

**ANALISIS BIBLIOMETRIK PENELITIAN
LABORATORIUM *VIRTUAL* FISIKA DI
UNIVERSITAS MENGGUNAKAN
BASIS DATA SCOPUS**

Skripsi

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-
Syarat Guna Mendapatkan Gelar Sarjana (S.Pd) dalam Ilmu
Pendidikan Fisika

Oleh

**Jesika Carolin
NPM. 1911090078**

Jurusan: Pendidikan Fisika



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1444/2023 M**

**ANALISIS BIBLIOMETRIK PENELITIAN
LABORATORIUM *VIRTUAL* FISIKA DI
UNIVERSITAS MENGGUNAKAN
BASIS DATA SCOPUS**

Skripsi

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-
Syarat Guna Mendapatkan Gelar Sarjana (S.Pd) dalam Ilmu
Pendidikan Fisika

Oleh

**JESIKA CAROLIN
NPM. 1911090078**



Jurusan: Pendidikan Fisika

**Pembimbing I : Antomi Saregar, M.Pd., M.Si
Pembimbing II : Muhammad Ridho Syarlisjiswan, M.Pd**

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1444/2023 M**

ABSTRAK

Laboratorium *virtual* fisika menjadi salah satu topik penelitian yang berkembang dalam bidang fisika. Penerapannya berpengaruh terhadap transformasi di bidang pendidikan, yang membawa kegiatan pembelajaran ke dalam konteks pembelajaran digital. Penelitian sebelumnya menyoroti bahwa laboratorium sangat dibutuhkan dalam bidang fisika dan penggunaannya menunjukkan keberhasilan dalam mengatasi permasalahan dalam belajar. Hasil dari setiap penelitian mengenai topik ini penting untuk dipantau karena menambah nilai efektivitas bagi desain dan penggunaan laboratorium *virtual* di masa depan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji literatur bibliometrik laboratorium *virtual* fisika di universitas dan mengetahui jenis laboratorium *virtual* serta materi fisika yang banyak digunakan dalam topik ini sehingga dapat menyajikan peluang untuk penelitian selanjutnya juga membantu pendidik dalam memilih dan merancang laboratorium yang sesuai untuk pembelajaran yang dilaksanakan. Perangkat lunak *VOSviewer* dan alur PRISMA digunakan untuk pemetaan dan analisis literatur. Sebanyak 66 literatur yang diambil dari database scopus dari 2018-2022 dengan menggunakan empat kata kunci digunakan sebagai sumber ulasan, dan sebanyak 40 literatur dianalisis untuk mengetahui jenis-jenis dari laboratorium *virtual* fisika yang dikembangkan dan diteliti dalam topik penelitian ini

Penelitian ini menunjukkan bahwa topik mengenai laboratorium *virtual* fisika di universitas mengalami pertumbuhan yang positif dan menunjukkan bahwa laboratorium *virtual* telah dikembangkan dalam berbagai topik fisika. Mengembangkan laboratorium *virtual* berbasis courselab dalam pembelajaran fisika yang berkaitan dengan sikap ilmiah peserta didik dapat menjadi alternatif topik untuk penelitian selanjutnya.

Kata Kunci: Analisis bibliometrik, Laboratorium *virtual* fisika, Pembelajaran online, Teknologi pendidikan

ABSTRACT

Virtual laboratory physics is one of the growing research topics in the field of physics. Its application affects the transformation in the field of education, which brings learning activities into the context of digital learning. Previous research highlighted that laboratories are needed in the field of physics and their use has shown success in overcoming learning problems. The results of any research on this topic are important to monitor because they add value to the design and use of virtual laboratories in the future.

The purpose of this study was to review the bibliometric literature on virtual physics laboratories at universities and know the types of virtual laboratories as well as physics materials that are widely used in this topic so that it can present opportunities for further research as well as assist educators in selecting and designing appropriate laboratories for the learning being carried out. Software VOSviewer and PRISMA paths were used for mapping and literature analysis. A total of 66 pieces of literature taken from the Scopus database from 2018-2022 using four keywords were used as a source for the review, and as many as 40 pieces of literature were analyzed to find out the types of physics virtual laboratories developed and researched in this research topic.

This study shows that the topic of virtual physics laboratories at universities is experiencing positive growth and shows that virtual laboratories have been developed in various physics topics. Developing a course lab-based virtual laboratory in physics learning related to students' scientific attitudes can be an alternative topic for further research.

Keywords: *Bibliometric analysis, Physics virtual laboratory, Online learning, Education Technology*

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Jesika Carolin
NPM : 1911090078
Jurusan : Pendidikan Fisika
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Analisis Bibliometrik Penelitian Laboratorium *Virtual* Fisika di Universitas Menggunakan Basis Data Scopus”** adalah benar-benar merupakan hasil karya penyusun sendiri, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali pada bagian yang telah dirujuk dan disebut dalam *footnote* atau daftar pustaka. Apabila dilain waktu terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini, maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penyusun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi

Bandar Lampung, 16 Juli 2023

Penulis



Jesika Carolin
NPM. 1911090078



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

Jl. Let. Kol.H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Analisis Bibliometrik Penelitian
Laboratorium Virtual Fisika di Universitas
Menggunakan Basis Data Scopus

Nama : Jesika Carolin
NPM : 1911090078

Jurusan/Prodi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

MENYETUJUI

Untuk dimunaqsyahkan dan dipertahankan dalam sidang munaqsyah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung

Pembimbing I

Antomi Saregar, M.Pd., M.Si
NIP. 198604072015031005

Pembimbing II

M. Ridho Syarlisjisman, M.Pd

Mengetahui,
Ketua Jurusan Pendidikan Fisika

Sri Latifah, M.Sc
NIP. 197903212011012003



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260.

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **“Analisis Bibliometrik Penelitian Laboratorium Virtual Fisika di Universitas Menggunakan Basis Data Scopus”** Disusun oleh: **Jesika Carolin, NPM: 1911090078**, Program Studi Pendidikan Fisika, telah diujikan dalam Sidang Munasqosyah di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung pada, Hari/Tanggal: **Jumat, 21 Juli 2023**

TIM PENGUJI

Ketua Sidang : Sri Latifah, M.Sc

Sekretaris : Vandan Wiliyanti, S.Pd., M.Si

Penguji Utama : Rahma Diani, M.Pd

Penguji Pendamping I : Antomi Saregar M.Pd., M.Si

Penguji Pendamping II : Muhammad Ridho Syarlisjisman, M.Pd

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan



Rahma Diani, M.Pd

81988032002

MOTTO

من عَمِلَ بِمَا عَلِمَ أَوْرَثَهُ اللهُ عِلْمَ مَا لَمْ يَعْلَمْ

“Barang siapa yang beramal dengan apa yang didapati dari ilmunya,
maka Allah SWT akan karuniakan kepadanya ilmu yang
tidak pernah dipelajarinya”

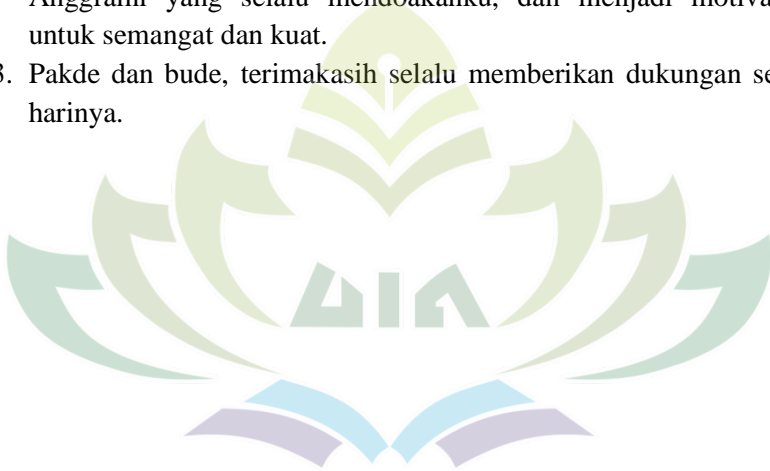
(HR. Ghazali)



PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur bagi Allah SWT, teriring doa dan rasa syukur yang luarbiasa atas rahmat, kasih, dan hidayah-Nya yang telah diberikan dan dengan segala usaha, doa serta kerja keras penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu dengan ketulusan hati, skripsi ini peneliti persembahkan kepada:

1. Mbahku tercinta, Mbah Suminto dan Mbah Marliyah, yang selalu memberikan dukungan moril maupun materi, dan semangat untuk terus menjalani hidup sampai saat ini.
2. Kedua orang tuaku, Bapak Yatmin dan Ibu Indah Suryanti Angraini yang selalu mendoakanku, dan menjadi motivasiku untuk semangat dan kuat.
3. Pakde dan bude, terimakasih selalu memberikan dukungan setiap harinya.



RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Jesika Carolin. Lahir pada tanggal 03 Februari 2002 di Sidoharjo. Penulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara, dari pasangan bapak Yatmin dan Ibu Indah Suryanti Anggraini. Pendidikan formal yang ditempuh penulis yaitu pada jenjang dasar SD Negeri 05 Kalianda (tahun 2007-2013) dan melanjutkan pendidikan ke jenjang sekolah menengah pertama MTs Darul Amanah (tahun 2013-2016). Adapun jenjang pendidikan menengah atas MAN 1 Lampung Selatan (tahun 2016-2019). Setelah dinyatakan lulus di tahun 2019 penulis melanjutkan studinya ke perguruan tinggi UIN Raden Intan Lampung dengan program studi Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan.

Selama menjalankan pendidikan formal, penulis turut aktif dalam kegiatan organisasi Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMAFI) pada tahun 2019 hingga 2023. Penulis menjadi bendahara departemen pendidikan dan penelitian (DikTi) pada tahun 2021 hingga 2022. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata Dari Rumah (KKN-DR) 2022 di Desa Sukatani, Kecamatan Kalianda, Kabupaten Lampung Selatan, dan penulis melaksanakan Praktik Pengalaman Lapangan (PPL) di SMAN 4 Bandar Lampung pada tahun 2022.

Bandar Lampung, 10 Juli 2023
Yang membuat,

Jesika Carolin

KATA PENGANTAR

Assalamuallaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah *Subhanahu wa ta'ala*, yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya. Shalawat teriring salam tercurahkan kepada nabi kita yaitu Nabi Muhammad *Shalallaahu alaihi wassalaam* yang kita nantikan syafaatnya di yaumul akhir nanti, Aamiin. Berkat ridho dan kesempatan yang diberikan-Nya penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Analisis Bibliometrik Penelitian Laboratorium Virtual Fisika di Universitas Menggunakan Basis Data Scopus”** dengan baik.

Tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi syarat dalam menyelesaikan studi untuk program strata satu (S1) Pendidikan Fisika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung guna memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) atas dukungan, bantuan serta arahnya dari semua pihak yang terlibat dalam penyusunan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung beserta jajarannya.
2. Ibu Sri Latifah, M.Sc selaku Ketua Progam Studi Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
3. Ibu Rahma Diani, M.Pd selaku Sekretaris Progam Studi Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
4. Bapak Antomi Saregar, M.Pd., M.Si selaku pembimbing I, penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingan dan arahnya.
5. Bapak Muhammad Ridho Syarlisjiswan, M.Pd selaku pembimbing II, penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingan dan arahnya.

6. Bapak dan Ibu Dosen beserta staff Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Progam Studi Pendidikan Fisika Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung (khususnya Program Studi Pendidikan Fisika) yang telah memberikan ilmu, mendidik, membimbing selama penulis menempuh pendidikan di Program Studi Pendidikan Fisika UIN Raden Intan Lampung
7. Seluruh teman seperjuanganku di Pendidikan Fisika angkatan 2019 yang telah menemani dan memberikan semangat dalam penyusunan skripsi ini.
8. Alamamaterku tercinta Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, tempatku dalam menempuh studi dan menimba ilmu pengetahuan.
9. Semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Semoga segala amal dan budi baiknya mendapat pahala dari Allah SWT.

Penulis menyadari sepenuhnya skripsi ini jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan yang ada pada diri penulis. Untuk itu segala saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhirnya semoga skripsi ini berguna bagi diri penulis khususnya dan pembaca pada umumnya. Aamiin
Wassalamuallaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Bandar Lampung, 10 Juli 2023
Penulis

Jesika Carolin
NPM. 1911090078

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
PERSETUJUAN	v
PENGESAHAN	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN	viii
RIWAYAT HIDUP	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Penegasan Judul	1
1. Analisis Bibliometrik	1
2. Laboratorium Virtual Fisika	1
3. VOSviewer	2
4. Database Scopus	2
B. Latar Belakang Masalah	3
C. Identifikasi dan Batasan Masalah	9
D. Rumusan Masalah	10
E. Tujuan Penelitian	10
F. Manfaat Penelitian	11
1. Manfaat Teoritis	11
2. Manfaat Praktis	11
G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	12
H. Sistematika Penulisan	17

BAB II LANDASAN TEORI.....	19
A. Teori yang digunakan.....	19
1. Analisis Bibliometrik	19
2. Laboratorium Virtual	25
3. VOSViewer.....	32
4. Systematic Literature Review	36
BAB III METODE PENELITIAN.....	39
A. Tempat dan Waktu Penelitian	39
B. Pendekatan dan Jenis Penelitian.....	39
C. Populasi, Sampel, dan Teknik Pengumpulan Data	42
D. Definisi Operasional Variabel.....	44
E. Instrumen Penelitian	44
F. Metode Analisis Data.....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	53
A. Deskripsi Data.....	53
B. Pembahasan	55
BAB V PENUTUP.....	77
A. Simpulan.....	77
B. Rekomendasi.....	78
DAFTAR RUJUKAN	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Tahapan Bibliometrik.....	20
2.2 Tampilan Jendela Utama <i>VOSviewer</i>	33
2.3 Visualisasi Jaringan.....	34
2.4 Visualisasi <i>Overlay</i>	35
2.5 Visualisasi kepadatan	36
3.1 Timeline Penelitian	39
3.2 Langkah-langkah Analisis Bibliometrik.....	45
3.3 Hasil literatur awal <i>physics virtual laboratory</i>	46
3.4 Hasil literatur awal <i>online physics laboratory</i>	47
3.5 Hasil literatur awal <i>web physics laboratory</i>	47
3.6 Hasil literatur awal <i>remote physics laboratory</i>	48
3.7 Diagram Alur PRISMA.....	50
4.1 Jumlah pertumbuhan artikel per tahun	53
4.2 <i>Network visualization</i> jaringan kata kunci.....	57
4.3 Sepuluh negara dengan dokumen terbanyak terkait laboratorium <i>virtual</i> fisika.....	60
4.4 Jumlah dokumen berdasarkan benua.....	61
4.5 Sepuluh negara dengan sitasi terbanyak terkait laboratorium <i>virtual</i> fisika.....	61
4.6 Hubungan antar negara terkait kata kunci	62
4.7 Sepuluh penulis dan dokumen paling banyak dikutip	63
4.8 Tampilan <i>overlay visualization</i> kata kunci laboratorium <i>virtual</i> fisika di universitas	64
4.9 Topik yang paling diminati	70
4.10 Presentase Jenis Penelitian	75

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Hasil Publikasi Database Scopus 2018-2022.....	54
4.2 Hasil Publikasi Setelah Penyempurnaan.....	55
4.3 Cluster Kata Kunci	58
4.4 Topik fisika yang menggunakan laboratorium virtual dan hasil pembelajaran yang diukur	66
4.5 Jenis-jenis Laboratorium <i>Virtual</i> Fisika	72



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Proses Mencari Literatur Berdasarkan Kata Kunci	97
Lampiran 2. Proses Pemetaan Kata Kunci.....	99
Lampiran 3. Hasil Visualisasi Literatur menggunakan VOSviewer	101
Lampiran 4. Hasil Cek Plagiarisme	103
Lampiran 5. Berita Acara Munaqasyah	107



BAB I

PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Suatu penelitian memerlukan penegasan menyeluruh mengenai judul dengan maksud memperinci serta menghindari adanya kesalahpahaman baik oleh penulis maupun pembaca, judul skripsi ini adalah **“ANALISIS BIBLIOMETRIK PENELITIAN LABORATORIUM VIRTUAL FISIKA DI UNIVERSITAS MENGGUNAKAN BASIS DATA SCOPUS”**. Penulis akan memaparkan secara singkat hal-hal yang memiliki kaitan dengan judul tersebut:

1. Analisis Bibliometrik

Analisis bibliometrik adalah alat yang digunakan guna mempelajari struktur dan dinamika bidang keilmuan.¹ Analisis bibliometrik merupakan studi kuantitatif bahan bibliografi yang memberikan gambaran umum dari suatu penelitian², diterapkan untuk mengukur serta menganalisa suatu indikator pada literatur yang diterbitkan dalam domain tertentu secara kuantitatif untuk menghasilkan peta dengan database yang tidak sedikit dengan berbantuan perangkat lunak *VOSviewer* yang dibuat secara khusus untuk menampilkan dan memvisualisasikan jaringan bibliometrik.³

2. Laboratorium Virtual Fisika

Laboratorium virtual fisika merupakan suatu pengembangan lanjutan dari laboratorium tradisional di bidang fisika berupa

¹ Nees Van Eck Jan and Ludo Waltman, “Software Survey : VOSviewer , a Computer Program for Bibliometric Mapping,” *Springer*, 2010, 523–38, <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>.

² José M. Merigó and Jian Bo Yang, “A Bibliometric Analysis of Operations Research and Management Science,” *Omega (United Kingdom)* 73 (2017): 37–48, <https://doi.org/10.1016/j.omega.2016.12.004>.

³ Ruo Chen Zeng and Abdol Chini, “A Review of Research on Embodied Energy of Buildings Using Bibliometric Analysis,” *Energy and Buildings* 155 (2017): 172–84, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.09.025>.

praktikum berbasis web atau praktikum *online* di lingkungan virtual. Laboratorium *virtual* juga berupa simulasi komputer yang memberikan pandangan serta langkah kerja yang mirip seperti laboratorium tradisional sebagai lingkungan dimana peserta didik bisa melakukan proses pembelajaran proaktif serta dapat meningkatkan kinerja akademik peserta didik.⁴

3. VOSviewer

VOSviewer merupakan perangkat lunak yang memiliki fungsi guna membuat atau memvisualisasikan peta jaringan bibliometrik, yang meliputi publikasi ilmiah, jurnal, peneliti, negara, kata kunci, organisasi, yang dapat divisualisasikan berdasarkan kutipan, bibliografi atau hubungan penulisan bersama.⁵ Untuk membangun peta jaringan ini, data set dapat diambil dari file *Web of Science*, Scopus, Pubmed, RIS, maupun *Crossref JSON*.⁶

4. Database Scopus

Mesin pengindeks Scopus merupakan salah satu pengindeks publikasi paling besar di dunia dengan data berbasis langganan dengan pendekatan selektif untuk pengindeksan dokumen dokumen dari daftar publikasi yang dipilih sebelumnya.⁷ Basis datanya mencakup hampir seluruh publikasi jurnal internasional. Database Scopus dipilih sebab menyediakan

⁴ K El Kharki, K Berrada, and D Burgos, "Design and Implementation of a Virtual Laboratory for Physics Subjects in Moroccan Universities," *Sustainability (Switzerland)* 13, no. 7 (2021), <https://doi.org/10.3390/su13073711>.

⁵ Femmy Effendy et al., "Penggunaan Pembayaran Seluler Dengan VoS Viewer," *Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi Dan Komunikasi* 16 (2021): 10–17.

⁶ Carolien Van Den Berg, "21 St Century Learning: Changes to Knowledge Acquisition in a Digital World," *Proceedings of the International Conference on Intellectual Capital, Knowledge Management and Organisational Learning, ICICKM*, no. January (2018): 330–38.

⁷ Alberto Martín et al., *Google Scholar, Microsoft Academic, Scopus, Dimensions, Web of Science, and OpenCitations' COCI: A Multidisciplinary Comparison of Coverage via Citations, Scientometrics*, vol. 126 (Springer International Publishing, 2021), <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03690-4>.

akses ke kumpulan informasi yang biasa digunakan untuk penelitian dan penulisan seperti judul, abstrak, serta kata kunci.⁸

B. Latar Belakang Masalah

Beberapa tahun terakhir, telah terjadi perubahan yang signifikan pada sistem teknologi informasi dan komunikasi (TIK). Sejak adanya transformasi tersebut berpengaruh terhadap adanya revolusi di bidang sains khususnya fisika, terlebih dalam *konteks* pendidikan dalam pembelajaran digital.⁹ Pembelajaran digital ini menggunakan sesuatu baik berupa perangkat lunak lainnya yang dibuat secara khusus untuk menjelaskan suatu pembelajaran. Dalam penjelasan ini, adanya pembaruan teknologi dalam pembelajaran memperlengkap metode tradisional sebagai penunjang proses belajar mengajar peserta didik serta menjadi upaya mewujudkan kegiatan pembelajaran yang modern.¹⁰

Prinsip dasar teknologi sudah dijelaskan lebih dulu dalam Al-Quran surah Al-a'la ayat 8. Allah berfirman:

وَنُيَسِّرُكَ لِلْيُسْرَىٰ

Yang artinya “Dan Kami akan memudahkan bagimu ke jalan kemudahan (mencapai kebahagiaan dunia dan akhirat)” (QS Al-a'la:8)

Ayat di atas menjelaskan kepada manusia bahwasannya Allah SWT sudah memberikan kemudahan untuk manusia dalam mencapai kebahagiaan baik dunia dan akhirat, ayat inipun mengacu pada teknologi, dimana prinsip dasarnya maupun kegunaannya adalah untuk memudahkan manusia dalam menjalankan sesuatu dan berlaku pula dalam hal pembelajaran.

⁸ Arezoo Aghaei Chadegani et al., “A Comparison between Two Main Academic Literatur Collections: Web of Science and Scopus Databases,” *Asian Social Science* 9, no. 5 (2013): 18–26, <https://doi.org/10.5539/ass.v9n5p18>.

⁹ Zineb Laouina et al., “Manufacturing and Developing Remote Labs in Physics for Practical Experiments in the University,” *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2021, 193–204.

¹⁰ Rahma Diani et al., “Physics Learning Based on Virtual Laboratory to Remediate Misconception in Fluid Material,” *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah* 3, no. 2 (2018): 167, <https://doi.org/10.24042/tadris.v3i2.3321>.

Era *society* 5.0 menggambarkan bahwa setiap kegiatan yang dilakukan manusia sangat bergantung pada teknologi. Era ini menjadi kelanjutan dari revolusi 4.0 yang memberi banyak hal baru dalam dunia pendidikan khususnya sains dengan menginovasi media pembelajaran melalui pembelajaran *digital*. Pandemi COVID-19 juga mempengaruhi sistem pendidikan seluruh dunia. Sebagai tanggapan, sistem pendidikan digeser menjadi pembelajaran jarak jauh. Walaupun bentuk pembelajaran online terdapat dalam sistem, seluruh lembaga pendidikan tiba-tiba dipaksa menjadi pengajaran jarak jauh yang tidak direncanakan. Pengajaran jarak jauh memerlukan ide, perencanaan, dan pengembangan teknologi yang mendetail guna mampu mencapai hasil belajar yang diharapkan. Tetapi, kondisi saat ini hanya memiliki sedikit waktu untuk persiapan; instruktur harus bertindak cepat dan beradaptasi dengan pengajaran jarak jauh. Sekolah dan universitas mendukung proses ini dalam menyediakan e-platform pembelajaran dan sistem manajemen pembelajaran digital.¹¹ Pendekatan pengajaran jarak jauh dengan pemanfaatan media virtual masih efisien pada situasi pembelajaran saat ini¹², kegiatan praktikum akan selalu dibutuhkan dalam pembelajaran sains akibatnya media virtual masih digunakan sebagai alternatif dari kekurangan yang terdapat pada laboratorium nyata. Dari banyaknya kemajuan teknologi dalam dunia pendidikan, laboratorium *virtual* menjadi salah satu kebaruan yang paling

¹¹ P Klein et al., "Studying Physics During the COVID-19 Pandemic : Student Assessments of Learning Achievement , Perceived Effectiveness of Online Recitations , and Online Laboratories," *Physical Review Physics Education Research* 010117, no. 17 (2021): 1–11, <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.010117>.

¹² Nugroho Yoga Priambodo and Jarot S. Suroso, "Perencanaan Strategis Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi Pada STIE Pertiba Pangkalpinang," *Technomedia Journal* 7, no. 3 (2022): 323–39, <https://doi.org/10.33050/tmj.v7i3.1909>.

banyak diterapkan di berbagai bidang pendidikan¹³, seperti biologi, kimia dan fisika.¹⁴

Topik pembelajaran pada bidang pendidikan fisika yang berhubungan dengan konsep teoritis membutuhkan eksperimen atau simulasi sebagai pendukung pemahaman peserta didik¹⁵, dalam hal ini pembelajaran yang jika hanya dilakukan berdasarkan konsep saja tanpa praktikum akan terasa hampa dan berdampak pada rendahnya pencapaian hasil belajar, motivasi dan pengalaman peserta didik.¹⁶ Namun, kurangnya alat praktikum juga menjadi masalah utama dalam pelaksanaan pembelajaran berbasis eksperimen atau praktik yang menyebabkan adanya ketidaktuntasan pembelajaran.¹⁷ Oleh karenanya dibutuhkan media pembelajaran yang bisa menangani masalah tersebut. Media pembelajaran didefinisikan sebagai perangkat pembelajaran yang mencakup bahan ajar, metode serta strategi suatu pelaksanaan pembelajaran, juga evaluasi yang telah diatur sistematis untuk mencapai tujuan pembelajaran.¹⁸

¹³ S Hurtado-Bermúdez, “The Effects of Combining Virtual Laboratory and Advanced Technology Research Laboratory on University Students’ Conceptual Understanding of Electron Microscopy,” *Interactive Learning Environments*, 2020, 1–16, https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus_id/85091245565.

¹⁴ Andreja Špernjak and Andrej Šorgo, “Differences in Acquired Knowledge and Attitudes Achieved with Traditional, Computer-Supported and Virtual Laboratory Biology Laboratory Exercises,” *Journal of Biological Education* 52, no. 2 (2018): 206–20, <https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1298532>; Krishnashree Achuthan and Vysakh Kani Kolil, “Using Virtual Laboratories in Chemistry Classrooms as Interactive Tools towards Modifying Alternate Conceptions in Molecular Symmetry,” *Educ Inf Technol*, 2018; El Kharki, Berrada, and Burgos, “Design and Implementation of a Virtual Laboratory for Physics Subjects in Moroccan Universities.”

¹⁵ El Kharki, Berrada, and Burgos, “Design and Implementation of a Virtual Laboratory for Physics Subjects in Moroccan Universities.”

¹⁶ Gülgün Afacan Adanır, Azat Akmatbekova, and Gulshat Muhametjanova, “University Learners’ Motivation and Experiences in Using Virtual Laboratories in a Physics Course,” *Canadian Journal of Learning and Technology* 48, no. 2 (2022), <https://doi.org/10.21432/cjlt28161>.

¹⁷ Adhi Rizal, Riza Ibnu Adam, and Susilawati Susilawati, “Pengembangan Laboratorium Virtual Fisika Osilasi,” *Jurnal Online Informatika* 3, no. 1 (2018): 55, <https://doi.org/10.15575/join.v3i1.140>.

¹⁸ Wahyu ISTUNINGSIH, Baedhowi BAEDHOWI, and Khresna Bayu SANGKA, “The Effectiveness of Scientific Approach Using E-Module Based on Learning Cycle 7E to Improve Students’ Learning Outcome,” *International Journal of Educational Research Review* 3, no. 3 (2018): 75–85, <https://doi.org/10.24331/ijere.449313>.

Penggunaan media pembelajaran dalam proses kegiatan belajar mengajar sudah lebih dulu dibahas dalam kitab suci Al-Qur'an, Firman Allah SWT dalam Q.S An-Nahl ayat 44:

بِالْبَيِّنَاتِ وَالزُّبُرِ ۗ وَأَنْزَلْنَا إِلَيْكَ الذِّكْرَ لِتُبَيِّنَ لِلنَّاسِ مَا نُزِّلَ إِلَيْهِمْ
وَلَعَلَّهُمْ يَتَفَكَّرُونَ ﴿٤٤﴾

Artinya: “Keterangan-keterangan (mukjizat) dan kitab-kitab. Dan kami turunkan kepadamu Al-Quran, agar kamu menerangkan pada umat manusia apa yang telah diturunkan kepada mereka dan supaya mereka memikirkan,” (QS. An-Nahl: 44)

Ayat tersebut mengajarkan kepada manusia dengan tidak langsung untuk memanfaatkan sesuatu baik benda maupun alat lainnya sebagai sebuah media dalam menerangkan suatu hal. Sebagaimana Al-Qur'an yang Allah SWT wahyukan kepada nabi Muhammad SAW guna menerangkan kepada manusia mengenai apa yang telah diturunkan kepada mereka. Dalam konteks pembelajaran maka sudah seharusnya seorang pendidik menggunakan media belajar untuk menerangkan kepada peserta didik mengenai suatu fenomena.

Laboratorium *virtual* diyakini sebagai media belajar alternatif yang cocok dan layak menjadi lanjutan dari pengembangan laboratorium tradisional dalam mengasah keterampilan praktis terhadap peserta didik dan pendidik, juga secara positif mempengaruhi proses belajar peserta didik.¹⁹ Simulasi seperti laboratorium *virtual*, *e-book* interaktif, serta media animasi dapat digunakan dalam pembelajaran fisika guna memudahkan peserta didik mengamati fenomena ilmiah yang abstrak.²⁰ Perlu diingat bahwa tidak semua eksperimen bisa dilakukan secara langsung di

¹⁹ Melanie A. Stegman, “Comment on Zacharia et Al., A Review of Data about Effectiveness of Guidance in Komputer Supported, Inquiry Based Learning Laboratories and Simulations,” *Educational Technology Research and Development* 69, no. 1 (2021): 259–62, <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09927-6>.

²⁰ S M Dewi, “Generative Learning Models Assisted by Virtual Laboratory to Improve Mastery of Student Physics Concept,” *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/2/022013>.

laboratorium tidak hanya sebab peralatannya yang tidak memadai, namun karakteristik materi fisika sendiri yang melibatkan proses serta konsep abstrak sehingga sulit teramati secara langsung. Selain itu, penggunaan laboratorium *virtual* menjadi isu yang meningkat dalam bidang sains karena meningkatnya laboratorium langsung dan pendidikan jarak jauh.²¹ Laboratorium *virtual* ini memberikan penawaran seperti, meminimalisir biaya, aksesibilitas yang lebih besar, menghemat waktu, memberikan lingkungan belajar yang aman, dan *fleksibel* untuk dilakukan secara mandiri.²²

Penelitian sebelumnya telah membahas mengenai evaluasi penelitian terkait aplikasi laboratorium *virtual* fisika mulai dari tingkat sekolah dasar sampai tingkat universitas, hasilnya program laboratorium *virtual* memiliki beberapa pengaruh positif dalam proses belajar mengajar.²³ Biel, Vento & Costa Castello (2010) menyelidiki dan membuktikan bahwa laboratorium *virtual* dapat menjadi pendukung laboratorium nyata serta membantu pengembangan model mental peserta didik melalui dibentuknya pembelajaran yang strukturalis.²⁴ Kharki, Khalid dan Burgos (2021) merancang dan mengimplementasikan laboratorium *virtual* untuk mata pelajaran fisika di universitas maroko, hasilnya menunjukkan dampak positif penggunaan laboratorium *virtual* terhadap hasil pembelajaran dan mendukung penerapan lingkungan belajar yang diusulkan dalam prosedur pendidikan laboratorium sebagai alternatif laboratorium nyata.²⁵ Laboratorium *virtual*, jarak jauh, dan praktik langsung belum sepenuhnya menjadi alternatif

²¹ S. Hadisaputra et al., "The Development of Chemistry Learning Devices Based Blended Learning Model to Promote Students' Critical Thinking Skills," *Journal of Physics: Conference Series* 1521, no. 4 (2020), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042083>.

²² Numan Ali and Sehat Ullah, "Review to Analyze and Compare Virtual Chemistry Laboratories for Their Use in Education," *Journal of Chemical Education* 97, no. 10 (2020): 3563–74, <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00185>.

²³ Özden Karagöz Mirçik and Ahmet Zeki Saka, "Evaluation of Research Related to Virtual Physics Laboratory Applications," *Canadian Journal of Physics* 96, no. 7 (2018): 740–44, <https://doi.org/10.1139/cjp-2017-0747>.

²⁴ Domingo Biel et al., "On The Role of Virtual Laboratories in an Undergraduate Power Electronics Introductory Course," <https://www.researchgate.net/>, no. May (2010): 1–10.

²⁵ El Kharki, Berrada, and Burgos, "Design and Implementation of a Virtual Laboratory for Physics Subjects in Moroccan Universities."

eksklusif, namun sumber daya pendidikan yang berharga dapat digabungkan dalam satu unit pembelajaran yang integral dan saling melengkapi.²⁶ Keyakinan ini didukung oleh bukti eksperimen penelitian, seperti desain studi perbandingan pra-pasca yang dilakukan oleh Zakaria (2007), yang menunjukkan bahwa kombinasi eksperimen jarak jauh dan *virtual* meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik lebih dari penggunaan eksperimen jarak jauh saja.²⁷ Penelitian-penelitian ini menyoroti bahwa laboratorium tradisional dan *virtual* sangat dibutuhkan, serta pencampuran sistematis akan diperlukan supaya sejalan dengan tujuan pembelajaran.²⁸

Tinjauan analisis pemetaan bibliometrik pada laboratorium virtual di bidang pendidikan secara umum, sudah dilakukan.²⁹ Namun, belum ada penelitian yang mengulas literatur laboratorium *virtual* fisika secara khusus berdasarkan database scopus, dengan menawarkan informasi mendetail mengenai analisis bibliometrik yang terkait dengan laboratorium *virtual* fisika di universitas. Penelitian ini berupaya menutupi kesenjangan penelitian dan berkontribusi pada bidang penelitian serta berfungsi sebagai platform untuk penelitian probabilistik primer. Topik penelitian dapat menjadi variabel utama penelitian yang akan dilakukan dengan memberikan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya. Alasan penulis mengambil topik penelitian ini karena laboratorium *virtual* fisika merupakan salah satu teknologi digital yang penting sebagai pembaruan dari laboratorium nyata yang sangat membantu di bidang pendidikan, Laboratorium *virtual* fisika telah banyak

²⁶ Ruben Heradio et al., “Computers & Education Virtual and Remote Labs in Education: A Bibliometric Analysis,” *Computers & Education* 98 (2016): 14–38, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.010>.

²⁷ Z C Zacharia, “Comparing and Combining Real and Virtual Experimentation: An Effort to Enhance Students’ Conceptual Understanding of Electric Circuits,” *Journal of Computer Assisted Learning* 23, no. 2 (2007): 120–32, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2006.00215.x>.

²⁸ Krishnashree Achuthan and Saneesh P Francis, “Augmented Reflective Learning and Knowledge Retention Perceived Among Students in Classrooms Involving Virtual Laboratories,” *Education and Information Technologies*, no. 22 (2017), <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9626-x>.

²⁹ Heradio et al., “Computers & Education Virtual and Remote Labs in Education: A Bibliometric Analysis.”

diimplementasikan dalam mendukung pembelajaran berbasis praktik. Indonesia sendiri juga menghadapi tantangan khusus dalam pendidikan digital karena adanya tuntutan pembelajaran abad-21 yang menekankan penggunaan teknologi dalam kegiatan belajar.³⁰

Penelitian yang berkualitas menghasilkan solusi praktis untuk beberapa masalah dan memberikan momentum untuk pengajaran yang inovatif. Sehingga penelitian ini mengevaluasi perkembangan penelitian laboratorium *virtual* fisika yang hasilnya juga dapat membantu para pendidik untuk memilih dan merancang laboratorium yang sesuai untuk pembelajaran yang akan dilakukan, hal ini akan menjadi bagian dalam mendukung integrasi laboratorium *virtual* dalam kurikulum pendidikan.³¹ Penulis menggunakan perangkat lunak *VOSviewer* dalam memvisualisasikan data karena efisien dalam melihat gambaran suatu penelitian tertentu,³² dan menggunakan *systematic literature review* untuk menganalisis data literatur.

C. Identifikasi dan Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka identifikasi masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang membahas studi literatur tentang laboratorium *virtual* fisika di universitas masih jarang dilakukan.
2. Penelitian tentang analisis bibliometrik penelitian laboratorium *virtual* fisika di universitas ini belum pernah dilakukan.

³⁰ Kim Younghwan and Ahmad Nur Fadli, "Categorization of ICT Utilization in Education Challenges in Indonesia Based on Four Categories of ICT Utilization Challenges : Policy , Infrastructure , Curriculum-Contents and Human Resources" 10 (2014): 31–38.

³¹ Siti Jamiatul Husnaini and Sufen Chen, "Effects of Guided Inquiry Virtual and Physical Laboratories on Conceptual Understanding , Inquiry Performance , Scientific Inquiry Self-Efficacy , and Enjoyment," *Physical Review Physics Education Research* 15, no. 1 (2019): 10119, <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010119>.

³² Senny Luckyardi et al., "A Bibliometric Analysis of Climate Smart Agriculture Research Using VOSviewer," *Moroccan Journal of Chemistry* 10, no. 3 (2022): 488–99, <https://doi.org/10.48317/IMIST.PRSM/morjchem-v10i3.33077>.

3. Penelitian ini membahas tentang perkembangan dan peluang topik yang berhubungan dengan penelitian laboratorium *virtual* fisika di universitas.

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Topik yang dibahas yaitu Laboratorium *Virtual* Fisika di Universitas dari tahun 2018-2022
2. Populasi dan sampel penelitian bersumber dari database scopus
3. Jenis data sekunder yang digunakan sebagai sampel penelitian hanya artikel jurnal dan *conference proceeding*
4. Perkembangan dan peluang topik penelitian yang berkaitan dengan Laboratorium *Virtual* Fisika di Universitas berdasarkan pada analisis data pemetaan bibliometrik dan *literature review*

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang dan fokus penelitian yang penulis paparkan, maka rumusan masalah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perkembangan penelitian laboratorium *virtual* fisika di universitas?
2. Bagaimana rekomendasi peluang topik penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan laboratorium *virtual* fisika di universitas?
3. Apa sajakah jenis laboratorium *virtual* yang sering digunakan dalam penelitian laboratorium *virtual* fisika di universitas?

E. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui perkembangan penelitian laboratorium *virtual* fisika di universitas

2. Untuk menemukan rekomendasi peluang *trend* penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan laboratorium *virtual* fisika di universitas.
3. Untuk mengetahui jenis laboratorium *virtual* yang sering digunakan dalam penelitian laboratorium *virtual* fisika di universitas

F. Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan mampu memberi manfaat berupa wawasan yang menginspirasi pembaca guna menemukan peluang *trend* penelitian di masa selanjutnya, serta menginspirasi untuk terus mengembangkan ide mengenai pemanfaatan perkembangan teknologi dalam dunia pendidikan, seperti laboratorium *virtual* fisika.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat memberi manfaat berupa pengalaman dan pengetahuan dalam melihat gambaran dari suatu penelitian serta menginspirasi dalam menemukan inovasi guna melakukan penelitian di masa mendatang.

b. Bagi Dosen

Penelitian ini diharapkan menjadi bagian dari masukan untuk pendidik dalam memaksimalkan pembelajaran di kelas sebagai implementasi kegiatan pembelajaran eksperimen. Meningkatkan kemampuan dalam berteknologi sebagai media belajar di kelas dan dapat membantu untuk memilih dan merancang laboratorium yang sesuai untuk pembelajaran yang dilaksanakan.

c. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini menyajikan topik-topik populer yang berhubungan dengan laboratorium *virtual* fisika di universitas, seperti tujuan dari penelitian ini dilakukan, hasil

serta topik-topik penelitian yang terdapat dalam analisis bibliometrik bisa menjadi peluang penelitian selanjutnya.

G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

Beberapa penelitian yang relevan dengan laboratorium *virtual* fisika antara lain sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian Hana Dler Ahmad dan Gulsum Asiksoy (2021) yang berjudul *“The Effects of Gamified Flipped Learning Method on Student’s Innovation Skills, Self-Efficacy Towards Virtual Physics Lab Course and Perceptions”*. Penelitiannya menyelidiki dampak metode Gamified Flipped Learning (GFL) terhadap efikasi diri, persepsi, dan keterampilan inovasi di kelas lab fisika peserta didik. Hasilnya, menunjukkan bahwa penggunaan GFL meningkatkan motivasi belajar dan keterampilan inovasi peserta didik.³³
2. Berdasarkan penelitian Ozden Karagoz Mircik dan Ahmet Zeki Saka (2018) dengan judul penelitian *“Evaluation of Researches Related to Virtual Physics Laboratory Applications”*. Dalam penelitiannya mengevaluasi laboratorium virtual yang digunakan dalam pendidikan fisika berdasarkan tujuan aplikasi, kelompok kerja, metode dan teknik terkait yang digunakan dalam literatur yang dianalisis. Hasilnya Program laboratorium virtual memiliki beberapa pengaruh positif dalam proses belajar mengajar, dapat digunakan untuk berbagai kelompok usia dan tujuan. Keefektifan mereka menjadi lebih dan lebih tinggi bila digunakan bersama-sama dengan dan bekerja sama dengan metode dan teknik pendidikan yang berbeda, serta program laboratorium virtual telah menjadi kebutuhan dalam kondisi saat ini.³⁴

³³ Hana Dler Ahmad and Gulsum Asiksoy, “The Effects of Gamified Flipped Learning Method on Student’s Innovation Skills, Self-Efficacy Towards Virtual Physics Lab Course and Perceptions,” *Sustainability (Switzerland)* 13, no. 18 (2021), <https://doi.org/10.3390/su131810163>.

³⁴ Mirçik and Saka, “Evaluation of Research Related to Virtual Physics Laboratory Applications.”

3. Berdasarkan penelitian Marc Lancer Santos dan Maricar Prudente. (2022) dengan judul penelitian “*Effectiveness of Virtual Laboratories in Science Education: A Meta-Analysis*” Meta-analisis ini menawarkan informasi tentang efektivitas penggunaan kegiatan laboratorium *virtual* terhadap prestasi belajar peserta didik. Hasil meta-analisis mengungkapkan ukuran efek menengah ($G=0,587$) terhadap penggunaan laboratorium *virtual* yang dikelompokkan menurut tingkat studi menggunakan analisis efek campuran nilai keseluruhan adalah $0,186$ ($SE=0,079, P=0,020$) yang dikategorikan memiliki effect size yang kecil. Peserta didik tingkat menengah teramati paling diuntungkan dari laboratorium *virtual* karena ukuran efek sedang yang teramati ($G=0,689, N=2174$) sedangkan mahasiswa sarjana hanya menerima ukuran efek yang kecil ($G=0,012, N=468$).³⁵
4. Berdasarkan penelitian Firmanul Catur Wibowo et al. (2018) dengan judul penelitian “*Effectiveness of Virtual Physics Laboratory (VPL) with Dry Cell Microscopic Simulation (DCMS) to Promote of Inquiry Activity about the Battery*” menguji mengenai keefektifan laboratorium *virtual* fisika dengan DCMS. Hasil penelitiannya menyatakan bahwa peserta didik yang bekerja atau belajar dengan simulasi *virtual* menunjukkan skor jauh lebih tinggi. Sehingga DCMS dapat menjadi alat pengajaran alternatif untuk memungkinkan peserta didik memahami konsep fisika.³⁶
5. Berdasarkan penelitian Dewi et al. (2019) yang berjudul “*Generative Learning Models Assisted by Virtual Laboratory to Improve Mastery of Student Physics Concept*” penelitian ini menerapkan model pembelajaran generatif dengan bantuan laboratorium *virtual*. Dewi menyatakan bahwa pengajaran

³⁵ Marc Lancer Santos and Maricar Prudente, “Effectiveness of Virtual Laboratories in Science Education: A Meta-Analysis,” *International Journal of Information and Education Technology* 12, no. 2 (2022), <https://doi.org/10.18178/ijiet.2022.12.2.1598>.

³⁶ Firmanul Catur Wibowo et al., “Effectiveness of Virtual Physics Laboratory (VPL) with Dry Cell Microscopic Simulation (DCMS)” *Journal of Physics*, 2018, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1772/1/012006>.

konsep abstrak dalam kegiatan eksperimen merupakan salah satu permasalahan dalam proses pembelajaran fisika, sehingga menyebabkan rendahnya tingkat partisipasi dan penguasaan konsep fisika peserta didik. Penelitian ini membuktikan bahwa pembelajaran *generative* berbantuan laboratorium *virtual* efektif meningkatkan penguasaan konsep peserta didik.³⁷

6. Berdasarkan penelitian Isabel Salinas et al. (2019) peneliti asal Spain dengan judul ***“Design and Evaluation of a Three Dimensional Virtual Laboratory on Vector Operations”*** dalam penelitiannya Isabel membuat sebuah VL. Laboratorium *virtual* ini telah dikembangkan menggunakan alat *“Easy Java Simulations”* (EJS), berbasis Fisika *Open Source* yang dirancang untuk membantu peserta didik memperkuat pengetahuan dan pemahaman mereka tentang vektor dan sifat-sifatnya. Penggunaan alat ini, yang memungkinkan peserta didik untuk memperkenalkan vektor yang berbeda, memvisualisasikan representasi 3D mereka dan mengoperasikannya, memberikan pendekatan sederhana dan komprehensif untuk kalkulus vektor. Survei kepuasan menunjukkan tingkat motivasi yang tinggi dari peserta didik yang menggunakan alat ini dan tercermin dalam peningkatan yang signifikan dalam persentase peserta didik yang memperoleh nilai lebih tinggi dalam ujian.³⁸
7. Berdasarkan penelitian Gunawan et al. (2020) dengan judul penelitian ***“Gender Influence on Students Creativity in Physics Learning with Virtual Laboratory”*** Penelitian ini menyatakan penerapan pembelajaran fisika dengan laboratorium *virtual* efektif meningkatkan kreativitas verbal, figural, numerik, dan prosedural berdasarkan indikator kreativitas, baik untuk peserta didik laki-laki ataupun perempuan. Laki-laki mendapatkan peningkatan N-gain lebih

³⁷ S. M. Dewi et al., “Generative Learning Models Assisted by Virtual Laboratory to Improve Mastery of Student Physics Concept,” *Journal of Physics: Conference Series* 1521, no. 2 (2020).

³⁸ Salinas Isabel et al., “Design and Evaluation of a Three Dimensional Virtual Laboratory on Vector Operations,” *Journal of Wiley*, no. February (2019): 1–8, <https://doi.org/10.1002/cae.22108>.

tinggi dari perempuan untuk semua aspek dan indikator kreativitas di kedua sekolah. Penelitian ini akan memiliki implikasi sebagai berikut. Pertama, telah terbukti secara implisit bahwa perbedaan gender mempengaruhi kreativitas yang dikembangkan melalui pembelajaran fisika dengan laboratorium *virtual*. Kedua, laboratorium *virtual* efektif meningkatkan kreativitas peserta didik dalam pembelajaran fisika SMA.³⁹

8. Berdasarkan penelitian Kharki et al. (2021) yang berasal dari Morocco dan Spain berjudul ***“Design and Implementation of a Virtual Laboratory for Physics Subjects in Moroccan Universities”*** Kharki mengembangkan laboratorium *virtual* berbiaya rendah yang terintegrasi ke dalam lingkungan pembelajaran interaktif berbasis platform Moodle. Hasil yang diperoleh, bersama dengan temuan serupa dari penelitian lain, menunjukkan dampak positif penggunaan laboratorium *virtual* terhadap hasil pembelajaran, dan mendukung penerapan lingkungan belajar yang diusulkan dalam prosedur pendidikan laboratorium sebagai alternatif laboratorium fisik.⁴⁰
9. Berdasarkan penelitian Saparini et al. (2021) dengan judul ***“Publications Related to Virtual Laboratories During the Covid 19 Pandemic: a Bibliometric Review and Analysis”*** dalam studi bibliometriknya Saparini menjelaskan selama pandemi Covid-19, laboratorium *virtual* berperan penting dalam mempelajari konsep fisika.

Penelitian ini menjelaskan tren publikasi terkait laboratorium *virtual* selama pandemi Covid-19 2020-2021 melalui analisis bibliometrik literatur, data yang dianalisis didapatkan dengan bantuan perangkat lunak *Publish or Perish* (PoP) pada database Google Scholar. Tren penelitian diekspresikan dalam bentuk visualisasi grafis, yang dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak *VOSviewer*. Secara keseluruhan, artikel dengan

³⁹ G Gunawan, “Gender Influence on Students Creativity in Physics Learning with Virtual Laboratory,” *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1471/1/012036>.

⁴⁰ El Kharki, Berrada, and Burgos, “Design and Implementation of a Virtual Laboratory for Physics Subjects in Moroccan Universities.”

kata kunci laboratorium *virtual* yang diterbitkan pada akhir periode 2020-2021 fokus pada hubungannya dengan Covid 19 dan evaluasi.⁴¹

10. Berdasarkan penelitian Raghu Raman et al. (2022) yang berjudul “*Virtual Laboratories a Historical Review and Bibliometric Analysis of the Past Three Decades*” melakukan tinjauan historis dan analisis bibliometrik publikasi laboratorium *virtual* selama tiga decade terakhir menggunakan *Scientific* Prosedur. Temuannya menunjukkan bahwa 72% dari karya penelitian diterbitkan antara 2011-dan 2021, dengan jumlah publikasi tertinggi pada tahun 2020–2021 menyoroti dampak pandemi. Penelitian ini juga menyoroti bahwa laboratorium *virtual* mampu memainkan peran penting guna mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan Perserikatan Bangsa-Bangsa, khususnya Pendidikan Berkualitas, yang sebagian besar masih kurang diperhatikan.⁴²

Berdasarkan penelitian relevan di atas, disimpulkan bahwa laboratorium *virtual* sangat dibutuhkan dalam setiap pembelajaran fisika terutama kegiatan eksperimen. Penggunaannya melengkapi kekurangan dalam praktik laboratorium nyata. Banyak studi penelitian sebelumnya membahas mengenai penggunaan serta pengembangan laboratorium *virtual*, namun dokumentasi penelitian dari waktu ke waktu akan membantu untuk memeriksa secara kritis dari hasil setiap penelitian yang diperoleh sebagai bahan evaluasi selanjutnya. Penelitian ini memiliki pembaruan dari penelitian sebelumnya yaitu menganalisis perkembangan literatur laboratorium *virtual* fisika di universitas dari tahun 2018-2022 dan melihat jenis serta topik fisika yang banyak digunakan dalam topik penelitian ini, yang mana sepanjang penulis melakukan *review* jurnal baik itu nasional maupun internasional penulis belum menemukan penelitian yang serupa pada penelitian sebelumnya

⁴¹ S Saparini, “Publications Related to Virtual Laboratories during the Covid 19 Pandemic: A Bibliometric Review and Analysis,” *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2104/1/012012>.

⁴² Raghu Raman, Krishnashree Achuthan, and Vinith Kumar, “Virtual Laboratories - A Historical Review and Bibliometric Analysis of the Past Three Decade,” *Education and Information Technologies*, no. 0123456789 (2022).

H. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan merupakan serangkaian pembahasan yang termuat di dalam penelitian dimana antara satu bab dengan bab yang lain berkesinambungan dan tidak dapat dipisahkan menjadi bagian tersendiri sehingga sistematika penulisan ini terbagi ke dalam beberapa bab yaitu:

1. Bab I Pendahuluan, memaparkan hal-hal yang melatarbelakangi perlunya penelitian ini dilakukan mengenai Analisis Bibliometrik Penelitian Laboratorium *Virtual* Fisika di Universitas.
2. Bab II Kajian Teoritik, bab ini memuat pemaparan dan pendeskripsian beberapa konsep yang digunakan untuk landasan teori dalam penelitian ini. Memaparkan tentang analisis bibliometrik, laboratorium virtual (VL), penerapan laboratorium virtual fisika dan *systematic literature review*.
3. Bab III Metode Penelitian, bab ini berisi pendeskripsian mengenai metode yang digunakan dalam penelitian. Bab ini membahas waktu penelitian, tempat penelitian, jenis penelitian dan tahapan penulis dalam mengumpulkan data penelitian.
4. Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan, bab ini berisi pemaparan hasil serta pembahasan dari penelitian yang sudah dilakukan, sehingga hasil penelitiannya dapat menjawab tujuan yang diharapkan.
5. Bab V Penutup, bab ini berisi mengenai kesimpulan hasil penelitian yang sudah dilakukan, dan rekomendasi trend topik penelitian di masa mendatang.

BAB II KERANGKA TEORITIK

A. Teori yang digunakan

1. Analisis Bibliometrik

Secara Etimologi istilah bibliometrik berasal dari kata *biblio* dan *metrics*. *Biblio* artinya buku, sedangkan *metrics* artinya mengukur. Kajian bibliometrik adalah kajian perpustakaan yang menerapkan ilmu statistik dan matematika. Bibliometrik adalah cara sistematis yang dipergunakan dalam melakukan analisis jurnal-jurnal ilmiah dan terbitan lain baik yang tertulis maupun yang digital.⁴³ Analisis bibliometrik sendiri adalah cara yang populer dan ketat untuk mengeksplorasi dan menganalisis data dari karya ilmiah bervolume besar, pendekatan ini digunakan untuk mengeksplorasi evolusioner spesifik domain untuk mendapatkan fokus untuk area penelitian tertentu.⁴⁴ Bibliometrik pertama kali dikenalkan oleh Pritchard dan Nalimov pada tahun 1969. Pritchard mendefinisikan istilah bibliometrik sebagai penerapan metode matematika dan statistik pada buku dan media komunikasi lainnya.⁴⁵ Bidang bibliometrik mempelajari pola kutipan publikasi dengan teknik kuantitatif, melihat banyaknya organisasi menerbitkan artikel, menganalisis kutipan untuk melihat pengaruh artikel terhadap penelitian orang lain selanjutnya.⁴⁶ Bibliometrik terbagi menjadi dua kelompok, yaitu bibliometrik deskriptif serta bibliometrik perilaku. Riset deskriptif lebih kepada penggambaran suatu karakteristik atau ciri khas sebuah literatur

⁴³ Royani Yupi and Dukariana Idhani, "Analisis Bibliometrik Jurnal Marine Research in Indonesia 1," *Jurnal Media Pustakawan* 25, no. 4 (2018): 63–68.

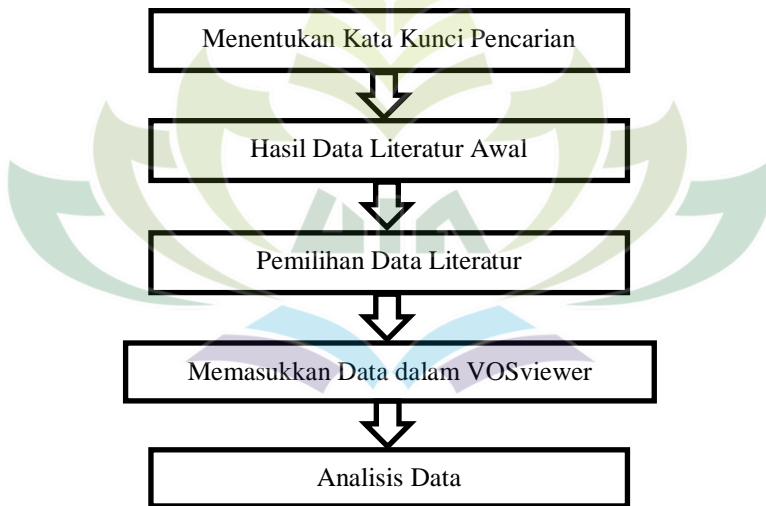
⁴⁴ Puji Rahayu, *Analisis Bibliometrik Dan Penilaian Ahli Dalam Smart-Dry, DeePublish* (Yogyakarta: Deepublish Publisher, 2023).

⁴⁵ Wolfgang Glänzel, "Bibliometrics as a Research Field: A Course on Theory and Application of Bibliometric Indicators," no. May (2003).

⁴⁶ Raman, Achuthan, and Kumar, "Virtual Laboratories - A Historical Review and Bibliometric Analysis of the Past Three Decade."

sedangkan riset perilaku digunakan untuk memahami hubungan antara komponen-komponen literatur.⁴⁷

Menurut Glanzel, ada tiga komponen bibliometrik: a) *bibliometrics for bibliometricians* adalah domain awal bibliometrika dalam metodologi riset; b) *bibliometrics for scientific disciplines (scientific information)*, seperti yang diketahui bahwa peneliti bekerja dalam orientasi ilmiah maka ketertarikannya lebih besar pada bidang spesialisnya serta mungkin jika terdapat *joint borderland* berupa riset kuantitatif dalam pencarian informasi; c) *bibliometric for science policy and management (science policy)*, domain evaluasi riset di beragam topik penelitian yang nantinya dapat dilakukan perbandingan.⁴⁸ Penelitian bibliometrik memiliki lima tahapan, seperti pada Gambar 2.1.⁴⁹



Gambar 2.1
Tahapan Bibliometrik

⁴⁷ Kamariah Tambunan, “Riset Unggulan Terpadu: Kajian Bibliometrika,” *BACA: Jurnal Dokumentasi Dan Informasi* 34, no. 2 (2013): 105–22.

⁴⁸ Glänzel, “Bibliometrics as a Research Field: A Course on Theory and Application of Bibliometric Indicators.”

⁴⁹ Muhammad Nur Hudha et al., “Low Carbon Education: A Review and Bibliometric Analysis,” *European Journal of Educational Research* 9, no. 1 (2020): 319–29, <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.1.319>.

Analisis ini menjadi bidang penelitian yang semakin menarik perhatian masyarakat ilmiah, yang dilatarbelakangi karena revolusi atau pesatnya perkembangan komputer juga internet, analisis ini menjadi fundamental dalam menganalisis suatu penelitian.⁵⁰ Metode bibliometrik tidak terbatas pada pengumpulan data-data yang sudah ada⁵¹, selain itu indikator bibliometrik biasanya dihitung dalam periode waktu tertentu tiga sampai lima tahun dengan menggunakan dua pendekatan umum seperti total publikasi, indeks produktivitas, jumlah kutipan, serta indikator yang mengukur dampak dari artikel tersebut.⁵²

Metode (*bibliometrics*) juga disebut dengan menggunakan istilah *scientometrics*, yaitu bagian dari metodologi evaluasi penelitian, serta bersumber pada berbagai literatur yang sudah banyak didapatkan, memberi kemungkinan bahwa analisis bibliometrik dapat dilakukan.⁵³ Analisis pemetaan ini dapat memberikan kelebihan untuk para komunitas ilmiah maupun secara umum dalam melakukan pengubahan suatu metadata publikasi ke dalam visualisasi peta, sehingga tidak sulit untuk diproses supaya menghasilkan kebermanfaatan, contohnya memvisualisasikan suatu kata kunci untuk menganalisis tema penelitian maupun cluster pada suatu disiplin ilmu tertentu, memvisualisasikan afiliasi penulis agar dapat mengidentifikasi cakupan suatu jurnal, serta memvisualisasikan kolaborasi secara internasional maupun institusional sebagai pengidentifikasian

⁵⁰ Merigó and Yang, "A Bibliometric Analysis of Operations Research and Management Science."

⁵¹ María de los A. Taboada and Myriam Catania, "Análisis Bibliométrico de Lilloa (1937-2021)," *Lilloa* 59, no. 1 (2022): 17–32, <https://doi.org/10.30550/j.lil/2022.59.1/2022.03.31>.

⁵² P. Devos, "Research and Bibliometrics: A Long History...," *Clinics and Research in Hepatology and Gastroenterology* 35, no. 5 (2011): 336–37, <https://doi.org/10.1016/j.clinre.2011.04.008>.

⁵³ Ole Ellegaard and Johan A. Wallin, "The Bibliometric Analysis of Scholarly Production: How Great Is the Impact?," *Scientometrics* 105, no. 3 (2015): 1809–31, <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1645-z>.

kerangka kerja tertentu.⁵⁴ Metode ini pun sangat cocok untuk menginterpretasikan suatu penelitian, sifat serta tujuan pengembangan publikasi deskriptif menggunakan analisis serta perhitungan kuantitatif.⁵⁵

Tujuan analisis bibliometrik adalah untuk mengkaji bagaimana suatu disiplin, bidang dan spesialisasi serta artikel individu yang terkait satu sama lain.⁵⁶ Kajian dari bibliometrik dapat digunakan secara umum dan luas, tujuan kajian ini adalah untuk mengukur terbitan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.⁵⁷ Dalam perkembangan di setiap bidang penelitian, analisis bibliometrik disarankan untuk menjadi metode pelengkap setiap tinjauan literatur karena memberikan pendekatan yang lebih objektif dalam mengeksplorasi suatu tren penelitian serta kinerja penelitian.⁵⁸ Terdapat tiga hukum bibliometrika yang mengeksplor suatu penelitian diantaranya hukum Lotka, hukum Zift dan hukum Bradford. Hukum Lotka digunakan untuk mengetahui bagaimana produktivitas pengarang, hukum Zift digunakan untuk mengetahui peringkat kata serta frekuensi dalam literatur, dan hukum Bradford digunakan untuk mengetahui jurnal inti.⁵⁹

Secara umum, para ilmuwan ilmiah memiliki keinginan untuk dapat mengukur suatu penelitian. Dalam hal ini, analisis bibliometrik menawarkan dirinya secara alami sebagai instrument. Namun, seperti yang sudah dibahas oleh Glänzel

⁵⁴ Irine Tanudjaja and Gerrie Yu Kow, "Exploring Bibliometric Mapping in NUS Using BibExcel and VOSviewer," *IFLA WLIC Kuala Lumpur*, 2018, 1–9, <http://library.ifla.org/2190/1/163-tanudjaja-en.pdf>.

⁵⁵ Dwi Ridho Aulianto and Wahid Nashihuddin, "Bibliometrics and Citation Analysis Of ' Baca : Jurnal Dokumentasi Dan Informasi,'" *Khizanah Al-Hikmah : Jurnal Ilmu Perpustakaan, Informasi, Dan Kearsipan* 8, no. 2 (2020): 149–60, <https://doi.org/10.24252/kah.v8i2a5>.

⁵⁶ Ivan Zupic and Tomaz Cater, "Bibliometric Methods in Management and Organization," *Organizational Research Methods*, no. December (2015), <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>.

⁵⁷ Benoit Godin, "On the Origins of Bibliometrics," *Canadian Science and Innovation Indicators Consortium (CSIIIC)* 68, no. 33 (2006).

⁵⁸ Zupic and Cater, "Bibliometric Methods in Management and Organization."

⁵⁹ Yupi and Idhani, "Analisis Bibliometrik Jurnal Marine Research in Indonesia 1."

(1996), penting untuk mengetahui metode dan standar yang terlibat untuk mendapatkan hasil yang andal serta dapat diskalakan.⁶⁰ Wallin (2005) membahas secara menyeluruh perangkat dan kemungkinan yang terlibat dalam jenis analisis ini dan menganalisis dampak, visibilitas, atau pengaruh literatur terhadap komunitas ilmiah.⁶¹ Analisis kutipan mungkin merupakan metode paling tradisional yang diterapkan dalam bibliometrik sebagai tolak ukur kualitas ilmiah khususnya dalam kasus peneliti individu, pemeringkatan universitas dan institusi.⁶² Metode analisis ini digunakan untuk mengkaji hubungan dokumen yang dikutip dengan dokumen yang mengutip dan menjadi salah satu teknik yang digunakan dalam Ilmu Perpustakaan dan Informasi, mengkaji mengenai ruang lingkup bibliometrika yang didalamnya mendalami mengenai kutipan dari sebuah karya tulisan.⁶³

Adapun beberapa manfaat analisis bibliometrik dalam perpustakaan adalah sebagai berikut⁶⁴:

- a. Mengetahui majalah inti dalam berbagai disiplin ilmu
- b. Mengetahui arah dan trend ilmu pengetahuan dalam berbagai disiplin ilmu
- c. Memperkirakan lengkap atau tidaknya literatur sekunder
- d. Mengetahui berbagai subjek maupun bidang dari disiplin ilmu
- e. Mengetahui kepengarangan
- f. Meramalkan arah perkembangan ilmu pengetahuan masa lalu dan masa yang akan datang

⁶⁰ Ellegaard and Wallin, "The Bibliometric Analysis of Scholarly Production: How Great Is the Impact?"

⁶¹ Johan A Wallin, "Bibliometric Methods : Pitfalls and Possibilities," *Basic and Clinical Pharmacology and Toxicology* 97, no. 5 (2005): 261–75.

⁶² Ludo Waltman et al., "The Leiden Ranking 2011 / 2012 : Data Collection , Indicators , and Interpretation," *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 63, no. 12 (2012): 2419–32, <https://doi.org/10.1002/asi>.

⁶³ Elva Rahmah and Fakultas Bahasa, "Kajian Bibliometrika Menggunakan Analisis Sitiran Terhadap Skripsi Program Studi Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia FBS UNP Tahun 2005-2009," *Jurnal Bahasa Dan Seni* 12, no. 2 (2009): 119–38.

⁶⁴ Ishak, "Pengelolaan Perpustakaan Berbasis Teknologi Informasi," *Pustaka: Jurnal Studi Perpustakaan Dan Informasi* 4, no. 2 (2008).

- g. Mengatur arus masuk informasi dan komunikasi
- h. Mengkaji keusangan dan penyebaran literatur ilmiah
- i. Meramalkan produktivitas penerbit pengarang, organisasi, negara atau seluruh disiplin ilmu

Hingga saat ini, beberapa alat visualisasi yang populer telah banyak digunakan untuk membuat analisis pemetaan ilmiah bibliometrika, seperti *VOSviewer*.⁶⁵ Penampil *VOSviewer* dapat mempresentasikan struktur publikasi dalam jurnal dengan analisis co-citation, analisis co-authorship, dan analisis co-occurrence dan lain sebagainya.⁶⁶ Program ini memberikan visualisasi yang memungkinkan peta bibliometrik diperiksa secara mendetail. *VOSviewer* dapat menampilkan peta yang beragam, masing-masing menekankan aspek peta yang berbeda. Hal ini memiliki fungsi untuk memperbesar, menggulir, dan mencari, yang memfasilitasi pemeriksaan peta secara mendetail. Kemampuan melihat *VOSviewer* sangat berguna untuk peta yang berisi setidaknya sejumlah besar item (misalnya, setidaknya 100 item). Sebagian besar program komputer yang digunakan untuk pemetaan bibliometrik tidak menampilkan peta tersebut dengan cara yang memuaskan.⁶⁷

Beberapa analisis yang dapat dilakukan menggunakan perangkat lunak *VOSviewer* yaitu, *co-authorship analysis*, digunakan untuk menemukan hubungan berbagai penelitian berdasarkan dokumen penelitian yang dihasilkan oleh peneliti dengan menunjukkan peta para peneliti yang telah berkolaborasi menulis topik penelitian tertentu.⁶⁸ Jaringan *co-authorship*

⁶⁵ Karmen Stopar and Tomaž Bartol, "Digital Competences , Komputer Skills and Information Literacy in Secondary Education : Mapping and Visualization of Trends and Concepts," *Scientometrics* 118, no. 2 (2019): 479–98, <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2990-5>.

⁶⁶ Xinxin Wang, Zeshui Xu, and Marinko Škare, "A Bibliometric Analysis of Economic Research- Ekonomska Istraživanja (2007 – 2019)," *Economic Research- Ekonomska Istraživanja* 33, no. 1 (2020): 865–86, <https://doi.org/10.1080/1331677X.2020.1737558>.

⁶⁷ Jan and Waltman, "Perangkat lunak Survey : VOSviewer , a Komputer Program for Bibliometric Mapping."

⁶⁸ S Lozano L Calzada, Infante B Adenso, and Diaz S García, "Complex Network Analysis of Keywords Co-occurrence in the Recent Efficiency Analysis

merupakan suatu alat untuk mengungkap arah kolaborasi dan mengidentifikasi peneliti dan institusi yang memimpin penelitian.⁶⁹ *Co-occurrence analysis* dapat mengungkap topik penelitian secara statistik, Analisis *co-occurrence* sederhananya hanyalah penghitungan data berpasangan dalam unit pengumpulan.⁷⁰ Untuk mengungkap struktur dan pengembangan bidang penelitian, beberapa metode analisis kata-kata dapat diterapkan berdasarkan matriks kata-kata, yang terdiri dari analisis faktor, analisis kluster, analisis multivariat, dan analisis jejaring sosial. Metode-metode ini bermanfaat bagi para peneliti untuk mempelajari ikhtisar suatu bidang.⁷¹ *Co-citation analysis* digunakan dalam memetakan subjek-subjek penelitian, dimana temuan menunjukkan bahwa *co-citation* clustering mencerminkan spesialisasi penelitian, meskipun ini dapat dibagi menjadi beberapa kelompok.⁷² *Co-citation* terjadi ketika dua dokumen menerima kutipan dari dokumen ketiga yang sama.

2. Laboratorium Virtual

a. Definisi Laboratorium Virtual

Laboratorium *virtual* didefinisikan sebagai lingkungan komputer yang menyediakan peluang simulasi *real time* dalam suatu eksperimen yang akan dilakukan, dan dilakukan untuk memperoleh pengalaman aplikasi dalam pendidikan.⁷³

Literatur,” *Scientometrics* 120, no. 2 (2019): 609–29, <https://doi.org/10.1007/s11192-019-03132-w>.

⁶⁹ Bruna De Paula et al., “Co-Authorship Network Analysis in Health Research: Method and Potential Use,” *Health Research Policy and Systems*, 2016, 1–11, <https://doi.org/10.1186/s12961-016-0104-5>.

⁷⁰ Jan W Buzydlowski, “Co-Occurrence Analysis as a Framework for Data Mining,” *Journal of Technology Research* 6 (2015).

⁷¹ Xiuwen Chen et al., “Mapping the Research Trends by Co-Word Analysis Based on Keywords from Funded Project,” *Procedia - Procedia Komputer Science* 91, no. Itqm (2016): 547–55, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.07.140>.

⁷² Bo Jarneving, “Bibliographic Coupling and Its Application to Research-Front and Other Core Documents,” *Journal of Informetrics* 1 (2007): 287–307, <https://doi.org/10.1016/j.joi.2007.07.004>.

⁷³ Özden Karagöz Mirçik, “Virtual Laboratory Applications in Physics Teaching,” *Canadian Journal of Physics* 96, no. 7 (2018): 1–7.

Serta berpotensi untuk meningkatkan keterampilan, sikap, dan pemahaman peserta didik mengenai suatu konsep pembelajaran.⁷⁴ Laboratorium *virtual* juga diartikan sebagai alat pendidikan online yang membawa dimensi baru dalam pembelajaran sains dengan menggunakan teknik visualisasi seperti animasi, simulasi, dan video yang difilmkan⁷⁵, laboratorium *virtual* ini menjadi alternatif dari laboratorium nyata dan dianggap memiliki efektifitas yang sama dengan laboratorium nyata.⁷⁶ Beberapa penelitian menyoroti bahwa laboratorium fisik dengan *virtual* gabungan akan sering dibutuhkan, serta penggabungan sistematis akan diperlukan agar sesuai dengan tujuan pembelajaran dan peserta didik tertentu.⁷⁷

b. Landasan Teoritis Laboratorium *Virtual* Fisika

Laboratorium *virtual* fisika adalah suatu pengembangan terusan dari laboratorium nyata di bidang fisika berupa praktikum berbasis web atau praktikum *online* di lingkungan virtual. Laboratorium *virtual* juga berupa simulasi komputer yang memberikan pandangan serta langkah kerja yang mirip seperti laboratorium tradisional sebagai lingkungan dimana peserta didik bisa melakukan proses pembelajaran proaktif serta dapat meningkatkan kinerja akademik peserta didik.⁷⁸ Kelebihan dari laboratorium *virtual* ini adalah kegiatan praktikum dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja tanpa terikat waktu, tidak memerlukan alat dan bahan yang nyata,

⁷⁴ El Kharki, Berrada, and Burgos, "Design and Implementation of a Virtual Laboratory for Physics Subjects in Moroccan Universities."

⁷⁵ Shyam Diwakar, "Role of ICT- Enabled Virtual Laboratories in Biotechnology Education : Case Studies on Blended and Remote Learning," *Journal of IEEE*, no. September (2015), <https://doi.org/10.1109/ICL.2015.7318149>.

⁷⁶ Raman, Achuthan, and Kumar, "Virtual Laboratories - A Historical Review and Bibliometric Analysis of the Past Three Decade."

⁷⁷ Achuthan and Francis, "Augmented Reflective Learning and Knowledge Retention Perceived Among Students in Classrooms Involving Virtual Laboratories."

⁷⁸ El Kharki, Berrada, and Burgos, "Design and Implementation of a Virtual Laboratory for Physics Subjects in Moroccan Universities."

serta mampu mengamati aspek molekuler dengan lebih jelas.⁷⁹

Laboratorium *virtual* didasarkan pada konsep akses jarak jauh ke sistem sumber daya yang disimulasikan. Para peneliti melakukan percobaan pada sistem *virtual* melalui internet, dimana sistem simulasi yang dapat diakses oleh beberapa pengguna secara bersamaan.⁸⁰ Ada beberapa manfaat laboratorium *virtual* di perguruan tinggi, diantaranya sebagai berikut:⁸¹

- 1) Tersedia kapan saja, di mana saja
- 2) *Multi-tasking* dan *observability*, bagi beberapa peneliti untuk bekerja secara bersamaan dalam penelitian melalui laboratorium virtual.
- 3) Memberi keamanan dibandingkan dengan laboratorium fisik karena tidak terpapar dengan pengaturan eksperimental yang berbahaya.
- 4) Alternatif ekonomi di masa krisis ekonomi
- 5) Dapat mengeksplorasi fenomena yang tidak dapat diamati maupun konsep-konsep abstrak (seperti arus listrik maupun variabel termodinamika)

Akhirnya, *fleksibilitas*; adalah kemampuan untuk mengubah konfigurasi eksperimental dan mempelajari dampaknya dengan tak terbatas waktu. Akan tetapi laboratorium *virtual* juga memiliki kelemahan, seperti; mereka tidak memperhitungkan kesalahan eksperimental; karena keterbatasan model simulasi, eksperimen dibatasi pada parameter simulasi dan dalam kondisi yang dipaksakan oleh simulasi itu sendiri; peserta didik tidak memperoleh keterampilan laboratorium praktis dan tidak memiliki akses

⁷⁹ Nadia Rahbek Dyrberg et al., "Virtual Laboratories in Science Education : Students ' Motivation and Experiences in Two Tertiary Biology Courses," *Journal of Biological Education* 9266, no. November (2016): 1–17, <https://doi.org/10.1080/00219266.2016.1257498>.

⁸⁰ Heradio et al., "Komputers & Education Virtual and Remote Labs in Education : A Bibliometric Analysis."

⁸¹ Mohamed Tawfik et al., "State-of-the-Art Remote Laboratories for Industrial Electronics Applications," *Technologies Applied to Electronics Teaching (TAEE)*, 2012, 359–64.

ke informasi taktil yang mendorong perolehan pengetahuan konseptual berdasarkan teori kognitif⁸²; mereka bersosialisasi atau berkolaborasi sedikit selama eksperimen *virtual*⁸³; dan laboratorium *virtual* dapat menimbulkan sikap meremehkan atau tidak bertanggung jawab karena peserta didik tidak dituntut untuk berhadapan dengan lingkungan eksperimen yang sebenarnya.⁸⁴

Dalam pendidikan sains, penggunaan simulasi komputer memainkan peran dalam memperkaya pengajaran, membuat pembelajaran lebih menarik bagi peserta didik dan membantu mereka mencapai pemahaman yang lebih dalam tentang mata pelajaran ilmiah.⁸⁵ dengan memberikan pelajar interaksi tingkat tinggi, keterlibatan dan partisipasi aktif, umpan balik langsung, dan tantangan praktik berulang.⁸⁶ Keuntungan yang lebih tinggi untuk pelajar yang menggunakan simulasi komputer daripada mereka yang hanya menggunakan aktivitas langsung juga ditunjukkan dalam studi tentang belajar konsep fisika.⁸⁷

⁸² Zacharias C Zacharia, Eleni Loizou, and Marios Papaevripidou, "Early Childhood Research Quarterly Is Physicality an Important Aspect of Learning Through Science Experimentation Among Kindergarten Students?," *Elsevier* 27 (2012): 447–57, <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2012.02.004>.

⁸³ Kris M Y Law, Shuang Geng, and Tongmao Li, "Komputers & Education Student Enrollment , Motivation and Learning Performance in a Blended Learning Environment : The Mediating e Ff Ects of Social , Teaching , and Cognitive Presence," *Komputers & Education* 136, no. September 2018 (2019): 1–12, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.021>.

⁸⁴ Veljko Potkonjak et al., "Komputers & Education Virtual Laboratories for Education in Science , Technology , and Engineering : A Review," *Komputers & Education* 95 (2016): 309–27, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>.

⁸⁵ Neila Campos et al., "Simulation-Based Education Involving Online and On-Campus Models in Different European Universities," *Int. J. Educ. Technol. High. Educ.*, 2020, 1–15.

⁸⁶ Judith Lyons, "Learning With Technology : Theoretical Foundations Underpinning Simulations in Higher Education," *ASCILITE 2012 Future Challenges, Sustainable Futures, Wellington, New Zealand*, 2012, 1–5.

⁸⁷ Cândida Sarabando, José P Cravino, and Armando A Soares, "Contribution of a Komputer Simulation to Students ' Learning of the Physics Concepts of Weight and Mass," *Procedia Technology* 13 (2014): 112–21, <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2014.02.015>.

Saat ini laboratorium *virtual* memberikan potensi besar untuk melakukan penyelidikan ilmiah. Eksperimen online mewakili salah satu tren pedagogis terbaru dalam konteks pendidikan selama beberapa tahun terakhir. Mereka menyatukan manfaat pendidikan dari pendekatan belajar sambil melakukan dengan keuntungan yang ditawarkan oleh teknologi informasi dan komunikasi (TIK) untuk domain pendidikan.⁸⁸ Selain itu, mereka telah disesuaikan dengan pendidikan sains sebagai alat yang efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan metodologi pengajaran, meningkatkan pengalaman belajar, meningkatkan partisipasi dan motivasi peserta didik.⁸⁹ Selain itu, laboratorium *virtual* menjadi alat yang sangat berguna untuk memastikan kelangsungan pendidikan untuk kegiatan laboratorium disaat krisis ketika peserta didik tidak dapat lagi mengakses laboratorium fisik.⁹⁰

c. Penerapan Laboratorium Virtual

Beberapa proyek penelitian percontohan telah dilakukan untuk mengembangkan dan menerapkan laboratorium *virtual* yang dapat digunakan untuk pengajaran praktis fisika di pendidikan tinggi. Studi De La Torre dkk⁹¹ mengungkapkan dampak positif penggunaan laboratorium

⁸⁸ Mario A Bochicchio et al., "Fostering Online Scientific Experimentations in Universities and High Schools : The EDOC Project," *Journal IEEE*, 2017.

⁸⁹ Katja Zajko and Barbara Brada, "Social Franchising Model as a Scaling Strategy for ICT Reuse : A Case Study of an International Franchise," *Sustainability (Switzerland)*, no. 10 (2018), <https://doi.org/10.3390/su10093144>; Joaquin Paredes-labra, Ivana-mariel Siri, and Alessandro Oliveira, "Preparing Public Pedagogies with ICT : The Case of Pesticides and Popular Education in Brazil," *Sustainability (Switzerland)*, 2018, 1–12, <https://doi.org/10.3390/su10103377>.

⁹⁰ Kelum A A Gamage, Allan Rennie, and Chris Lambert, "Online Delivery of Teaching and Laboratory Practices : Continuity of University Programmes during COVID-19 Pandemic," *Educ. Sci.*, no. February 2021 (2020), <https://doi.org/10.3390/educsci10100291>.

⁹¹ Luis De Torre et al., "The Ball and Beam System : A Case Study of Virtual and Remote Lab Enhancement With Moodle," *IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL INFORMATICS*, 11, no. 4 (2015): 934–45.

virtual dan penerapan Moodle pada pembelajaran peserta didik. Penelitian Billah dan Widiyatmoko⁹² menerangkan isi laboratorium *virtual* yang menyediakan materi teori dengan gambar, animasi, dan video memungkinkan peserta didik belajar secara mandiri. Hal ini disebabkan karena peserta didik sekarang cenderung lebih menyukai hal-hal yang berhubungan dengan komputer.⁹³

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk meningkatkan efektivitas penerapan laboratorium virtual adalah dengan menyajikan permasalahan dunia nyata dalam kegiatan praktikum. Proses pembelajaran dengan menghadirkan masalah nyata akan membantu peserta didik mengembangkan dan menerapkan keterampilan penting, yaitu pemecahan masalah berdasarkan keterampilan belajar mandiri atau kerja kelompok dan memperoleh pengetahuan yang luas.⁹⁴ Konsep masalah dunia nyata, pemahaman peserta didik terhadap materi yang dipelajari semakin baik ketika masalah dunia nyata diterapkan dan peserta didik lebih aktif terlibat jika materi yang dipelajari dalam kehidupan sehari-hari.⁹⁵

Teori Perkembangan Proksimal oleh Vygotsky (1978) dalam buku Wandah Wibawan (2020), menjelaskan bahwa seorang siswa memiliki sebuah zona optimal ("zona Goldilocks") dalam menerima proses pembelajaran. Seorang

⁹² Arif Billah and Arif Widiyatmoko, "The Development of Virtual Laboratory Learning Media for The Physical Optics Subject," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni* 07, no. October (2018): 153–60, <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v7i2.2803>.

⁹³ D P Lestari and Supahar, "Students and Teachers ' Necessity Toward Virtual Laboratory as an Instructional Media of 21 St Century Science Learning," *J. Phys. Conf. Ser.*, no. 1440 (2020).

⁹⁴ Nancy J McCormick, Linda M Clark, and Joan M Raines, "Engaging Students in Critical Thinking and Problem Solving : A Brief Review of the Literatur," *Journal of Studies in Education* 5, no. 4 (2015): 100–113, Maria Yuliana Kua et al., "Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Team Assissted Individualization Dengan Real World Problem," *Journal of Education Technology* 2 (2018): 169–76.

⁹⁵ Maria Yuliana Kua, "Penerapan Real World Problem Solving Menggunakan Setting Argumentasi Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dalam Pembelajaran Fisika Siswa Sma," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti* 5, no. 2011 (2018): 93–102.

pendidik seharusnya tidak meminta peserta didik untuk melakukan hal-hal yang mereka rasa tidak mungkin untuk dilakukan (terlalu sulit) dan pendidik juga tidak perlu meminta peserta didik untuk melakukan hal-hal yang sudah dapat mereka lakukan dan temukan dengan sangat mudah (terlalu mudah). Pada zona yang tepat peserta didik dapat diajak untuk mempelajari hal-hal baru dengan cepat. Namun yang perlu diperhatikan adalah, setiap peserta didik memiliki zona yang berbeda. Gaya belajar mereka sendiri yang unik, dan pembelajaran mandiri sangat membantu untuk mempersonalisasikan pendidikan bagi pelajar yang beragam. Akibatnya diperlukan personalisasi pembelajaran, peserta didik perlu diberikan. Laboratorium virtual dapat mendukung peserta didik dengan gaya belajar yang berbeda dengan memberikan pengalaman multi-indra. Setiap individu dapat memahami suatu praktikum dengan lebih bebas, memahami metode praktikum dengan lebih leluasa, tidak perlu khawatir dengan kesalahan, dan dapat mengulangi sebuah praktikum sampai mampu menyimpulkan sendiri metode yang tepat, kesempatan yang bervariasi dalam mempelajari sesuatu.⁹⁶

d. Terminologi dalam Laboratorium Virtual

Terdapat beberapa istilah terkait yang memiliki kedekatan baik itu dari segi definisi atau operasional dalam penggunaan istilah laboratorium virtual diantaranya⁹⁷, yaitu:

– Simulasi

Merupakan suatu proses peniruan dari sesuatu yang nyata beserta lingkungan disekitarnya, peniruan yang dimaksud ialah menggambarkan sifat-sifat karakteristik kunci dari objek yang ditiru. Simulasi digunakan ketika sistem yang sebenarnya tidak dapat dijalankan, sulit diakses, atau dalam lingkungan yang berbahaya.

⁹⁶ Wandah Wibawanto, *Laboratorium Virtual Konsep Dan Pengembangan Simulasi Fisika*, ed. Wahyu Hardyanto and Fianti, Semarang: LPPM UNNES (Semarang: LPPM UNNES, 2020).

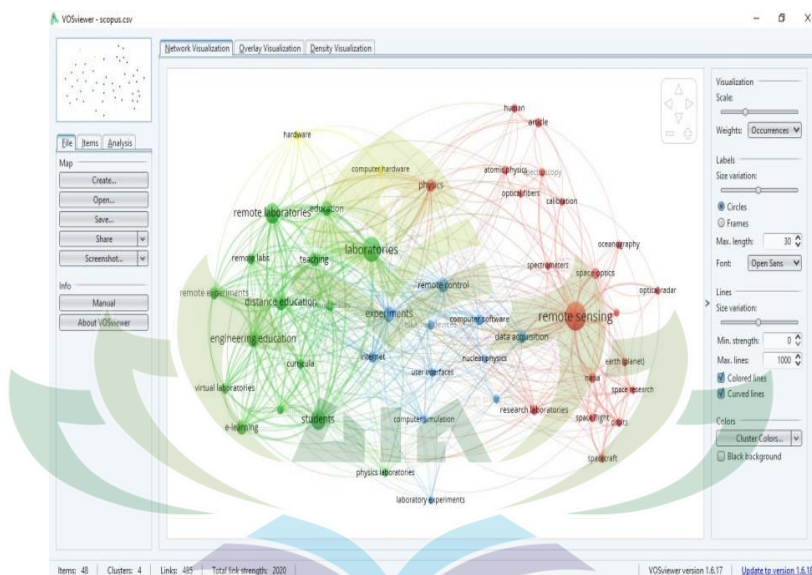
⁹⁷ Ibid.

- *Augmented Reality (AR)*
Adalah pengalaman visual interaktif dimana objek yang berada di dunia nyata dan ditambahkan informasi baru oleh sebuah perangkat untuk menghasilkan persepsi baru. Dalam definisi ini AR harus memenuhi tiga fitur dasar, yaitu: kombinasi dunia nyata dan *virtual*, interaksi terjadi secara langsung, dan visualisasi yang akurat dalam penggabungan antara objek *virtual* dan nyata.
- *Virtual Reality (VR)*
Realitas maya atau VR adalah sebuah teknologi yang menempatkan pengguna dilingkungan maya. Realitas maya ditampilkan melalui peralatan khusus yang memungkinkan pengguna untuk melihat dunia buatan atau maya, bergerak di dalamnya, dan berinteraksi dengan fitur atau barang *virtual*. Perangkat khusus yang dimaksud antara lain *Head Mounted Display (HMD)* atau kombinasi beberapa layar datar (minimal 4 arah layar).
- *Mixed Reality*
Realitas campuran atau MR adalah penggabungan dunia nyata dan *virtual* untuk menghasilkan lingkungan dan visualisasi baru, dimana objek fisik dan digital ditampilkan bersamaan dengan hal tersebut pengguna dapat melihat objek-objek nyata yang ditambahkan oleh perangkat, sekaligus berinteraksi dengannya.

3. *VOSViewer*

VOSviewer merupakan salah satu program komputer yang diperkenalkan dan dikembangkan untuk membuat dan menampilkan peta bibliometrik. Program ini tersedia tanpa berbayar untuk komunitas penelitian bibliometrik (lihat www.vosviewer.com). *VOSviewer* dapat dioperasikan untuk membuat peta penulis atau jurnal berdasarkan data *co-citation* atau untuk membuat peta kata kunci berdasarkan data kejadian bersama. Program ini memberikan penawaran yang memungkinkan peta bibliometrik diperiksa secara mendetail. *VOSviewer* dapat menyajikan peta dengan berbagai cara dan

aspek peta yang berbeda. Kemampuan *VOSviewer* ini sangat berguna untuk memetakan sejumlah besar item (minimal 100 item). Sebagian besar program komputer yang digunakan untuk pemetaan bibliometrik tidak menampilkan peta tersebut dengan cara yang memuaskan.⁹⁸ Selanjutnya berisi gambaran umum kegunaan dari perangkat lunak *VOSviewer* untuk memvisualisasikan peta bibliometrik. Jendela utama *VOSviewer* ditunjukkan oleh Gambar 2.2.

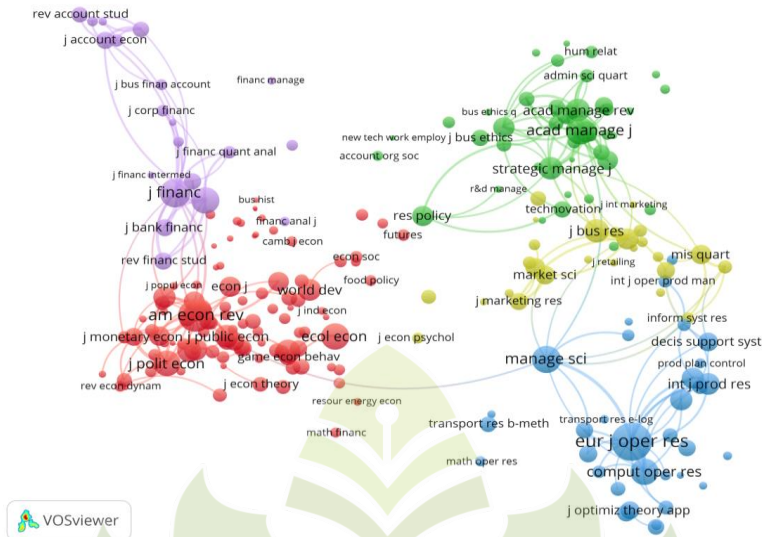


Sumber Data: VOSviewer

Gambar 2.2
Tampilan Jendela Utama *VOSviewer*

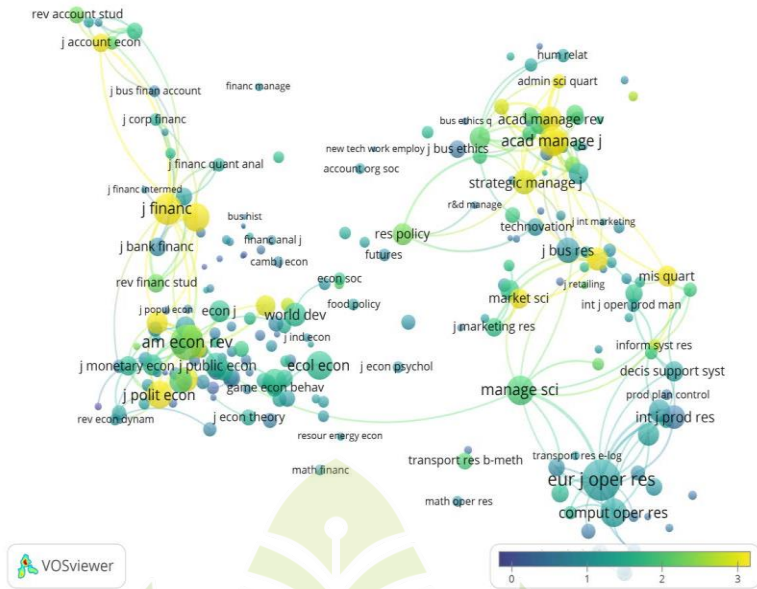
⁹⁸ Jan and Waltman, "Perangkat lunak Survey : *VOSviewer* , a Komputer Program for Bibliometric Mapping."

VOSviewer dapat memvisualisasikan peta dalam tiga cara yang berbeda, yaitu visualisasi jaringan, visualisasi *overlay* atau hampanan, dan visualisasi kepadatan.



Gambar 2.3
Visualisasi Jaringan

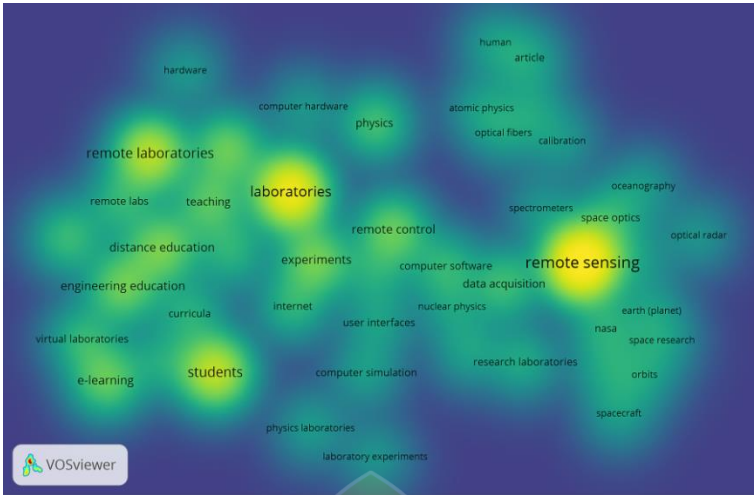
Dalam visualisasi jaringan, item diwakili oleh node dan secara default juga oleh lingkaran. Ukuran node dan lingkaran suatu item ditentukan oleh bobot item tersebut. Semakin tinggi bobot suatu item, semakin besar node dan lingkaran item. Untuk beberapa item, node mungkin tidak ditampilkan. Ini dilakukan di untuk menghindari tumpang tindih node. Warna item ditentukan oleh cluster yang menjadi milik item tersebut. Contoh visualisasi jaringan ditunjukkan pada Gambar 2.3



Gambar 2.4
Visualisasi *Overlay*

Visualisasi *overlay* serupa dengan visualisasi jaringan kecuali item tersebut diwarnai berbeda. Apabila item memiliki skor, warna item ditentukan oleh skor item, dengan warna default berkisar dari biru (skor terendah) hingga hijau ke kuning (skor tertinggi). Contoh visualisasi *overlay* ditunjukkan pada Gambar 2.4. Bilah warna ditampilkan di sudut kanan bawah visualisasi. Bilah warna hanya ditampilkan jika warna ditentukan oleh sejumlah item. Bilah warna menunjukkan bagaimana skor dipetakan ke warna. Dalam visualisasi *overlay* yang ditunjukkan pada Gambar, warna menunjukkan dampak faktor jurnal.⁹⁹

⁹⁹ Nees Jan Van Eck and Ludo Waltman, "VOSviewer Manual," no. April (2020).



Gambar 2.5
Visualisasi Kepadatan

Dalam visualisasi kepadatan item, item diwakili oleh nodenya dalam bentuk yang serupa cara seperti dalam visualisasi jaringan dan visualisasi overlay. Setiap titik di visualisasi kepadatan item memiliki warna yang menunjukkan kepadatan item pada saat itu. Secara default, warna berkisar dari biru ke hijau ke kuning. Warna kuning yang sangat jelas mengartikan bahwa kata kunci tersebut lebih sering ditemukan dalam suatu literatur, begitu juga sebaliknya, semakin kecil jumlah item di sekitar titik dan semakin dekat warna titiknya biru maka kata kunci tersebut. Contoh visualisasi kepadatan item ditunjukkan pada Gambar 2.5¹⁰⁰

4. *Systematic Literature Review*

Systematic Literature Review (SLR) merupakan metode yang digunakan dalam suatu penelitian tertentu yang bertujuan untuk mengumpulkan data, menganalisis, dan memeriksa hasil penelitian yang berhubungan dengan fokus topik penelitian tertentu.¹⁰¹ *Systematic literature review* merupakan metode

¹⁰⁰ Ibid.

¹⁰¹ Evi Triandini et al., “Metode Systematic Literature Review Untuk Identifikasi Platform Dan Metode Pengembangan Sistem Informasi Di Indonesia,”

yang berkaitan dengan tinjauan pustaka yang berhubungan dengan pertanyaan yang harus dijawab oleh peneliti. Hal tersebut dilakukan secara realistis dengan mengidentifikasi, menyeleksi, dan menilai literatur penelitian yang relevan yang menjadi fokus pembahasan.¹⁰²

Metode ini terfokus pada tahapan, langkah, atau proses pengidentifikasian, pengkajian atau analisis, pengevaluasian, dan penafsiran dalam membuat kesimpulan berdasarkan semua data dan hasil penelitian yang signifikan selaras dengan tema penelitian yang diambil dan didapatkan pada jurnal secara sistematis dalam mengikuti tahapan atau proses yang ditentukan sehingga solusi masalah tersebut dapat digunakan.¹⁰³ Hal ini dikarenakan *Systematic Literature Review* (SLR) merupakan jenis tinjauan literatur yang mengadopsi metode sistematis dalam pengumpulan data sekunder, menilai studi penelitian secara detail serta mensintesis temuan secara kualitatif maupun secara kuantitatif.¹⁰⁴

Indonesian Journal of Information Systems 1, no. 2 (2019): 63, <https://doi.org/10.24002/ijis.v1i2.1916>.

¹⁰² Wilma Ham-baloyi and Portia Jordan, "Systematic Review as a Research Method in Post- Graduate Nursing Education," *Health SA Gesondheid* 21, no. 0 (2016): 120–28, <https://doi.org/10.1016/j.hsag.2015.08.002>.

¹⁰³ Indah Suciati and Wahyuni H Mailili, "Implementasi Geogebra Terhadap Kemampuan Matematis Peserta Didik Dalam Pembelajaran: A Systematic Literature Review" 7, no. 1 (2022): 27–42.

¹⁰⁴ Rizkha Rida and Ratu Ummi Kalsum, "Tinjauan Literatur Tentang Evolusi Supply Chain Management," *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)* 2, no. 4 (2019), <https://doi.org/10.32734/ee.v2i4.666>.

DAFTAR RUJUKAN

- Achuthan, Krishnashree, and Saneesh P Francis. "Augmented Reflective Learning and Knowledge Retention Perceived Among Students in Classrooms Involving Virtual Laboratories." *Education and Information Technologies*, no. 22 (2017). <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9626-x>.
- Achuthan, Krishnashree, and Vysakh Kani Kolil. "Using Virtual Laboratories in Chemistry Classrooms as Interactive Tools towards Modifying Alternate Conceptions in Molecular Symmetry." *Educ Inf Technol*, 2018.
- Adanır, Gülgün Afacan, Azat Akmatbekova, and Gulshat Muhametjanova. "University Learners' Motivation and Experiences in Using Virtual Laboratories in a Physics Course." *Canadian Journal of Learning and Technology* 48, no. 2 (2022). <https://doi.org/10.21432/cjlt28161>.
- Aghaei Chadegani, Arezoo, Hadi Salehi, Melor M. Md Yunus, Hadi Farhadi, Masood Fooladi, Maryam Farhadi, and Nader Ale Ebrahim. "A Comparison between Two Main Academic Literature Collections: Web of Science and Scopus Databases." *Asian Social Science* 9, no. 5 (2013): 18–26. <https://doi.org/10.5539/ass.v9n5p18>.
- Ahmad, Hana Dler, and Gulsum Asiksoy. "The Effects of Gamified Flipped Learning Method on Student's Innovation Skills, Self-Efficacy Towards Virtual Physics Lab Course and Perceptions." *Sustainability (Switzerland)* 13, no. 18 (2021). <https://doi.org/10.3390/su131810163>.
- Ali, Numan, and Sehat Ullah. "Review to Analyze and Compare Virtual Chemistry Laboratories for Their Use in Education." *Journal of Chemical Education* 97, no. 10 (2020): 3563–74. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00185>.
- Aulianto, Dwi Ridho, and Wahid Nashihuddin. "Bibliometrics and Citation Analysis Of ' Baca : Jurnal Dokumentasi Dan Informasi .'" *Khizanah Al-Hikmah : Jurnal Ilmu Perpustakaan, Informasi, Dan Kearsipan* 8, no. 2 (2020): 149–60. <https://doi.org/10.24252/kah.v8i2a5>.

- Banda, Herbert James, and Joseph Nzabahimana. "Effect of Integrating Physics Education Technology Simulations on Students' Conceptual Understanding in Physics: A Review of Literature." *Physical Review Physics Education Research* 17, no. 2 (2021): 23108. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.023108>.
- Barak, Miri. "Science Teacher Education in the Twenty-First Century: A Pedagogical Framework for Technology-Integrated Social Constructivism." *Research in Science Education* 47, no. 2 (2017). <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9501-y>.
- Berg, Carolien Van Den. "21 St Century Learning: Changes to Knowledge Acquisition in a Digital World." *Proceedings of the International Conference on Intellectual Capital, Knowledge Management and Organisational Learning, ICICKM*, no. January (2018): 330–38.
- Biel, Domingo, Jorge Vento, Ramon Costa-castelló, Domingo Biel, Jorge Vento, and Ramon Costa-castello. "On The Role of Virtual Laboratories in an Undergraduate Power Electronics Introductory Course." *Https://Www.Researchgate.Net/*, no. May (2010): 1–10.
- Billah, Arif, and Arif Widyatmoko. "The Development of Virtual Laboratory Learning Media for The Physical Optics Subject." *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni* 07, no. October (2018): 153–60. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v7i2.2803>.
- Bochicchio, Mario A, Antonella Longo, Lucia Vaira, and Marco Zappatore. "Fostering Online Scientific Experimentations in Universities and High Schools: The EDOC Project." *Journal IEEE*, 2017.
- Bornmann, Lutz, Hermann Schier, Werner Marx, and Hans Dieter Daniel. "What Factors Determine Citation Counts of Publications in Chemistry Besides Their Quality?" *Journal of Informetrics* 6, no. 1 (2012): 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2011.08.004>.
- Buzydowski, Jan W. "Co-Occurrence Analysis as a Framework for Data Mining." *Journal of Technology Research* 6 (2015).

- Calzada, S Lozano L, Infante B Adenso, and Díaz S García. “Complex Network Analysis of Keywords Co-occurrence in the Recent Efficiency Analysis Literature.” *Scientometrics* 120, no. 2 (2019): 609–29. <https://doi.org/10.1007/s11192-019-03132-w>.
- Campos, Neila, Maria Nogal, Cristina Caliz, and Angel A Juan. “Simulation-Based Education Involving Online and On-Campus Models in Different European Universities.” *Int. J. Educ. Technol. High. Educ.*, 2020, 1–15.
- Carroll, Ryan, and James Lincoln. “Phyphox App in The Physics Classroom.” *The Physics Teacher* 58, no. 8 (2020): 606–7. <https://doi.org/10.1119/10.0002393>.
- Chen, Xiuwen, Jianming Chen, Dengsheng Wu, Yongjia Xie, and Jing Li. “Mapping the Research Trends by Co-Word Analysis Based on Keywords from Funded Project.” *Procedia - Procedia Computer Science* 91, no. Itqm (2016): 547–55. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.07.140>.
- Devos, P. “Research and Bibliometrics: A Long History...” *Clinics and Research in Hepatology and Gastroenterology* 35, no. 5 (2011): 336–37. <https://doi.org/10.1016/j.clinre.2011.04.008>.
- Dewi, S. M., G. Gunawan, A. Harjono, S. Susilawati, and L. Herayanti. “Generative Learning Models Assisted by Virtual Laboratory to Improve Mastery of Student Physics Concept.” *Journal of Physics: Conference Series* 1521, no. 2 (2020).
- Dewi, S M. “Generative Learning Models Assisted by Virtual Laboratory to Improve Mastery of Student Physics Concept.” *Journal of Physics: Conference Series*, 2020. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/2/022013>.
- Diani, Rahma, Sri Latifah, Yanda Meilya Anggraeni, and Dwi Fujiani. “Physics Learning Based on Virtual Laboratory to Remediate Misconception in Fluid Material.” *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah* 3, no. 2 (2018): 167. <https://doi.org/10.24042/tadris.v3i2.3321>.
- Diwakar, Shyam. “Role of ICT- Enabled Virtual Laboratories in Biotechnology Education : Case Studies on Blended and Remote Learning.” *Journal of IEEE*, no. September (2015).

<https://doi.org/10.1109/ICL.2015.7318149>.

- Donthu, Naveen, Satish Kumar, Debmalya Mukherjee, Nitesh Pandey, and Weng Marc Lim. "How to Conduct a Bibliometric Analysis: An Overview and Guidelines." *Journal of Business Research* 133, no. April (2021): 285–96. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>.
- Donthu, Naveen, Satish Kumar, and Debidutta Pattnaik. "Forty-Five Years of Journal of Business Research: A Bibliometric Analysis." *Journal of Business Research* 109, no. November 2019 (2020): 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.10.039>.
- Dyrberg, Nadia Rahbek, Alexander H Treusch, Claudia Wiegand, Nadia Rahbek, Alexander H Treusch, and Claudia Wiegand. "Virtual Laboratories in Science Education: Students' Motivation and Experiences in Two Tertiary Biology Courses." *Journal of Biological Education* 9266, no. November (2016): 1–17. <https://doi.org/10.1080/00219266.2016.1257498>.
- Eck, Nees Jan Van, and Ludo Waltman. "VOSviewer Manual," no. April (2020).
- Effendy, Femmy, Vanessa Gaffar, Ratih Hurriyati, and Heny Hendrayati. "Penggunaan Pembayaran Seluler Dengan VoS Viewer." *Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi Dan Komunikasi* 16 (2021): 10–17.
- Ellegaard, Ole, and Johan A. Wallin. "The Bibliometric Analysis of Scholarly Production: How Great Is the Impact?" *Scientometrics* 105, no. 3 (2015): 1809–31. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1645-z>.
- Erdogan, Vacide. "Integrating 4C Skills of 21st Century into 4 Language Skills in EFL Classes Vacide Erdoğan." *International Journal of Education and Research* 7, no. 11 (2019): 113–24.
- Gamage, Kelum A A, Allan Rennie, and Chris Lambert. "Online Delivery of Teaching and Laboratory Practices : Continuity of University Programmes during COVID-19 Pandemic." *Educ. Sci*, no. February 2021 (2020). <https://doi.org/10.3390/educsci10100291>.

- Glänzel, Wolfgang. "Bibliometrics as a Research Field : A Course on Theory and Application of Bibliometric Indicators," no. May (2003).
- Godin, Benoit. "On the Origins of Bibliometrics." *Canadian Science and Innovation Indicators Consortium (CSIIC)* 68, no. 33 (2006).
- Gunawan, G. "Gender Influence on Students Creativity in Physics Learning with Virtual Laboratory." *Journal of Physics: Conference Series*, 2020. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1471/1/012036>.
- Hadisaputra, S., M. S. Ihsan, Gunawan, and A. Ramdani. "The Development of Chemistry Learning Devices Based Blended Learning Model to Promote Students' Critical Thinking Skills." *Journal of Physics: Conference Series* 1521, no. 4 (2020). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042083>.
- Hakim, Lukmanul. "Analisis Bibliometrik Penelitian Inkubator Bisnis Pada Publikasi Ilmiah Terindeks Scopus." *Procuratio: Jurnal Ilmiah Manajemen* 8, no. 2 (2020): 176–89. <http://www.ejournal.pelitaindonesia.ac.id/ojs32/index.php/PROCURATIO/article/view/677>.
- Ham-baloyi, Wilma, and Portia Jordan. "Systematic Review as a Research Method in Post- Graduate Nursing Education." *Health SA Gesondheid* 21, no. 0 (2016): 120–28. <https://doi.org/10.1016/j.hsag.2015.08.002>.
- Haqiqi, LL. Zainal, Agus Ramdani, and Lalu Zulkifli. "Analisis Kemampuan Pendidik Dalam Menerapkan Penilaian Autentik Pada Mata Pelajaran Biologi Kelas X Ipa Sma Di Kabupaten Lombok Timur." *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 4, no. 1 (2018). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v4i1.60>.
- Hardani, Hardani, Politeknik Medica, Farma Husada, Helmina Andriani, Dhika Juliana Sukmana, Universitas Gadjah Mada, and Roushandy Fardani. *Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*. Edited by Husnu Abadi. Yogyakarta: CV. Pustaka Ilmu, 2020.
- He, Xiaorong, Yingyu Wu, Dejian Yu, and José M. Merigó.

- “Exploring the Ordered Weighted Averaging Operator Knowledge Domain: A Bibliometric Analysis.” *International Journal of Intelligent Systems* 32, no. 11 (2017): 1151–66. <https://doi.org/10.1002/int.21894>.
- Heradio, Ruben, Luis De, Daniel Galan, Francisco Javier, Enrique Herrera-viedma, and Sebastian Dormido. “Computers & Education Virtual and Remote Labs in Education: A Bibliometric Analysis.” *Computers & Education* 98 (2016): 14–38. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.010>.
- Heyde, Valentino Van De, and André Siebrits. “Students’ Attitudes Towards Online Pre-Laboratory Exercises for a Physics Extended Curriculum Programme.” *Research in Science & Technological Education* 00, no. 00 (2018): 1–25. <https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1493448>.
- Hudha, Muhammad Nur, Ida Hamidah, Anna Permanasari, Ade Gafar Abdullah, Indriyani Rachman, and Toru Matsumoto. “Low Carbon Education: A Review and Bibliometric Analysis.” *European Journal of Educational Research* 9, no. 1 (2020): 319–29. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.1.319>.
- Hurtado-Bermúdez, S. “The Effects of Combining Virtual Laboratory and Advanced Technology Research Laboratory on University Students’ Conceptual Understanding of Electron Microscopy.” *Interactive Learning Environments*, 2020, 1–16. https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus_id/85091245565.
- Husnaini, Siti Jamiatul, and Sufen Chen. “Effects of Guided Inquiry Virtual and Physical Laboratories on Conceptual Understanding, Inquiry Performance, Scientific Inquiry Self-Efficacy, and Enjoyment.” *Physical Review Physics Education Research* 15, no. 1 (2019): 10119. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010119>.
- Isabel, Salinas, Marcos H Giménez, Rafael Seiz Ortiz, and Juan A Monsoriu. “Design and Evaluation of a Three Dimensional Virtual Laboratory on Vector Operations.” *Journal of Wiley*, no. February (2019): 1–8. <https://doi.org/10.1002/cae.22108>.
- Ishak. “Pengelolaan Perpustakaan Berbasis Teknologi Informasi.”

Pustaka: Jurnal Studi Perpustakaan Dan Informasi 4, no. 2 (2008).

ISTUNINGSIH, Wahyu, Baedhowi BAEDHOWI, and Khresna Bayu SANGKA. "The Effectiveness of Scientific Approach Using E-Module Based on Learning Cycle 7E to Improve Students' Learning Outcome." *International Journal of Educational Research Review* 3, no. 3 (2018): 75–85. <https://doi.org/10.24331/ijere.449313>.

Jan, Nees Van Eck, and Ludo Waltman. "Software Survey: VOSviewer, a Computer Program for Bibliometric Mapping." *Springer*, 2010, 523–38. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>.

Jarneving, Bo. "Bibliographic Coupling and Its Application to Research-Front and Other Core Documents." *Journal of Informetrics* 1 (2007): 287–307. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2007.07.004>.

Kharki, K El, K Berrada, and D Burgos. "Design and Implementation of a Virtual Laboratory for Physics Subjects in Moroccan Universities." *Sustainability (Switzerland)* 13, no. 7 (2021). <https://doi.org/10.3390/su13073711>.

Klein, P, L Ivanjek, M N Dahlkemper, K Jeli, M Geyer, S Küchemann, and A Susac. "Studying Physics During the COVID-19 Pandemic: Student Assessments of Learning Achievement, Perceived Effectiveness of Online Recitations, and Online Laboratories." *Physical Review Physics Education Research* 010117, no. 17 (2021): 1–11. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.010117>.

Kua, Maria Yuliana. "Penerapan Real World Problem Solving Menggunakan Setting Argumentasi Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dalam Pembelajaran Fisika Siswa Sma." *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti* 5, no. 2011 (2018): 93–102.

Kua, Maria Yuliana, Ni Wayan, Prawita Aryani, and Josep Marsianus Rewo. "Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Team Assisted Individualization Dengan Real World Problem." *Journal of Education Technology* 2 (2018): 169–76.

- Laouina, Zineb, Lynda Ouchaouka, Ali Elkebch, Mohamed Moussetad, Mohamed Radid, Yassine Khazri, and Ahmed Asabri. "Manufacturing and Developing Remote Labs in Physics for Practical Experiments in the University." *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2021, 193–204.
- Law, Kris M Y, Shuang Geng, and Tongmao Li. "Computers & Education Student Enrollment , Motivation and Learning Performance in a Blended Learning Environment: The Mediating e Ff Ects of Social , Teaching , and Cognitive Presence." *Computers & Education* 136, no. September 2018 (2019): 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.021>.
- Lestari, D P, and Supahar. "Students and Teachers ' Necessity Toward Virtual Laboratory as an Instructional Media of 21 St Century Science Learning." *J. Phys. Conf. Ser.*, no. 1440 (2020). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012091>.
- Liana, Yeni Rima, S Linuwih, and S Sulhadi. "The Development of Thermodynamics Law Experiment Media Based on IoT: Laboratory Activities Through Science Problem Solving for Gifted Young Scientists." *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika* 6, no. 1 (2020): 51–64. <https://doi.org/10.21009/1.06106>.
- Luckyardi, Senny, Eddy Soeryanto Soegoto, Rizky Jumansyah, Natasha Puspa Dewi, and Raiswati Untsa Mega. "A Bibliometric Analysis of Climate Smart Agriculture Research Using VOSviewer." *Moroccan Journal of Chemistry* 10, no. 3 (2022): 488–99. <https://doi.org/10.48317/IMIST.PRSM/morjchem-v10i3.33077>.
- Lyons, Judith. "Learning With Technology : Theoretical Foundations Underpinning Simulations in Higher Education." *ASCILITE 2012 Future Challenges, Sustainable Futures, Wellington, New Zealand*, 2012, 1–5.
- Mahtari, S., M. Wati, S. Hartini, M. Misbah, and D. Dewantara. "The Effectiveness of The Student Worksheet with PhET Simulation Used Scaffolding Question Prompt." *Journal of Physics: Conference Series* 1422, no. 1 (2020). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1422/1/012010>.

- Martín, Alberto, Martín Mike, Thelwall Enrique, and Orduna Malea. *Google Scholar, Microsoft Academic, Scopus, Dimensions, Web of Science, and OpenCitations' COCI: A Multidisciplinary Comparison of Coverage via Citations. Scientometrics*. Vol. 126. Springer International Publishing, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03690-4>.
- Martins, Fellipe Silva, Júlio Araujo Carneiro da Cunha, and Fernando Antonio Ribeiro Serra. "Secondary Data in Research – Uses and Opportunities." *Revista Ibero-Americana de Estratégia* 17, no. 04 (2018): 01–04. <https://doi.org/10.5585/ijsm.v17i4.2723>.
- Mccormick, Nancy J, Linda M Clark, and Joan M Raines. "Engaging Students in Critical Thinking and Problem Solving: A Brief Review of the Literature." *Journal of Studies in Education* 5, no. 4 (2015): 100–113. <https://doi.org/10.5296/jse.v5i4.8249>.
- Merigó, José M., Jaime Miranda, Nikunja Mohan Modak, Georgios Boustras, and Catalina de la Sotta. "Forty Years of Safety Science: A Bibliometric Overview." *Safety Science* 115, no. February (2019): 66–88. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.01.029>.
- Merigó, José M., and Jian Bo Yang. "A Bibliometric Analysis of Operations Research and Management Science." *Omega (United Kingdom)* 73 (2017): 37–48. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2016.12.004>.
- Mirçik, Özden Karagöz. "Virtual Laboratory Applications in Physics Teaching." *Canadian Journal of Physics* 96, no. 7 (2018): 1–7.
- Mirçik, Özden Karagöz, and Ahmet Zeki Saka. "Evaluation of Research Related to Virtual Physics Laboratory Applications." *Canadian Journal of Physics* 96, no. 7 (2018): 740–44. <https://doi.org/10.1139/cjp-2017-0747>.
- Mourão, Erica, João Felipe Pimentel, Leonardo Murta, Marcos Kalinowski, Emilia Mendes, and Claes Wohlin. "On the Performance of Hybrid Search Strategies for Systematic Literature Reviews in Software Engineering." *Information and Software Technology* 123, no. February (2020). <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2020.106294>.

- Paredes-labra, Joaquin, Ivana-mariel Siri, and Alessandro Oliveira. "Preparing Public Pedagogies with ICT : The Case of Pesticides and Popular Education in Brazil." *Sustainability (Switzerland)*, 2018, 1–12. <https://doi.org/10.3390/su10103377>.
- Park, Ho Young, Chong Hyun Suh, Sungmin Woo, Pyeong Hwa Kim, and Kyung Won Kim. "Quality Reporting of Systematic Review and Meta-Analysis According to PRISMA 2020 Guidelines: Results from Recently Published Papers in the Korean Journal of Radiology." *Korean Journal of Radiology* 23, no. 3 (2022): 355–69. <https://doi.org/10.3348/kjr.2021.0808>.
- Paula, Bruna De, Ricardo Barros Sampaio, Marcus Vinicius, De Araújo Fonseca, and Fabio Zicker. "Co-Authorship Network Analysis in Health Research : Method and Potential Use." *Health Research Policy and Systems*, 2016, 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12961-016-0104-5>.
- Potkonjak, Veljko, Michael Gardner, Victor Callaghan, Pasi Mattila, Christian Guetl, Vladimir M. Petrović, and Kosta Jovanović. "Virtual Laboratories for Education in Science, Technology, and Engineering: A Review." *Computers and Education* 95 (2016): 309–27. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>.
- Potkonjak, Veljko, Michael Gardner, Victor Callaghan, Pasi Mattila, Kosta Jovanović, Christian Guetl, and Vladimir M Petrovi. "Computers & Education Virtual Laboratories for Education in Science , Technology , and Engineering : A Review." *Computers & Education* 95 (2016): 309–27. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>.
- Priambodo, Nugroho Yoga, and Jarot S. Suroso. "Perencanaan Strategis Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi Pada STIE Pertiba Pangkalpinang." *Technomedia Journal* 7, no. 3 (2022): 323–39. <https://doi.org/10.33050/tmj.v7i3.1909>.
- Rahayu, Puji. *Analisis Bibliometrik Dan Penilaian Ahli Dalam Smart-Dry*. Deepublish. Yogyakarta: Deepublish Publisher, 2023.
- Rahmah, Elva, and Fakultas Bahasa. "Kajian Bibliometrika Menggunakan Analisis Sitiran Terhadap Skripsi Program Studi Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia FBS UNP Tahun 2005-2009." *Jurnal Bahasa Dan Seni* 12, no. 2 (2009): 119–38.

- Raman, Raghu, Krishnashree Achuthan, and Vinith Kumar. "Virtual Laboratories - A Historical Review and Bibliometric Analysis of the Past Three Decade." *Education and Information Technologies*, no. 0123456789 (2022).
- Rizal, Adhi, Riza Ibnu Adam, and Susilawati Susilawati. "Pengembangan Laboratorium Virtual Fisika Osilasi." *Jurnal Online Informatika* 3, no. 1 (2018): 55. <https://doi.org/10.15575/join.v3i1.140>.
- Rizkha Rida, and Ratuh Umami Kalsum. "Tinjauan Literatur Tentang Evolusi Supply Chain Management." *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)* 2, no. 4 (2019). <https://doi.org/10.32734/ee.v2i4.666>.
- S, Staacks, Huutz S, Heinke H, and Stampfer C. "Advanced Tools for Smartphone- Based Experiments : Phypox." *Physics Education* 53 (2018): 1–6.
- Santos, Marc Lancer, and Maricar Prudente. "Effectiveness of Virtual Laboratories in Science Education: A Meta-Analysis." *International Journal of Information and Education Technology* 12, no. 2 (2022). <https://doi.org/10.18178/ijiet.2022.12.2.1598>.
- Saparini, S. "Publications Related to Virtual Laboratories during the Covid 19 Pandemic: A Bibliometric Review and Analysis." *Journal of Physics: Conference Series*, 2021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2104/1/012012>.
- Sarabando, Cândida, José P Cravino, and Armando A Soares. "Contribution of a Computer Simulation to Students ' Learning of the Physics Concepts of Weight and Mass." *Procedia Technology* 13 (2014): 112–21. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2014.02.015>.
- Sari, Uğur, H. Miraç Pektaş, Harun Çelik, and Talip Kirindi. "The Effects of Virtual and Computer Based Real Laboratory Applications on the Attitude, Motivation and Graphic Skills of University Students." *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education* 27, no. 1 (2019): 1–17. <https://doi.org/10.30722/ijisme.27.01.001>.
- Shang, Guangzhi, Brooke Saladin, Tim Fry, and Joan Donohue.

- “Twenty-Six Years of Operations Management Research (1985-2010): Authorship Patterns and Research Constituents in Eleven Top Rated Journals.” *International Journal of Production Research* 53, no. 20 (2015): 6161–97. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1037935>.
- Smith, Trevor I., Warren M. Christensen, Donald B. Mountcastle, and John R. Thompson. “Identifying Student Difficulties with Entropy, Heat Engines, and the Carnot Cycle.” *Physics Education Research* 11, no. 2 (2015). <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020116>.
- Špernjak, Andreja, and Andrej Šorgo. “Differences in Acquired Knowledge and Attitudes Achieved with Traditional, Computer-Supported and Virtual Laboratory Biology Laboratory Exercises.” *Journal of Biological Education* 52, no. 2 (2018): 206–20. <https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1298532>.
- Stegman, Melanie A. “Comment on Zacharia et Al., A Review of Data about Effectiveness of Guidance in Computer Supported, Inquiry Based Learning Laboratories and Simulations.” *Educational Technology Research and Development* 69, no. 1 (2021): 259–62. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09927-6>.
- Stopar, Karmen, and Tomaž Bartol. “Digital Competences , Computer Skills and Information Literacy in Secondary Education : Mapping and Visualization of Trends and Concepts.” *Scientometrics* 118, no. 2 (2019): 479–98. <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2990-5>.
- Suciati, Indah, and Wahyuni H Mailili. “Implementasi Geogebra Terhadap Kemampuan Matematis Peserta Didik Dalam Pembelajaran: A Systematic Literature Review” 7, no. 1 (2022): 27–42.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, R&D*. Alfabeta. Bandung: Alfabeta, 2016.
- Sundayana, Rostina. *Statistika Penelitian Pendidikan*. 2nd ed. Bandung: Alfabeta, 2020.
- Suprpto, Nadi, Te Sheng Chang, and Chih Hsiung Ku. “Conception of Learning Physics and Self-Efficacy among Indonesian

- University Students.” *Journal of Baltic Science Education* 16, no. 1 (2017): 7–19. <https://doi.org/10.33225/jbse/17.16.07>.
- Taboada, María de los A., and Myriam Catania. “Análisis Bibliométrico de Lilloa (1937-2021).” *Lilloa* 59, no. 1 (2022): 17–32. <https://doi.org/10.30550/j.lil/2022.59.1/2022.03.31>.
- Tahamtan, Iman, Askar Safipour Afshar, and Khadijeh Ahamdzadeh. “Factors Affecting Number of Citations: A Comprehensive Review of the Literature.” *Scientometrics* 107, no. 3 (2016): 1195–1225. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-1889-2>.
- Tambunan, Kamariah. “Riset Unggulan Terpadu: Kajian Bibliometrika.” *BACA: Jurnal Dokumentasi Dan Informasi* 34, no. 2 (2013): 105–22.
- Tanudjaja, Irine, and Gerrie Yu Kow. “Exploring Bibliometric Mapping in NUS Using BibExcel and VOSviewer.” *IFLA WLIC Kuala Lumpur*, 2018, 1–9. <http://library.ifla.org/2190/1/163-tanudjaja-en.pdf>.
- Tawfik, Mohamed, Elio Sancristobal, Sergio Martin, Gabriel Diaz, and Manuel Castro. “State-of-the-Art Remote Laboratories for Industrial Electronics Applications.” *Technologies Applied to Electronics Teaching (TAE)*, 2012, 359–64.
- Torre, Luis De, Maria Guinaldo, Ruben Heradio, and Sebastian Dormido. “The Ball and Beam System : A Case Study of Virtual and Remote Lab Enhancement With Moodle.” *IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL INFORMATICS*, 11, no. 4 (2015): 934–45.
- Triandini, Evi, Sadu Jayanatha, Arie Indrawan, Ganda Werla Putra, and Bayu Iswara. “Metode Systematic Literature Review Untuk Identifikasi Platform Dan Metode Pengembangan Sistem Informasi Di Indonesia.” *Indonesian Journal of Information Systems* 1, no. 2 (2019): 63. <https://doi.org/10.24002/ijis.v1i2.1916>.
- Wallin, Johan A. “Bibliometric Methods : Pitfalls and Possibilities.” *Basic and Clinical Pharmacology and Toxicology* 97, no. 5 (2005): 261–75.
- Waltman, Ludo, Clara Calero-medina, Joost Kosten, Ed C M Noyons,

- Robert J W Tijssen, Nees Jan Van Eck, Thed N Van Leeuwen, Anthony F J Van Raan, Martijn S Visser, and Paul Wouters. "The Leiden Ranking 2011 / 2012 : Data Collection , Indicators , and Interpretation." *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 63, no. 12 (2012): 2419–32. <https://doi.org/10.1002/asi>.
- Wang, Xinxin, Zeshui Xu, and Marinko Škare. "A Bibliometric Analysis of Economic Research- Ekonomska Istraživanja (2007 – 2019)." *Economic Research-Ekonomska Istraživanja* 33, no. 1 (2020): 865–86. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2020.1737558>.
- Wibawanto, Wandah. *Laboratorium Virtual Konsep Dan Pengembangan Simulasi Fisika*. Edited by Wahyu Hardyanto and Fianti. Semarang: LPPM UNNES. Semarang: LPPM UNNES, 2020.
- Wibowo, Firmanul Catur, Agus Setiawan, D.Rahmi Darman, Andi Suhandi, and Achmad Samsudin. "Effectiveness of Virtual Physics Laboratory (VPL) with Dry Cell Microscopic Simulation (DCMS) to Promote of Inquiry Activity about the Battery Effectiveness of Virtual Physics Laboratory (VPL)." *Journal of Physics*, 2018.
- Yetilmezsoy, Kaan. "IMECE — Implementation of Mathematical , Experimental , and Computer-Based Education : A Special Application of Fluid Mechanics for Civil and Environmental Engineering Students." *Computer Applications in Engineering Education*, no. May (2017): 1–28. <https://doi.org/10.1002/cae.21871>.
- Younghwan, Kim, and Ahmad Nur Fadli. "Categorization of ICT Utilization in Education Challenges in Indonesia Based on Four Categories of ICT Utilization Challenges : Policy , Infrastructure , Curriculum-Contents and Human Resources" 10 (2014): 31–38.
- Yuberti, and Antomi Saregar. *Pengantar Metodologi Penelitian Pendidikan Matematika Dan Sains*. Bandar Lampung: Anugrah Utama Raharja (AURA), 2020.
- Yupi, Royani, and Dukariana Idhani. "Analisis Bibliometrik Jurnal Marine Research in Indonesia 1." *Jurnal Media Pustakawan* 25,

no. 4 (2018): 63–68.

Zacharia, Z. C. “Comparing and Combining Real and Virtual Experimentation: An Effort to Enhance Students’ Conceptual Understanding of Electric Circuits.” *Journal of Computer Assisted Learning* 23, no. 2 (2007): 120–32. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2006.00215.x>.

Zacharia, Zacharias C, Eleni Loizou, and Marios Papaevripidou. “Early Childhood Research Quarterly Is Physicality an Important Aspect of Learning Through Science Experimentation Among Kindergarten Students?” *Elsevier* 27 (2012): 447–57. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2012.02.004>.

Zajko, Katja, and Barbara Bradač. “Social Franchising Model as a Scaling Strategy for ICT Reuse: A Case Study of an International Franchise.” *Sustainability (Switzerland)*, no. 10 (2018). <https://doi.org/10.3390/su10093144>.

Zeng, Ruochen, and Abdol Chini. “A Review of Research on Embodied Energy of Buildings Using Bibliometric Analysis.” *Energy and Buildings* 155 (2017): 172–84. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.09.025>.

Zhang, Qiang, Yuanyi Yue, and Bei Shi. “A Bibliometric Analysis of Cleft Lip and Palate-Related Publication Trends From 2000 to 2017.” *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 2018. <https://doi.org/10.1177/1055665618807822>.

Zupic, Ivan, and Tomaz Cater. “Bibliometric Methods in Management and Organization.” *Organizational Research Methods*, no. December (2015). <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>.