

Penguatan Kompetensi dan Daya Saing Siswa SMK di Bidang Infrastruktur Jaringan Komputer pada Era Industri 4.0 melalui Workshop Implementasi Redundansi Layer 2 dan Layer 3 pada Topologi Mesh

Sugeng Purwantoro E.S.G.S^{1*}, Yuli Fitrisia², Silvana Rasio Henim³, Erwin Setyo Nugroho⁴

¹Politeknik Caltex Riau, Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer, email: sugeng@pcr.ac.id

²Politeknik Caltex Riau, Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer, email: uli@pcr.ac.id

³Politeknik Caltex Riau, Program Studi Teknik Informatika, email: silvana@pcr.ac.id

⁴Politeknik Caltex Riau, Program Studi Teknik Informatika, email: erwinsn@pcr.ac.id

*Email corresponding author

Abstrak

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan meningkatkan kompetensi siswa SMK Taruna Persada Dumai di bidang infrastruktur jaringan komputer melalui workshop implementasi redundansi Layer 2 dan Layer 3 pada topologi mesh. Kegiatan dilatarbelakangi oleh masih terbatasnya pemahaman siswa terhadap konsep jaringan yang mendukung high availability dan network resiliency, yang merupakan kompetensi penting sesuai kebutuhan industri. Workshop dilaksanakan menggunakan pendekatan edukatif-partisipatif melalui penyampaian materi, praktik langsung menggunakan Cisco Packet Tracer, simulasi konfigurasi redundansi, serta pendampingan teknis. Evaluasi dilakukan menggunakan observasi dan kuesioner berbasis skala Likert untuk mengukur efektivitas kegiatan dan persepsi peserta. Hasil menunjukkan bahwa program berjalan sangat efektif dengan Indeks Efektivitas sebesar 93,4% dan skor kepuasan peserta di atas 4,6 (skala 5). Hasil evaluasi juga menunjukkan bahwa peserta memiliki persepsi positif terhadap pemahaman konsep redundansi jaringan serta kemampuan mengonfigurasi mekanisme failover. Kegiatan ini memberikan kontribusi dalam memperkuat kompetensi vokasi siswa melalui pembelajaran berbasis praktik sekaligus mempererat kolaborasi antara perguruan tinggi dan sekolah kejuruan dalam mendukung pengembangan sumber daya manusia yang sesuai dengan kebutuhan industri.

Kata kunci: redundansi jaringan, topologi mesh, Layer 2 dan Layer 3, pendidikan vokasi, infrastruktur jaringan

Abstract

This Community Service (PkM) program aimed to enhance the competencies of students at SMK Taruna Persada Dumai in the field of computer network infrastructure through a workshop on the implementation of Layer 2 and Layer 3 network redundancy in a mesh topology. The program was initiated in response to students' limited understanding of network concepts related to high availability and network resiliency, which are essential competencies required by today's industry. The workshop adopted an educational-participatory approach consisting of interactive lectures, hands-on laboratory sessions using Cisco Packet Tracer, network redundancy configuration simulations, and technical mentoring. Program evaluation was conducted through direct observation and a Likert-scale questionnaire to assess the effectiveness of the workshop and participants' perceptions. The results indicated that the program was highly effective, achieving an Effectiveness Index of 93.4% and an overall participant satisfaction score exceeding 4.6 on a five-point scale. Evaluation findings also revealed that participants had positive perceptions of their understanding of network redundancy concepts and their ability to configure network failover

mechanisms. The program contributed to strengthening vocational students' competencies through practice-based learning while fostering collaboration between higher education institutions and vocational schools to support the development of industry-relevant human resources.

Keywords: *network redundancy, mesh topology, Layer 2 and Layer 3, vocational education, computer network infrastructure*

Article History:

Submitted : 04-12-2025

Accepted : 29-06-2026

Published : 30-06-2026

1. Pendahuluan

SMK Taruna Persada Dumai, khususnya Jurusan Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ), merupakan salah satu institusi pendidikan kejuruan di wilayah Dumai, Riau, yang memiliki potensi besar dalam mencetak lulusan terampil di bidang jaringan komputer. Sekolah ini memiliki fasilitas dasar laboratorium komputer dan jaringan, serta kurikulum berbasis kompetensi yang mengacu pada kebutuhan industri. Namun, berdasarkan hasil observasi awal dan komunikasi dengan pihak sekolah, ditemukan sejumlah tantangan yang menghambat optimalisasi kompetensi siswa di bidang infrastruktur jaringan modern.

Permasalahan utama yang dihadapi mitra adalah keterbatasan penguasaan siswa terhadap konsep redundansi jaringan pada Layer 2 dan Layer 3 – konsep penting dalam menjamin ketersediaan dan keandalan jaringan, terutama dalam topologi mesh yang umum digunakan dalam jaringan skala menengah hingga besar. Materi ini masih tergolong lanjutan dan belum sepenuhnya dikuasai siswa karena terbatasnya pelatihan praktis dan penguatan dari narasumber eksternal. Selain itu, sebagian besar guru di jurusan TKJ juga menyampaikan adanya keterbatasan waktu dan sumber daya untuk melakukan simulasi jaringan dengan konfigurasi kompleks yang mencakup redundansi. Hal ini menyebabkan siswa cenderung hanya menguasai konsep dasar jaringan dan belum memiliki keterampilan teknis yang lebih lanjut seperti penggunaan protokol STP, HSRP, VRRP, dan implementasi routing dinamis dalam topologi mesh [1], [2].

Secara kewilayahan, Dumai sebagai salah satu kota industri dan pelabuhan di Provinsi Riau memiliki kebutuhan tinggi akan tenaga kerja kompeten di bidang jaringan komputer. Dengan demikian, peningkatan kompetensi siswa SMK dalam teknologi jaringan, khususnya pada aspek ketersediaan dan kestabilan jaringan melalui penerapan redundansi, menjadi sangat relevan dan mendesak.

Berbagai kegiatan pelatihan jaringan komputer yang telah dilaksanakan pada jenjang SMK umumnya masih berfokus pada kompetensi dasar, seperti konfigurasi alamat IP, routing statis, pengelolaan VLAN, dan instalasi jaringan lokal. Materi mengenai implementasi redundansi jaringan pada Layer 2 dan Layer 3, yang mencakup penerapan protokol seperti Spanning Tree Protocol (STP), Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP), Hot Standby Router Protocol (HSRP), maupun Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP), masih relatif jarang diperkenalkan dalam kegiatan pelatihan berbasis praktik. Padahal, kompetensi tersebut merupakan salah satu kemampuan penting dalam membangun jaringan yang memiliki karakteristik high availability dan network resiliency sesuai dengan kebutuhan industri modern. Oleh karena itu, kegiatan PkM ini dirancang untuk mengisi kesenjangan tersebut melalui workshop berbasis praktik yang mengintegrasikan simulasi topologi mesh dengan implementasi protokol redundansi sehingga peserta memperoleh pengalaman yang lebih mendekati kondisi jaringan di dunia industri.

Berdasarkan hasil survei awal, SMK Taruna Persada Dumai memiliki tiga program keahlian, termasuk Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) dengan jumlah siswa sekitar 120 orang. Fasilitas sekolah meliputi laboratorium jaringan yang terdiri dari 20 komputer serta beberapa perangkat switch dan router, meskipun belum sepenuhnya memadai untuk simulasi jaringan skala menengah yang membutuhkan penerapan protokol redundansi. Dari sisi sumber daya manusia, terdapat empat guru

tetap TKJ yang memiliki latar belakang pendidikan S1 Teknik Informatika dan pengalaman dalam pelatihan jaringan tingkat dasar. Secara aksesibilitas, sekolah berada di pusat Kota Dumai sehingga mudah dijangkau dan memiliki keterbukaan tinggi terhadap kerja sama dalam peningkatan kompetensi siswa. Melalui workshop ini, kesenjangan antara materi pembelajaran di sekolah dan kebutuhan industri akan diatasi melalui pelatihan berbasis praktik langsung menggunakan simulator dan perangkat nyata untuk mengimplementasikan konsep redundancy pada Layer 2 dan Layer 3 dalam topologi mesh.

Berbeda dengan kegiatan pelatihan jaringan komputer pada umumnya yang lebih menitikberatkan pada penguasaan konfigurasi dasar, kegiatan ini menekankan pembelajaran berbasis praktik mengenai desain jaringan yang andal (reliable network design) melalui implementasi mekanisme failover, redundancy, dan high availability. Pendekatan tersebut diharapkan dapat meningkatkan kesiapan siswa SMK dalam menghadapi kebutuhan kompetensi pada sektor industri yang semakin mengadopsi infrastruktur jaringan berorientasi pada keandalan layanan.

Tujuan utama dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa SMK Taruna Persada Dumai dalam mengimplementasikan teknologi redundancy pada Layer 2 dan Layer 3 dalam jaringan berbasis topologi mesh, sehingga mereka memiliki kompetensi yang lebih relevan dengan standar industri. Selain itu, kegiatan ini bertujuan memberikan pelatihan berbasis praktik dan studi kasus nyata yang secara langsung mendekatkan siswa pada kebutuhan dunia kerja dan industri modern. Program ini juga diharapkan dapat mendorong terbangunnya kolaborasi yang lebih kuat antara perguruan tinggi dan sekolah kejuruan sebagai upaya berkelanjutan dalam penguatan kapasitas sumber daya manusia di bidang teknologi informasi dan komunikasi (TIK) di daerah [3].

Untuk mengatasi rendahnya pemahaman dan keterampilan siswa SMK dalam menerapkan konsep redundansi jaringan pada Layer 2 dan Layer 3 [4], [5], [6], kegiatan ini dirancang menggunakan pendekatan edukatif-partisipatif dan praktis-kolaboratif. Pendekatan edukatif-partisipatif diwujudkan melalui penyampaian materi secara sistematis dalam workshop interaktif yang mencakup konsep dasar hingga lanjutan mengenai redundansi jaringan, seperti STP, RSTP, HSRP, VRRP [7], [8], serta penerapan routing dinamis pada topologi mesh. Dalam kegiatan ini, siswa tidak hanya berperan sebagai penerima materi, tetapi juga didorong untuk aktif bertanya, berdiskusi, dan memecahkan masalah secara tim. Pendekatan praktis-kolaboratif kemudian dilaksanakan melalui kegiatan praktik langsung menggunakan simulasi jaringan dengan Cisco Packet Tracer serta perangkat jaringan yang tersedia di sekolah. Kegiatan praktik berbasis hands-on experience ini dirancang untuk memperkuat pemahaman konsep sekaligus meningkatkan keterampilan teknis siswa agar sesuai dengan kebutuhan industri.

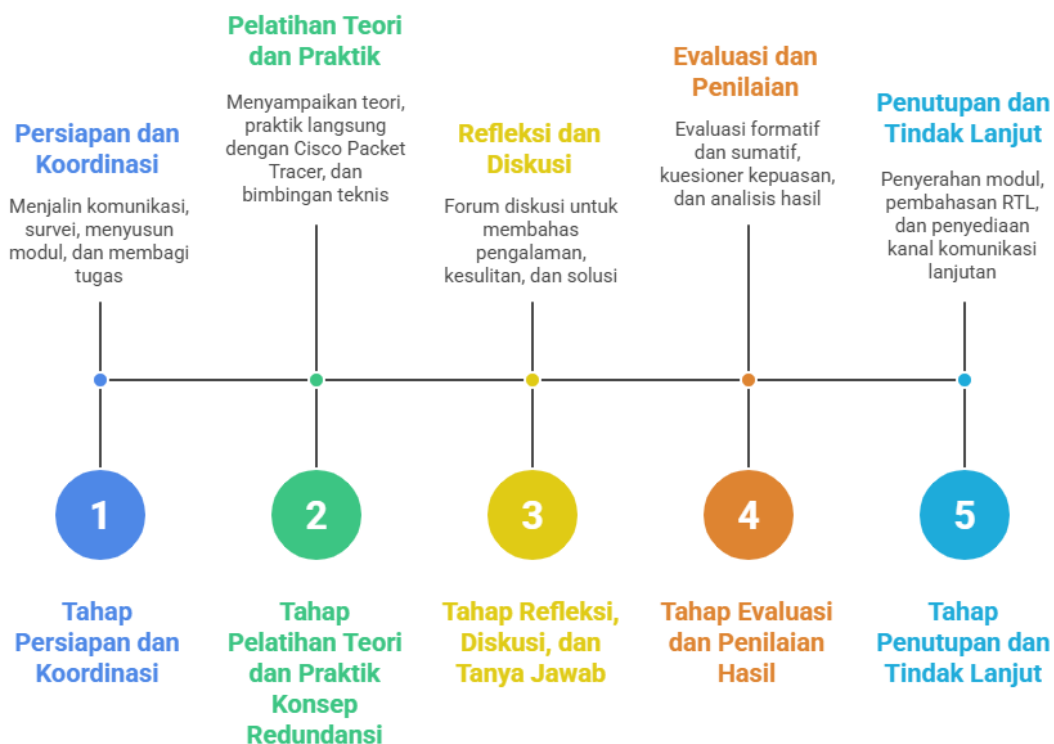
Strategi pemecahan masalah pada kegiatan ini disusun secara bertahap melalui analisis kebutuhan mitra, penyusunan materi berbasis kompetensi, pelaksanaan workshop interaktif, praktik konfigurasi jaringan menggunakan Cisco Packet Tracer, serta evaluasi efektivitas kegiatan. Analisis kebutuhan dilakukan melalui observasi awal dan diskusi dengan guru pendamping untuk mengidentifikasi kesenjangan kompetensi peserta terhadap implementasi redundansi Layer 2 dan Layer 3. Selanjutnya, peserta mengikuti pembelajaran berbasis praktik yang dipadukan dengan studi kasus dan pendampingan teknis sehingga mampu memahami konsep sekaligus menerapkannya pada simulasi jaringan. Efektivitas kegiatan dievaluasi melalui observasi, kuesioner berbasis skala Likert, serta analisis umpan balik peserta untuk memperoleh gambaran mengenai kualitas pelaksanaan workshop dan persepsi peserta terhadap manfaat kegiatan. Pendekatan ini diharapkan mampu mendukung peningkatan kompetensi siswa sekaligus menjadi dasar penyempurnaan program pengabdian pada kegiatan berikutnya.

2. Metode

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian ini disusun secara sistematis dan terukur dengan mengintegrasikan pendekatan edukatif-praktis yang sesuai dengan kebutuhan mitra dan hasil

identifikasi permasalahan. Pelaksanaan kegiatan melibatkan kolaborasi aktif antara tim pengusul, pihak sekolah mitra, serta mahasiswa pendamping, sehingga setiap tahapan dapat berjalan efektif dan relevan dengan kondisi di lapangan. Kegiatan dimulai dengan tahap persiapan dan koordinasi yang mencakup komunikasi teknis dengan mitra, observasi awal untuk mengetahui tingkat pemahaman awal siswa, penyusunan modul dan skenario praktik, serta pembagian tugas dalam tim. Pelatihan kemudian dilanjutkan melalui penyampaian teori dan praktik terkait topologi mesh dan konsep redundansi Layer 2 dan Layer 3 secara interaktif, disertai praktik langsung menggunakan Cisco Packet Tracer dan perangkat jaringan. Setiap sesi praktik difasilitasi dengan bimbingan teknis oleh tim pengusul. Setelah itu, dilakukan tahap refleksi dan diskusi, di mana siswa dapat membahas pengalaman praktik, kendala teknis, serta solusi yang ditemukan, sehingga pemahaman mereka semakin menguat melalui proses berpikir kritis.

Tahapan Utama Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian



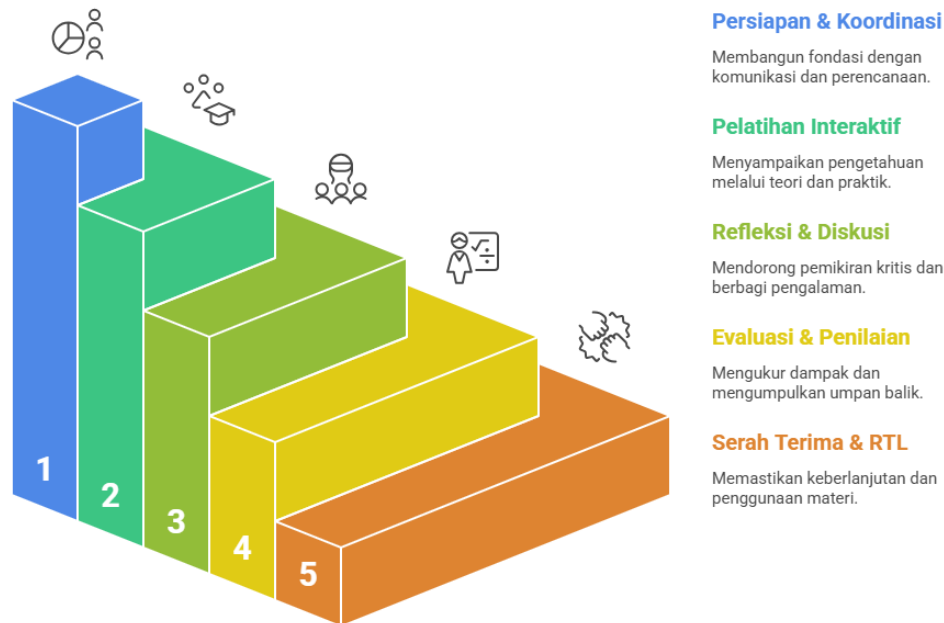
Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan PkM

Tahapan berikutnya adalah evaluasi dan penilaian hasil kegiatan melalui pendekatan formatif dan sumatif. Evaluasi formatif dilakukan melalui observasi terhadap keaktifan peserta selama praktik dan diskusi, sedangkan evaluasi sumatif menggunakan wawancara dan tanya jawab lisan untuk mengukur peningkatan pemahaman dan keterampilan siswa setelah mengikuti pelatihan. Kuesioner kepuasan juga disebar untuk menilai persepsi siswa dan guru terhadap materi, metode penyampaian, dan fasilitator. Hasil evaluasi ini kemudian dijadikan dasar penyusunan laporan akhir serta rekomendasi tindak lanjut bagi sekolah dan tim pengusul. Kegiatan ditutup dengan serah terima modul dan dokumentasi kegiatan kepada pihak sekolah serta pembahasan rencana tindak lanjut (RTL) untuk memastikan keberlanjutan penggunaan materi workshop dalam pembelajaran reguler di sekolah.

Partisipasi mitra berperan penting dalam keberhasilan kegiatan ini, terutama dalam menyiapkan siswa peserta pelatihan dari jurusan TKJ, mendampingi pelatihan dengan melibatkan guru

pendamping, serta menyediakan dukungan logistik seperti konsumsi dan dokumentasi internal. Sementara itu, evaluasi program secara keseluruhan dilakukan melalui observasi keaktifan peserta, serta umpan balik siswa dan guru mengenai kualitas pelatihan. Laporan kegiatan yang memuat seluruh hasil evaluasi dan dokumentasi menjadi bagian integral dari laporan akhir kegiatan, yang sekaligus menjadi dasar pengembangan kegiatan serupa di masa mendatang.

Mencapai Keberhasilan Program



Gambar 2. Metode keberhasilan program pengabdian

Evaluasi keberhasilan kegiatan dilakukan menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif untuk memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai efektivitas pelaksanaan workshop. Evaluasi kuantitatif dilakukan melalui penyebaran kuesioner berbasis skala Likert lima tingkat (1 = sangat tidak setuju sampai 5 = sangat setuju) kepada seluruh peserta setelah kegiatan selesai. Instrumen evaluasi terdiri atas sebelas indikator yang meliputi peningkatan pengetahuan, kesesuaian materi dengan kebutuhan peserta, peningkatan kepercayaan diri dalam menerapkan materi, kualitas fasilitas, kesesuaian waktu pelaksanaan, kenyamanan suasana kegiatan, kejelasan penyampaian materi oleh narasumber, interaksi narasumber dengan peserta, keaktifan peserta selama workshop, manfaat sesi praktik dan diskusi, serta tingkat kepuasan peserta secara keseluruhan.

Selain menggunakan kuesioner, evaluasi juga dilakukan melalui observasi langsung terhadap keterlibatan peserta selama proses pelatihan, kemampuan peserta dalam mengikuti praktik konfigurasi jaringan, serta diskusi reflektif pada akhir kegiatan. Pendekatan ini digunakan untuk memperoleh informasi mengenai aspek perilaku, partisipasi, dan pemahaman peserta yang tidak dapat diukur hanya melalui kuesioner. Efektivitas kegiatan dianalisis menggunakan Indeks Efektivitas (IE) yang dihitung berdasarkan nilai rata-rata setiap indikator menggunakan persamaan:

$$IE = \frac{\bar{x}}{5} \times 100\%$$

dengan keterangan:

- **IE** = Indeks Efektivitas (%)

- $\bar{x}$ = nilai rata-rata (mean) dari skor setiap indikator
- 5 = skor maksimum pada skala Likert lima poin
- 100% = faktor konversi ke bentuk persentase

Untuk memastikan konsistensi instrumen pengukuran, dilakukan uji reliabilitas menggunakan koefisien Cronbach's Alpha. Nilai alpha di atas 0,70 menunjukkan bahwa instrumen memiliki tingkat reliabilitas yang baik sehingga layak digunakan sebagai alat evaluasi kegiatan. Selain itu, analisis statistik deskriptif digunakan untuk memperoleh nilai rata-rata, simpangan baku, nilai minimum, dan maksimum setiap indikator. Analisis korelasi antarindikator juga dilakukan untuk mengidentifikasi hubungan antara persepsi peserta terhadap berbagai aspek pelaksanaan workshop. Data kualitatif yang diperoleh melalui pertanyaan terbuka dianalisis menggunakan teknik analisis tematik untuk mengidentifikasi masukan, pengalaman, serta rekomendasi peserta terhadap pelaksanaan kegiatan.

Tabel 1. Nilai Indeks Efektifitas

Rentang IE(%)	Kategori
81 – 100	Sangat Efektif
61 – 80	Efektif
41 – 60	Cukup Efektif
21 – 40	Kurang Efektif
Kurang dari 20	Tidak Efektif

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini bertujuan memperkuat kompetensi siswa SMK dalam bidang infrastruktur jaringan komputer melalui pengenalan dan praktik langsung konsep redundansi jaringan pada Layer 2 dan Layer 3 dalam topologi mesh, yang menjadi fondasi jaringan modern di era Industri 4.0 [9]. Workshop menghadirkan inovasi teknologi seperti high availability (HA), failover, serta pengelolaan routing dinamis dan switching yang andal, disertai penggunaan simulasi berbasis Cisco Packet Tracer untuk memberikan pengalaman konfigurasi nyata. Materi mencakup implementasi protokol STP pada Layer 2 untuk mencegah loop jaringan dan OSPF pada Layer 3 untuk memastikan adaptasi rute otomatis saat terjadi gangguan [10], [11], sehingga siswa memahami mekanisme ketahanan jaringan secara komprehensif. Pendekatan pembelajaran aktif berbasis simulasi, studi kasus, dan problem-based learning mendorong siswa berpikir kritis, memecahkan masalah, serta menguasai keterampilan teknis yang relevan dengan kebutuhan industri (IDUKA). Dengan metode tersebut, kegiatan ini tidak hanya meningkatkan kesiapan siswa dalam manajemen dan desain jaringan yang resilien, tetapi juga menumbuhkan budaya inovasi dan adaptabilitas teknologi di lingkungan pendidikan vokasi, khususnya pada bidang Teknik Komputer dan Jaringan.

3. Hasil dan Pembahasan

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini dilaksanakan pada hari Jumat, 26 September 2025, bertempat di Laboratorium Cisco, Ruang 281, Gedung Serba Guna Politeknik Caltex Riau (PCR), Pekanbaru. Workshop dimulai pukul 09.00 WIB dan berakhir pada 12.00 WIB. Pemilihan laboratorium tersebut dilakukan karena fasilitasnya mendukung kegiatan praktik jaringan komputer berbasis simulasi dan konfigurasi perangkat. Lingkungan laboratorium yang representatif dan dilengkapi perangkat jaringan serta koneksi internet yang stabil menjadikan kegiatan berjalan lancar dan interaktif.

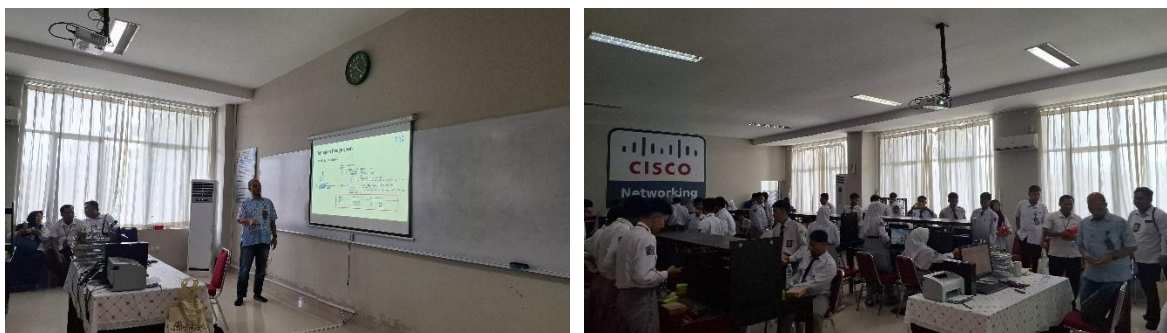


Gambar 3. Kedatangan dan penandatanganan MoA antara PSTRK, PSTI dan SMK Taruna Persada

Kegiatan workshop ini diikuti oleh 39 siswa dan 7 guru pendamping dari SMK Taruna Persada Dumai. Para peserta berasal dari jurusan Teknik Komputer dan Jaringan yang memiliki antusiasme tinggi terhadap topik penguatan kompetensi jaringan komputer. Selain peserta utama, kegiatan ini juga dihadiri oleh Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer dan Ketua Program Studi Teknik Informatika Politeknik Caltex Riau, serta Ketua Jurusan Teknik Informatika SMK Taruna Persada Dumai, didampingi oleh Wakil Kepala Sekolah Bidang Kesiswaan dan sejumlah guru mata pelajaran produktif. Kehadiran pihak sekolah dan dosen dari dua program studi PCR menunjukkan dukungan nyata terhadap penguatan sinergi antara dunia pendidikan tinggi vokasi dan pendidikan menengah kejuruan.

Rangkaian kegiatan dimulai dengan sesi pembukaan dan sambutan dari Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer PCR yang menekankan pentingnya kesiapan digital bagi lulusan SMK dalam menghadapi Era Industri 4.0. Sambutan berikutnya disampaikan oleh Ketua Jurusan Teknik Informatika SMK Taruna Persada Dumai yang memberikan apresiasi atas konsistensi PCR dalam memberikan pelatihan selama empat tahun terakhir. Kemudian dilanjutkan dengan proses penandatanganan MoA antara PCR (PSTRK dan PSTI) dengan SMK Taruna Persada Dumai.

Setelah sesi pembukaan, kegiatan dilanjutkan dengan penyampaian materi inti mengenai Redundansi Layer 2 dan Layer 3 dalam Topologi Mesh. Peserta diperkenalkan pada dua protokol utama yang digunakan dalam dunia profesional, yaitu Spanning Tree Protocol (STP) pada Layer 2 dan Hot Standby Router Protocol (HSRP) pada Layer 3. Pemateri menjelaskan bagaimana kedua protokol ini menjaga kestabilan jaringan ketika terjadi gangguan pada salah satu jalur komunikasi. Sesi berikutnya adalah praktik langsung (hands-on) menggunakan Cisco Packet Tracer, di mana peserta melakukan simulasi konfigurasi jaringan, memantau proses failover, dan memahami mekanisme redundansi antar node. Workshop berlangsung secara interaktif dengan sesi tanya jawab di mana siswa antusias mengajukan pertanyaan teknis dan studi kasus terkait jaringan sekolah mereka. Sebagai penutup, dilakukan evaluasi dan pengisian umpan balik (feedback) untuk menilai pemahaman peserta serta mengumpulkan saran topik lanjutan yang dibutuhkan di masa mendatang.



Gambar 4. Proses Workshop yang diikuti Siswa SMK Taruna Persada Dumai

Antusiasme peserta selama kegiatan menunjukkan bahwa materi redundansi jaringan merupakan topik yang relevan dengan kebutuhan kompetensi siswa SMK pada bidang Teknik Komputer dan Jaringan. Kondisi ini juga mengindikasikan bahwa pembelajaran berbasis praktik menggunakan Cisco Packet Tracer mampu meningkatkan keterlibatan peserta karena mereka dapat secara langsung mengamati mekanisme failover, pemulihan jalur komunikasi, serta perubahan status jaringan ketika terjadi gangguan. Pengalaman tersebut sulit diperoleh apabila pembelajaran hanya dilakukan melalui penjelasan teoritis.

Pelaksanaan workshop memberikan hasil yang signifikan baik secara teknis maupun edukatif. Peserta memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep redundansi jaringan, khususnya pada implementasi Layer 2 dan Layer 3 menggunakan topologi mesh. Siswa mampu mempraktikkan konfigurasi STP dan HSRP secara mandiri serta memahami peran keduanya dalam menjaga konektivitas jaringan yang andal. Dari sisi dampak, kegiatan ini memberikan peningkatan nyata terhadap kompetensi praktis dan kepercayaan diri siswa SMK dalam mengoperasikan simulasi jaringan yang menyerupai kondisi industri sebenarnya. Guru pendamping juga mendapatkan insight baru yang dapat diterapkan pada pembelajaran di sekolah. Selain memberikan manfaat langsung kepada peserta, kegiatan ini memperkuat hubungan kemitraan antara Politeknik Caltex Riau dan SMK Taruna Persada Dumai, yang telah terjalin selama empat tahun terakhir. Kolaborasi berkelanjutan ini membuktikan komitmen PCR dalam mendukung pengembangan pendidikan vokasi dan mencetak SDM unggul yang siap bersaing di era digital.

Pelaksanaan workshop dengan pendekatan hands-on learning memberikan kesempatan kepada peserta untuk memahami konsep redundansi jaringan melalui pengalaman praktik secara langsung. Dibandingkan dengan pembelajaran berbasis ceramah, metode ini memungkinkan peserta menghubungkan konsep teoritis dengan implementasi konfigurasi jaringan pada lingkungan simulasi yang menyerupai kondisi industri. Tingginya partisipasi peserta selama sesi praktik menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis simulasi mampu meningkatkan motivasi belajar serta memperkuat keterampilan pemecahan masalah pada bidang jaringan komputer.

Berdasarkan hasil evaluasi melalui lembar umpan balik, lebih dari 90% peserta menyatakan kegiatan ini sangat bermanfaat, terutama karena penyampaian materi dilakukan secara aplikatif dan mudah dipahami. Peserta mengapresiasi pendekatan pembelajaran berbasis praktik langsung yang membuat konsep redundansi jaringan menjadi lebih konkret. Dari sisi kebutuhan pelatihan lanjutan, peserta dan guru mengusulkan agar kegiatan berikutnya mengangkat topik yang lebih kompleks dan relevan dengan perkembangan teknologi terkini, seperti virtualisasi jaringan (network virtualization), cloud networking, serta keamanan jaringan (network security).

Secara Detail dapat kita lihat pada analisis hasil Feedback yang sudah diberikan kepada peserta kegiatan Workshop adalah sebagai berikut:

a. Struktur Data

Dataset yang dianalisis terdiri dari 38 responden dan 22 kolom. Terdapat 14 variabel berskala Likert (1–5) dan 8 variabel kualitatif berupa teks. Analisis meliputi statistik deskriptif, indeks efektivitas, reliabilitas, serta analisis kualitatif.

b. Statistik Deskriptif

Ringkasan statistik deskriptif indikator utama.

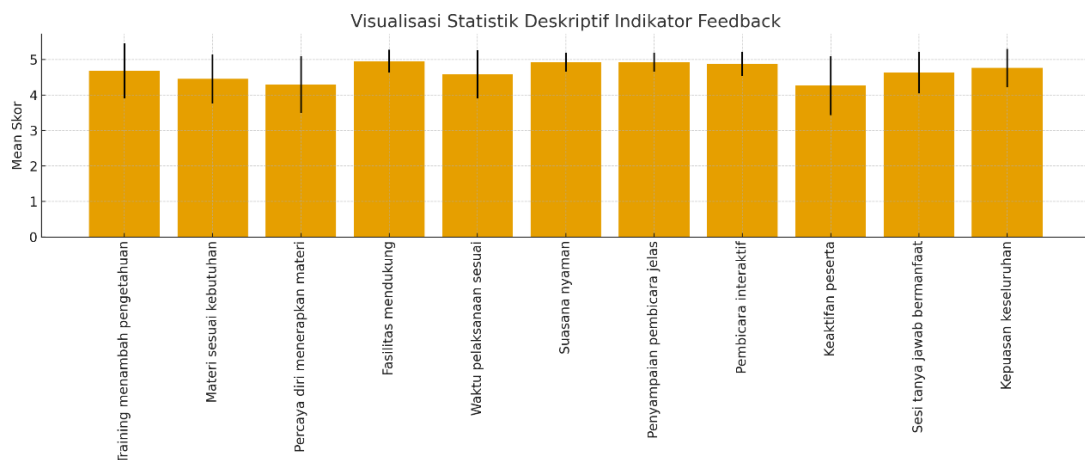
Tabel 2. Statistik Deskriptif dari indikator utama dalam PkM ini

Indikator	Mean	Std Dev	Min	Max
Training menambah pengetahuan	4.68	0.77	1	5
Materi sesuai kebutuhan	4.45	0.69	3	5
Percaya diri menerapkan materi	4.29	0.80	1	5

Indikator	Mean	Std Dev	Min	Max
Fasilitas mendukung	4.95	0.32	3	5
Waktu pelaksanaan sesuai	4.58	0.68	2	5
Suasana nyaman	4.92	0.27	4	5
Penyampaian pembicara jelas	4.92	0.27	4	5
Pembicara interaktif	4.87	0.34	4	5
Keaktifan peserta	4.26	0.83	3	5
Sesi tanya jawab bermanfaat	4.63	0.59	3	5
Kepuasan keseluruhan	4.76	0.54	3	5

Hasil statistik deskriptif menunjukkan bahwa seluruh indikator memperoleh nilai rata-rata di atas 4,2, yang mengindikasikan bahwa peserta memberikan penilaian sangat positif terhadap pelaksanaan workshop. Nilai tertinggi diperoleh pada indikator fasilitas pendukung (4,95), kenyamanan suasana kegiatan (4,92), dan kejelasan penyampaian materi (4,92). Temuan ini menunjukkan bahwa keberhasilan kegiatan tidak hanya dipengaruhi oleh kualitas materi, tetapi juga oleh lingkungan belajar yang kondusif serta kemampuan narasumber dalam menyampaikan materi secara sistematis.

Sebaliknya, indikator peningkatan kepercayaan diri dalam menerapkan materi memperoleh nilai rata-rata paling rendah dibandingkan indikator lainnya (4,29). Meskipun masih berada pada kategori sangat baik, hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian peserta masih membutuhkan kesempatan praktik yang lebih intensif untuk meningkatkan kesiapan dalam mengimplementasikan konfigurasi redundansi jaringan secara mandiri. Temuan ini menjadi dasar bahwa pelatihan lanjutan dengan durasi praktik yang lebih panjang perlu dipertimbangkan pada kegiatan berikutnya.



Gambar 5. Visual Statistik Deskriptif Indikator Feedback.

Visualisasi statistik menunjukkan bahwa sebagian besar indikator memiliki penyebaran nilai yang relatif kecil, ditunjukkan oleh nilai simpangan baku di bawah satu. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa persepsi peserta terhadap kualitas kegiatan relatif konsisten dan tidak menunjukkan perbedaan penilaian yang signifikan antarresponden. Dengan demikian, hasil evaluasi dapat dianggap mewakili persepsi mayoritas peserta terhadap pelaksanaan workshop.

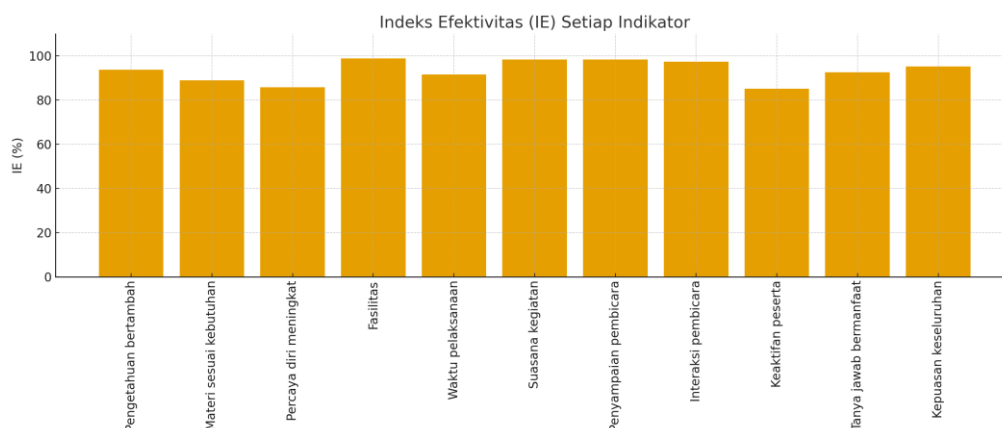
c. Indeks Efektivitas Kegiatan (IE)

Perhitungan Indeks Efektivitas menggunakan rumus: $IE = (\text{Mean} / 5) \times 100\%$. Rata-rata IE keseluruhan adalah 93.4%, yang termasuk kategori Sangat Efektif. Temuan ini sejalan dengan Surya et al. (2026) yang melaporkan bahwa pelatihan berbasis praktik mampu meningkatkan efektivitas

pembelajaran jaringan komputer. Namun demikian, kegiatan ini memiliki fokus berbeda karena mengintegrasikan konsep redundansi Layer 2 dan Layer 3 yang umumnya belum menjadi materi utama pada kegiatan PkM sejenis. Temuan ini juga memperkuat bahwa pembelajaran berbasis simulasi merupakan pendekatan yang efektif dalam meningkatkan kesiapan siswa SMK terhadap kebutuhan industri yang semakin menuntut kompetensi pada aspek network resiliency, high availability, dan fault tolerance.

Tabel 3. Indikator aspek network resiliency, high availability dan fault tolerance

Indikator	IE (%)	Kategori
Pengetahuan bertambah	93.7%	Sangat Efektif
Materi sesuai kebutuhan	88.9%	Sangat Efektif
Percaya diri meningkat	85.8%	Sangat Efektif
Fasilitas	98.9%	Sangat Efektif
Waktu pelaksanaan	91.6%	Sangat Efektif
Suasana kegiatan	98.4%	Sangat Efektif
Penyampaian pembicara	98.4%	Sangat Efektif
Interaksi pembicara	97.3%	Sangat Efektif
Keaktifan peserta	85.2%	Sangat Efektif
Tanya jawab bermanfaat	92.6%	Sangat Efektif
Kepuasan keseluruhan	95.2%	Sangat Efektif



Gambar 6. Indeks Efektivitas setiap Indikator

Nilai Indeks Efektivitas sebesar 93,4% menunjukkan bahwa kegiatan workshop berada pada kategori Sangat Efektif. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa metode pembelajaran yang menggabungkan penyampaian teori, simulasi konfigurasi, praktik langsung, dan diskusi interaktif mampu memberikan pengalaman belajar yang optimal bagi peserta.

Tingginya nilai efektivitas juga menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis praktik lebih sesuai diterapkan pada materi jaringan komputer yang bersifat teknis. Melalui simulasi menggunakan Cisco Packet Tracer, peserta tidak hanya memahami konsep redundansi secara teoritis tetapi juga memperoleh pengalaman dalam melakukan konfigurasi jaringan serta mengamati mekanisme **high availability** dan **failover** secara langsung.

Dari perspektif pendidikan vokasi, hasil ini menunjukkan bahwa integrasi simulasi jaringan ke dalam kegiatan pelatihan dapat memperkecil kesenjangan antara kompetensi yang diperoleh di sekolah dengan kebutuhan industri yang semakin menuntut kemampuan dalam membangun jaringan yang andal dan resilien.

d. Analisis Kebermanfaatan

Skor manfaat berada di kisaran 4.6–4.9, menunjukkan bahwa peserta merasa sangat terbantu dan mampu meningkatkan pemahaman serta keterampilan. Effect Size tidak dihitung karena dataset tidak memiliki pre/post-test. Korelasi antar variabel, biasanya hubungan yang dicari:

Tabel 4. Analisis korelasi kebermanfaatan

Korelasi Tinggi ($r > 0.70$)

Pasangan Variabel	r	Interpretasi
<i>Saya merasa percaya diri menerapkan materi ↔ Materi mudah dipahami</i>	0.734	Pemahaman materi sangat berhubungan dengan peningkatan self-confidence peserta
<i>Sesi tanya jawab/praktik bermanfaat ↔ Keaktifan peserta</i>	0.732	Peserta aktif → merasa sesi tanya jawab sangat bermanfaat
<i>Penyampaian pembicara jelas ↔ Suasana kegiatan nyaman</i>	0.726	Suasana kondusif mendukung pembicara menyampaikan materi dengan baik

Korelasi Sedang (0.40 – 0.69)

Pasangan Variabel	r	Interpretasi
<i>Menambah pengetahuan ↔ Materi mudah dipahami</i>	0.630	Bila materi mudah, pengetahuan meningkat
<i>Interaksi pembicara ↔ Sesi tanya jawab bermanfaat</i>	0.627	Pembicara interaktif → sesi tanya jawab bagus
<i>Suasana nyaman ↔ Fasilitas mendukung</i>	0.510	Fasilitas yang baik menciptakan suasana nyaman
<i>Keaktifan peserta ↔ Percaya diri meningkat</i>	0.515	Peserta aktif menjadi lebih percaya diri
<i>Kepuasan keseluruhan ↔ Sesi tanya jawab bermanfaat</i>	0.396	Sesi Q&A punya pengaruh terhadap kepuasan

Korelasi Lemah (0.00 – 0.30)

Pasangan Variabel	r	Catatan
<i>Kepuasan keseluruhan ↔ Materi mudah dipahami</i>	0.044	Hampir tidak ada hubungan langsung
<i>Kepuasan keseluruhan ↔ Percaya diri meningkat</i>	0.038	Peserta puas bukan karena percaya diri saja
<i>Kepuasan keseluruhan ↔ Fasilitas</i>	-0.073	Fasilitas tinggi tidak selalu memengaruhi kepuasan keseluruhan

Analisis korelasi menunjukkan bahwa pemahaman materi memiliki hubungan yang kuat dengan peningkatan kepercayaan diri peserta ($r = 0,734$). Temuan tersebut mengindikasikan bahwa semakin mudah materi dipahami, semakin tinggi pula keyakinan peserta dalam menerapkan konfigurasi jaringan secara mandiri. Selain itu, hubungan yang kuat antara keaktifan peserta dan manfaat sesi praktik ($r = 0,732$) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis praktik mendorong keterlibatan aktif peserta selama proses pembelajaran. Hasil ini mendukung pentingnya penggunaan metode pembelajaran aktif (*active learning*) dalam pelatihan kompetensi teknis. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan kualitas penyampaian materi berpotensi memberikan dampak tidak langsung terhadap peningkatan kompetensi peserta melalui peningkatan keterlibatan aktif selama proses pembelajaran.

e. Reliabilitas Instrumen

Hasil Cronbach's Alpha = 0.763, termasuk kategori reliabel/cukup baik. Artinya instrumen layak digunakan sebagai alat evaluasi. Nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,763 menunjukkan bahwa instrumen evaluasi memiliki tingkat reliabilitas yang baik sehingga mampu mengukur persepsi peserta secara konsisten. Dengan demikian, hasil evaluasi yang diperoleh dapat dijadikan dasar yang

memadai untuk menilai efektivitas pelaksanaan kegiatan. Reliabilitas instrumen yang baik juga memperkuat kredibilitas hasil analisis statistik yang disajikan pada penelitian ini.

f. Analisis Kualitatif

Tema utama dari umpan balik peserta meliputi:

- Kegiatan sangat bermanfaat
- Materi menarik & relevan
- Durasi perlu ditambah
- Harapan topik lanjutan (Cisco Advanced, MikroTik)

Hasil analisis kualitatif memperlihatkan bahwa peserta tidak hanya memberikan apresiasi terhadap kualitas materi dan metode penyampaian, tetapi juga mengharapkan adanya pelatihan lanjutan dengan tingkat kompleksitas yang lebih tinggi, seperti konfigurasi jaringan berbasis MikroTik, Cisco Enterprise, virtualisasi jaringan, dan keamanan jaringan. Hal ini menunjukkan bahwa workshop berhasil meningkatkan motivasi belajar peserta sekaligus menumbuhkan kebutuhan untuk mengembangkan kompetensi secara berkelanjutan.

g. Implikasi Kegiatan

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa model workshop berbasis simulasi menggunakan Cisco Packet Tracer dapat dijadikan alternatif pembelajaran untuk memperkuat kompetensi jaringan komputer pada pendidikan vokasi. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan keterlibatan peserta selama proses pembelajaran, tetapi juga memberikan pengalaman praktik yang mendekati kondisi industri. Oleh karena itu, model pelatihan ini berpotensi direplikasi pada sekolah kejuruan lain sebagai bagian dari penguatan kompetensi bidang infrastruktur jaringan komputer yang berorientasi pada kebutuhan dunia kerja.

4. Kesimpulan

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) melalui workshop implementasi redundansi Layer 2 dan Layer 3 pada topologi mesh berhasil mencapai tujuan utama, yaitu meningkatkan kompetensi siswa SMK Taruna Persada Dumai dalam memahami konsep high availability, network resiliency, serta implementasi mekanisme redundansi jaringan. Berdasarkan hasil evaluasi, program memperoleh Indeks Efektivitas sebesar 93,4% dengan tingkat kepuasan peserta di atas 4,6 (skala 5), yang menunjukkan bahwa metode pembelajaran berbasis praktik menggunakan Cisco Packet Tracer efektif dalam mendukung proses pembelajaran dan penguatan kompetensi teknis peserta.

Kegiatan ini memberikan kontribusi terhadap model pelatihan vokasi melalui penerapan model pelatihan berbasis praktik yang mengintegrasikan simulasi jaringan, studi kasus, dan pendampingan teknis sesuai dengan kebutuhan industri. Selain memperkuat kompetensi peserta pada bidang infrastruktur jaringan komputer, program ini juga mempererat kolaborasi antara perguruan tinggi dan sekolah kejuruan sebagai upaya mendukung pengembangan sumber daya manusia yang memiliki kompetensi relevan dengan tuntutan dunia kerja dan perkembangan teknologi jaringan modern.

Meskipun kegiatan menunjukkan tingkat efektivitas yang sangat tinggi, evaluasi masih didasarkan pada persepsi peserta melalui kuesioner dan belum menggunakan desain eksperimen berupa pre-test dan post-test. Oleh karena itu, penelitian atau kegiatan selanjutnya dapat menerapkan metode evaluasi yang lebih komprehensif sehingga peningkatan kompetensi peserta dapat diukur secara lebih objektif.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Caltex Riau atas dukungan pendanaan dan fasilitas yang diberikan sehingga kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini dapat terlaksana

dengan baik. Apresiasi yang sebesar-besarnya juga disampaikan kepada SMK Taruna Persada Dumai sebagai mitra pelaksana, khususnya para guru dan siswa jurusan Teknik Komputer dan Jaringan yang telah berpartisipasi aktif dalam seluruh rangkaian workshop. Ucapan terima kasih turut disampaikan kepada Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer dan segenap tim pelaksana, termasuk para dosen dan mahasiswa pendamping, atas kolaborasi, dedikasi, dan kontribusi yang diberikan sejak tahap persiapan hingga penyusunan laporan akhir. Tanpa dukungan dan kerja sama semua pihak, kegiatan ini tidak akan mencapai hasil yang optimal. Semoga sinergi ini dapat terus berlanjut dalam upaya meningkatkan kualitas pendidikan vokasi dan kompetensi sumber daya manusia di bidang teknologi informasi dan komunikasi.

Daftar Pustaka

- [1] Semrau, D., Durrani, S., Zervas, G., Killey, R. I., & Bayvel, P. (2020). On the relationship between network topology and throughput in mesh optical networks. arXiv:2008.06708. <https://arxiv.org/abs/2008.06708>.
- [2] Wikipedia contributors. (2025). Mesh networking. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Mesh_networking
- [3] I. Surya, Y. A. Syahbana, E. S. Nugroho, and I. Chatisa, (2026), “Peningkatan Kompetensi Guru MGMP TIK Pekanbaru melalui Workshop Implementasi VoIP pada Jaringan Multimedia,” *Jurnal Inovasi Terapan Pengabdian Masyarakat*, vol. 4, no. 1
- [4] Diskominfo Kabupaten Kubu Raya. (2021, May 10). Kenali apa itu topologi jaringan dan apa saja jenisnya. <https://diskominfo.kuburayakab.go.id/read/4/kenali-apa-itu-topologi-jaringan-dan-apa-saja-jenisnya-ayo-simak-lebih-lanjut>
- [5] Nutanix. (2025). Physical networking best practices. <https://portal.nutanix.com/page/documents/solutions/details?targetId=BP-2050-Physical-Networking%3ABP-2050-Physical-Networking>
- [6] W. Lewapadang, (2021), “Makalah topologi jaringan komputer,”
- [7] Cisco Systems. (2025). Redundancy protocol configuration guide: Cisco Catalyst IE9300 rugged series switches. https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/cisco_ie9300/software/17_7/redundancy-protocol-config-ie93xx/m-prp.html
- [8] E. Dulaney, (2025), “Network topologies, architectures, and types,” in *CompTIA Network+ N10-009 Exam Cram*, 8th ed., Pearson IT Certification.
- [9] Wikipedia contributors. (2025). Computer network engineering. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_network_engineering.
- [10] Cisco Systems. (2025). Advanced campus network design [White paper]. Cisco Live. <https://www.ciscolive.com/c/dam/r/ciscolive/emea/docs/2025/pdf/BRKENS-2500.pdf>
- [11] International Electrotechnical Commission. (2023). High-availability seamless redundancy (HSR): IEC 62439-3. https://en.wikipedia.org/wiki/Highavailability_Seamless_Redundancy
- [12] Tangdigiling, M. (2022). Makalah topologi jaringan komputer. Scribd. <https://id.scribd.com/document/619172514/MAKALAH-TOPOLOGI-JARINGANKOMPUTER>
- [13] Pearson IT Certification. (2025). Network topologies, architectures, and types. <https://www.pearsonitcertification.com/articles/article.aspx?p=3203548>