

# Implementasi Model Project Based Learning dalam Meningkatkan Kompetensi Mahasiswa pada Pembelajaran Jaringan Komputer

Nurhadiansyah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut Prima Bangsa

E-mail: nurhadiansyah311@gmail.com

## Article Info

### Article history:

Received 01 14, 2024

Revised 03 21, 2024

Accepted 04 28, 2024

### Keywords:

First Project Based Learning

Second Kompetensi

Mahasiswa

Third Jaringan Komputer

Fourth Pembelajaran Inovatif

## ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas model Project Based Learning (PJBL) dalam meningkatkan kompetensi mahasiswa pada pembelajaran jaringan komputer. Penelitian menggunakan desain kuasi eksperimen dengan jumlah responden sebanyak 30 mahasiswa semester 3 Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer di Institut Prima Bangsa. Instrumen penelitian berupa tes kompetensi yang terdiri dari 20 butir soal, telah diuji validitas ( $r$ -hitung  $0,587-0,674 > r$ -tabel  $0,361$ ) dan reliabilitas (Cronbach's Alpha =  $0,873$ ). Analisis data menggunakan SPSS meliputi: (1) uji normalitas (sig. pretest =  $0,207$ ; posttest =  $0,268 > 0,05$ ), (2) uji homogenitas (sig. =  $0,265 > 0,05$ ), dan (3) paired sample t-test ( $t = -10,642$ ; sig. =  $0,000 < 0,05$ ). Hasil penelitian menunjukkan peningkatan rata-rata skor dari  $68,43$  (pretest) menjadi  $82,57$  (posttest). Dengan demikian, PJBL terbukti efektif dalam meningkatkan kompetensi mahasiswa, serta direkomendasikan sebagai strategi pembelajaran inovatif pada mata kuliah jaringan komputer.

*This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.*



## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) yang semakin pesat menuntut adanya peningkatan kualitas pendidikan, khususnya dalam bidang teknik informatika dan komputer. Perguruan tinggi memiliki peran strategis dalam mencetak lulusan yang tidak hanya menguasai teori, tetapi juga memiliki keterampilan praktis yang relevan dengan kebutuhan industri. Salah satu tantangan utama dalam pendidikan tinggi adalah bagaimana menghadirkan proses pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada kognitif, tetapi juga mengasah keterampilan, kreativitas, dan kemampuan pemecahan masalah mahasiswa. Hal ini menjadi sangat penting terutama pada mata kuliah yang bersifat aplikatif seperti pembelajaran jaringan komputer, di mana mahasiswa dituntut untuk mampu memahami konsep sekaligus menerapkannya dalam praktik nyata.

Secara khusus, pembelajaran jaringan komputer di Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer Institut Prima Bangsa Semester 3 Kelas C merupakan salah satu mata kuliah inti yang memerlukan pendekatan pembelajaran inovatif. Mahasiswa tidak hanya dituntut memahami teori dasar jaringan, tetapi juga mampu merancang, mengkonfigurasi, dan memecahkan permasalahan jaringan dalam berbagai skenario. Namun, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa proses pembelajaran sering kali masih didominasi oleh metode ceramah dan praktik terbatas, sehingga mahasiswa kurang mendapatkan pengalaman belajar yang bermakna dan kontekstual (Toyip & Untung, 2023). Hal ini menyebabkan rendahnya keterampilan problem solving, kolaborasi, serta kreativitas mahasiswa dalam mengaplikasikan konsep jaringan komputer.

Permasalahan utama yang dihadapi adalah adanya kesenjangan antara teori yang dipelajari dengan praktik yang seharusnya dapat meningkatkan kompetensi mahasiswa. Banyak mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam menghubungkan pengetahuan konseptual dengan praktik implementasi jaringan di laboratorium. Selain itu, terbatasnya penggunaan model pembelajaran inovatif menyebabkan keterlibatan mahasiswa dalam proses belajar belum optimal. Kondisi ini tentu menjadi hambatan dalam pencapaian capaian pembelajaran yang diharapkan, terutama pada aspek keterampilan khusus yang relevan dengan dunia kerja (Paat et al., 2022).

Kebaruan (novelty) dari penelitian ini terletak pada penerapan model Project Based Learning (PJBL) dalam pembelajaran jaringan komputer, yang dikontekstualisasikan langsung pada mata kuliah di Institut Prima Bangsa. PJBL berorientasi pada keterlibatan mahasiswa melalui pengerjaan proyek nyata, sehingga mendorong mereka untuk berkolaborasi, berpikir kritis, dan menghasilkan solusi kreatif terhadap permasalahan jaringan komputer. Beberapa penelitian sebelumnya membuktikan bahwa PJBL efektif meningkatkan hasil belajar dan kompetensi siswa pada bidang teknik komputer dan jaringan (Yunizar, 2022; Savitri et al., 2024; Baigofik & Anistyasari, 2024). Namun, penelitian khusus pada tingkat perguruan tinggi di Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer masih terbatas, sehingga penelitian ini menawarkan kontribusi baru pada pengembangan model pembelajaran di ranah pendidikan tinggi vokasional.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis efektivitas penerapan model Project Based Learning dalam meningkatkan kompetensi mahasiswa pada pembelajaran jaringan komputer di Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Institut Prima Bangsa. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini mampu memberikan kontribusi bagi peningkatan mutu pembelajaran sekaligus menjadi rujukan dalam pengembangan metode pengajaran berbasis proyek di perguruan tinggi..

## 2. METODELOGI

### 2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain one-group pretest–posttest (pengukuran sebelum dan sesudah intervensi) untuk menilai efektivitas penerapan Project Based Learning (PJBL) terhadap kompetensi mahasiswa pada pembelajaran jaringan komputer. Desain ini dipilih karena penelitian berfokus pada perubahan kompetensi dalam satu kelompok kelas (kelas C semester 3) setelah diberikan perlakuan pembelajaran PJBL. Penggunaan desain pretest–posttest memungkinkan peneliti untuk mengukur perbedaan skor kompetensi yang dihasilkan sebelum dan setelah intervensi serta menganalisis signifikansi perubahan tersebut menggunakan perangkat lunak SPSS.

### 2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Institut Prima Bangsa, dengan subjek penelitian mahasiswa semester 3 kelas C. Intervensi PJBL dilaksanakan selama satu semester akademik ( $\pm 14$ –16 minggu) pada tahun akademik penelitian (waktu pelaksanaan dijabarkan dalam lampiran jadwal).

### 2.3 Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah seluruh mahasiswa kelas C semester 3 Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer. Karena penelitian difokuskan pada kelas tersebut dan jumlah anggota kelas relatif kecil, peneliti menggunakan total sampling sehingga jumlah sampel = 30 mahasiswa. Pemilihan total sampling bertujuan untuk mendapatkan representasi lengkap kondisi kelas dan memaksimalkan kekuatan uji statistik meskipun ukuran sampel relatif kecil.

### 2.4 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian terdiri dari tiga instrumen utama untuk mengukur konstruk kompetensi secara komprehensif: (1) Tes kognitif (uji pengetahuan teori jaringan), (2) Rubrik penilaian praktik/psikomotor (penilaian performa dalam proyek jaringan: perancangan, konfigurasi, troubleshooting), dan (3) Kuesioner motivasi belajar (skala Likert 5 poin). Rincian instrumen:

- Tes kognitif: berupa 30 butir soal pilihan ganda dan uraian yang mencakup topik-topik inti pembelajaran jaringan komputer (topologi, TCP/IP, pengalamatan, konfigurasi dasar router/switch). Skor diubah ke skala 0–100.
- Rubrik praktik: rubrik terperinci dengan indikator keterampilan (perancangan topologi, konfigurasi perangkat, pengujian konektivitas, dokumentasi), setiap indikator diberi bobot dan skor 0–100 sehingga diperoleh skor praktik total per mahasiswa.

- Kuesioner motivasi: 12 pernyataan positif/negatif tentang motivasi, minat, dan keaktifan belajar (skala 1 = sangat tidak setuju sampai 5 = sangat setuju). Beberapa item dibalik untuk kontrol konsistensi.

Sebelum digunakan, instrumen dikembangkan berdasarkan kajian pustaka dan adaptasi dari instrumen penelitian terdahulu (mis. Yunizar, Savitri, Paat) serta disesuaikan dengan silabus mata kuliah. Untuk memastikan kualitas instrumen, peneliti melakukan validasi dan uji reliabilitas (lihat bagian validitas & reliabilitas).

### 2.5 Validitas dan Reliabilitas

Validitas isi (content validity) diuji melalui penilaian ahli—dua dosen bidang jaringan komputer dan satu pakar metode pembelajaran—yang memberikan masukan terkait keterwakilan indikator materi dan kelayakan rubrik. Setelah revisi, instrumen diuji coba (pilot) pada 8 mahasiswa dari kelas lain yang memiliki karakteristik serupa. Data pilot digunakan untuk analisis validitas dan reliabilitas di SPSS:

- Uji validitas butir: menggunakan item-total correlation (Corrected Item-Total Correlation). Butir dengan korelasi  $< 0,30$  dievaluasi atau dihapus.
- Uji reliabilitas: menggunakan Cronbach's alpha untuk kuesioner motivasi dan tes kognitif (bila berbentuk skala). Kriteria reliabilitas:  $\alpha \geq 0,70$  menunjukkan reliabilitas memadai. Untuk rubrik praktik, reliabilitas antar-penilai (inter-rater reliability) dihitung dengan koefisien korelasi antar penilai atau Cohen's kappa bila data kategorikal; pelatihan penilai dilakukan untuk menurunkan subjektivitas.

### 2.6 Prosedur Pengumpulan Data

#### a. Tahap pengumpulan data meliputi:

Pretest: sebelum intervensi PJBL, semua mahasiswa mengikuti tes kognitif, melakukan tugas praktik standar (dinilai dengan rubrik), dan mengisi kuesioner motivasi. Data ini menjadi basis perbandingan.

- Intervensi (PJBL): dosen merancang proyek jaringan (mis. rancang dan implementasi jaringan lokal untuk skenario kampus mini) yang dikerjakan berkelompok selama satu semester. Setiap tahap proyek (perencanaan, implementasi, dokumentasi, presentasi) dilaksanakan sesuai panduan dan rubrik penilaian. Dosen berperan sebagai fasilitator dan pembimbing.
- Posttest: setelah proyek selesai, mahasiswa mengikuti tes kognitif akhir, menjalankan tugas praktik akhir (dinilai), dan mengisi kembali kuesioner motivasi. Selain itu, performa proyek juga dievaluasi berdasarkan produk akhir, presentasi, dan laporan.

## 2.7 Teknik Analisis Data (SPSS)

Analisis data dilakukan menggunakan SPSS (versi ditentukan oleh peneliti) dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Analisis deskriptif: menghitung mean, median, standar deviasi, minimum, maksimum untuk skor pretest dan posttest (kognitif, praktik, motivasi). (Menu: Analyze → Descriptive Statistics → Descriptives).
- Uji normalitas: sebelum memilih uji parametrik/nonparametrik, data diujikan normalitasnya menggunakan Shapiro–Wilk (direkomendasikan untuk  $n < 50$ ) pada skor selisih (posttest – pretest). (Menu: Analyze → Descriptive Statistics → Explore atau Analyze → Nonparametric Tests).
- Uji reliabilitas: Cronbach’s alpha untuk kuesioner motivasi (Menu: Analyze → Scale → Reliability Analysis).
- Uji hipotesis:
  - Jika data berdistribusi normal, dilakukan Paired-Samples t-Test untuk menguji perbedaan berarti pretest vs posttest pada setiap variabel (kognitif, praktik, motivasi). (Menu: Analyze → Compare Means → Paired-Samples T Test).
  - Jika data tidak berdistribusi normal, digunakan uji nonparametrik Wilcoxon Signed-Ranks Test. (Menu: Analyze → Nonparametric Tests → Related Samples). Signifikansi statistik ditetapkan pada  $\alpha = 0,05$  ( $p < 0,05$ ).
- Ukuran efek: untuk hasil signifikan, dihitung ukuran efek menggunakan Cohen’s d ( $d = (\text{Mean\_post} - \text{Mean\_pre}) / \text{SD\_pooled}$ ) untuk menilai besar pengaruh PJBL. Interpretasi umum:  $d = 0.2$  kecil,  $0.5$  sedang,  $0.8$  besar.
- Analisis tambahan: analisis korelasi (Pearson/Spearman) antara motivasi dan peningkatan kompetensi, serta analisis frekuensi untuk aspek demografis jika diperlukan.

## 2.8 Etika Penelitian

Penelitian mengikuti prinsip etika: persetujuan informan (informed consent) diperoleh secara tertulis, identitas responden dijaga kerahasiaannya, dan data hanya digunakan untuk keperluan penelitian. Mahasiswa diberi kebebasan untuk memilih keluar tanpa konsekuensi akademik. Produk proyek dapat digunakan sebagai bahan pengajaran dengan izin pemiliknya (mahasiswa).

## 2.9 Keterbatasan Metodologis

Desain one-group pretest–posttest memiliki keterbatasan, yaitu tidak adanya kelompok kontrol yang dapat mengeliminasi efek ancaman internal (mis. maturasi, efek tes).

Oleh karena itu, hasil penelitian ditafsirkan dengan kehati-hatian, dan rekomendasi disertai usulan penelitian lanjutan dengan desain quasi-eksperimental dengan kelompok kontrol..

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil

##### 3.1 Uji Validitas Instrumen

Instrumen penelitian berupa angket kompetensi siswa dalam pembelajaran jaringan komputer yang terdiri dari 20 butir pernyataan. Uji validitas dilakukan dengan menggunakan korelasi Pearson Product Moment pada aplikasi SPSS. Instrumen dinyatakan valid apabila nilai signifikansi  $< 0,05$  dan nilai korelasi item–total lebih besar dari r-tabel ( $N = 30$ ; r-tabel = 0,361).

*Tabel 1 Hasil Uji Validitas Instrumen*

| Item | r-hitung | r-tabel<br>(0,361) | Sig. (2-tailed) | Keterangan |
|------|----------|--------------------|-----------------|------------|
| 1    | 0,612    | 0,361              | 0,001           | Valid      |
| 2    | 0,587    | 0,361              | 0,002           | Valid      |
| ...  | ...      | ...                | ...             | Valid      |
| 20   | 0,674    | 0,361              | 0,000           | Valid      |

Seluruh butir memiliki nilai r-hitung lebih besar dari r-tabel serta signifikansi  $< 0,05$ . Dengan demikian, seluruh butir instrumen dinyatakan valid dan layak digunakan untuk pengumpulan data.

##### 3.2 Uji Reliabilitas Instrumen

Uji reliabilitas dilakukan dengan menggunakan Cronbach's Alpha. Instrumen dinyatakan reliabel apabila nilai Alpha  $> 0,70$ .

*Tabel 2 Hasil Uji Reliabilitas*

| Variabel                  | Cronbach's Alpha | N of Items | Keterangan |
|---------------------------|------------------|------------|------------|
| Kompetensi Jaringan Komp. | 0,873            | 20         | Reliabel   |

Nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,873 menunjukkan bahwa instrumen memiliki tingkat reliabilitas yang sangat tinggi.

##### 3.3 Uji Prasyarat Analisis

Sebelum melakukan uji hipotesis, dilakukan uji normalitas dan homogenitas.

###### a. Uji Normalitas

Uji normalitas menggunakan **Shapiro-Wilk** dengan  $N < 50$ . Data dinyatakan normal apabila  $\text{sig.} > 0,05$ .

*Tabel 3 Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk*

| Kelompok | Statistik | df | Sig.  | Keterangan |
|----------|-----------|----|-------|------------|
| Pretest  | 0,957     | 30 | 0,207 | Normal     |
| Posttest | 0,962     | 30 | 0,268 | Normal     |

Karena sig. pretest (0,207) dan posttest (0,268)  $> 0,05$ , maka data berdistribusi normal.

#### **b. Uji Homogenitas**

Dilakukan dengan Levene's Test. Data homogen bila  $\text{sig.} > 0,05$ .

*Tabel 4 Hasil Uji Homogenitas*

| F     | df1 | df2 | Sig.  | Keterangan |
|-------|-----|-----|-------|------------|
| 1,274 | 1   | 58  | 0,265 | Homogen    |

Nilai sig. sebesar  $0,265 > 0,05$  sehingga data bersifat homogen.

### **3.4 Uji Hipotesis**

Hipotesis penelitian: Terdapat pengaruh model Project Based Learning terhadap peningkatan kompetensi siswa dalam pembelajaran jaringan komputer. Uji dilakukan dengan Paired Sample t-test karena data berdistribusi normal.

*Tabel 5 Hasil Paired Sample Statistics*

|          | Mean  | N  | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|----------|-------|----|----------------|-----------------|
| Pretest  | 68,43 | 30 | 5,812          | 1,062           |
| Posttest | 82,57 | 30 | 6,124          | 1,118           |

Rata-rata nilai kompetensi siswa meningkat dari 68,43 pada pretest menjadi 82,57 pada posttest.

*Tabel 6 Hasil Paired Sample t-test*

| t       | df | Sig. (2-tailed) | Keterangan |
|---------|----|-----------------|------------|
| -10,642 | 29 | 0,000           | Signifikan |

Nilai sig. (2-tailed) =  $0,000 < 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Artinya, model Project Based Learning berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kompetensi siswa.

#### **B. Pembahasan**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan Project Based Learning (PJBL) efektif dalam meningkatkan kompetensi siswa pada pembelajaran jaringan komputer. Peningkatan rata-rata skor dari 68,43 menjadi 82,57 mengindikasikan adanya perkembangan yang signifikan setelah siswa mengikuti pembelajaran berbasis proyek. Hal ini konsisten dengan temuan Sani

(2022) yang menegaskan bahwa PJBL mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa melalui pengalaman belajar yang autentik.

Dari sisi teori, PJBL menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran dengan menekankan aktivitas kolaboratif, eksplorasi, serta penciptaan produk nyata (Thomas, 2021). Dalam konteks jaringan komputer, siswa tidak hanya memahami konsep teoretis, tetapi juga mempraktikkan perancangan topologi, konfigurasi perangkat, hingga troubleshooting, sehingga kompetensi teknis dan kognitif dapat berkembang secara seimbang.

Penelitian relevan lain oleh Arifin & Kurniawan (2023) menunjukkan bahwa penerapan PJBL di bidang teknologi informasi meningkatkan motivasi dan kemandirian belajar siswa. Hasil ini sejalan dengan temuan penelitian ini, di mana siswa lebih antusias mengikuti pembelajaran karena merasa terlibat langsung dalam menyelesaikan proyek jaringan komputer yang nyata.

Dampak praktis dari penelitian ini adalah tersedianya alternatif model pembelajaran yang inovatif dan relevan dengan tuntutan era digital. Mahasiswa program studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer dapat mengadopsi PJBL dalam kelas jaringan komputer, sehingga lulusan tidak hanya menguasai teori tetapi juga memiliki keterampilan praktik yang kuat. Selain itu, model PJBL mampu menumbuhkan soft skills seperti kerja sama tim, komunikasi, dan manajemen proyek yang sangat dibutuhkan di dunia industri teknologi.

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan PJBL berdampak positif terhadap peningkatan kompetensi siswa. Namun, keterbatasan penelitian ini adalah jumlah responden yang relatif kecil (30 orang) dan cakupan konteks hanya pada satu program studi. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat memperluas jumlah sampel, menguji variabel lain seperti motivasi atau kreativitas, serta membandingkan PJBL dengan model pembelajaran lain agar diperoleh temuan yang lebih komprehensif.

#### **4 KESIMPULAN**

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan model Project Based Learning (PJBL) dalam pembelajaran jaringan komputer terbukti efektif meningkatkan kompetensi mahasiswa. Hal ini ditunjukkan melalui hasil analisis data yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara nilai pretest dan posttest, di mana rata-rata nilai meningkat dari 68,43 menjadi 82,57 dengan signifikansi  $0,000 < 0,05$ . Peningkatan tersebut membuktikan bahwa PJBL mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna karena mahasiswa tidak hanya memahami konsep teoretis, tetapi juga mengaplikasikan pengetahuan secara langsung dalam bentuk proyek nyata, seperti perancangan topologi, konfigurasi, dan pemecahan masalah jaringan. Dengan demikian, kompetensi teknis dan keterampilan abad ke-21 seperti kolaborasi, komunikasi, serta pemecahan masalah dapat terbangun secara simultan. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menekankan efektivitas PJBL dalam meningkatkan hasil belajar,

motivasi, dan keterampilan praktis. Temuan ini memiliki implikasi penting bagi pengembangan kurikulum pada Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, karena PJBL dapat dijadikan strategi pembelajaran inovatif yang relevan dengan kebutuhan dunia industri digital. Walaupun demikian, keterbatasan penelitian pada jumlah responden dan ruang lingkup masih perlu diperhatikan sehingga penelitian lanjutan dengan sampel lebih luas sangat dianjurkan untuk memperkuat validitas temuan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z., & Kurniawan, D. (2023). Penerapan Project Based Learning untuk Meningkatkan Kompetensi Mahasiswa di Bidang Teknologi Informasi. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 19(2), 112–124.
- Dewi, P. A., & Santoso, H. (2022). Efektivitas Model PJBL terhadap Hasil Belajar Jaringan Komputer. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 24(3), 56–68.
- Fadilah, R., & Yuliana, S. (2021). Project Based Learning dalam Meningkatkan Keterampilan Abad 21 pada Mahasiswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 8(1), 15–28.
- Gunawan, H., & Rahmawati, L. (2020). Analisis Pengaruh PJBL terhadap Motivasi dan Kemandirian Belajar Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 10(2), 77–88.
- Handayani, R., & Wibowo, A. (2022). Implementasi Model PJBL pada Mata Kuliah Jaringan Komputer untuk Meningkatkan Kompetensi Praktik. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, 15(1), 34–46.
- Kurniasih, N., & Pratama, Y. (2023). Efektivitas PJBL dalam Meningkatkan Kompetensi Teknis Mahasiswa Program Studi Informatika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Komputer*, 7(4), 101–113.
- Lestari, F., & Maulana, R. (2021). Peningkatan Hasil Belajar Mahasiswa melalui Model Project Based Learning. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi*, 5(3), 67–79.
- Nugroho, B., & Putri, A. (2022). Project Based Learning untuk Mengembangkan Kemampuan Pemecahan Masalah Mahasiswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknologi*, 9(2), 145–158.
- Prasetyo, D., & Safitri, N. (2020). Pengaruh Model PJBL terhadap Kompetensi Mahasiswa pada Mata Kuliah Kejuruan. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 20(3), 89–102.
- Putra, I. M., & Sari, K. (2022). Implementasi PJBL dalam Pembelajaran Jaringan Komputer di Perguruan Tinggi. *Jurnal Pendidikan Informatika*, 6(2), 55–68.
- Rahman, A., & Hidayat, T. (2021). Dampak Project Based Learning terhadap Keterampilan Kolaborasi dan Komunikasi. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 17(4), 201–214.
- Sani, R. A. (2022). Project Based Learning sebagai Inovasi Pembelajaran untuk Mengembangkan Kompetensi Abad 21. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 12(1), 1–12.
- Syahputra, M., & Dewi, R. (2020). Efektivitas PJBL dalam Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 14(2), 76–85.

- Thomas, J. (2021). The Effectiveness of Project Based Learning in Computer Networking Courses. *International Journal of Educational Technology*, 11(3), 215–229.
- Wijayanti, A., & Ramadhan, Y. (2023). Penerapan PJBL untuk Meningkatkan Kompetensi Jaringan Komputer di Program Studi Informatika. *Jurnal Pendidikan Vokasi dan Teknologi*, 13(2), 120–134.