alat yang terdapat pada laboratorium membutuhkan waktu yang cukup lama. Beberapa peralatan laboratorium juga harus diganti dan tidak bisa diperbaiki apabila terdapat kerusakan tertentu, sehingga perlu pengadaan ulang pada peralatan laboratorium yang ada (Triatmaja et al., 2021).

Karakteristik dari manajemen laboratorium harus memiliki lima acuan, yaitu: simple, measurable, achievable, relevant, dan time bound (SMART). SMART dibutuhkan pada pengembangan dan pengaplikasian virtual laboratorium karena manajemen laboratorium dapat meningkatkan kualitas dari virtual laboratorium (Mekonnen, 2004). Kualitas dari laboratorium didefinisikan sebagai akurasi, reliabel, dan hasil tes yang berkelanjutan (WHO, 2011).

Diatas telah dibahas terkait virtual laboratorium secara umum, adapun keunggulan dari virtual laboratorium ini yaitu mudah digunakan, mudah untuk mengerti konsep teori, tersedia waktu yang banyak, memuaskan pada teori pengetahuan, lingkungan yang aman, kemajuan keahlian baru, didorong dengan kerja sama kelompok, tempat yang nyaman, waktu bereksperimen lebih banyak (Odeh et al., 2015).

Dan juga Terdapat enam karakteristik yang harus diikuti pada penyusunan virtual laboratorium yang meliputi: 1) karakteristik fisik dari peralatan virtual laboratorium harus konsisten dengan peralatan pada laboratorium dunia nyata; 2) kemampuan menjadi pembelajaran yang interaktif yang lebih tinggi; 3) kemampuan untuk memberikan umpan balik secara real-time; 4) fungsi dalam menggunakan alat; 5) tampilan virtual mirip dengan lingkungan yang sebenarnya; serta 6) tampilan virtual merupakan pemandangan yang dapat diubah sesuai dengan kebutuhan seperti mengurangi, memperbesar, dan menjelajah (Zhang & Liu, 2009).

Salah satu aplikasi atau perangkat lunak yang dapat digunakan dalam membuat laboratorium virtual adalah VBA Excel. Program ini merupakan program bawaan dari Microsoft Excel. Aplikasi VBA Excel telah banyak digunakan dalam membuat animasi dari persamaan fisika seperti persamaan gerak harmonik sederhana (Akbar & Silaban, 2021). Erwin dan Robi membuat suatu simulasi benda yang dilepas secara horizontal dan vertikal menggunakan VBA Excel (Erwin & Robi, 2016). Berbagai penelitian lainya juga menggunakan aplikasi VBA Excel dalam membuat praktikum berbasis laboratorium virtual untuk materi fisika.

Berdasarkan observasi ke sekolah SMA Pembangunan V Yapis Kota Jayapura ditemui bahwa fasilitas laboratorium kurang memadai. Oleh karena itu pada kegiatan pengabdian di SMA Pembangunan V Yapis yaitu membuat pelatihan praktikum berbasis laboratorium virtual menggunakan VBA Excel. dikarenakan aplikasi tersebut dapat dijalankan secara offline. Sehingga kedepan diharapkan guru dan siswa dapat mengatasi kekurangan fasilitas laboratorium dengan membuat laboratorium virtual.

ANALISIS SITUASI

Berikut adalah hasil observasi berupa wawancara yang dilakukan kepada 32 siswa yang berasal dari kelas X dan kelas XI IPA, dan beserta guru fisiknya:

Tabel hasil wawancara guru dan siswa kelas X, dan XI IPA SMA V Yapis Kota Jayapura:

- Proses pembelajaran fisika pada kelas X, dan Kelas XI IPA di SMA v Yapis masih menggunakan metode ceramah sehingga siswa hanya bisa mendengarkan apa yang disampaikan tanpa dapat melakukan eksperimen secara langsung.
- Alat-alat laboratorium yang digunakan untuk eksperimen masih sangat kurang, sehingga siswa jarang masuk laboratorium untuk melakukan praktikum.
- Tidak tersedianya buku ajar dan modul yang seharusnya digunakan Ketika praktikum.

- d. Minimnya kegiatan pendampingan/bimbingan pelatihan tentang kegiatan praktikum secara virtual.
- e. Kurangnya pengetahuan guru maupun siswa terkait virtual laboratorium, terutama terkait aplikasi Microsoft excel.

Tabel 1. Hasil Survei peserta didik

No.	Pertanyaan	Respon Peserta
1.	Bagaimana metode pembelajaran fisika di sekolah	Metode Ceramah (90%), Metode diskusi (10%)
2.	Apakah tersedia alat-alat untuk praktikum	ada (40%)
3.	Apakah pernah dilaksanakan kegiatan praktikum di kelas	pernah (30%)
4.	Apakah ada buku ajar dan modul praktikum	Buku ajar ada (40%) Modul praktikum tdk ada (100%)
5.	Apakah ada lab komputer di sekolah	Ada (30%)

Dari rincian permasalahan di atas dapat disimpulkan permasalahan utama yang dihadapi adalah tidak tersedianya fasilitas penunjang praktikum dan kurangnya pelatihan mengenai praktikum virtual.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian mulai dilaksanakan pada 03 Mei sampai dengan 05 Mei 2023. Kegiatan pengabdian ini dilakukan di sekolah SMA V Yapis yaitu pada kelas X dan kelas XI IPA. Dimana kegiatan dilakukan dalam bentuk sosialisasi penggunaan laboratorium virtual dengan memanfaatkan aplikasi VBA Excel. Kegiatan ini dilengkapi juga dengan penyampaian materi terkait optic, kemudian dibagikan LKPD kepada 32 siswa, guna mempermudah siswa dalam Memahami materi optic

Kegiatan Observasi

Pada tahap ini dilakukan wawancara secara langsung kepada guru dan siswa kelas X dan kelas XI IPA SMA V Yapis yang berjumlah 32 orang. Disini diwawancarai terkait kelengkapan alat-alat laboratorium, dan sejauh mana mereka Memahami terkait Microsoft excel.

Kegiatan Persiapan

Pada tahap ini tim pengabdian mempersiapkan materi yang akan disampaikan pada awal pembelajaran, yaitu materi optic, alat-alat laboratorium untuk melakukan experiment optic, aplikasi VBA Excel dan LKPD yang telah divalidasi sebelum diisi oleh peserta didik yang akan digunakan sebagai bahan evaluasi kegiatan.

Kegiatan Sosialisasi

Kegiatan sosialisasi dilakukan oleh tim pengabdian Dimana pertama yaitu melakukan presentasi terkait optic. Setelah itu kemudian melakukan eksperimen optic dengan menggunakan alat-alat laboratorium yang sebelumnya telah dirakit guna membandingkan Langkah mana yang paling mudah dilakukan. Setelah itu baru membagikan LKPD kepada siswa kelas X dan kelas XI IPA yang berjumlah 32 orang. Sambil membagikan LKPD, siswa diminta untuk memperhatikan tim pengabdian yang melakukan eksperimen dengan VBA berbasis Microsoft excel. Tentunya simulasi yang dilakukan yaitu tentang optic.

Setelah tim pengabdian melakukan simulasi kemudian selanjutnya memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukannya sendiri lewat laptop mereka masing-masing dan kemudian mengisi LKPD yang telah dibagikan di awal pertemuan.

Pada pengabdian ini yang diharapkan yaitu siswa maupun guru dapat mengetahui penerapan materi-materi fisika baik secara teori maupun praktek, dan memberi wawasan baru pada guru dan siswa tentang

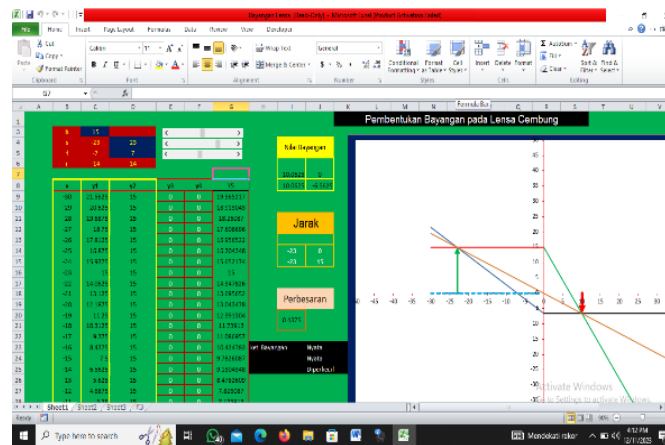
penggunaan laboratorium virtual untuk menyaiasi kekurangan fasilitas laboratorium yang ada di sekolah.

Monitoring, Evaluasi, dan Pelaporan

Evaluasi kegiatan ini yaitu melalui hasil kerja siswa dengan lembar LKPD yang telah dibagikan dan juga dengan menilai keterampilan mereka Ketika mereka melakukan praktikum dengan menggunakan laptop mereka masing-masing.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan sosialisasi didahului dengan pengecekan pengetahuan peserta didik terkait program VBA Excel pada materi optic yang telah disiapkan terlebih dahulu. Tampilan VBA Excel dapat dilihat pada Gambar 1. Kegiatan pertama eksperimen VBA Excel diterapkan pada materi optik. Dimana tujuan dari eksperimen ini yaitu agar peserta didik dapat menjelaskan tentang lensa cekung dan lensa cembung serta dapat menghitung besarnya jarak benda dan jarak bayangan pada lensa cekung maupun lensa cembung. (Gambar 2) menunjukkan tim pengabdian memberikan simulasi terkait lensa cekung dan lensa cembung. Gambar 3 menunjukkan peserta didik yang antusias dalam mencoba simulasi optik dengan menggunakan VBA berbasis excel, sambil mengerjakan LKPD yang dibagikan.



Gambar 1: Tampilan VBA Excel



Gambar 2: Kegiatan Praktikum



Gambar 3. peserta didik melakukan simulasi VBA dan mengerjakan LKPD

Setelah melakukan kegiatan pelatihan, tahap selanjutnya adalah tahap evaluasi. Pada tahap ini peserta pelatihan diberikan kuesioner, Dimana kuesioner tersebut diisi oleh peserta didik agar diketahui sejauh mana kemampuan siswa SMA kelas X dan kelas XI IPA terkait VBA Excel. Adapun pendapat mereka terkait penggunaan VBA excel pada materi optik ini yaitu:

- a. Peserta didik mengungkapkan kekaguman dan ketertarikannya pada virtual laboratorium berbasis Microsoft excel. Dan ini merupakan Pelajaran baru dan sangat berharga bagi mereka. Karena selama ini excel yang mereka ketahui adalah hanya untuk membuat jadwal atau hanya untuk membuat table saja.
- b. Guru Fisika mengucapkan terima kasih karena telah mengajarkan cara membuat virtual lab berbasis Excel dan juga telah membuat LKPD dan modul praktikum sehingga kedepannya dapat mempermudah kegiatan praktikum terutama pada materi optik.
- c. Kepala sekolah mengucapkan terimakasih Karena telah memperkenalkan VBA berbasis excel pada peserta didik maupun guru di sekolah SMA V Yapis. Dan juga telah membantu mengatasi masalah terkait kurangnya alat-alat laboratorium yang ada di sekolah tersebut.

Pelatihan yang diberikan memberikan wawasan baru dan kepercayaan diri bagi peserta didik terkait VBA Excel. Dan diharapkan kedepannya peserta didik maupun guru mampu melakukan atau mendesain praktikum fisika pada materi-materi lain pada Microsoft excel sehingga dapat membagi lagi ilmunya dengan adik-adik kelasnya ataupun kepada orang lain. dan juga diharapkan agar peserta didik mampu menggunakan komputer yang ada atau alat-alat yang ada di laboratoriumnya untuk melakukan eksperimen.

Dengan pemberian modul atau materi ajar kepada siswa- siswi membantu mereka untuk terus berlatih menggunakan laboratorium virtual yang tersedia.

Kegiatan pelatihan penggunaan Laboratorium Virtual Berbasis VBA Excel telah memberikan dampak/perubahan kepada peserta kegiatan. Hal ini dapat dilihat dari tabel perbandingan kondisi siswa-siswi peserta pelatihan sebelum dan sesudah mengikuti kegiatan PkM (Tabel 2). Dari hasil LKPD yang telah diisi peserta terlihat kemampuan fisiknya lumayan meningkat. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian terkait pemanfaatan VBA Excel dimana ditemukan bahwa terdapat hubungan antara kepercayaan diri siswa dan kemampuan matematika (Bernard & Senjayawati, 2019). Juga diketahui sebelumnya bahwa program VBA Excel lebih mudah digunakan dalam pemecahan masalah yang relevan di bidang teknik kimia (Wong, & Barford, 2010). Ini menunjukkan bahwa penerapan VBA Excel telah banyak digunakan (Brkic & Stajic, 2021) (Pane, 2015) (David, 2019).

Tabel 2. Kondisi Siswa/i SMA V Yapis sebelum dan setelah kegiatan PKM

Sebelum Kegiatan	Setelah Kegiatan
Metode pembelajaran yang digunakan yaitu metode ceramah Dimana metode pembelajaran yang bersifat monoton sehingga membuat peserta didik merasa bosan Peserta didik jarang melakukan praktikum karena disebabkan keterbatasan alat laboratorium yang ada di SMA V Yapis Peserta didik belum memiliki modul ajar dan modul praktikum terkait Laboratorium Virtual berbasis VBA Excel	Metode pembelajaran lebih bervariasi yaitu dengan melaksanakan simulasi dengan VBA excel sehingga peserta didik tidak hanya mempelajari teori saja melainkan sudah bisa langsung mempraktekannya Peserta didik melakukan praktikum dengan alat-alat yang disediakan oleh tim pengabdian, dan juga dengan menggunakan VBA Excel Peserta didik telah memiliki modul atau materi ajar tentang penggunaan Laboratorium Virtual berbasis VBA Excel

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari kegiatan pengabdian ini yaitu Penggunaan laboratorium virtual dapat membantu guru dalam menanggulangi kurangnya fasilitas laboratorium yaitu berupa alat-alat praktikum. Jadi dengan adanya VBA kita tidak perlu repot-repot lagi merakit alat ataupun meminjam alat laboratorium di tempat lain Ketika hendak melakukan praktikum. Antusias peserta didik dalam menggunakan laboratorium virtual Berbasis VBA Excel lumayan tinggi hal tersebut dibuktikan dengan cara mereka mengisi LKPD yang dibagikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada kepala sekolah, guru dan peserta didik SMA V Yapis yang telah memberikan kesempatan kepada tim pengabdian untuk melakukan kegiatan sosialisasi terkait penggunaan VBA berbasis Excel. Dan juga terima kasih kepada anggota tim pengabdian yang telah bekerja sama sehingga jurnal ini dapat terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M., Silaban, A., (2021). *Analisis Pemahaman Konsep Harmonik Sederhana Melalui virtual laboratory berbasis VBA Excel pada mahasiswa. Jurnal Pendidikan Fisika.* 10(2).
- Bernard, M., Senjayawati, E., (2019). Developing the Students' Ability in Understanding Mathematics and Self- confidence with VBA for Excel. *Journal of Research and Advances in Mathematics Education.* 4(1). 45-56.
- Brkic, D., Stajic, Z., (2021). Excel Vba-Based User Defined Functions For Highly Precise Colebrook's Pipe Flow Friction Approximations: A Comparative Overview. *FACTA UNIVERSITATIS Series: Mechanical Engineering.* 19(2). 253-269. <https://doi.org/10.22190/FUME210111044B>
- David. (2019). Pemanfaatan Macro VBA dalam Perekaman Data Untuk Meningkatkan Keahlian Pranata Komputer. *Seminar Nasional Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat 2019.* STIMK Pontianak 2019. <http://sisfotenika.stmikpontianak.ac.id/index.php/sindimas/article/view/550/356>
- Erwin, E., Robi, D, R., (2016). *Simulasi Benda yang Dilepas Horizontal dan Benda yang Dijatuhkan Vertikal Menggunakan VBA pada Microsoft Excel.* Prosiding seminar kontribusi fisika (SKF) ITB.

<https://ojs.unsulbar.ac.id/index.php/sipakaraya>

- Gunawan, G., Harjono, A., & Sahidu, H. (2015). Studi pendahuluan pada upaya pengembangan laboratorium virtual bagi calon guru fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 1(2), 140-145.
- Mekonnen, E. (2004). Health Laboratory Management and Quality Assurance. Ethiopia: Gondar University College. K. Elissa, "Title of paper if known," Unpublished.
- Nurfadhillah, S. (2021). *MEDIA PEMBELAJARAN Pengertian Media Pembelajaran, Landasan, Fungsi, Manfaat, Jenis-Jenis Media Pembelajaran, dan Cara Penggunaan Kedudukan Media Pembelajaran*. CV Jejak (Jejak Publisher).
- Odeh, S., Shanab, S, A., & Anabtawi, M. (2015). Augmented Reality Internet Labs versus its Traditional and Virtual Equivalence. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. 10 (3), 4 - 9.
- Pane, I. (2015). Pemanfaatan Microsoft Excel Sebagai Perangkat Pengembangan Prototipe Piranti Lunak Visual. *Ultima InfoSys : Jurnal Ilmu Sistem Informasi*, 6(1), 20-26. <https://doi.org/https://doi.org/10.31937/si.v6i1.275>
- Rasinus. (2021). "Dasar-Dasar Kependidikan" (Yayasan Kita Menulis).
- Rizal, A., Adam, R. I., & Susilawati. (2018). Pengembangan Laboratorium Virtual Fisika Osilasi. *JOIN (Jurnal Online Informatika)*. 3(1). 55-60. DOI: 10.15575/join.v3i1.140.
- Sekretariat Negara Republik Indonesia. Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional Pasal 1 Ayat (1).
- Spector, J. M. (2014). Conceptualizing the emerging field of smart learning environments. *Smart learning environments*, 1, 1-10.
- Sutarto. (2003). Studi Implementasi Kebijakan Pendidikan IPA-Fisika SMU di Indonesia. Disertasi. Jakarta. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Triatmaja, A. K., Muchlas., & Wardana, Y. (2021). Virtual Laboratorium Teknik Digital berbasis Mobile Virtual Reality. *JEE (Jurnal Edukasi Elektro)*. 5(1).1 - 13
- WHO. (2011). Laboratory Quality Management System. France: WHO.
- Wong, K. W. W., Barford, J. P., (2010). Teaching Excel VBA as a problem solving tool for chemical engineering core courses. *Education for Chemical Engineers*. 5(4). 72- 77. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2010.07.002>
- Yogica, R., Muttaqin, A., & Fitri, R. (2020). *Metodologi pembelajaran: strategi, pendekatan, model, metode pembelajaran*. IRDH Book Publisher.
- Zhang, L., & Liu, G. (2009, December). Study and Design of 3D Virtual Scenes of Virtual Laboratory. In *2009 International Conference on Computational Intelligence and Security* (Vol. 1, pp. 629-633). IEEE.