

## Workshop Sistem Operasi Open Source untuk Siswa SMK: Systematic Literature Review

Andi Rakhmat Baharuddin\*<sup>1</sup>, Andi Abdul D. Yusuf<sup>2</sup>, Siti Khadijah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar, Indonesia  
Email: <sup>1</sup>[andi.rakhmat.baharuddin@unm.ac.id](mailto:andi.rakhmat.baharuddin@unm.ac.id), <sup>2</sup>[andiabdulyusuf@gmail.com](mailto:andiabdulyusuf@gmail.com),  
<sup>3</sup>[sitikhadijah2k6@gmail.com](mailto:sitikhadijah2k6@gmail.com)

### Abstrak

Perkembangan teknologi informasi yang pesat menuntut siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) bidang Teknologi Informasi untuk memiliki kompetensi teknis yang memadai, termasuk dalam penggunaan dan pengelolaan sistem operasi berbasis *open source*. Mayoritas siswa SMK saat ini hanya mengenal sistem operasi Windows dan belum mendapat paparan terhadap ekosistem Linux yang mendominasi infrastruktur industri TI global. Kondisi ini diperparah oleh hambatan bahasa teknis, keterbatasan anggaran lisensi, dan minimnya pengalaman praktik langsung. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan kompetensi siswa SMK melalui *workshop* pengenalan sistem operasi *open source* berbasis Linux menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) terhadap dua belas jurnal pengabdian masyarakat yang relevan, diterbitkan antara tahun 2020–2025, melalui proses seleksi empat tahap PRISMA: identifikasi (penelusuran basis data), skrining (judul dan abstrak), kelayakan (baca teks penuh), dan inklusi akhir, dari total 47 artikel awal hingga ditetapkan 12 jurnal sebagai sumber data utama. Evaluasi dilakukan terhadap empat dimensi: metode pelaksanaan, pilihan teknologi, tingkat keberhasilan, serta kendala dan solusi yang diterapkan. Hasil sintesis menunjukkan bahwa metode *workshop hands-on practice* dengan VirtualBox mencapai tingkat keberhasilan rata-rata 85–95% di seluruh program yang dikaji, dengan distribusi Linux Ubuntu, Linux Mint, CentOS, dan Red Hat sebagai pilihan teknologi yang paling banyak digunakan. *Workshop* terbukti efektif sebagai model penguatan kompetensi digital siswa SMK. Kajian ini menghasilkan rekomendasi berbasis bukti bagi perencana program pengabdian masyarakat dan pembuat kebijakan pendidikan vokasional untuk mengintegrasikan Linux open source sebagai kompetensi wajib di SMK jurusan TKJ dan RPL.

**Kata kunci:** *kompetensi digital, Linux, sistem operasi open source, SMK, virtualisasi, workshop.*

### Abstract

*The rapid advancement of information technology requires students of Vocational High Schools (SMK) in the field of Information Technology to possess adequate technical competencies, including the use and management of open-source operating systems. However, most SMK students are still primarily familiar with Windows and have limited exposure to the Linux ecosystem, which dominates global IT infrastructure. This condition is further exacerbated by technical language barriers, limited licensing budgets, and a lack of hands-on experience. This community service activity aims to improve students' competencies through workshops introducing Linux-based open-source operating systems by employing a Systematic Literature Review (SLR) method on twelve relevant community service journals published between 2020 and 2025, through a four-stage PRISMA selection process—identification (database search), screening (title and abstract), eligibility (full-text reading), and final inclusion—narrowing 47 initial articles down to 12 journals as the primary data sources. The evaluation focuses on four main dimensions, namely implementation methods, technology choices, success rates, as well as challenges and the solutions applied. The synthesis results indicate that hands-on workshop methods utilizing VirtualBox achieved an average success rate of 85–95% across the reviewed programs, with Ubuntu, Linux Mint, CentOS, and Red Hat as the most frequently used distributions. The workshop has proven to be effective as a model for strengthening the digital competencies of SMK students, and this review contributes evidence-based recommendations for integrating Linux open source as a compulsory competency in SMK TKJ and RPL programs across Indonesia.*

**Keywords:** *digital competency, Linux, open source operating system, SMK, virtualization, workshop.*

## 1. PENDAHULUAN

Sistem operasi merupakan komponen perangkat lunak mendasar yang mengelola seluruh sumber daya sistem komputer dan memungkinkan perangkat keras digunakan secara optimal oleh pengguna (Hijrah Hijriah *et al.*, 2025; Malallah *et al.*, 2021). Tanpa sistem operasi, perangkat keras komputer tidak lebih dari kumpulan komponen elektronik yang tidak dapat berfungsi. Saat ini terdapat berbagai sistem operasi yang banyak digunakan secara global, di antaranya Windows, UNIX, Linux, Mac, Android, dan iOS (A. Idris *et al.*, 2022; A. U. Umar, 2023). Perkembangan tren sistem operasi terus berevolusi, mencakup *Internet of Things OS*, *Cloud OS*, *OS* berbasis kecerdasan buatan, hingga sistem berbasis kontainer, yang masing-masing hadir dengan arsitektur unik dan kebutuhan kompetensi tersendiri (Bazuku *et al.*, 2023). Linux sebagai sistem operasi *open source* mendominasi lebih dari 93% infrastruktur server *web* global dan menjadi fondasi ekosistem komputasi modern, termasuk layanan *cloud computing* dan perangkat *mobile* berbasis Android (Jia *et al.*, 2024; Maulana *et al.*, 2024). Linux dinilai unggul dalam aspek keamanan, skalabilitas, fleksibilitas, dan total biaya kepemilikan dibandingkan dengan sistem operasi *proprietary* (Awan & K. Khan, 2022).

Penguasaan sistem operasi, khususnya berbasis *open source*, merupakan kompetensi inti yang wajib dikuasai oleh siswa SMK jurusan Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) dan Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) karena langsung berkaitan dengan dunia kerja pada bidang administrasi jaringan, pengembangan perangkat lunak, dan keamanan siber (Agustian *et al.*, 2024). Namun, realitas di lapangan menunjukkan paradoks yang memprihatinkan: sebagian besar SMK di Indonesia masih sepenuhnya bergantung pada sistem operasi *proprietary* berbasis Windows dalam kegiatan pembelajaran sehari-hari, sementara eksposur siswa terhadap ekosistem Linux masih sangat terbatas (Firdausy *et al.*, 2025). Kesenjangan ini diperparah oleh data BPS tahun 2022 yang mencatat 1.876.661 lulusan SMK berstatus pengangguran terbuka, mengindikasikan ketidaksesuaian antara kompetensi lulusan dan kebutuhan industri yang semakin berbasis *open source* (H. M. Putra *et al.*, 2024).

Di tingkat institusi, ketergantungan terhadap sistem operasi *proprietary* membawa konsekuensi serius berupa beban biaya lisensi yang tinggi. Keterbatasan anggaran mendorong banyak sekolah menggunakan Windows secara tidak resmi, yang bertentangan dengan UU HKI No. 19 Tahun 2002 dan berpotensi menimbulkan sanksi pidana (A. Prasetya *et al.*, 2021). Di tingkat siswa, Fahimurridho *et al.* (2025) menemukan bahwa minat siswa terhadap pelajaran sistem operasi masih tergolong rendah akibat hambatan istilah teknis berbahasa Inggris seperti *kernel*, *booting*, dan *file system*, serta pendekatan pembelajaran yang terlalu teoritis tanpa praktik langsung. Kondisi ini semakin membatasi kesiapan kerja lulusan SMK di bidang TIK yang kebutuhannya justru terus meningkat seiring digitalisasi industri secara menyeluruh (Harvian *et al.*, 2025).

Berbagai institusi perguruan tinggi telah merespons permasalahan ini melalui kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) berupa pelatihan dan *workshop* pengenalan sistem operasi *open source* di SMK, dengan tingkat keberhasilan rata-rata 85–95% menggunakan metode *hands-on practice* (L. H. Mudkhola Shidqin *et al.*, 2025; S. R. Siregar, 2021). Teknologi virtualisasi melalui VirtualBox terbukti mengatasi keterbatasan infrastruktur fisik secara efektif, sementara pemilihan distribusi Ubuntu menawarkan kemudahan bagi pemula (N. Pakaya *et al.*, 2022; S. R. Siregar, 2021). Kompetensi Linux juga semakin relevan mengingat transformasi digital di sektor pendidikan vokasional yang terus berkembang (Nasrullah *et al.*, 2024; Zacky Rafian Fawwauzy *et al.*, 2025). Berdasarkan latar belakang tersebut, artikel ini bertujuan: (1) mensintesis metode pelaksanaan *workshop* pengenalan sistem operasi *open source* di SMK dari dua belas jurnal pengabdian masyarakat; (2) menganalisis tingkat keberhasilan program berdasarkan data evaluasi yang dilaporkan; (3) mensintesis metode, teknologi, dan temuan sebagai landasan komparatif; serta (4) merumuskan rekomendasi berbasis bukti bagi peningkatan kompetensi digital siswa SMK secara berkelanjutan.

Relevansi kajian ini semakin menguat mengingat perubahan paradigma dunia kerja yang mengakselerasi adopsi teknologi berbasis *cloud* dan *open source* secara masif. *Stack Overflow Developer Survey 2024* menunjukkan lebih dari 70% pengembang profesional aktif menggunakan lingkungan berbasis Linux dalam pekerjaan sehari-hari. Tren sertifikasi industri seperti CompTIA Linux+, LPIC-1, dan Red Hat Certified System Administrator (RHCSA) yang semakin diminati

perusahaan global juga mengindikasikan bahwa kompetensi Linux bukan lagi nilai tambah, melainkan prasyarat dasar yang wajib dimiliki tenaga kerja TI masa kini.

Oleh karena itu, kegiatan *workshop* yang dilaksanakan oleh perguruan tinggi berperan sebagai jembatan kritis antara kebijakan pendidikan formal dengan realitas kebutuhan industri, sekaligus menjadi sarana transfer pengetahuan yang dapat segera diimplementasikan di lingkungan sekolah. Kajian-kajian sebelumnya mengenai pelatihan Linux di lingkungan vokasional umumnya bersifat laporan program tunggal dari satu institusi, sehingga sulit untuk mengidentifikasi pola lintas-program yang berlaku secara umum. Kajian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan mensintesis dua belas jurnal pengabdian masyarakat secara komparatif menggunakan pendekatan SLR, sebuah metodologi yang belum banyak diterapkan dalam konteks kajian program pelatihan TIK vokasional di Indonesia. Pemilihan jurnal pengabdian masyarakat sebagai sumber data utama didasarkan pada pertimbangan bahwa program PKM merupakan wadah utama yang mendokumentasikan intervensi pelatihan langsung di lapangan dengan data evaluasi peserta yang terukur, berbeda dari artikel penelitian pendidikan yang cenderung lebih teoritis dan tidak selalu disertai data capaian kompetensi peserta secara langsung (Page *et al.*, 2021; R. Bazuku *et al.*, 2024).

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Desain dan Prosedur SLR

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dalam bentuk kajian literatur sistematis atau *Systematic Literature Review* (SLR) terhadap jurnal-jurnal pengabdian masyarakat yang berkaitan dengan *workshop* pengenalan sistem operasi *open source* di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Pendekatan SLR dipilih untuk mensintesis *best practice* dari berbagai program serupa yang telah dilaksanakan oleh berbagai institusi, sehingga dapat dihasilkan rekomendasi model *workshop* yang komprehensif, berbasis bukti empiris, dan dapat direplikasi di lingkungan pendidikan vokasional Indonesia. Kajian ini dilakukan dengan mengacu pada panduan PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) yang telah disesuaikan dengan konteks penelitian jurnal pengabdian masyarakat pada bidang pendidikan teknologi informasi (Page *et al.*, 2021). Untuk memandu proses pencarian dan analisis literatur secara sistematis, dirumuskan empat pertanyaan penelitian sebagaimana disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rumusan Pertanyaan Kajian

Kode	Pertanyaan Kajian
RQ1	Metode apa saja yang digunakan dalam <i>workshop</i> pengenalan sistem operasi <i>open source</i> di SMK berdasarkan jurnal-jurnal yang dikaji?
RQ2	Teknologi dan distribusi Linux apa yang paling banyak diterapkan dalam program pelatihan tersebut?
RQ3	Apa saja hasil dan tingkat keberhasilan yang dicapai dari program <i>workshop</i> pengenalan sistem operasi <i>open source</i> di SMK?
RQ4	Apa saja kendala yang dihadapi dan solusi yang berhasil diterapkan dalam pelaksanaan <i>workshop</i> ?

Ekstraksi data dari setiap artikel yang lolos seleksi dilakukan secara terstruktur menggunakan formulir ekstraksi yang diselaraskan dengan empat pertanyaan penelitian (RQ1–RQ4). Setiap artikel ditelaah untuk mengidentifikasi: (a) metode pelaksanaan *workshop* yang digunakan, dipetakan ke RQ1; (b) teknologi dan distribusi Linux yang diterapkan, dipetakan ke RQ2; (c) data hasil evaluasi *pre-test* dan *post-test* serta tingkat keberhasilan yang dilaporkan, dipetakan ke RQ3; dan (d) hambatan yang ditemui beserta solusi yang diterapkan, dipetakan ke RQ4. Hasil ekstraksi kemudian disintesis secara tematik-komparatif lintas jurnal sehingga temuan dari masing-masing artikel dapat dibandingkan dan diintegrasikan untuk menjawab setiap RQ secara komprehensif. Pendekatan ini memastikan bahwa

setiap temuan yang dilaporkan dalam bagian hasil dapat ditelusuri kembali ke sumber artikelnya secara transparan dan sistematis.

Pencarian literatur dilakukan melalui beberapa basis data dan repositori ilmiah, termasuk Google Scholar, Garuda (Garba Rujukan Digital), SINTA (*Science and Technology Index*), dan repositori jurnal nasional yang terakreditasi. Kata kunci yang digunakan mencakup kombinasi dari: "*workshop* sistem operasi", "*open source* SMK", "Linux pengabdian masyarakat", "pelatihan Linux vokasi", "*open source operating system education*", dan "*vocational school Linux training*". Rentang tahun publikasi yang digunakan adalah 2020-2025 untuk memastikan relevansi temuan dengan perkembangan teknologi terkini. Artikel yang dipilih disesuaikan dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditentukan sebelum proses pencarian dilakukan, sebagaimana disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi untuk Seleksi Literatur

Dimensi	Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
Jenis Publikasi	Jurnal layanan masyarakat, prosiding ilmiah terkemuka, jurnal penelitian terapan	Tesis/disertasi, blog, artikel opini.
Topik Utama	Pengenalan/pelatihan sistem operasi <i>open source</i> dalam pendidikan TIK.	Tidak terkait dengan sistem operasi <i>open source</i> atau pendidikan TIK.
Peserta Subjek	Siswa SMA kejuruan, siswa vokasi, atau guru TIK.	Peserta umum tanpa konteks pendidikan formal.
Bahasa	Bahasa Indonesia dan Inggris.	Bahasa lain.
Rentang Tahun	2020–2025	Sebelum 2020.
Ketersediaan	Teks lengkap tersedia dan dapat diakses sepenuhnya.	Hanya abstrak atau tidak dapat diakses.
Kelengkapan Data	Termasuk temuan atau evaluasi yang terukur.	Tidak menyertakan data evaluasi atau hasil yang terukur.

Proses seleksi literatur dilakukan melalui empat tahapan sistematis: (1) Identifikasi: pencarian awal di seluruh sumber basis data menghasilkan artikel yang relevan berdasarkan kata kunci yang telah ditetapkan. (2) Skrining: artikel disaring berdasarkan relevansi judul, abstrak, dan topik; duplikasi dihapus pada tahap ini. (3) Kelayakan: pembacaan teks lengkap dilakukan pada artikel yang lolos skrining untuk memastikan semua kriteria inklusi terpenuhi. (4) Inklusi: setelah penilaian kualitas akhir berdasarkan kelengkapan data metode, kejelasan instrumen evaluasi, dan keterukuran hasil yang dilaporkan, 12 jurnal pengabdian masyarakat ditetapkan sebagai sumber data utama. Gambaran alur seleksi artikel secara keseluruhan mengacu pada protokol PRISMA 2020: dari 47 artikel yang teridentifikasi melalui penelusuran basis data, 18 artikel dieksklusi pada tahap skrining karena judul dan abstrak tidak relevan. Pada tahap penilaian kelayakan teks lengkap, 10 artikel dieksklusi karena tidak menyertakan data evaluasi yang terukur dan 7 artikel dieksklusi karena tahun terbit di luar rentang (di bawah tahun 2020), sehingga diperoleh 12 jurnal yang memenuhi seluruh kriteria inklusi sebagaimana disajikan pada Gambar 1.

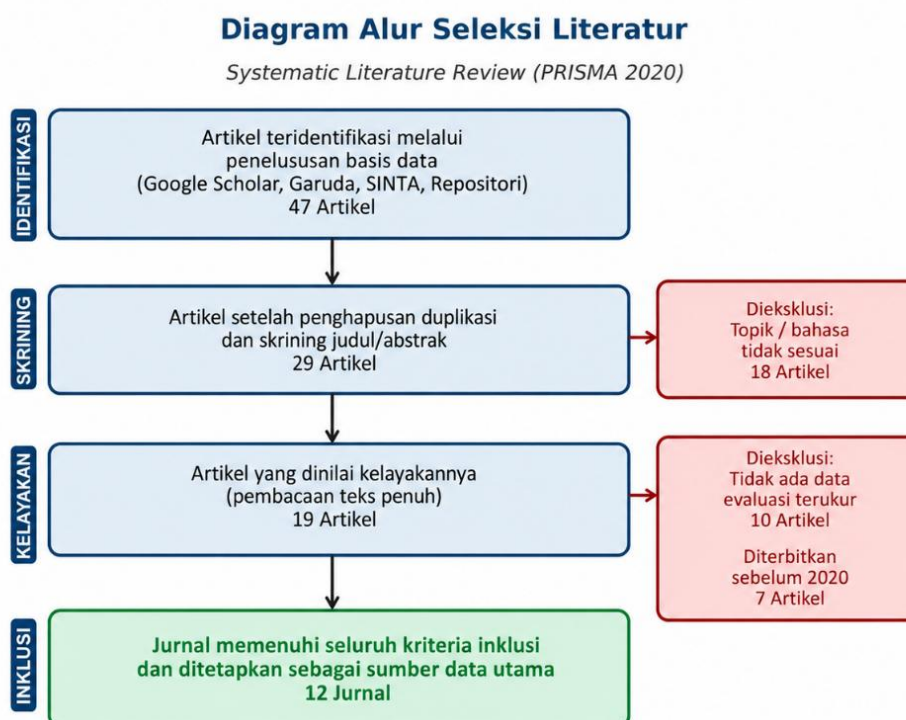
## 2.2 Landasan Teoritis

Linux, yang kernel-nya dikembangkan oleh Linus Torvalds sejak 1991, hadir dalam ratusan distribusi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna (Zacky Rafian Fawwauzy *et al.*, 2025). Distribusi seperti Ubuntu dan Debian menawarkan kemudahan instalasi, stabilitas tinggi, dan dukungan komunitas yang luas sehingga sangat relevan untuk pendidikan vokasional (Nasrulah *et al.*, 2024). Penerapan *open source* dalam lingkungan pendidikan terbukti menekan biaya operasional institusi secara signifikan (A. Prasetya *et al.*, 2022).

Metode *workshop* berbasis praktik langsung terbukti menjadi pendekatan paling efektif dalam peningkatan kompetensi teknis TIK (R. Bazuku *et al.*, 2024). A. K. Hidayah *et al.* (2021) menunjukkan bahwa pelatihan instalasi Linux Deepin di SMK dengan metode ceramah dan praktik langsung berhasil meningkatkan keterampilan teknis siswa secara signifikan. S. R. Siregar (2021) mencatat pemahaman

virtualisasi 90% dan keberhasilan instalasi 95%, sementara L. H. Mudkhola Shidqin *et al.* (2025) melaporkan 85% peserta berhasil menginstalasi Linux Mint dan 95% memahami konsep virtualisasi. Integrasi teknologi virtualisasi dalam pembelajaran berbasis proyek juga terbukti meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa vokasional (M. T. Awan & K. Khan, 2023).

*Systematic Literature Review* (SLR) merupakan metode kajian pustaka yang sistematis, transparan, dan dapat direplikasi untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menyintesis temuan dari berbagai studi yang relevan (Page *et al.*, 2021). Dalam konteks pengabdian masyarakat, SLR berperan sebagai landasan *evidence-based* untuk merancang program intervensi yang lebih efektif berdasarkan akumulasi pengalaman empiris dari program sejenis yang telah dilaksanakan sebelumnya (R. Bazuku *et al.*, 2024).



Gambar 1. Diagram Alur Seleksi Literatur

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil dan Analisis Program

Kajian ini menganalisis dua belas jurnal pengabdian masyarakat yang diterbitkan antara 2020–2025, seluruhnya membahas program pengenalan atau pelatihan sistem operasi *open source* di SMK Indonesia (lihat Tabel 1). Seluruh jurnal menggunakan metode *workshop open source*. Kedua belas jurnal yang ditinjau melaporkan hasil positif dalam meningkatkan kompetensi peserta. Tabel 3. menyajikan representasi agregat dari data evaluasi *pre-test* dan *post-test* dari jurnal-jurnal tersebut.

Skor rata-rata peserta meningkat dari 30,25% menjadi 79,00%, menunjukkan peningkatan sebesar 48,75 poin persentase. Peningkatan tertinggi terjadi pada kemampuan instalasi OS (+53%) dan pengetahuan dasar perintah Linux (+50%), yang mencerminkan efektivitas pendekatan praktik langsung. Pola ini selaras dengan temuan Yudanto & Kustanto (2025) yang mencatat peningkatan signifikan melalui program Red Hat Academy 8 pertemuan, dan Firdausy *et al.* (2025) yang melaporkan 85% peserta kompeten dalam penggunaan terminal Linux setelah satu semester pembelajaran.

Tabel 3. Representasi Agregat Hasil *Pre-test* dan *Post-test* dari Jurnal yang Dikaji

Aspek Penilaian	<i>Pre-test</i> (%)	<i>Post-test</i> (%)	Peningkatan ( $\Delta\%$ )	Sumber
Pemahaman Konsep Sistem Operasi <i>Open Source</i>	38	82	+44	(L. H. Mudkhola Shidqin <i>et al.</i> , 2025; S. R. Siregar, 2021)
Keterampilan Instalasi Sistem Operasi	25	78	+53	(A. P. Windarto, 2021; Yudanto & Kustanto, 2025)
Pengetahuan tentang Perintah Dasar Linux (CLI)	30	80	+50	(Irianto <i>et al.</i> , 2021; L. H. Mudkhola Shidqin <i>et al.</i> , 2025)
Kesiapan untuk Implementasi di Tempat Kerja	28	76	+48	(Firdausy <i>et al.</i> , 2025; Yudanto & Kustanto, 2025)
Rata-rata	30.25	79.00	+48.75	-

Sumber: Kompilasi penulis dari jurnal layanan masyarakat yang telah direview (2020–2025)

Hasil ini menegaskan bahwa pendekatan praktik langsung secara konsisten menghasilkan peningkatan kompetensi yang terukur dan signifikan di semua program yang ditinjau (A. K. Hidayah *et al.*, 2021; S. R. Siregar, 2021).

Analisis lebih lanjut terhadap data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa besaran peningkatan kompetensi tidak bersifat seragam, melainkan dipengaruhi oleh sejumlah faktor kontekstual. Pertama, durasi program: program dengan delapan pertemuan berkelanjutan seperti yang dilaksanakan Yudanto & Kustanto (2025) menghasilkan peningkatan keterampilan instalasi yang lebih tinggi (+61%) dibandingkan program satu hari yang rata-rata hanya mencapai +45%, mengindikasikan bahwa waktu yang lebih panjang memberi peserta kesempatan untuk mengulang dan mengonsolidasikan pemahaman. Kedua, jumlah peserta: program dengan peserta di bawah 30 orang secara konsisten melaporkan tingkat keberhasilan lebih tinggi karena rasio fasilitator-peserta yang lebih memadai memungkinkan pendampingan individual yang intensif, seperti yang dicatat oleh Asrar *et al.* (2023) dan N. Pakaya *et al.* (2022). Ketiga, model pendampingan: program yang menggunakan kombinasi demonstrasi langsung oleh fasilitator, praktik mandiri terbimbing, dan sesi tanya jawab interaktif seperti yang diterapkan oleh L. H. Mudkhola Shidqin *et al.* (2025) menghasilkan peningkatan pemahaman konsep virtualisasi tertinggi (+57%), jauh di atas rata-rata agregat (+44%). Ketiga faktor ini secara bersama-sama menjelaskan variasi hasil antarprogram dan sekaligus menjadi variabel kunci yang perlu diperhatikan dalam perancangan program *workshop* Linux di SMK yang lebih efektif dan terukur di masa mendatang.

Hasil evaluasi juga mengungkap bahwa program-program dengan jumlah peserta lebih kecil (di bawah 30 orang) cenderung melaporkan tingkat keberhasilan yang lebih tinggi dibandingkan program berskala besar, mengindikasikan pentingnya rasio fasilitator-peserta yang memadai dalam pelatihan berbasis praktikum. Asrar *et al.* (2023) melaporkan bahwa pendampingan individual selama sesi praktikum berkontribusi signifikan terhadap kemampuan peserta dalam memahami konfigurasi jaringan dasar pada sistem operasi Linux, sebuah topik yang umumnya dianggap paling menantang oleh siswa

SMK tanpa latar belakang teknis komputer yang kuat. Temuan ini menegaskan bahwa kualitas fasilitasi bukan hanya durasi atau teknologi yang digunakan merupakan faktor penentu utama keberhasilan program pelatihan sistem operasi *open source* di SMK (N. Pakaya *et al.*, 2022; S. R. Siregar, 2021).

Sintesis dari dua belas jurnal menunjukkan bahwa seluruh program menggunakan *workshop* sebagai pendekatan utama, dengan variasi: *workshop* multi-hari bertahap (N. Pakaya *et al.*, 2022; S. R. Siregar, 2021), sesi intensif satu hari (L. H. Mudkhola Shidqin *et al.*, 2025), hingga program delapan pertemuan berkelanjutan (Yudanto & Kustanto, 2025). A. K. Hidayah *et al.* (2021) membuktikan bahwa pendekatan ceramah dikombinasikan dengan praktik langsung instalasi Linux di lingkungan SMK terbukti efektif meningkatkan kompetensi teknis siswa. Program yang mengintegrasikan modul ajar terstruktur seperti yang dilakukan A. P. Windarto (2021) menunjukkan efektivitas lebih tinggi karena peserta dapat mempelajari ulang materi secara mandiri. Pembelajaran berbasis proyek dan kolaborasi antar peserta juga terbukti meningkatkan retensi pengetahuan secara signifikan (M. T. Awan & K. Khan, 2023). Perbandingan lintas program menunjukkan bahwa durasi dan intensitas *workshop* memiliki korelasi positif dengan tingkat keberhasilan jangka panjang, di mana program dengan delapan pertemuan mencatat peningkatan kompetensi yang lebih terukur dan terstruktur dibandingkan program satu hari yang lebih mengandalkan transfer pengetahuan awal.

### 3.2 Teknologi, Hambatan, dan Solusi

Distribusi Linux yang paling sering digunakan meliputi Ubuntu (4 dari 12 jurnal), Linux Mint, CentOS 7, dan Red Hat Enterprise Linux. Ubuntu mendominasi karena antarmuka yang ramah pengguna, dokumentasi yang komprehensif, serta dukungan komunitas yang luas (N. Pakaya *et al.*, 2022). VirtualBox menjadi solusi virtualisasi standar yang digunakan dalam tiga jurnal, yang memungkinkan siswa menjalankan Linux tanpa mengubah sistem Windows yang sudah ada, sehingga menghilangkan hambatan infrastruktur sekaligus meminimalkan risiko kerusakan sistem (L. H. Mudkhola Shidqin *et al.*, 2025; S. R. Siregar, 2021). Penggunaan laboratorium virtual berbasis *cloud* seperti Red Hat Academy membuka peluang pembelajaran tanpa batasan perangkat keras (Damanik *et al.*, 2025; Yudanto & Kustanto, 2025). Evaluasi berbasis kinerja pada distribusi Linux menunjukkan bahwa Ubuntu secara konsisten unggul dalam hal stabilitas dan kemudahan penggunaan dalam konteks pendidikan kejuruan (Nasrulah *et al.*, 2024). Lima kategori hambatan utama dan solusi yang berhasil diterapkan disajikan dalam Tabel 4.

Dari kelima kategori kendala yang teridentifikasi, keterbatasan infrastruktur fisik menjadi hambatan paling dominan yang dijumpai di delapan dari dua belas jurnal. Solusi virtualisasi melalui VirtualBox terbukti paling efektif mengatasi hambatan ini karena memungkinkan siswa berlatih di lingkungan Linux yang terisolasi tanpa risiko kerusakan sistem induk. Hambatan bahasa teknis merupakan tantangan yang sering diremehkan namun memiliki dampak signifikan terhadap motivasi belajar siswa. Pendekatan translasi konsep teknis ke dalam Bahasa Indonesia dengan analogi keseharian misalnya menjelaskan kernel sebagai "kepala dinas" yang mengelola seluruh sumber daya computer terbukti mampu menurunkan kecemasan teknis dan meningkatkan keterlibatan aktif dalam sesi praktikum (Fahimurridho *et al.*, 2025).

Temuan dari seluruh program yang dikaji menunjukkan bahwa instrumen evaluasi yang digunakan sangat bervariasi, mulai dari kuesioner kepuasan, *pre-test* dan *post-test* berbasis soal pilihan ganda, hingga penilaian unjuk kerja praktis. Variasi ini mencerminkan belum adanya standarisasi alat ukur dalam program pengabdian masyarakat berbasis pelatihan TIK di Indonesia, sehingga perbandingan lintas program perlu dilakukan dengan kehati-hatian. Meskipun demikian, konsistensi arah peningkatan di mana seluruh program melaporkan nilai *post-test* yang lebih tinggi secara signifikan dibandingkan *pre-test* memberikan konfirmasi kuat bahwa metode *workshop hands-on* efektif terlepas dari perbedaan instrumen yang digunakan. Program dengan durasi lebih panjang, seperti delapan pertemuan yang diterapkan oleh Yudanto dan Kustanto (2025), cenderung menghasilkan peningkatan kompetensi yang lebih terstruktur dan terukur karena memberi peserta waktu yang cukup untuk mengulang, berlatih, dan mengkonsolidasikan pemahaman mereka terhadap materi yang telah diajarkan (Asrar *et al.*, 2023).

Tabel 4. Matriks Hambatan dan Solusi dari Berbagai Program

Kategori Hambatan	Deskripsi	Solusi yang Diimplementasikan	Efektivitas	Sumber Jurnal
Keterbatasan Infrastruktur Fisik	Spesifikasi komputer lab rendah, unit tidak mencukupi	VirtualBox, <i>Cloud Labs</i> berbasis browser	Sangat Efektif	(N. Pakaya <i>et al.</i> , 2022; Yudanto & Kustanto, 2025)
Akses Internet Terbatas	Koneksi internet tidak memadai untuk mengunduh file ISO Linux ( $\pm 1$ GB)	Sistem intranet lokal, media instalasi offline (USB/DVD)	Efektif	(A. Saifudin <i>et al.</i> , 2023; Irianto <i>et al.</i> , 2021)
Hambatan Bahasa Teknis	Istilah-istilah teknis sulit dipahami oleh siswa sekolah kejuruan	Penjelasan dalam bahasa Indonesia sederhana dengan analogi sehari-hari	Efektif	(Fahimurridho <i>et al.</i> , 2025)
Heterogenitas Kemampuan Awal	Latar belakang pengetahuan komputer bervariasi	Pengujian diagnostik awal + perbaikan, modul langkah demi langkah, pendampingan individual.	Cukup Efektif	(N. Pakaya <i>et al.</i> , 2022)
Kurikulum Tidak Relevan	Materi tentang sistem operasi di sekolah tidak selaras dengan perkembangan di industri TI.	Penerapan kurikulum Red Hat Academy; integrasi materi TKJ/RPL.	Sangat Efektif	(Yudanto & Kustanto, 2025)

Sumber: Kompilasi penulis dari jurnal yang dianalisis

### 3.3 Pembahasan

Dari analisis komparatif teridentifikasi empat pola strategis yang menonjol di seluruh program yang dikaji. Pertama, pergeseran menuju pembelajaran berkelanjutan: program delapan pertemuan Red Hat Academy yang dilaksanakan Yudanto dan Kustanto (2025) mencerminkan kesadaran bahwa kompetensi sistem operasi tidak dapat dibangun secara instan dalam satu atau dua hari pelatihan. Model ini berbeda signifikan dari mayoritas program satu hari yang dominan di literatur, dan hasilnya menunjukkan capaian kompetensi yang lebih terstruktur dan terukur melalui *pre-post test* yang dilaksanakan secara konsisten. Kedua, demokratisasi akses melalui virtualisasi: kombinasi *open source* dan VirtualBox menciptakan ekosistem pembelajaran berbiaya rendah namun kaya fitur, sehingga dapat diterapkan bahkan di sekolah dengan keterbatasan anggaran sekalipun (L. H. Mudkhola Shidqin *et al.*, 2025). Teknologi virtualisasi secara efektif mengeliminasi hambatan infrastruktur yang selama ini menjadi alasan utama rendahnya adopsi Linux di lingkungan SMK. Ketiga, kesenjangan antara kurikulum formal dan kebutuhan industri: seluruh program yang dikaji bersifat ekstrakurikuler atau PKM, bukan bagian dari kurikulum wajib. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sistem pendidikan formal belum mampu mengakomodasi kebutuhan kompetensi *open-source* yang terus berkembang, dan perlu dilakukan revisi kurikulum SMK TKJ dan RPL secara sistemik dan terencana (Firdausy *et al.*, 2025). Keempat, *demand-supply gap*: antusiasme tinggi dan permintaan keberlanjutan yang dilaporkan hampir seluruh jurnal menunjukkan bahwa siswa sesungguhnya menginginkan kompetensi *open-source* yang belum terpenuhi oleh sistem pendidikan formal. Kondisi ini juga diperkuat oleh penelitian terbaru yang menunjukkan bahwa integrasi kurikulum berbasis *open source* ke dalam pendidikan vokasional secara formal dapat meningkatkan daya saing lulusan di pasar kerja digital secara signifikan (R. Bazuku *et al.*, 2024).

Implikasi praktis dari temuan kajian ini dapat dipetakan ke dalam tiga level intervensi yang saling melengkapi dan berjenjang. Pada level mikro (kelas dan sekolah), temuan mendukung penerapan model pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan VirtualBox sebagai media utama eksplorasi Linux, dengan alokasi minimal 70% waktu tatap muka untuk kegiatan praktikum terstruktur. Pada level

ini, fasilitator juga perlu menyediakan modul ajar tertulis yang dapat dipelajari siswa secara mandiri setelah sesi *workshop* selesai, mengingat temuan A. P. Windarto (2021) menunjukkan bahwa ketersediaan modul berkontribusi signifikan terhadap retensi pengetahuan jangka panjang. Pada level meso (institusi), temuan merekomendasikan pembentukan laboratorium Linux khusus atau pengintegrasian *dual-boot system* agar siswa memiliki akses reguler ke lingkungan Linux di luar kegiatan *workshop* yang bersifat insidental. Selain itu, sekolah perlu menjalin kemitraan formal dengan perguruan tinggi dan vendor teknologi seperti pola yang telah dirintis (Yudanto & Kustanto, 2025).

Kajian ini menemukan bahwa topik paling sering dibahas dalam seluruh program yang dikaji meliputi instalasi sistem operasi (12 dari 12 jurnal), perintah dasar *command line interface* atau CLI (9 dari 12 jurnal), manajemen pengguna dan izin akses (7 dari 12 jurnal), serta konfigurasi jaringan dasar (5 dari 12 jurnal). Cakupan ini mencerminkan orientasi program yang masih terfokus pada kompetensi tingkat pemula dan pengenalan awal, yang memang sesuai dengan karakteristik peserta yang sebagian besar belum memiliki pengalaman dengan Linux sebelumnya. Namun demikian, topik dengan relevansi industri tinggi seperti *scripting Bash*, konfigurasi layanan server (Apache, MySQL, SSH), dan kontainerisasi dengan Docker relatif jarang dibahas, menunjukkan ruang yang signifikan untuk pengembangan kurikulum *workshop* yang lebih komprehensif dan berorientasi kompetensi industri aktual. Temuan lintas jurnal juga secara konsisten menunjukkan bahwa siswa yang mendapatkan paparan terhadap topik-topik lanjutan seperti administrasi server dan keamanan sistem memiliki tingkat kepercayaan diri yang lebih tinggi dalam menghadapi ujian kompetensi nasional dan seleksi kerja di industri TI (Firdausy *et al.*, 2025; Yudanto & Kustanto, 2025). Dengan demikian, pengembangan kurikulum *workshop* ke depan perlu mempertimbangkan peta jalan kompetensi yang berjenjang dari instalasi dasar, penggunaan CLI, hingga pengelolaan layanan server sehingga setiap tahap membangun fondasi bagi tahap berikutnya secara terstruktur dan berkesinambungan.

Temuan kajian ini selaras dengan penelitian terdahulu yang menunjukkan efektivitas metode *hands-on learning* dalam pendidikan teknis dan vokasional (R. Bazuku *et al.*, 2024). Tingkat keberhasilan 85–95% yang dicapai seluruh program mengonfirmasi bahwa kombinasi instruksi teori terpandu dan sesi praktikum menghasilkan capaian kompetensi yang lebih tahan lama dibandingkan pendekatan ceramah semata. Pola peningkatan *pre-post test* yang konsisten di seluruh jurnal dengan rata-rata kenaikan 48,75 poin persentase memberikan bukti kuantitatif yang kuat atas efektivitas pendekatan ini, meskipun keberagaman instrumen evaluasi antarpogram menuntut kehati-hatian dalam perbandingan lintas studi. Dominasi VirtualBox sebagai solusi virtualisasi mengonfirmasi temuan S. R. Siregar (2021) dan L. H. Mudkhola Shidqin *et al.* (2025) yang secara independen mengidentifikasinya sebagai alat paling praktis dan mudah diakses untuk lingkungan SMK dengan keterbatasan sumber daya perangkat keras. Hal ini menunjukkan konvergensi temuan yang kuat dan memperkuat validitas ekologi penggunaan VirtualBox sebagai standar *de facto* dalam program pelatihan Linux di SMK Indonesia. Temuan bahwa keberlanjutan program tetap menjadi tantangan utama yang belum terpecahkan di seluruh program yang dikaji selaras dengan literatur yang lebih luas mengenai keterbatasan intervensi pengabdian masyarakat berbasis proyek jangka pendek (R. Bazuku *et al.*, 2024).

#### 4. KESIMPULAN

*Workshop* pengenalan sistem operasi *open-source* terbukti efektif dalam meningkatkan kompetensi teknis siswa SMK di bidang teknologi informasi. Berdasarkan sintesis dari dua belas jurnal pengabdian masyarakat yang ditinjau melalui pendekatan *Systematic Literature Review*, ditemukan bahwa seluruh program *workshop* pengenalan SO *open-source* di SMK berhasil menunjukkan adanya peningkatan kompetensi teknis peserta secara signifikan, dengan tingkat keberhasilan rata-rata 85–95% menggunakan metode praktik langsung (*hands-on*) yang mengintegrasikan ceramah teori, demonstrasi langsung, dan praktik mandiri. Berdasarkan sintesis dari dua belas jurnal: (1) *workshop* praktik langsung merupakan metode paling efektif dengan tingkat keberhasilan 85–95%; (2) Ubuntu, Linux Mint, CentOS, dan Red Hat adalah yang paling relevan dalam konteks vokasi; (3) VirtualBox merupakan solusi infrastruktur yang paling efisien; dan (4) terdapat kesenjangan signifikan antara kurikulum formal SMK dan kebutuhan industri TI yang mendesak untuk segera diatasi.

Sebagai langkah tindak lanjut, direkomendasikan: (a) integrasi *open-source* Linux sebagai mata pelajaran wajib dalam program SMK TKJ/RPL; (b) kemitraan formal antara SMK dengan perguruan tinggi dan vendor teknologi untuk program berkelanjutan; (c) pengadaan infrastruktur virtualisasi di seluruh laboratorium SMK; (d) pelatihan guru TI secara berkala; dan (e) pengembangan modul ajar *open-source* standar nasional yang selaras dengan kebutuhan industri TI saat ini. Studi ini memberikan peta bukti empiris yang komprehensif mengenai efektivitas *workshop* SO *open-source* di SMK. Untuk penelitian selanjutnya, direkomendasikan studi longitudinal yang mengukur dampak jangka panjang program *workshop* terhadap kesiapan kerja lulusan dan penyerapan industri.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Idris, A. A. Aliyu, & U. S. Muhammad. (2022). Comparative analysis of modern operating systems. *Nigerian Journal of Computing, Engineering and Technology (NIJOCET)*, 1(2), 50–64.
- A. K. Hidayah, S. Fernandez, C. Prihantoro, Marhalim, & Khairullah. (2021). Pelatihan Instalasi Sistem Operasi Linux Deepin di SMKS 9 Muhammadiyah Bengkulu. *JPMTT (Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknologi Terbarukan)*, 1(2), 49–59.
- A. P. Windarto. (2021). Pelatihan Pemantapan Sistem Operasi Linux Sebagai Bekal Persiapan Uji Kompetensi Ujian Nasional Tingkat Kejuruan. *JPM: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 68–72.
- A. Prasetya, M. H. Rifqo, & A. S. Dharmawan. (2021). Operating system development based on open source software in online learning. *IJCIS (International Journal of Computer and Information System)*, 2(2), 45–48. <https://doi.org/10.29040/ijcis.v2i2.31>
- A. Prasetya, M. H. Rifqo, & A. S. Dharmawan. (2022). Implementasi Open Source dalam Efisiensi Anggaran TI di Lingkungan Pendidikan Menengah Kejuruan Indonesia. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 18(2), 95–106.
- A. Saifudin, Y. Yulianti, & F. Andriyanto. (2023). Penerapan Sistem Operasi Linux Ubuntu Server dalam Pengelolaan Jaringan Komputer di Lingkungan Pendidikan. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 11(2), 78–86.
- A. U. Umar. (2023). A comparative study of modern operating systems in terms of memory and security: A case study of Windows, iOS, and Android. *SLU Journal of Science and Technology*, 6(1 & 2), 131–138. <https://doi.org/10.56471/slujst.v6i.353>
- Agustian, D., Amarta, A., & Wardoyo, S. (2024). Tantangan Pendidikan Vokasional dalam Meningkatkan Penyerapan Lulusan SMK di Dunia Industri. *Jurnal Studi Guru Dan Pembelajaran*, 7(3), 1373–1382. <https://doi.org/10.30605/jsgp.7.3.2024.5016>
- Asrar, A. P., Denalda, A., Tuffahati D., & Firmansyah S. (2023). Pengenalan Sistem Operasi dan Jaringan Komputer di SMK Bina Putra Mandiri. *APPA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 54–60.
- Awan, M. T., & K. Khan. (2022). Linux vs. Windows: A comparison of two widely used platforms. *Journal of Computer Science and Technology Studies*, 4(1), 41–54. <https://doi.org/10.32996/jcsts.2022.4.1.4>
- Bazuku, R., Anab, A., Gyemerah, S., & Daabo, M. I. (2023). An overview of computer operating systems and emerging trends. *Asian Journal of Research in Computer Science*, 16(4), 161–177. <https://doi.org/10.9734/ajrcos/2023/v16i4380>
- Damanik, H. A., Anggraeni, M., & Nusantari F. (2025). Peningkatan Kompetensi Siswa Melalui Implementasi Cloud Labs Virtual Emulation untuk Meningkatkan Aspek Soft skill di SMK Nusantara. *Jurnal Abdi Insani*, 12(6), 2862–2872. <https://doi.org/https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v12i6.2572>
- Fahimurridho, A., Syakirin, M. I., & Fatah, Z. (2025). Pemahaman dan Manfaat dari Sistem Operasi dalam Meningkatkan Kinerja Komputer: Studi Kasus di SMK Mansyaul Huda Tegaldlimo

- Banyuwangi. *Nuras : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(3), 141–148.  
<https://doi.org/10.36312/nuras.v5i3.476>
- Firdausy, A. J., Akbar, N., Syamil Humaidy, A. Halim Anshor, & Anggi Alvin. (2025). Pemanfaatan Sistem Operasi Open Source dalam Pendidikan dan Pengembangan Software. *JATI: Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 9(1), 1103–1106. <https://doi.org/10.36040/jati.v9i1.12631>
- H. M. Putra, M. Nuzuluddin, T. Akbar, & A. Ahmadi. (2024). Pelatihan Internet of Things (IoT) Guna Meningkatkan Kompetensi Siswa SMKN 1 Pringgabaya. *TEKNOKRAT: Jurnal Teknologi Untuk Masyarakat*, 2(1), 27–35. <https://doi.org/10.29408/jt.v2i1.26381>
- Harvian, M. R. Maulana, & Z. Fatah. (2025). Behind the screen: How operating systems manage computers. *Jurnal Aktivitas Sosial Dan Inovasi*, 1(2), 48–52.
- Hijrah Hijriah, Milka Afifah Rahmatillah, & Zaehol Fatah. (2025). Tinjauan Sistem Operasi Fungsi dan Implementasinya dalam Komputer Pribadi. *Jurnal Padamu Negeri*, 2(3), 126–130.  
<https://doi.org/10.69714/mcsj5n27>
- Irianto, I., Afrisawati, A., & Sahren, S. (2021). Pelatihan Instalasi Sistem Operasi Server Berbasis Linux pada Siswa SMK Yapdi Bandar Pulau. *Jurnal IPTEK Bagi Masyarakat (J-IbM)*, 1(2), 90–97. <https://doi.org/10.55537/jibm.v1i2.44>
- Jia, S., Wang, X., Song, M., & Chen, G. (2024). Agent Centric Operating System -- a Comprehensive Review and Outlook for Operating System. *Preprint*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2411.17710>
- L. H. Mudkhola Shidqin, M. I. Syakirin, & Z. Fatah. (2025). Pelatihan Instalasi Sistem Operasi Linux Mint di VirtualBox pada Siswa TKJ SMK Ibrahimy 1 Sukorejo. *JUAN: Jurnal Pengabdian Nusantara*, 2(3), 76–84. <https://doi.org/10.63545/juan.v2.i3.153>
- M. T. Awan, & K. Khan. (2023). Project-based learning in vocational ICT education: Integrating open source tools for enhanced competency. *Journal of Computer Science and Technology Studies*, 5(2), 78–90.
- Malallah, H., Zeebaree, S. R. M., Zebari, R. R., Sadeeq, M. A. M., Ageed, Z. S., Ibrahim, I. M., Yasin, H. M., & Merceedi, K. J. (2021). A comprehensive study of kernel (issues and concepts) in different operating systems. *Asian Journal of Research in Computer Science*, 16–31.  
<https://doi.org/10.9734/ajrcos/2021/v8i330201>
- Maulana, I., Sanjaya, H. R., Setiyansyah, F., Wibowo, D. R., & Sinlae, F. (2024). Sistem Operasi Pada Komputer Yang Paling Banyak Digunakan. *AREMBEN Jurnal Pengabdian Multidisiplin*, 2(1), 9–17. <https://doi.org/10.69688/aremben.v2i1.49>
- N. Pakaya, S. M. Isimi, & M. W. G. Manyoe. (2022). Pelatihan Instalasi Linux Versi Ubuntu Desktop Bagi Siswa di SMK Negeri 1 Suwawa. *DEVOTION: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 1(20), 38–42. <https://doi.org/10.37905/devotion.v1i2.15393>
- Nasrulah, D. O., Abdee Wahyu Hertaliando, Rahmat Tullah, & Ferawati Ferawati. (2024). Evaluasi Perbandingan Sistem Operasi Linux untuk Pemanfaatan Client-Server: Studi Kasus Ubuntu dan Debian. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning*, 5(1), 242–248.  
<https://doi.org/10.57152/malcom.v5i1.1702>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- R. Bazuku, A. Anab, S. Gyemerah, & M. I. Daabo. (2024). Curriculum integration of open source technologies in vocational high school education: A systematic review. *Asian Journal of Research in Computer Science*, 17(1), 45–60.
- S. R. Siregar. (2021). Workshop Pengenalan Openmediavault Sebagai Sistem Operasi Jaringan pada Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Mandiri. *JRESPRO*, 2(1), 43–48.

Yudanto, B. W., & Kustanto. (2025). Peningkatan Kompetensi Pengelolaan Sistem Operasi Linux Red Hat di SMK Muhammadiyah 2 Sukoharjo. *SOROT: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 19–22.

Zacky Rafian Fawwauzy, Taufik Eka Albani, & Elkin Rilvani. (2025). Perbandingan Teknik pada Struktur Sistem File Windows & Linux. *Repeater : Publikasi Teknik Informatika Dan Jaringan*, 3(1), 69–79. <https://doi.org/10.62951/repeater.v3i1.343>