

Pengaruh Implementasi Model PjBL Berbantuan Aplikasi *Cisco Packet Tracer* Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Siswa Pada Materi DHCP Server SMK

*Novi Ramadani, Darman, Zila Razilu

Universitas Muhammadiyah Kendari, Kota Kendari, Indonesia

*Email: ramadaninovi799@gmail.com (Corresponding Author)



DOI: <https://doi.org/10.53621/jider.v6i1.736>

Informasi Artikel

Riwayat Artikel:

Diterima: 2 Februari 2026

Revisi Akhir: 14 Februari 2026

Disetujui: 20 Februari 2026

Terbit: 28 Februari 2026

Kata Kunci:

Cisco Packet Tracer;

DHCP Server;

Hasil Belajar Siswa;

Kelas XI SMKN 6 Konawe;

Project Based Learning.



ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penerapan model pembelajaran berbasis proyek (Project-Based Learning/PjBL) yang didukung oleh aplikasi Cisco Packet Tracer terhadap hasil belajar siswa pada materi Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) Server di SMK Negeri 6 Konawe. Latar belakang penelitian ini berangkat dari rendahnya partisipasi aktif peserta didik dalam pembelajaran jaringan komputer yang masih didominasi oleh metode konvensional, sehingga pemahaman siswa cenderung bersifat teoritis dan keterampilan praktis belum berkembang secara maksimal. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain pra-eksperimental One-Group Pretest-Posttest. Subjek penelitian meliputi seluruh peserta didik kelas XI Kompetensi Keahlian Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) yang berjumlah 13 orang dalam satu kelas. Instrumen penelitian berupa tes hasil belajar yang terdiri atas sembilan soal pilihan ganda dan telah dinyatakan valid melalui proses validasi oleh para ahli. Pengumpulan data dilakukan melalui pemberian pretest dan posttest, kemudian dianalisis menggunakan perhitungan N-Gain Score serta uji paired sample t-test. Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan rata-rata hasil belajar peserta didik dari 53,31 pada pretest menjadi 87,54 pada posttest. Nilai rata-rata N-Gain Score sebesar 0,70 termasuk dalam kategori peningkatan tinggi. Selain itu, hasil uji t berpasangan memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000 ($< 0,05$), yang menandakan adanya perbedaan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest. Berdasarkan temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa penerapan model PjBL berbantuan Cisco Packet Tracer efektif dalam meningkatkan penguasaan konsep serta keterampilan teknis peserta didik pada materi DHCP Server. Temuan ini menegaskan pentingnya integrasi pembelajaran berbasis proyek dengan pemanfaatan media simulasi teknologi dalam meningkatkan mutu pembelajaran pada pendidikan kejuruan, khususnya pada kompetensi jaringan komputer.

PENDAHULUAN

Dunia pendidikan, khususnya pada jenjang sekolah menengah kejuruan, mengalami pengaruh yang signifikan dari perkembangan TIK. Pendidikan kejuruan dituntut untuk menghasilkan lulusan yang tidak sekadar menguasai teori, tetapi juga memiliki keterampilan yang sesuai dengan tuntutan dan kebutuhan dunia industri. Tujuannya adalah untuk membekali siswa agar siap bersaing di era digital dengan penguasaan kompetensi teknis sekaligus keterampilan praktis dalam kebutuhan dunia kerja yang begitu relevan. Dalam konteks ini, integrasi TIK dalam pembelajaran SMK menjadi sangat krusial, seperti yang diungkapkan oleh (Rahayu & Suhartini, 2024). Pada Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) sebagai bidang yang ada di SMK, siswa diharapkan mampu menerapkan keterampilan konfigurasi jaringan secara aplikatif, termasuk pada materi *Dynamic Host Configuration Protocol* (DHCP) Server. *Cisco Packet Tracer*, misalnya, dapat memberikan simulasi konfigurasi jaringan yang mirip dengan situasi nyata Putri, yang menunjukkan bahwa penggunaan media simulasi jaringan berhasil menjembatani perbedaan antara teori dan praktik (Putri et al., 2025). Melalui pemanfaatan Cisco Packet Tracer dalam pembelajaran SMK, pemahaman siswa terhadap konfigurasi jaringan serta

keterampilan praktik, termasuk pengelolaan layanan DHCP Server, dapat ditingkatkan secara signifikan (Henryanto et al., 2025).

Namun, salah satu masalah utama dalam pembelajaran jaringan komputer adalah bagaimana mengubah metode pembelajaran agar tidak hanya teoritis tetapi juga praktis. Tantangan ini menuntut penerapan strategi pembelajaran yang memungkinkan siswa terlibat langsung dalam pemecahan masalah, sehingga kompetensi yang diperoleh benar-benar relevan dan dapat diterapkan dalam konteks dunia nyata.

Berdasarkan hasil temuan awal serta wawancara bersama bapak Tri Purnama Sandi, S.Pd., M.Pd., selaku guru Administrasi Sistem Jaringan di SMK Negeri 6 Konawe, pada tanggal 14 Mei 2025, diketahui bahwa pelaksanaan pembelajaran materi DHCP Server masih didominasi oleh penggunaan metode ceramah dan demonstrasi secara konvensional yang kurang mendorong keterlibatan aktif siswa. Proses pembelajaran lebih banyak berfokus pada penyampaian materi secara lisan tanpa memberikan ruang yang memadai bagi siswa untuk berpartisipasi aktif melalui kegiatan diskusi maupun praktik secara langsung. Kondisi tersebut menyebabkan pemahaman siswa cenderung bersifat teoritis dan hafalan, serta belum berkembang menjadi keterampilan praktis yang selaras dengan tuntutan kompetensi pada bidang jaringan komputer.

Sedangkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa keterbatasan fasilitas laboratorium jaringan turut memperburuk kondisi tersebut, karena sarana praktik tidak memadai untuk menunjang kegiatan pembelajaran secara optimal. Selain itu, baik guru maupun siswa belum memanfaatkan teknologi simulasi seperti *Cisco Packet Tracer*, yang seharusnya menjadi opsi alternatif. Meskipun demikian, aplikasi ini memiliki potensi besar untuk menyediakan pengalaman belajar virtual yang mirip dengan kehidupan nyata. Wawancara lebih lanjut dengan guru mata pelajaran juga mengungkapkan bahwa siswa sering mengalami kesulitan dalam memahami alur konfigurasi DHCP Server karena kurangnya kesempatan praktik langsung. Hasil evaluasi ulangan harian menunjukkan bahwa dari 13 peserta didik, hanya 5 siswa yang berhasil memenuhi standar ketuntasan, sementara 8 siswa lainnya belum memenuhi kriteria yang ditetapkan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa mayoritas peserta didik belum menguasai materi pembelajaran secara maksimal. Selain itu, nilai rata-rata kelas yang diperoleh masih berada di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan, yaitu sebesar 75.

Tabel 1. Persentase Ketuntasan Ulangan Harian Siswa Kelas XI

No	Kategori Ketuntasan	Jumlah Siswa (n)	Persentase (%)
1	Tuntas ($\geq$ KKM)	5	38,46
2	Tidak Tuntas ($<$ KKM)	8	61,54
Total		13	100,00

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa fokus permasalahan di SMK Negeri 6 Konawe terletak pada rendahnya keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran, terbatasnya fasilitas laboratorium, serta kurang optimalnya pemanfaatan teknologi simulasi. Permasalahan tersebut menyebabkan hasil belajar siswa kurang dari yang diharapkan. Oleh karena itu, strategi pembelajaran yang lebih kreatif dan partisipatif yang menggunakan pendekatan berbasis proyek harus diterapkan. Sepertinya masalah ini dapat diselesaikan dengan menerapkan model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) bersama dengan Cisco Packet Tracer. Dengan model ini, siswa dapat mengembangkan keterampilan teknis yang diperlukan untuk dunia kerja dan terlibat aktif dalam proses belajar.

Salah satu solusi potensial adalah penerapan model *Project-Based Learning* (PjBL), model ini menekankan pembelajaran melalui pelaksanaan proyek nyata yang dilakukan secara bersama-sama. Siswa diarahkan untuk merencanakan, melaksanakan, dan meluncurkan proyek yang sesuai dengan materi pembelajaran. Melalui proses tersebut, siswa memperoleh pengalaman belajar langsung serta mampu mengembangkan kemampuan untuk bekerja sama, memecahkan masalah, dan berpikir secara kreatif (Yusikah, 2021).

Untuk mendukung penerapan model PjBL secara efektif dalam pembelajaran jaringan komputer, diperlukan media pembelajaran berbasis simulasi, salah satunya Cisco Packet Tracer. Aplikasi ini memungkinkan peserta didik untuk merancang serta melakukan proses pengujian konfigurasi jaringan secara virtual tanpa memerlukan perangkat keras fisik yang berbiaya tinggi (Resi et al., 2022). Diperkirakan bahwa kombinasi PjBL dan *Cisco Packet Tracer* dapat meningkatkan keterlibatan siswa, mengatasi keterbatasan fasilitas praktik, dan meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan teknis siswa. Menurut penelitian sebelumnya oleh (Amran & dan Syaharani, 2024) hasil belajar siswa tentang materi jaringan komputer dapat secara signifikan ditingkatkan dengan penggunaan *Cisco Packet Tracer* dalam pembelajaran berbasis proyek dinilai mampu meningkatkan pemahaman konsep materi jaringan komputer secara signifikan. Temuan tersebut sejalan dengan hasil penelitian (Astuti et al., 2019) yang menunjukkan bahwa penerapan (PjBL) yang terintegrasi mampu meningkatkan penguasaan konsep serta belajar siswa secara aktif, sehingga menghasilkan hasil yang lebih baik dari pada pendekatan pembelajaran konvensional.

Dengan bantuan aplikasi Packet Tracer Cisco, model PjBL memungkinkan peserta didik berpartisipasi secara aktif dalam mendesain, melaksanakan, dan menyelesaikan proyek pembelajaran kontekstual. Ini adalah alternatif yang bagus untuk mengantisipasi terkait hasil belajar para peserta didik yang rendah pada materi konfigurasi jaringan, khususnya DHCP Server. Hasil penelitian tentang penerapan PjBL memperlihatkan bahwa model PjBL mampu meningkatkan hasil belajar bagi peserta didik baik di pendidikan kejuruan maupun di perkuliahan pengembangan pembelajaran tematik (Agusdianita & Kurniawati, 2023). Siswa tidak hanya belajar konsep teoritis melalui aktivitas belajar ini, tetapi mereka juga belajar berpikir kritis, memecahkan masalah, dan bekerja sama.

Selain itu, *Cisco Packet Tracer* adalah media pendukung PjBL yang ideal karena memungkinkan simulasi konfigurasi jaringan virtual tanpa ketergantungan pada perangkat keras mahal. Siswa dapat mengeksplorasi, berlatih berulang kali, dan menguji berbagai skenario jaringan melalui media ini. Penelitian yang dilakukan oleh (Resi et al., 2022) di SMK Negeri 4 Kupang menunjukkan bahwa penggunaan Cisco Packet Tracer dapat secara signifikan meningkatkan hasil belajar siswa dalam bidang jaringan komputer. Media simulasi ini mampu membantu meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep jaringan dan secara efektif mendukung implementasi model pembelajaran seperti Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL). Beberapa penelitian telah menunjukkan efektivitas Cisco Packet Tracer sebagai media pembelajaran dalam pendidikan jaringan komputer di tingkat sekolah menengah kejuruan. Penelitian yang dilakukan oleh (Leki et al., 2022) mengungkapkan bahwa penggunaan Cisco Packet Tracer sebagai alat pembelajaran jaringan secara signifikan meningkatkan hasil belajar siswa dalam mata pelajaran jaringan komputer. Demikian pula, (Sam et al., 2021) menemukan bahwa penerapan Cisco Packet Tracer sebagai media simulasi jaringan terbukti meningkatkan prestasi akademik siswa dalam mata pelajaran jaringan komputer kejuruan. Mendukung temuan ini, (Fauzan & Ripai, 2025) menjelaskan bahwa integrasi Cisco Packet Tracer ke dalam proses pembelajaran jaringan komputer di sekolah menengah kejuruan secara signifikan meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan praktis siswa dibandingkan dengan pendekatan pembelajaran konvensional yang hanya mengandalkan sumber belajar dasar di kelas. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan tersebut efektif memperkuat pemahaman konseptual sekaligus keterampilan teknis siswa. Dengan demikian, kombinasi PjBL dan *Cisco Packet Tracer* dapat menjadi solusi strategis untuk mengatasi keterbatasan fasilitas praktik, meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran, serta memperkuat penguasaan kompetensi kejuruan yang dibutuhkan pada era industri 4.0.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Amran & dan Syaharani, 2024), hasil belajar siswa tentang materi jaringan komputer dapat secara signifikan ditingkatkan dengan menggunakan Cisco Packet Tracer dalam pembelajaran berbasis proyek. (Lubis et al., 2023) menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis proyek yang didukung oleh media Cisco Packet

Tracer mampu meningkatkan hasil belajar siswa kelas X TKJ pada mata pelajaran Jaringan Dasar secara signifikan. Hal ini dibandingkan siswa yang belajar dengan menggunakan metode ceramah. (Prayitno & NU, 2024) sejalan dengan temuan yang menunjukkan bahwa, dibandingkan dengan pembelajaran tatap muka konvensional, penerapan pembelajaran berbasis proyek (PjBL) dengan media simulasi jaringan seperti Cisco Packet Tracer dan pendekatan pembelajaran Secara umum, pendekatan pembelajaran berbasis proyek memiliki tingkat efektivitas yang lebih tinggi dalam meningkatkan penguasaan konsep dan kemampuan teknis siswa.

Penelitian ini diarahkan untuk mengkaji sejauh mana model pembelajaran berbasis proyek yang diintegrasikan dengan aplikasi Cisco Packet Tracer dapat mempengaruhi capaian pembelajaran siswa kelas XI SMK Negeri 6 Konawe pada pokok bahasan DHCP Server.

Hasil belajar, diantaranya aspek kognitif, afektif, dan psikomotor, sehingga akan menunjukkan tingkat pencapaian siswa setelah proses pembelajaran. Menurut (Meiliani et al., 2023), hasil belajar di pendidikan kejuruan ditentukan oleh kemampuan praktik dan penguasaan teori. Dalam pendidikan kejuruan, hasil dari belajar peserta didik tidak hanya ditentukan oleh penguasaan teori akan tetapi ditentukan adanya kemampuan untuk menerapkan pengetahuan tersebut dalam dunia nyata. Model (PjBL) menggunakan masalah nyata untuk menunjukkan materi. Menurut (Wijayanti, 2025), teori PjBL meningkatkan keterampilan akademik dengan melibatkan siswa dalam proyek nyata untuk meningkatkan kemampuan mereka. Selain itu, (Jatmika & Alviantoro, 2025) menyatakan bahwa PjBL efektif diterapkan di SMK dalam konteks pembelajaran akuntansi dengan mengintegrasikan proyek kontekstual siswa. Menurut Fitri (2025) bahwa PjBL secara signifikan meningkatkan keterampilan pra-vokasional siswa SMK, namun, (Ikadayani et al., 2025) menemukan bahwa penerapan PjBL berbasis pikiran komputasi di SMK meningkatkan hasil belajar siswa. PjBL membantu siswa mengembangkan rasa percaya diri, serta meningkatkan kemandirian, dan membantu mereka menyusun pengetahuan mereka sendiri. Proses pembelajaran PjBL dilakukan dengan menciptakan masalah, memfasilitasi penyelidikan, serta mendukung kolaborasi melalui komunikasi aktif antar siswa dalam penyelesaian proyek pembelajaran (ulfa et al., 2023).

(Paat et al., 2022) dalam penelitiannya menyatakan bahwa penerapan model PjBL dan *Cisco Packet Tracer* terbukti mampu meningkatkan hasil belajar sekaligus minat belajar siswa. Ini karena model PjBL membuat para peserta didik mampu termotivasi serta terlibat lebih banyak dalam penyelesaian masalah nyata yang berkaitan dengan bidang keahliannya. *Cisco Packet Tracer* yang berguna sebagai perangkat lunak simulasi jaringan mampu memberi siswa kesempatan untuk merancang, menguji, dan menganalisis konfigurasi jaringan secara virtual tanpa bergantung pada perangkat keras mahal. Ini juga memungkinkan latihan berulang untuk menguasai konsep (Runtuwene et al., 2024). Aplikasi *Cisco Packet Tracer* bersifat interaktif, mendekati kondisi jaringan nyata, serta dapat diakses secara gratis melalui program *Cisco Networking Academy*, sehingga efektif mendukung pembelajaran jaringan komputer di pendidikan kejuruan (Jayadi et al., 2025).

Dalam konteks pendidikan kejuruan, (Komara & dan Iskandar, 2025) menekankan bahwa integrasi teori dan praktik sangat penting agar peserta didik tidak sekadar menguasai konsep pada tingkat permukaannya saja, namun juga memiliki kemampuan untuk mengaplikasikannya dalam praktik. Integrasi PjBL dengan *Cisco Packet Tracer* selaras dengan kebutuhan pembelajaran di era abad ke-21 yang berfokus pada penguatan kemampuan kerja sama dan kreativitas, serta keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS). Melalui pembelajaran berbasis proyek pada materi DHCP Server, peserta didik tidak semata-mata mempelajari tahapan konfigurasi, melainkan juga memahami dasar teknis yang melandasi setiap proses pengaturan, kemampuan pemecahan masalah serta kerja tim yang sesuai dengan tuntutan dunia industri. Dengan demikian, hasil penelitian terdahulu mendukung bahwa penerapan PjBL berbantuan Cisco Packet Tracer dapat menjadi strategi efektif dalam upaya memperdalam penguasaan konsep, kemampuan teknis

peserta didik, serta kesiapan peserta didik Sekolah Menengah Kejuruan dalam menghadapi tantangan dunia kerja di bidang jaringan komputer.

Dengan demikian, penelitian ini difokuskan pada penerapan PjBL menggunakan *Cisco Packet Tracer* yang mampu memberikan peningkatan terkait hasil belajar para siswa di SMK Negeri 6 Konawe pada materi DHCP Server, baik dari aspek pemahaman konsep maupun keterampilan praktis

METODE PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan secara umum proses pelaksanaan penelitian. Pembahasan difokuskan pada rancangan penelitian, penentuan populasi dan sampel, teknik pengumpulan data beserta pengembangan instrumen, serta metode yang digunakan dalam menganalisis data.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan kuantitatif melalui desain pra-eksperimental satu kelompok pre-test-post-test. Desain ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengukur perubahan dan peningkatan hasil belajar peserta didik dengan membandingkan kondisi awal sebelum pembelajaran dan kondisi akhir setelah diberikan perlakuan. Rancangan penelitian tersebut disajikan secara ringkas pada Tabel 2.

Tabel 2. *One-Group Pretest-Posttest Design*

$$O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$$

Keterangan:

O_1 = Nilai *pretest* (sebelum diberi perlakuan)

X = Pengaruh perlakuan terhadap hasil belajar siswa ($O_2 - O_1$)

O_2 = Nilai *posttest* (sesudah diberi perlakuan)

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji perubahan hasil belajar peserta didik yang terjadi sebelum dan setelah diterapkannya model pembelajaran Project-Based Learning (PjBL) dengan dukungan aplikasi Cisco Packet Tracer pada materi DHCP Server. Pengumpulan data dilakukan melalui pemberian *pretest* pada tahap awal untuk mengetahui tingkat penguasaan materi siswa sebelum perlakuan, serta *posttest* setelah penerapan pembelajaran. Perbedaan antara skor *pretest* dan *posttest* selanjutnya dianalisis menggunakan perhitungan N-Gain untuk mengetahui tingkat peningkatan hasil belajar peserta didik sekaligus menilai efektivitas pembelajaran yang telah diterapkan.

Populasi dan Sampel

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah semua peserta didik kelas XI program keahlian Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) di SMK Negeri 6 Konawe. Sampel penelitian ini diambil secara serentak sebanyak 13 siswa yang mewakili kondisi populasi serta bersedia mengikuti seluruh rangkaian kegiatan pembelajaran dan evaluasi. Pemilihan sampel didasarkan pada ketersediaan data pretest dan posttest serta kesiapan dan peluang untuk mengikuti perlakuan pembelajaran dengan model PjBL yang didukung *Cisco Packet Tracer* pada materi DHCP Server, sehingga diharapkan mampu memberikan gambaran peningkatan hasil belajar secara representatif. Dengan pertimbangan tersebut, penelitian ini memusatkan perhatian pada peserta didik kelas XI Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ), karena fokus analisis diarahkan pada perubahan hasil belajar siswa setelah mengikuti proses pembelajaran. Informasi terkait populasi peserta didik kelas XI di SMK Negeri 6 Konawe disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Populasi Penelitian

No	Kelas	Jumlah Siswa
1	XI TKJ	13
Total		13

Berdasarkan tabel tersebut, jumlah populasi peserta didik kelas XI TKJ di SMK Negeri 6 Konawe sebanyak 13 orang. Seluruh siswa dalam kelas tersebut dilibatkan dalam penelitian dan digunakan sebagai dasar penentuan sampel penelitian.

Teknik Pengumpulan Data dan Pengembangan Instrumen

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui pemberian pretest dan posttest guna mengetahui hasil belajar peserta didik. Instrumen penelitian terdiri atas sembilan butir soal pilihan ganda yang dirancang sesuai indikator pencapaian kompetensi materi DHCP Server dengan berlandaskan pada kurikulum yang diterapkan. Instrumen tes tersebut telah melalui proses validasi oleh ahli pembelajaran jaringan komputer yang bertujuan untuk memastikan kesesuaian isi, kejelasan indikator, serta ketepatan instrumen dalam mengukur kemampuan kognitif siswa sesuai dengan tujuan pembelajaran. Selain instrumen tes, bahan pembelajaran yang digunakan meliputi modul materi DHCP Server, Lembar Kerja Siswa berbasis pada *Project-Based Learning*, soal *pretest* dan *posttest*, panduan penggunaan *Cisco Packet Tracer*, serta materi pendukung berupa video pembelajaran dan e-book jaringan komputer. Proses pembelajaran dilaksanakan dengan memanfaatkan media simulasi jaringan dengan bantuan aplikasi *Cisco Packet Tracer* versi 8.2.

Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif terhadap hasil pretest dan posttest. Analisis diawali dengan statistik deskriptif yang meliputi perhitungan nilai rata-rata, skor terendah, skor tertinggi, dan simpangan baku. Selanjutnya, pengujian perbedaan hasil belajar sebelum dan sesudah penerapan pembelajaran dilakukan melalui uji paired sample t-test. Untuk mengukur tingkat peningkatan hasil belajar peserta didik setelah penerapan model Project-Based Learning (PjBL) berbantuan Cisco Packet Tracer pada materi DHCP Server, digunakan analisis N-Gain. Dengan mempertimbangkan skor ideal maksimum sebesar 100, nilai N-Gain menunjukkan besarnya peningkatan kemampuan peserta didik dari *pretest* ke *posttest*. Rumus perhitungan N-Gain adalah:

$$N - Gain = \frac{Skor\ Posstest - Skor\ Pretest}{Skor\ Ideal - Skor\ Pretest}$$

Melalui perhitungan N-Gain, peneliti dapat menilai tingkat efektivitas strategi pembelajaran yang diterapkan. Nilai N-Gain yang berada pada kategori tinggi mengindikasikan bahwa model pembelajaran yang diterapkan efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta didik secara signifikan sedangkan nilai N-Gain yang rendah menandakan bahwa peningkatan hasil belajar belum optimal sehingga metode pembelajaran perlu ditinjau kembali atau dikembangkan lebih lanjut. Untuk mempermudah penafsiran hasil, nilai N-Gain dikategorikan ke dalam tiga kategori: rendah, sedang, dan tinggi. Kategori ini dibuat berdasarkan kriteria Hake, yang menyatakan bahwa rentang nilai N-Gain berikut dapat digunakan untuk menentukan tingkat peningkatan pembelajaran:

Tabel 4. Rentang Nilai N-Gain

Kategori	Rentang Nilai N-Gain
Rendah	$N-Gain < 0,30$
Sedang	$0,30 \leq N-Gain < 0,70$
Tinggi	$N-Gain \geq 0,70$

Analisis N-Gain adalah pendekatan kuantitatif yang populer dalam penelitian pendidikan dan disarankan untuk menilai efektivitas strategi pembelajaran. Akibatnya, hasil perhitungan N-Gain digunakan sebagai indikator utama untuk mengevaluasi keberhasilan penerapan model PjBL, yang dibantu oleh Cisco Packet Tracer, mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik terkait pada materi DHCP Server.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini selaras dengan jenis bahan dan model pengajaran yang digunakan. Laptop atau PC siswa dilengkapi dengan prosesor Intel Core i3 (generasi ke-8 atau lebih tinggi), RAM 4 GB, dan Windows 10. Selain itu, aplikasi Cisco Packet Tracer versi 8.2 digunakan untuk membangun jaringan. Aktivitas pembelajaran didukung oleh proyek dan buku teks digital. Lembar kerja siswa (LKS) berbasis proyek (PjBL), modul materi DHCP Server, instrumen pre- dan post-test, panduan penggunaan Cisco Packet Tracer, dan bahan ajar seperti media pembelajaran video dan e-book untuk jaringan komputer adalah beberapa sumber daya pendidikan yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan rancangan pra-eksperimental berupa satu kelompok pretest dan posttest. Rancangan ini bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan hasil belajar pada 13 peserta didik kelas XI Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) di SMK Negeri 6 Konawe sebelum dan sesudah diberikan perlakuan pembelajaran. Instrumen penelitian berupa tes hasil belajar pada materi Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) Server yang terdiri dari sembilan butir soal pilihan ganda dan telah divalidasi oleh ahli. Pengumpulan data dilakukan melalui dua tahap pengukuran, yaitu tes awal (pretest) sebelum pembelajaran dan tes akhir (posttest) setelah proses pembelajaran dilaksanakan. Pada tahap awal penelitian, khususnya pada pertemuan pertama, peneliti melaksanakan pretest untuk mengidentifikasi kemampuan awal peserta didik sekaligus menyampaikan penjelasan mengenai alur serta tahapan pembelajaran yang akan diterapkan.

Selanjutnya, kegiatan pembelajaran dilaksanakan selama empat kali pertemuan dengan menerapkan model (PjBL) dengan menggunakan aplikasi *Cisco Packet Tracer*. Pertemuan kedua difokuskan pada pengenalan konsep dasar DHCP, fungsi, serta perannya dalam pengelolaan alamat IP pada jaringan komputer. Pertemuan ketiga diarahkan pada praktik konfigurasi dasar DHCP Server yang mencakup pembuatan scope, penetapan rentang alamat IP, serta pengujian proses distribusi alamat IP secara otomatis kepada klien. Pertemuan keempat menitikberatkan pada penerapan DHCP Server dalam simulasi jaringan menggunakan *Cisco Packet Tracer*, di mana peserta didik melakukan analisis terhadap permasalahan yang muncul dan merumuskan solusi yang sesuai. Pada pertemuan kelima, Pada pertemuan terakhir, peneliti menyelenggarakan tes akhir (posttest) guna mengukur peningkatan capaian hasil belajar peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran dengan penerapan model Project-Based Learning (PjBL). Selanjutnya, data yang diperoleh dari pretest dan posttest dianalisis menggunakan perhitungan N-Gain Score untuk mengetahui tingkat efektivitas model pembelajaran yang diterapkan. Rekapitulasi nilai pretest, posttest, serta hasil perhitungan N-Gain disajikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Perhitungan N-Gain *Pretest* dan *Posttest* Siswa

No	Posttest	Pretest	Post-Pre	Skor Ideal (100-Pre)	N-Gain Skor	N-Gain Skor (%)	Kategori
1	88	55	33	45	0,733333333	73,33333333	Tinggi
2	100	55	45	45	1	100	Tinggi
3	88	44	44	56	0,785714286	78,57142857	Tinggi
4	100	77	23	23	1	100	Tinggi
5	66	44	22	56	0,392857143	39,28571429	Sedang
6	77	55	22	45	0,488888889	48,88888889	Sedang
7	66	33	33	67	0,492537313	49,25373134	Sedang
8	88	55	33	45	0,733333333	73,33333333	Tinggi

No	Posttest	Pretest	Post-Pre	Skor Ideal (100-Pre)	N-Gain Skor	N-Gain Skor (%)	Kategori
9	100	55	45	45	1	100	Tinggi
10	88	55	33	45	0,7333333333	73,33333333	Tinggi
11	100	55	45	45	1	100	Tinggi
12	77	44	33	56	0,589285714	58,92857143	Sedang
13	100	66	34	34	1	100	Tinggi
Mean	87,54	53,31	34,23	46,69	0,7653	76,53%	Tinggi

Tabel di atas terlihat ada 9 siswa masuk kedalam kategori Tinggi, 4 siswa masuk dalam kategori Sedang, dan 0 siswa masuk dalam kategori Rendah. Ini menunjukkan bahwa ketika model (PjBL) diterapkan pada materi DHCP Server, hasil belajar siswa meningkat, sebagian besar berada di kategori sedang hingga tinggi. Berikut ini pengujian deskripsi statistik yang menunjukkan perbandingan nilai siswa di *pretest* dan *posttest*;

Tabel 6. Statistik Deskriptif Nilai *Pretest* dan *Posttest* Siswa

Descriptive Statistics													
	N Statistic	Range Statistic	Minimum Statistic	Maximum Statistic	Sum Statistic	Mean Statistic	Std. Error Std. Error	Std. Deviation Statistic	Variance Statistic	Skewness Statistic	Std. Error Std. Error	Kurtosis Statistic	Std. Error Std. Error
Pretest	13	44,00	33,00	77,00	693,00	53,3077	3,01148	10,85806	117,897	,353	,616	1,367	1,191
Posttest	13	34,00	66,00	100,00	1138,00	87,5385	3,51483	12,67291	160,603	-,612	,616	-,850	1,191
Valid N (listwise)	13												

Hasil perbandingan nilai pretest dan posttest dari 13 siswa yang mengikuti proses pembelajaran disajikan pada Tabel 6. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh nilai rata-rata pretest sebesar 53,31, sedangkan nilai rata-rata posttest mencapai 100. Selain itu, skor terendah pada pretest tercatat sebesar 33, sementara skor terendah pada posttest meningkat menjadi 77. Peningkatan nilai tersebut menunjukkan adanya perubahan hasil belajar yang signifikan setelah siswa memperoleh perlakuan pembelajaran. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan kegiatan pembelajaran yang digunakan mampu meningkatkan hasil belajar siswa secara nyata.

Data penelitian harus memenuhi syarat normalitas sebelum diuji dengan uji-t. Uji normalitas dilakukan untuk memastikan apakah data hasil belajar siswa yang diperoleh dari pretest dan posttest berdistribusi normal. Jika distribusi data tidak normal, uji non-parametrik digunakan, tetapi jika distribusi data normal, maka data layak untuk diuji dengan uji parametrik. Untuk penelitian ini, IBM SPSS Statistics versi 27 for Windows digunakan. Hasil analisis uji normalitas terhadap data penelitian disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 7. Hasil Uji Normalitas Data *Pretest* dan *Posttest*

Tests of Normality						
Kolmogorov-Smirnov ^a				Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest	,284	13	,005	,887	13	,089
Posttest	,167	13	,200 [*]	,920	13	,251

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Hasil uji Kolmogorov-Smirnov, yang ditunjukkan dalam tabel uji normalitas, adalah sebagai berikut: nilai signifikansi data pretest sebesar 0,005 (kurang dari 0,05) menunjukkan bahwa data posttest memiliki distribusi normal. Sementara itu, nilai signifikansi data posttest sebesar 0,200 (lebih dari 0,05) menunjukkan bahwa distribusi normal data posttest menurut uji Kolmogorov-Smirnov. Hasil uji normalitas metode Shapiro-Wilk juga menunjukkan bahwa, karena jumlah sampel yang relatif kecil, nilai signifikan Uji Shapiro-Wilk lebih tepat untuk menentukan normalitas data ($n = 13$). Oleh karena itu, secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa data penelitian memenuhi asumsi normalitas.

Pengaruh penerapan model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) terhadap prestasi belajar siswa adalah tujuan dari penelitian ini. Pengujian hipotesis dilakukan dengan uji t untuk memastikan bahwa hasil belajar berbeda sebelum dan setelah perlakuan pembelajaran. Pertama, data memenuhi asumsi normalitas. Analisis uji t dilakukan menggunakan program IBM SPSS Statistics 27 untuk Windows. Berikut ini adalah data yang dihasilkan dari proses pengolahan.

Tabel 8. Hasil Uji t Berpasangan (*Paired Samples Test*)

		Paired Samples Test						
		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower Upper			
Pair 1	Pretest - Posttest	-34,23077	8,54550	2,37010	-39,39477 -29,06677	-14,443	12	<,001

Berdasarkan hasil uji paired samples, diperoleh selisih nilai rata-rata antara skor pretest dan posttest sebesar -34,23. Nilai tersebut disertai dengan standar deviasi sebesar 8,55 serta standard error mean sebesar 2,37. Pada taraf kepercayaan 95%, interval kepercayaan berada pada rentang -39,39 hingga -29,07, yang menunjukkan bahwa perbedaan skor sebelum dan sesudah perlakuan berada dalam batas tersebut. Hasil uji-t menghasilkan nilai t hitung sebesar -14,443 dengan derajat kebebasan (df) 12 serta nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,000 yang lebih kecil dari 0,05. Temuan ini mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan antara hasil pretest dan posttest, sehingga dapat disimpulkan bahwa penerapan model Project-Based Learning (PjBL) memberikan pengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan capaian hasil belajar peserta didik antara sebelum dan sesudah diterapkannya model Project-Based Learning (PjBL) yang didukung oleh aplikasi Cisco Packet Tracer pada materi DHCP Server. Rata-rata nilai peserta didik mengalami peningkatan yang signifikan, dari 53,31 pada pelaksanaan pretest menjadi 87,54 pada posttest. Temuan tersebut diperkuat oleh hasil uji paired sample t-test yang memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000 yang lebih kecil dari 0,05. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan model PjBL berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik. Oleh karena itu, permasalahan penelitian terkait efektivitas model PjBL dalam meningkatkan hasil belajar dapat dibuktikan dan dijawab secara empiris melalui hasil penelitian ini.

Peningkatan hasil belajar yang cukup berarti ini dapat dipahami melalui ciri khas model PjBL yang menekankan keterlibatan aktif peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan kontekstual. Dengan adanya skenario proyek yang berkaitan langsung dengan materi DHCP Server, siswa didorong untuk bekerja sama, berdiskusi, serta melakukan uji coba konfigurasi jaringan secara praktis menggunakan *Cisco Packet Tracer* (Resi et al., 2022). Sejalan dengan hal tersebut, (Andriani et al., 2025) menyatakan bahwa penerapan PjBL mampu meningkatkan motivasi dan keterlibatan belajar siswa melalui aktivitas proyek yang terstruktur dan kontekstual.

(Emba & Ekohariadi, 2024) menyatakan bahwa pemanfaatan simulasi jaringan dalam pembelajaran berbasis proyek mampu meningkatkan penguasaan aspek teknis siswa secara signifikan. Sejalan dengan temuan tersebut, (Ningrum & Agusman, D. Rosalina, 2020) mengungkapkan bahwa penggunaan Cisco Packet Tracer sebagai media simulasi memberikan kesempatan kepada siswa untuk merancang serta mengkonfigurasi jaringan komputer, baik dalam skala sederhana maupun kompleks. Kondisi ini mendorong berkembangnya kemampuan berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah siswa secara lebih baik dibandingkan dengan pendekatan pembelajaran konvensional. Akibatnya, penelitian ini tidak hanya

mengkonfirmasi temuan penelitian sebelumnya, tetapi juga memberikan bukti empiris bahwa integrasi model Pembelajaran Berdasarkan Proyek (PjBL) dengan Cisco Packet Tracer adalah strategi pembelajaran jaringan komputer yang efektif.

Penerapan model PjBL mungkin juga membantu siswa meningkatkan keterampilan non kognitif mereka, seperti komunikasi dan bekerja sama dalam tim. Peserta didik tidak hanya memiliki pemahaman dasar tentang konsep DHCP Server, tetapi mereka juga mampu menguasai keterampilan teknis konfigurasi yang diperlukan oleh dunia kerja. Hal ini sangat penting karena pendidikan vokasi berfokus pada pembangunan keterampilan yang berguna, bukan hanya penguasaan teori. Penelitian ini juga membantu meningkatkan bukti empiris dan membantu mengembangkan teori pembelajaran berbasis proyek yang didukung oleh teknologi simulasi.

Pertama, penelitian ini memperluas konsep *Project-Based Learning* (PjBL) dari aktivitas proyek berbasis dunia nyata menuju ranah lingkungan virtual. *Cisco Packet Tracer* membuktikan bahwa proyek berbasis simulasi dapat memberikan pengalaman belajar yang setara dengan praktik langsung, sehingga memperkaya teori PjBL dalam konteks digital.

Kedua, penelitian ini menguatkan landasan teori *konstruktivisme*, di mana pengetahuan dibangun melalui pengalaman aktif siswa. Simulasi memungkinkan siswa untuk mencoba, gagal, memperbaiki, dan menemukan solusi, sehingga proses belajar bukan hanya menghasilkan pengetahuan konseptual, tetapi keterampilan praktis.

Ketiga, penelitian ini menegaskan bahwa penerapan PjBL berbantuan simulasi berdampak pada pengembangan keterampilan non-kognitif, seperti kerjasama, komunikasi, dan kemandirian. Hal ini memperkaya perspektif teoretis PjBL bahwa pembelajaran berbasis proyek, meskipun dilakukan dalam lingkungan simulasi, tetap mampu melatih *soft skills* yang penting untuk dunia kerja.

Keempat, hasil penelitian ini menunjukkan relevansi PjBL berbasis simulasi dengan pendidikan vokasi era digital. Model ini menjembatani keterbatasan fasilitas praktik dengan menyediakan pengalaman belajar yang hemat biaya, fleksibel, dan berulang, tanpa mengurangi kualitas pencapaian kompetensi siswa. Dengan demikian, penelitian ini memperkuat kerangka teoritis PjBL yang menekankan kesiapan siswa menghadapi tuntutan industri 4.0.

Oleh sebab itu, disimpulkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis proyek (PjBL) yang didukung oleh *Cisco Packet Tracer* bukan hanya akan membantu pengalaman belajar siswa lebih luas dan bermakna, tetapi juga akan memperluas perspektif teoritis tentang bagaimana PjBL dapat diterapkan dalam konteks pembelajaran yang memanfaatkan simulasi. Penelitian ini menegaskan pentingnya penerapan strategi pembelajaran inovatif berbasis teknologi untuk meningkatkan mutu pendidikan kejuruan di era digital sekaligus memberikan kontribusi pada pengembangan teori pembelajaran berbasis proyek.

KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan dan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis proyek (Project-Based Learning/PjBL) yang didukung oleh aplikasi Cisco Packet Tracer terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada materi DHCP Server di SMK Negeri 6 Konawe. Hal ini ditunjukkan oleh hasil uji t dengan nilai signifikansi 0,000 (< 0,05) serta adanya peningkatan nilai rata-rata siswa dari 53,31 pada pretest menjadi 87,54 pada posttest. Selain meningkatkan penguasaan konsep, penerapan PjBL juga memberikan pengalaman belajar yang lebih aktif, kontekstual, dan bermakna, khususnya dalam pembelajaran berbasis praktik konfigurasi jaringan komputer. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi bagi guru dalam menerapkan model pembelajaran inovatif, bagi sekolah dalam meningkatkan mutu pembelajaran kejuruan, serta bagi siswa dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kompetensi teknis yang relevan dengan kebutuhan dunia kerja. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengimplementasikan PjBL berbantuan simulasi pada cakupan kelas dan materi yang lebih luas serta mengkaji dampaknya terhadap aspek non-kognitif dan integrasi teknologi pembelajaran berbasis virtual atau cloud.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusdianita, N., & Kurniawati, I. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Pjbl Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa Pada Perkuliahan Pengembangan Pembelajaran Tematik. *Jurnal Pembelajaran Dan Pengajaran Pendidikan Dasar*, 6(1), 43–49. <https://doi.org/https://doi.org/10.33369/Dikdas.V6i1.24617>
- Amran, A., & Dan Syaharani, H. (2024). Implementation Of Cisco Packet Tracer As Network Simulation In Educational Environment At Smk Tarbiyatul Banin-Banat Montong School. *Jurnal Mandiri It*, 13(1), 161–170. <https://ejournal.isha.or.id/index.php/Mandiri/Article/View/312>
- Andriani, Masita, & Missouri, R. (2025). Application Of Project Based Learning Method In Improving Students ' Learning Motivation In Islamic Religious Education Lessons. *Journal Of Instructional And Development Researches*, 5(2), 159–165. <https://doi.org/https://doi.org/10.53621/Jider.V5i2.507>
- Astuti, I. D., Toto, T., & Yulisma, L. (2019). Model Project Based Learning (Pjbl) Terintegrasi Stem Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Dan Aktivitas Belajar Siswa. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biolog*, 11(2), 93–98.
- Emba, N. D., & Ekohariadi, E. (2024). Rancang Bangun Media Pembelajaran Berbasis Website Dengan Model Pjbl Untuk Meningkatkan Keterampilan Mengkonfigurasi Jaringan Pada Siswa Kelas Xi Tkj Di Smk Negeri 1 Surabaya. *It-Edu : Jurnal Information Technology And Education*, 9(2), 163–171. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/It-Edu/Article/View/62410>
- Fauzan, A. Dan, & Ripai, I. (2025). Penggunaan Network Simulator Cisco Packet Tracer Dalam Meningkatkan Pemahaman Siswa Dalam Mata Pelajaran Informatika Kelas X Di Smkn 3 Kuningan. *Justi (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, 6(1), 1–10. <https://journal.umg.ac.id/index.php/Justi/Article/View/10801/5633>
- Fitri, H. M., Khaerunnisa, P., Setiawan, E., & Wardoyo, S. (2025). Peningkatan Keterampilan Pra-Vokasional Siswa Smk Melalui Project-Based Learning (Pjbl): Studi Literatur. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Indonesia (Jppi)*, 5(1), 307–318. <https://doi.org/https://doi.org/10.53299/Jppi.V5i1.996>
- Henryanto, V., Yulizar, D., & Haris, A. (2025). Pemanfaatan Cisco Packet Tracer Dalam Simulasi Jaringan Pada Pembelajaran Siswa Smk Muhammadiyah 2 Tangerang. *Journal Of Management And Business (Mass)*, 02(01), 19–39. <https://doi.org/https://doi.org/10.65344/Mass.V2i1.97>
- Ikadayani, S. P., Stefani, S. T., Galih, T., & Wicaksono, B. (2025). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (Pjbl) Berbasis Computational Thinking Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas Xi Titl Di Smkn 5 Surabaya. *Jurnal Citra Pendidikan (Jcp)*, 5(2), 129–142. <https://doi.org/https://doi.org/10.38048/Jcp.V5i2.5427>
- Jatmika, S., & Alviantoro, P. P. (2025). Tantangan Dan Keberhasilan Penerapan Model Project Based Learning Dalam Pembelajaran Akuntansi Di Sekolah Menengah Kejuruan. *Sumikolah: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(1), 11–19. <https://ejournal.unklab.ac.id/index.php/Sumikolah/Article/View/1244/985>
- Jayadi, A., Ikawati, H. D., Studi, P., Pendidikan, T., Pendidikan, U., & Siswa, H. B. (2025). Penggunaan Cisco Packet Tracer Terhadap Hasil Belajar Siswa Di Smk Nurul Islam Sekarbela. 6(4), 161–167.
- Komara, S., & Dan Iskandar, R. (2025). Pendidikan Kejuruan: Kajian Teori, Kebijakan, Dan Praktik Pembelajaran. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains Dan Terapan*, 5(3), 274–290. <https://doi.org/10.36312/Panthera.V5i3.421>
- Leki, N., Djamen, A. C., & Mintjelungan, M. M. (2022). Penerapan Cisco Packet Tracer Sebagai Media Pembelajaran Jaringan Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Smk. *Edutik: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 2(1), 14–26.
- Lubis, A. H. A. S., Bahri, S., Figna, H. P., Priyatna, R. D., & Fatimah, A. E. (2023). Meningkatkan

- Hasil Belajar Siswa Smk Melalui Model Project Based Learning Dengan Media Cisco Packet Tracer. *Indotech Indonesian Journal Of Education And Computer Science*, 1(1), 8–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.60076/Indotech.V1i1.5>
- Meiliani, R., Supriyanto, T., & Astuti, T. (2023). Analisis Instrumen Penilaian Autentik Pada Buku Siswa Kelas V Tema 6 Edisi Revisi 2017. *Jurnal Bina Gogik*, 10(1), 89–97. <https://ejournal.uncm.ac.id/index.php/pgsd/article/view/15>
- Ningrum, E. S., & Agusman, D. Rosalina, R. (2020). Pelatihan Crimping Kabel Dan Perancangan Jaringan Dengan Program Simulasi Cisco Packet Tracer. *Jurnal Solma*, 9(1), 14–25.
- Paat, W. R. L., Palilingan, V. R., & Umar, A. F. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Pjbl Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Teknologi Jaringan Berbasis Luas Siswa Kelas Xi Tkj Smk Kristen 1 Tomohon. *Edutik: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 2(6), 796–805. <https://doi.org/10.53682/Edutik.V2i6.6307>
- Prayitno, A. R., & Nu, M. P. (2024). Penerapan Pbl Untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa Menggunakan Cisco Paket Tracer Di Smk 3 Makassar. *Journal Of Computers, Informatics, And Vocational Education*, 1(2), 35–39. <https://journal.unm.ac.id/index.php/cive/article/view/3428>
- Putri, Z. A., Samudra, K. R., Setiawan, J. F., Muhamad, M., Ananta, S. T., Qidama, P. A., Lanang, I. G., Eka, P., & Habibi, M. W. (2025). Kajian Literatur Tentang Penggunaan Cisco Packet Tracer Dalam Meningkatkan Kompetensi Siswa Tkj. *Journal Of Artificial Intelligence And Digital Business (Riggs)*, 4(4), 2906–2912. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/Riggs.V4i4.3931>
- Rahayu, L. S., & Suhartini, R. (2024). Pendidikan Kejuruan Di Era Revolusi Industri 4.0 : Perspektif Teori. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(3), 2484–2489. <https://doi.org/10.31004/Edukatif.V6i3.6775>
- Resi, N. H., Baitanu, Z. Y., & Tamal, C. P. (2022). Pengaruh Penggunaan Media Cisco Packet Tracer Terhadap Hasil Belajar Siswa Di Smk Negeri 4 Kupang. *Jurnal Spektro*, 5(2), 62–67. <https://ejournal.undana.ac.id/index.php/spektro/article/view/9537>
- Runtuwene, S. J., Abdulgani, A. N., Pakan, O. M. L., Pinontoan, F. C. G., Mangaronda, D. I., & Kambey, T. N. (2024). Enhancing Computer Network Education In Higher Education Through Network Simulation: A Case Study Using Cisco Packet Tracer. *Jurnal Syntax Admiration*, 5(11), 2722–7782. <https://jurnalsyntaxadmiration.com/index.php/jurnal/article/view/1774>
- Sam, N. E., Nurmawanti, & Idrus, R. (2021). Efektivitas Media Pembelajaran Aij Berbasis Aplikasi Simulasi Cisco Packet Tracer Terhadap Hasil Belajar Peserta. *Jcis (Journal Of Computer And Information System)*, 1(1), 48–54. <https://doi.org/https://doi.org/10.31605/Jcis.V1i1.845>
- Ulfa, T., Tursinawati, & Darnius, S. (2023). Pengaruh Model Problem Based Learning (Pbl) Terhadap Hasil Belajar Ipa Siswa Di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 7(4), 2098–2107. <https://doi.org/10.47861/jkpu-nalanda.V1i4.364>
- Wijayanti, R. (2025). Penerapan Model Project Based Learning (Pjbl) Dalam Meningkatkan Keterampilan Menulis Pada Pembelajaran Bahasa Indonesia. *Jurnal Bima: Pusat Publikasi Ilmu Pendidikan Bahasa Dan Sastra*, 3(1), 63–80. <https://doi.org/https://doi.org/10.61132/Bima.V3i1.1443>
- Yusikah, I. Dan T. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek (Pjbl) Untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa. *Diadik: Jurnal Ilmiah Teknologi Pendidikan*, 11(1), 17–25. <https://doi.org/10.56489/Fik.V7i3.344>