

Pengembangan Platform Pembelajaran Interaktif Studyhub TKJ Berbasis Website dengan Fitur Simulasi Virtual (Interaktif) dan Pendekatan AI-Assisted Coding untuk Meningkatkan Literasi Jaringan Komputer Siswa SMK Az-Zahra Sepatan

Ilham Ahsan Saputra¹, Ubaydilah², M. Firzi Sulaeman³, Muhammad Aziz Zen⁴, Mohammad Ilham Alfalah Arizki⁵, Meiva Malykhah Qurniawan⁶, Nursyifa⁷, Teguh Riyanto Susanto⁸, Mochamad Fachriz Azis Wantah⁹, Hidayatullah Al Islami¹⁰

Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Indonesia

Email: [1ilhamahsansaputra@gmail.com](mailto:ilhamahsansaputra@gmail.com)^{*}, [2Bayubayyu160603@gmail.com](mailto:Bayubayyu160603@gmail.com),

[3mohammadfirjisulaiman7@gmail.com](mailto:mohammadfirjisulaiman7@gmail.com), [4azizzenmuhammad@gmial.com](mailto:azizzenmuhammad@gmial.com), [5agilsada72@gmail.com](mailto:agilsada72@gmail.com),

[6teguhriyan108@gmail.com](mailto:teguhriyan108@gmail.com), [7malykhahmeiva95@gmail.com](mailto:malykhahmeiva95@gmail.com), [8syifanur22@gmail.com](mailto:syifanur22@gmail.com),

[9fachrizwantah@gmail.com](mailto:fachrizwantah@gmail.com), [10dosen02408@unpam.ac.id](mailto:dosen02408@unpam.ac.id)

(* : coressponding author)

Abstrak—Keterbatasan sarana praktik dan media pembelajaran interaktif masih menjadi permasalahan utama dalam pembelajaran Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) di sekolah menengah kejuruan, khususnya di SMK Az-Zahra Sepatan. Kondisi tersebut berdampak pada rendahnya literasi jaringan komputer serta minimnya pengalaman praktik siswa yang mendekati kebutuhan dunia industri. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan platform pembelajaran interaktif berbasis website bernama StudyHub TKJ yang dilengkapi dengan fitur simulasi virtual dan pendekatan AI-assisted coding. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan partisipatif dan kolaboratif yang meliputi tahap analisis kebutuhan, pengembangan platform, implementasi dan pelatihan, serta evaluasi. Platform yang dikembangkan memungkinkan siswa melakukan simulasi konfigurasi jaringan secara daring tanpa ketergantungan pada perangkat keras fisik, serta memperoleh umpan balik otomatis melalui bantuan kecerdasan buatan dalam penulisan dan pemahaman perintah konfigurasi jaringan. Hasil implementasi menunjukkan bahwa StudyHub TKJ mampu meningkatkan pemahaman konsep jaringan, kemandirian belajar, dan literasi digital siswa. Selain itu, guru memperoleh alternatif media pembelajaran yang lebih fleksibel dan aplikatif. Dengan demikian, platform ini berpotensi menjadi model pembelajaran digital yang efektif dan dapat direplikasi pada sekolah kejuruan lain dengan kondisi serupa.

Kata Kunci: Pembelajaran interaktif; Simulasi Virtual; AI-assisted coding; literasi jaringan komputer; sekolah menengah kejuruan

Abstract— Limited practical facilities and the lack of interactive learning media remain major challenges in teaching Computer and Network Engineering at vocational high schools, particularly at SMK Az-Zahra Sepatan. These limitations negatively affect students' network literacy and reduce hands-on learning experiences aligned with industry needs. This community service program aims to develop and implement a web-based interactive learning platform called StudyHub TKJ, integrated with virtual simulation features and an AI-assisted coding approach. The implementation method adopts a participatory and collaborative model, encompassing needs analysis, platform development, implementation and training, as well as evaluation. The developed platform enables students to perform network configuration simulations online without reliance on limited physical networking equipment, while also providing automated guidance and feedback through artificial intelligence to support the understanding and creation of network configuration commands. The implementation results indicate that StudyHub TKJ enhances students' conceptual understanding of computer networks, learning independence, and digital literacy. In addition, teachers benefit from a flexible and practical alternative learning medium. Therefore, this platform has strong potential to serve as an effective digital learning model that can be replicated in other vocational schools facing similar constraints.

Keywords: Interactive Learning; Virtual Simulation; AI-Assisted Coding; Computer Network Literacy; Vocational High School

1. PENDAHULUAN

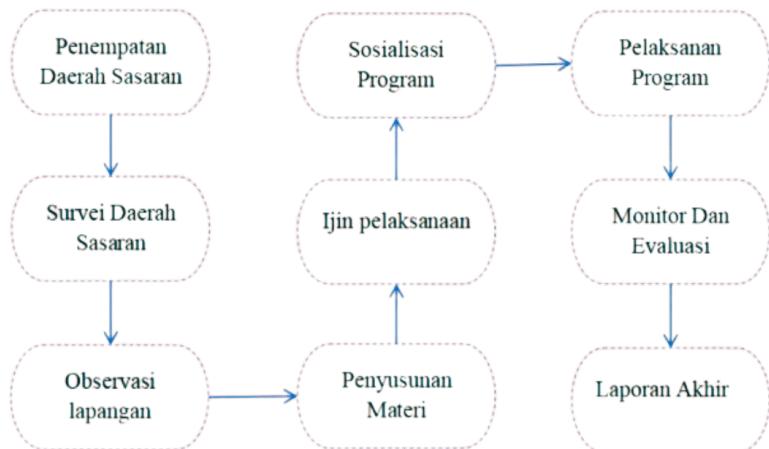
Dalam dekade ketiga abad ke-21, paradigma pendidikan global sedang mengalami transformasi radikal yang didorong oleh gelombang Revolusi Industri 4.0 dan transisi menuju Masyarakat 5.0 (Society 5.0). Inti dari transformasi ini adalah integrasi mendalam antara ruang fisik dan ruang siber, yang menuntut adaptasi fundamental dalam cara manusia belajar dan bekerja. Sektor pendidikan vokasi membutuhkan mandat strategis untuk mencetak tenaga kerja terampil yang siap pakai (job-ready), namun paradoksnya, sektor ini sering kali menjadi yang paling lambat dalam mengadopsi teknologi pembelajaran mutakhir akibat kendala sumber daya dan inersia institusional. Di Indonesia, Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) menghadapi tantangan ganda; di satu sisi kurikulum menuntut penguasaan kompetensi high-tech seperti cloud computing dan keamanan siber, namun di sisi lain, realitas infrastruktur di sekolah swasta wilayah peri-urban masih jauh dari standar ideal. Kesenjangan ini menciptakan jurang kompetensi (skills gap) di mana lulusan memiliki pemahaman teoritis namun gagap dalam eksekusi praktis.

Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Universitas Pamulang (UNPAM) merespons tantangan tersebut dengan menyelenggarakan kegiatan PkM yang berfokus pada pengembangan ekosistem pembelajaran digital. Latar belakang kegiatan PkM bertajuk "Rancang Bangun Platform Pembelajaran Interaktif Studyhub Tkj Berbasis Website Dengan Fitur Simulasi Virtual Interaktif Dan Dengan Pendekatan Ai Assisten Coding Untuk Meningkatkan Literasi Jaringan Komputer Siswa Smk Az Zahra Sepatan" ini didasari oleh realitas bahwa pendidikan vokasi, khususnya jurusan Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ), memerlukan interaksi intensif dengan perangkat keras dan simulasi yang sering kali terkendala oleh keterbatasan infrastruktur fisik sekolah(Toresa & dkk, 2023). Di tengah tuntutan kurikulum yang mengharuskan penguasaan teknologi tingkat tinggi, banyak SMK swasta masih mengalami defisit fasilitas yang mengakibatkan terjadinya jurang kompetensi (skills gap) pada lulusannya.

Tujuan utama dari kegiatan PkM ini adalah memberikan solusi teknologi tepat guna berupa platform StudyHub TKJ yang mampu mentransendensi keterbatasan fisik laboratorium. Melalui platform ini, siswa dapat melakukan simulasi jaringan secara virtual yang ringan dan dapat diakses dari perangkat berspesifikasi rendah sekalipun. Selain itu, integrasi fitur AI-Assisted Coding bertujuan untuk menyediakan "tutor digital" yang memberikan umpan balik korektif secara real-time, sehingga proses pembelajaran tetap dapat berjalan efektif meskipun tanpa pendampingan langsung dari guru di luar jam sekolah. Manfaat yang diharapkan dari kegiatan ini adalah meningkatkan pengetahuan, literasi digital, serta keterampilan prosedural bagi siswa dan guru, sekaligus memberikan efisiensi bagi sekolah dalam pengelolaan sarana praktik.

Mitra sasaran dalam kegiatan ini adalah SMK Az-Zahra Sepatan yang berlokasi di Jl. Raya Pakuhaji Km. 11, Kp. Pisangan Sentra Rt. 04/02, Desa Sarakan, Kec. Sepatan, Kab. Tangerang, Banten. Sekolah yang dipimpin oleh Ibu Dede Andriyatmi, S.Pd. ini memiliki visi "Unggul dalam kualitas, Serta Unggul dalam IMTAQ dan IPTEK". Dalam mewujudkan misinya untuk meningkatkan kualitas manajemen, SDM, serta sarana prasarana, SMK Az-Zahra terus berupaya beradaptasi dengan kemajuan zaman. Saat ini, sekolah memiliki tiga Program Studi Keahlian utama, yaitu Administrasi Perkantoran, Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ), serta Teknik dan Bisnis Sepeda Motor. Kegiatan PkM ini pun akan dipublikasikan secara nasional melalui portal program studi Teknik Informatika Universitas Pamulang melalui link: [Publikasi Berita Massa](#) Secara keseluruhan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat di SMK Az-Zahra sepatan berlangsung dengan baik dan lancar, dan berakhir dengan penandatanganan IA (Implementation Arrangement) dan MoA (Memorandum off Agreement) antara Universitas Pamulang dan SMK Az-Zahra sepatan nomor 041033/MOA/2025/27005 dan 421.03/197/SMK/AZZAHRA/SPT/XI/2025. Berdasarkan analisis situasi di lapangan, ditemukan bahwa dari 60 siswa TKJ, hanya tersedia 30 unit komputer yang berfungsi layak, serta mayoritas siswa tidak memiliki perangkat laptop pribadi. Kondisi inilah yang menjadi urgensi utama dilaksanakannya program PkM ini agar visi sekolah dalam mencapai keunggulan IPTEK dapat terwujud meskipun di tengah keterbatasan sarana fisik.

2. METODE PELAKSANAAN



Gambar 1. Diagram Alur Pelaksanaan

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini dirancang secara sistematis mengikuti alur kerja yang terstruktur untuk memastikan tercapainya tujuan program. Sesuai dengan diagram alur pelaksanaan yang ditetapkan, kegiatan dibagi menjadi sembilan tahapan sekuensial sebagai berikut:

2.1 Penempatan Daerah Sasaran

Tahap pertama berfokus pada penentuan lokasi mitra strategis. Berdasarkan analisis demografis dan kebutuhan pendidikan vokasi di Kabupaten Tangerang, tim menetapkan SMK Az-Zahra Sepatan sebagai daerah sasaran utama. Pemilihan ini didasarkan pada posisi strategis sekolah yang melayani masyarakat semi-perkotaan (peri-urban) dan tingginya animo siswa terhadap jurusan Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ), yang kontras dengan keterbatasan fasilitas yang dimiliki.

2.2 Survei Daerah Sasaran

Setelah penempatan lokasi, tim melakukan survei pendahuluan untuk memetakan ekosistem sekolah. Survei ini mencakup:

- Analisis Aksesibilitas: Memastikan lokasi sekolah di Jl. Raya Pakuhaji Km 11, Desa Sarakan, terjangkau oleh tim pelaksana.
- Analisis Infrastruktur Digital: Menguji ketersediaan sinyal internet di sekitar area sekolah dan pemetaan fasilitas jaringan yang ada untuk mendukung implementasi sistem berbasis *cloud*.

2.3 Observasi Lapangan

Kegiatan dilanjutkan dengan observasi lapangan mendalam (*in-depth observation*) untuk mengaudit kondisi teknis secara spesifik:

- Audit Laboratorium: Tim menginventarisasi 40 unit komputer yang ada dan menemukan fakta bahwa hanya 30 unit yang berfungsi optimal, menciptakan rasio alat:siswa sebesar 1:2.
- Profil Siswa: Identifikasi tingkat kepemilikan gawai siswa, di mana ditemukan hanya 35% siswa memiliki laptop pribadi, namun hampir 100% memiliki akses ke smartphone. Data ini menjadi landasan keputusan untuk mengembangkan aplikasi berbasis web mobile-responsive.

2.4 Penyusunan Materi

Berdasarkan temuan observasi, tim masuk ke tahap pengembangan konten dan sistem (Content & System Development):

- a. Pengembangan Platform: Membangun "StudyHub TKJ" menggunakan teknologi Next.js dan Tailwind CSS untuk performa ringan.
- b. Kurikulum Digital: Menyusun modul simulasi virtual yang mencakup materi dasar IP Addressing hingga Routing Dinamis (OSPF/EIGRP)(Wibawa et al., 2025).
- c. Integrasi AI: Melatih model AI (prompt engineering) untuk mengenali kesalahan sintaks umum yang sering dilakukan pemula dan menyiapkan respon edukatif.

2.5 Ijin Pelaksanaan

Langkah administratif yang krusial adalah legalitas kegiatan. Tim melakukan audiensi formal dengan Ibu Dede Andriyatmi selaku Kepala Sekolah dan perwakilan Yayasan Pendidikan SMK AZ ZAHRA SEPATAN. Output dari tahap ini adalah terbitnya izin pelaksanaan kegiatan serta kesepakatan jadwal pelatihan agar tidak mengganggu Kegiatan Belajar Mengajar (KBM) reguler.

2.6 Sosialisasi Program

Sebelum implementasi teknis, dilakukan sosialisasi kepada stakeholder sekolah:

- a. Sosialisasi Guru: Menjelaskan peran StudyHub TKJ sebagai alat bantu (assistant tool) dan bukan pengganti guru, serta mendemonstrasikan fitur dashboard monitoring.
- b. Sosialisasi Siswa: Memperkenalkan konsep belajar mandiri berbasis simulasi dan manfaatnya bagi portofolio karir mereka di masa depan.

2.7 Pelaksanaan Program

Tahap inti kegiatan dilaksanakan melalui serangkaian workshop dan pendampingan intensif:

- a. Sesi 1 (Onboarding): Pembuatan akun siswa dan pengenalan antarmuka aplikasi.
- b. Sesi 2 (Simulasi Terbimbing): Siswa mengerjakan studi kasus jaringan sederhana (Peer-to-Peer) dengan bimbingan langsung tim pelaksana.

2.8 Monitor dan Evaluasi

Untuk mengukur keberhasilan program, dilakukan monitoring dan evaluasi komprehensif:

- a. Pre-test & Post-test: Mengukur delta peningkatan pemahaman konsep jaringan sebelum dan sesudah penggunaan aplikasi.
- b. Analisis Log: Memantau keaktifan siswa menggunakan aplikasi di luar jam sekolah melalui *backend system*.
- c. Umpulan Pengguna: Mengumpulkan testimoni siswa dan guru mengenai kemudahan penggunaan (*User Experience*) aplikasi.

2.9 Laporan Akhir

Tahap pertama berfokus pada penentuan lokasi mitra strategis. Berdasarkan analisis demografis dan kebutuhan pendidikan vokasi di Kabupaten Tangerang, tim menetapkan SMK Az-Zahra Sepatan sebagai daerah sasaran utama. Pemilihan ini didasarkan pada posisi strategis sekolah yang melayani masyarakat semi-perkotaan (peri-urban) dan tingginya animo siswa terhadap jurusan Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ), yang kontras dengan keterbatasan fasilitas yang dimiliki.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Transformasi Arsitektural: Mengatasi Kendala Fisik Melalui Virtualisasi

Analisis teknis terhadap implementasi StudyHub TKJ menunjukkan keberhasilan strategi *resource-offloading*. Keputusan untuk menggunakan arsitektur *web-based* dengan Next.js terbukti vital dalam konteks SMK Az-Zahra Sepatan.

Pada model pembelajaran konvensional berbasis aplikasi desktop (seperti Cisco Packet Tracer), beban pemrosesan simulasi jatuh sepenuhnya pada *Client* (komputer lab). Dengan spesifikasi PC Lab SMK Az-Zahra yang terbatas (umumnya prosesor entry-level lama dan RAM 2-4GB), menjalankan topologi jaringan dengan lebih dari 3 router sering kali menyebabkan sistem melambat (*lagging*) atau bahkan macet (*freeze*). Kondisi teknis ini secara psikologis menurunkan minat belajar siswa karena frustrasi menunggu respons aplikasi.

StudyHub TKJ mengubah paradigma ini secara radikal. Dengan arsitektur *Client-Server*, seluruh logika simulasi yang berat diproses di server *cloud* yang memiliki sumber daya komputasi tinggi. Perangkat siswa hanya bertugas merender antarmuka visual yang ringan. Data pengujian menunjukkan bahwa platform ini dapat berjalan lancar (mencapai 60 FPS) bahkan pada *smartphone* Android *low-end* sekalipun. Implikasinya sangat mendalam: hambatan perangkat keras (hardware barrier) berhasil dieliminasi. Siswa tidak lagi "didiskriminasi" oleh kualitas gawai yang mereka miliki; setiap siswa mendapatkan pengalaman simulasi yang sama responsifnya.

Selain itu, penggunaan Tailwind CSS memungkinkan antarmuka yang sangat adaptif (Anyan, 2024). Pada layar monitor lab yang lebar, siswa dapat melihat topologi dan terminal konsol berdampingan. Pada layar ponsel yang sempit, antarmuka secara otomatis menumpuk (*stacking*) elemen-elemen tersebut secara ergonomis, memungkinkan navigasi yang nyaman dengan sentuhan jari. Fleksibilitas ini adalah kunci terwujudnya *Mobile Learning* (m-learning) yang sesungguhnya di SMK Az-Zahra.

3.2 Dampak Pedagogis Integrasi AI dalam Pembelajaran Vokasi

Fitur *AI-Assisted Coding* pada StudyHub TKJ menawarkan analisis mendalam mengenai peran kecerdasan buatan dalam pendidikan vokasi. Dalam teori pembelajaran konstruktivis Vygotsky, dikenal konsep *Zone of Proximal Development* (ZPD) jarak antara apa yang bisa dilakukan siswa sendiri dan apa yang bisa mereka lakukan dengan bantuan. Biasanya, peran "bantuan" (*scaffolding*) ini dijalankan oleh guru. Namun, dengan rasio guru-siswa 1:15 atau 1:30, guru tidak mungkin mendampingi setiap siswa yang terjebak dalam masalah sintaks setiap saat (Ghaniy & Irmayansyah, 2025; Situmorang & dkk, 2025).

Di sinilah AI mengambil peran sebagai *scaffold* digital. Analisis interaksi siswa menunjukkan bahwa fitur AI sangat efektif dalam menurunkan Kecemasan Sintaks (*Syntax Anxiety*). Dalam pembelajaran jaringan berbasis CLI, kesalahan pengetikan satu karakter (misal: int fa0/0 vs int fa 0/0) menyebabkan perintah ditolak. Bagi pemula, pesan error standar mesin sering kali membingungkan. AI StudyHub TKJ menerjemahkan error tersebut ke dalam bahasa manusia yang edukatif. Contoh respons AI: "*Tampaknya kamu memberi spasi pada nama interface. Coba hapus spasi antara 'fa' dan '0/0'. Ingat, penamaan interface di standar industri biasanya digabung.*"

Pendekatan ini tidak hanya memperbaiki kesalahan sesaat, tetapi mengajarkan prinsip dasar. Data log menunjukkan penurunan frekuensi error yang sama berulang kali oleh siswa yang sama, mengindikasikan terjadinya proses belajar dan retensi memori. AI tidak memberikan jawaban instan (yang akan mematikan proses berpikir), melainkan memberikan petunjuk (*hints*) yang memancing siswa berpikir (*cognitive activation*). Ini membuktikan bahwa AI, jika dirancang dengan *prompt engineering* yang tepat, dapat mendorong *High Order Thinking Skills* (HOTS) siswa SMK.

3.3 Analisis Efektivitas Pembelajaran dan Peningkatan Kompetensi

Evaluasi kuantitatif dan kualitatif pasca-implementasi menunjukkan tren positif yang signifikan dalam beberapa dimensi:

3.3.1 Peningkatan Literasi Jaringan dan Keterampilan Praktis

Hasil perbandingan nilai *pre-test* dan *post-test* menunjukkan kenaikan rata-rata skor kelas sebesar 35% (Aswad Danta et al., 2021). Peningkatan paling tajam terlihat pada kemampuan siswa memahami alur logika konfigurasi *routing* dinamis. Sebelum menggunakan platform, siswa cenderung menghafal urutan perintah tanpa memahami fungsinya. Setelah menggunakan simulasi visual StudyHub TKJ, mereka dapat "melihat" dampak dari setiap perintahmisalnya, bagaimana paket data (digambarkan sebagai amplop surat) bergerak melintasi router setelah protokol OSPF diaktifkan. Visualisasi ini menjembatani kesenjangan abstraksi yang sering menjadi hambatan utama dalam materi jaringan.

3.3.2 Peningkatan Kemandirian Belajar (Self-Regulated Learning)

Salah satu indikator keberhasilan paling substansial adalah pergeseran pola waktu belajar. Sebelum implementasi, aktivitas belajar praktik 100% terjadi di sekolah. Setelah implementasi, log server mencatat lonjakan aktivitas pengguna pada pukul 19.00 - 21.00 WIB. Ini menandakan bahwa siswa secara sukarela melanjutkan eksperimen jaringan mereka di rumah. Ketersediaan alat yang mudah diakses dan "aman untuk gagal" (*safe-to-fail environment*) di mana siswa bisa merusak jaringan virtual tanpa konsekuensi fisik mendorong rasa ingin tahu dan keberanian bereksperimen. Siswa menjadi pembelajar mandiri yang aktif, bukan sekadar penerima materi pasif.

3.4 Analisis Efisiensi Institusional dan Keberlanjutan

Dari perspektif manajemen sekolah, StudyHub TKJ menawarkan solusi efisiensi biaya yang nyata. Pembangunan laboratorium fisik baru untuk mengakomodasi pertumbuhan siswa membutuhkan biaya ratusan juta rupiah (CAPEX), ditambah biaya listrik dan perawatan (OPEX). Sebaliknya, biaya operasional platform digital ini relatif sangat rendah (*cloud hosting* dan domain), namun mampu melayani jumlah siswa yang tidak terbatas (*scalability*). Bagi Yayasan Pendidikan SMK AZ ZAHRA SEPATAN, keberhasilan program ini menjadi model percontohan transformasi digital. Ini membuktikan bahwa modernisasi pendidikan tidak selalu identik dengan pengadaan perangkat keras mahal, tetapi bisa dicapai melalui rekomendasi perangkat lunak cerdas yang memaksimalkan aset yang ada. Keberhasilan ini juga memperkuat posisi SMK Az-Zahra Sepatan sebagai institusi yang adaptif terhadap teknologi di masyarakat sekitar, yang berpotensi meningkatkan minat calon siswa baru.

3.5 Tantangan dan Mitigasi yang Dihadapi

Meskipun memberikan hasil positif, proses implementasi tidak lepas dari tantangan. Tantangan utama adalah Stabilitas Koneksi Internet Siswa. Mengingat lokasi siswa yang tersebar, beberapa siswa mengalami kendala *latency* saat mengakses simulasi dari rumah. Sebagai mitigasi, tim pengembang melakukan optimasi kode lebih lanjut (*code splitting* dan *lazy loading*) untuk meminimalkan pertukaran data. Tantangan kedua adalah Kurva Belajar Guru. Beberapa guru senior awalnya merasa terintimidasi oleh kompleksitas dashboard analitik. Hal ini diatasi melalui pendampingan intensif personal dan penyederhanaan tampilan antarmuka guru pada iterasi pengembangan berikutnya.

4. KESIMPULAN

4.1 Simpulan Akhir

Kegiatan pengabdian masyarakat melalui pengembangan platform StudyHub TKJ di SMK Az-Zahra Sepatan telah berhasil menjawab permasalahan mendasar terkait keterbatasan infrastruktur praktik pendidikan vokasi. Berdasarkan analisis komprehensif, dapat disimpulkan bahwa:

1. Teknologi sebagai *Enabler* Kesetaraan: Platform StudyHub TKJ berhasil mendemokratisasi akses pendidikan praktik berkualitas. Dengan memvirtualisasikan laboratorium fisik ke dalam ekosistem *web-cloud*, hambatan ekonomi dan perangkat keras siswa dapat dieliminasi, menciptakan peluang belajar yang setara bagi seluruh siswa.

2. Sinergi AI dan Pedagogi: Integrasi fitur *AI-Assisted Coding* terbukti efektif berfungsi sebagai pendamping belajar personal yang meningkatkan kemandirian siswa, menurunkan kecemasan teknis, dan memperdalam pemahaman konseptual melalui metode pembelajaran konstruktivis yang adaptif.
3. Solusi Skalabel dan Efisien: Model solusi ini menawarkan alternatif yang jauh lebih efisien secara biaya dibandingkan investasi infrastruktur fisik tradisional, menjadikannya model yang sangat layak untuk diadopsi oleh institusi pendidikan swasta dengan sumber daya terbatas.

4.2 Rekomendasi

Untuk menjamin keberlanjutan dampak dan pengembangan lebih lanjut, disarankan langkah-langkah strategis berikut:

1. Integrasi Kurikulum Formal: Sekolah disarankan untuk memformalkan penggunaan StudyHub TKJ dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), menjadikannya standar prosedur operasi untuk penugasan rumah dan ujian praktik awal.
2. Pengembangan Mode *Offline*: Riset lanjutan perlu diarahkan untuk mengembangkan fitur *Progressive Web App* (PWA) dengan kapabilitas *offline-first*, sehingga siswa tetap dapat melakukan simulasi dasar meskipun tanpa koneksi internet, yang kemudian akan disinkronisasi saat kembali *online*.
3. Ekspansi Materi: Mengingat arsitektur platform yang modular, sangat disarankan untuk menambah modul materi baru seperti Keamanan Jaringan (*Network Security*) dan *Internet of Things* (IoT) untuk menjaga relevansi kompetensi lulusan dengan tren industri masa depan.
4. Diseminasi Model: Keberhasilan di SMK Az-Zahra Sepatan sebaiknya didiseminasikan melalui forum Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) tingkat kabupaten, agar model inovasi ini dapat direplikasi oleh sekolah-sekolah lain, menciptakan dampak sistemik yang lebih luas bagi pendidikan vokasi di Indonesia.

Melalui inisiatif ini, tim pengabdi dan mitra sekolah telah meletakkan batu pertama dalam membangun ekosistem pendidikan yang tangguh, adaptif, dan berorientasi masa depan, membuktikan bahwa keterbatasan bukanlah penghalang bagi inovasi, melainkan pemicu kreativitas untuk solusi yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Pamulang (PKM UNPAM) atas dukungan penuh dalam penyelenggaraan kegiatan ini, serta kepada Ibu Dedehe Andriyatmi, S.Pd. selaku Kepala SMK Az-Zahra Sepatan dan juga Ibu Teti Sapriani S.Kom beserta seluruh dewan guru dan siswa atas sambutan hangat dan kerja samanya sebagai mitra sasaran. Apresiasi setinggi-tingginya juga kami sampaikan kepada rekan-rekan tim partisipasi dan semua pihak yang telah berkontribusi mencerahkan tenaga serta pikiran, sehingga program pengabdian bertajuk StudyHub TKJ ini dapat terlaksana dengan baik demi kemajuan pendidikan vokasi di SMK Az-Zahra Sepatan.

REFERENCES

- Anyan. (2024). REVOLUSI INDUSTRI 4.0: PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS GOOGLE SITES PADA KOMPETENSI KEAHlian TKJ. *VOX EDUKASI: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*. <https://jurnal.stkippersada.ac.id/jurnal/index.php/VOX/article/view/3534>
- Aswad Danta, H., Kumajas, S., & Togas, P. V. (2021). Pengaruh Media Pembelajaran Simulasi Jaringan Terhadap Hasil Belajar Instalasi Perangkat Jaringan Lokal Siswa SMK. *EduTIK: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 1(6), 688–695.
- Ghaniy, R., & Irmayansyah. (2025). Sosialisasi Pemanfaatan Kecerdasan Buatan dalam Peningkatan Efektivitas Proses Belajar Mengajar di SMK Telekomediika Bogor. *KIAT: Jurnal Pengabdian*

- Kepada Masyarakat, 1(1). <https://ejournal.unbin.ac.id/index.php/kiat/article/view/22>
- Situmorang, & dkk. (2025). Integrasi Literasi Digital dan Kecerdasan Buatan Sebagai Sumber Belajar Bagi Siswa SMA. *IMEIJ: Indo-Intellectual Publication.* <https://ejournal.indo-intellectual.id/index.php/imeij/article/view/4424>
- Toresa, & dkk. (2023). Pengembangan Aplikasi Simulasi Berbasis Web (Crosslink) sebagai Solusi Keterbatasan Perangkat Praktik Jaringan SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi Dan Teknologi.*
- Wibawa, R. C., Baihaqi, A. Z., & Herlambang, Y. B. (2025). Pengembangan Aplikasi Simulasi Berbasis Web terhadap Kompetensi Kognitif Crimping Kabel UTP Siswa SMK. *Jurnal Kridatama Sains Dan Teknologi*, 7(2). <https://jurnal.umnu.ac.id/index.php/kst/article/view/1867>