

**PENGARUH AUTHENTIC PROJECT BASED LEARNING TERHADAP HASIL
BELAJAR DAN KEMAMPUAN KOLABORASI SISWA TITL PADA MATA
PELAJARAN DASAR MEKANIK DAN GAMBAR TEKNIK LISTRIK**

Moh. Eko Adi Saputra¹, Dani Irawan², Desy Eva Riawati³
Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang
moh.eko.2531577@students.um.ac.id

ABSTRACT

Learning in the Electrical Power Installation Engineering (TITL) expertise competency in Vocational High Schools still faces various problems, especially low learning outcomes and student collaboration skills due to learning that tends to be separated between theory and practice. Based on the results of observations at SMK Negeri 1 Singosari, some students still experience difficulties in reading technical drawings, using tools correctly, and working together in completing practical assignments. This study aims to determine the effect of authentic project-based learning on learning outcomes and collaboration skills of class X TITL 1 students of SMK Negeri 1 Singosari. This study uses a quantitative approach with an experimental method and a One Group Pretest-Posttest Design. The research subjects consisted of 32 class X TITL 1 students of SMK Negeri 1 Singosari. Data collection techniques used learning outcome tests, collaboration ability observation sheets, and learning documentation. Data analysis was carried out through normality tests, homogeneity tests, paired sample t-tests, and N-Gain calculations. The results showed that the data were normally distributed and homogeneous. The average pretest score of 65.75 increased to 88.50 in the posttest with an N-Gain of 0.66 (moderate to high category). The results of the paired sample t-test showed a significance value of $0.000 < 0.05$, which means there is a significant effect of authentic project-based learning on learning outcomes. Students' collaboration skills also increased with an average increase of 19.5% in four aspects: cooperation, communication, responsibility, and active participation.

Keywords: Authentic Project-Based Learning, learning outcomes, collaboration skills, Electrical Power Installation Techniques (TITL), Mechanical Fundamentals and Technical Drawing.

ABSTRAK

Pada kompetensi keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL) di SMK masih menghadapi berbagai permasalahan, terutama rendahnya hasil belajar dan keterampilan kolaborasi siswa akibat pembelajaran yang cenderung terpisah antara teori dan praktik. Berdasarkan hasil observasi di SMK Negeri 1 Singosari, sebagian siswa masih mengalami kesulitan dalam membaca gambar teknik, menggunakan

alat secara tepat, serta bekerja sama dalam menyelesaikan tugas praktik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pembelajaran berbasis proyek autentik terhadap hasil belajar dan kemampuan kolaborasi siswa kelas X TITL 1 SMK Negeri 1 Singosari. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen dan desain One Group Pretest-Posttest Design. Subjek penelitian terdiri atas 32 siswa kelas X TITL 1 SMK Negeri 1 Singosari. Teknik pengumpulan data menggunakan tes hasil belajar, lembar observasi kemampuan kolaborasi, dan dokumentasi pembelajaran. Analisis data dilakukan melalui uji normalitas, uji homogenitas, uji paired sample t-test, serta perhitungan N-Gain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa data terdistribusi normal dan homogen. Nilai rata-rata pretest sebesar 65,75 meningkat menjadi 88,50 pada posttest dengan N-Gain sebesar 0,66 (kategori sedang menuju tinggi). Hasil uji paired sample t-test menunjukkan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$, yang berarti terdapat pengaruh signifikan pembelajaran berbasis proyek autentik terhadap hasil belajar. Kemampuan kolaborasi siswa juga meningkat dengan rata-rata peningkatan sebesar 19,5% pada empat aspek: kerja sama, komunikasi, tanggung jawab, dan partisipasi aktif.

Kata Kunci: Authentic Project Based Learning, hasil belajar, kemampuan kolaborasi, Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL), Dasar Mekanik dan Gambar Teknik.

A. Pendahuluan

Pendidikan vokasi di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) memiliki peran strategis dalam menyiapkan sumber daya manusia yang kompeten, adaptif, dan siap menghadapi tuntutan dunia kerja serta perkembangan teknologi industri. Pada kompetensi keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL), peserta didik tidak hanya dituntut memahami konsep teoritis, tetapi juga harus memiliki kemampuan aplikatif, kolaboratif, dan keterampilan pemecahan masalah yang relevan dengan kondisi kerja nyata di lapangan. Namun, berdasarkan hasil observasi pembelajaran di SMK Negeri 1 Singosari, ditemukan bahwa proses pembelajaran pada mata

pelajaran Dasar Mekanik dan Gambar Teknik masih didominasi oleh pendekatan konvensional yang berpusat pada guru. Peserta didik cenderung pasif, kurang terlibat dalam diskusi kelompok, dan mengalami kesulitan dalam menghubungkan konsep gambar teknik dengan penerapan praktik kelistrikan secara nyata (Yusuf, 2021; Dwiantoro, 2021).

Hasil observasi juga menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik masih mengalami kesulitan ketika diminta mengintegrasikan kompetensi dasar mekanik dengan gambar teknik dalam kegiatan praktik. Aktivitas pembelajaran kelompok belum berjalan efektif karena pembagian tugas yang kurang merata,

komunikasi antarsiswa yang masih rendah, serta minimnya penggunaan proyek autentik sebagai media pembelajaran. Situasi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara pembelajaran di kelas dengan kebutuhan dunia industri yang menuntut kemampuan kerja sama, kreativitas, pemecahan masalah, dan keterampilan teknis secara terpadu (Asyarif, 2022; Yusuf, 2021).

Permasalahan tersebut sejalan dengan penelitian Prisma (2023) yang menyatakan bahwa mata pelajaran Gambar Teknik memiliki kontribusi signifikan terhadap hasil belajar Instalasi Motor Listrik, karena kemampuan membaca gambar teknik merupakan kompetensi dasar yang sangat diperlukan dalam memahami skema instalasi listrik. Apabila penguasaan gambar teknik rendah, maka kompetensi produktif siswa juga tidak akan optimal.

Salah satu pendekatan pembelajaran yang dinilai mampu meningkatkan hasil belajar dan kemampuan kolaborasi adalah Project Based Learning (PjBL). Model ini memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar melalui penyelesaian proyek nyata yang relevan dengan dunia kerja. Penelitian Dwianto (2021) menunjukkan bahwa PjBL efektif meningkatkan hasil belajar siswa pada mata pelajaran Instalasi Penerangan Listrik. Sementara itu, penelitian Asyarif (2022) membuktikan bahwa PjBL mampu meningkatkan kemampuan kolaborasi siswa dari kategori rendah menjadi kolaboratif karena peserta

didik terlibat langsung dalam kerja kelompok dan pemecahan masalah bersama.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengintegrasian dua mata pelajaran dasar — Dasar Mekanik dan Gambar Teknik Listrik — melalui proyek autentik secara kolaboratif pada kompetensi keahlian TITL, yang belum banyak dikaji pada penelitian sebelumnya.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen. Menurut Sugiyono (2012), metode eksperimen digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap variabel lain dalam kondisi terkendali. Desain yang digunakan adalah Pre-Experimental Design dengan bentuk One Group Pretest-Posttest Design. Pada desain ini, subjek diberikan pretest sebelum perlakuan, kemudian diberikan perlakuan berupa pembelajaran berbasis proyek autentik, dan diakhiri posttest.

Subjek penelitian adalah siswa kelas X TITL 1 SMK Negeri 1 Singosari sebanyak 32 siswa yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling, dengan pertimbangan bahwa kelas tersebut menunjukkan indikasi rendahnya hasil belajar dan kemampuan kolaborasi pada pembelajaran Dasar Mekanik dan Gambar Teknik Listrik.

Instrumen penelitian terdiri atas:
(1) tes hasil belajar berbentuk pilihan

ganda dan uraian untuk mengukur kemampuan kognitif; (2) lembar observasi kemampuan kolaborasi dengan empat aspek penilaian (kerja sama, komunikasi, tanggung jawab, dan partisipasi aktif) menggunakan skala 1–4 yang dikonversi ke persentase; serta (3) lembar observasi keterampilan praktik selama pelaksanaan proyek. Validitas instrumen diuji menggunakan rumus Product Moment dan reliabilitasnya menggunakan rumus Alpha Cronbach.

Teknik analisis data mencakup: (1) uji normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk untuk memastikan data terdistribusi normal; (2) uji homogenitas menggunakan uji Levene untuk memastikan varians data bersifat homogen; (3) uji hipotesis menggunakan paired sample t-test untuk mengetahui signifikansi perbedaan pretest dan posttest; serta (4) perhitungan N-Gain untuk mengukur besaran peningkatan hasil belajar.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Analisis data penelitian difokuskan pada perbandingan hasil pretest dan posttest sebelum dan sesudah perlakuan pada 32 siswa kelas X TITL 1 SMK Negeri 1 Singosari.

Uji Normalitas

Sebelum dilakukan uji hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas data menggunakan uji Shapiro-Wilk untuk mengetahui

apakah data pretest dan posttest berdistribusi normal. Hasil uji normalitas disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Hasil Uji Normalitas
(Shapiro-Wilk)**

Data	N	Statistic	df	Sig.
Pretest	32	0,148	32	0,072
Posttest	32	0,135	32	0,143

Berdasarkan Tabel 1, nilai signifikansi data pretest sebesar 0,072 dan data posttest sebesar 0,143, keduanya lebih besar dari 0,05. Dengan demikian, H_0 diterima dan dapat disimpulkan bahwa kedua data berdistribusi normal. Terpenuhinya asumsi normalitas memvalidasi penggunaan uji parametrik paired sample t-test pada tahap analisis berikutnya.

Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan menggunakan uji Levene untuk mengetahui apakah varians data pretest dan posttest bersifat homogen. Hasil uji homogenitas disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Uji Homogenitas
(Levene's Test)**

Data	N	Statistic	df	Sig.
Pretest – Posttest	3,147	1	62	0,081

Berdasarkan Tabel 2, nilai signifikansi uji Levene sebesar 0,081 > 0,05. Dengan demikian, H_0 diterima dan dapat disimpulkan bahwa varians data pretest dan posttest bersifat

homogen. Asumsi homogenitas ini memperkuat kelayakan penggunaan uji paired sample t-test sebagai uji hipotesis.

Statistik Deskriptif Hasil Belajar

Tahap analisis dilanjutkan dengan menghitung statistik deskriptif nilai pretest dan posttest. Hasil disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Statistik Deskriptif Hasil Pretest dan Posttest

Statistik	Pretest	Posttest
Jumlah Siswa	32	32
Nilai Rata-rata	65,75	88,50
Nilai Tertinggi	96	100
Nilai Terendah	40	76
Standar Deviasi	11,63	6,80

Rata-rata nilai pretest sebesar 65,75 meningkat menjadi 88,50 pada posttest. Nilai tertinggi meningkat dari 96 menjadi 100, dan nilai terendah meningkat dari 40 menjadi 76. Penurunan standar deviasi dari 11,63 menjadi 6,80 menunjukkan bahwa distribusi kemampuan siswa menjadi lebih merata setelah perlakuan, yang mengindikasikan bahwa manfaat pembelajaran berbasis proyek autentik dirasakan lebih merata oleh seluruh siswa, tidak hanya siswa berkemampuan tinggi.

Analisis N-Gain

Besaran peningkatan hasil belajar dihitung menggunakan rumus N-Gain. Hasil perhitungan menunjukkan rata-rata N-Gain sebesar 0,66. Kategori N-Gain berdasarkan kriteria Hake disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Kategori N-Gain

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

Nilai N-Gain sebesar 0,66 berada pada kategori sedang ($0,30 \leq g < 0,70$) namun mendekati batas kategori tinggi ($g \geq 0,70$). Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek autentik cukup efektif dalam meningkatkan hasil belajar, dengan potensi lebih tinggi apabila durasi intervensi diperpanjang atau proyek autentik yang digunakan semakin kompleks.

Uji Hipotesis (Paired Sample t-Test)

Uji hipotesis dilakukan menggunakan paired sample t-test untuk mengetahui signifikansi perbedaan pretest dan posttest. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Uji Paired Sample t-Test

Variabel	t hitung	Sig.	Keterangan
Pretest – Posttest t	11,89	0,000	Signifikan

Karena nilai signifikansi $0,000 < 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pretest dan posttest. Nilai t-hitung sebesar 11,89 yang jauh melampaui t-tabel ($df = 31$, $\alpha = 0,05$) memperkuat kesimpulan bahwa penerapan pembelajaran berbasis proyek autentik memberikan pengaruh yang nyata dan substansial terhadap peningkatan hasil belajar siswa.

Hasil Observasi Kemampuan Kolaborasi

Kemampuan kolaborasi diukur melalui lembar observasi terstruktur sebelum dan sesudah perlakuan, menggunakan skala 1–4 yang dikonversi ke persentase. Perbandingan skor keempat aspek disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Perbandingan Skor Kemampuan Kolaborasi Siswa

Aspek Kolaborasi	Skor Awal (%)	Skor Akhir (%)	Peningkatan (%)	Kategori Akhir

Kerjasama kelompok	62,5	81,3	+18,8	Baik
Komunikasi	60,9	79,7	+18,8	Baik
Tanggung jawab	65,6	87,5	+21,9	Sangat Baik
Partisipasi aktif	59,4	78,1	+18,7	Baik
Rata-rata	62,1	81,6	+19,5	Baik

Berdasarkan Tabel 6, seluruh aspek kemampuan kolaborasi mengalami peningkatan yang konsisten. Tanggung jawab menunjukkan peningkatan tertinggi (+21,9%), sementara partisipasi aktif, kerja sama, dan komunikasi masing-masing meningkat sekitar 18,7–18,8%. Rata-rata peningkatan keseluruhan sebesar 19,5% mencerminkan dampak PjBL yang merata di seluruh dimensi kolaborasi. Skor awal terendah pada aspek partisipasi aktif (59,4%) mengindikasikan bahwa sebelum perlakuan, sebagian besar siswa cenderung pasif — kondisi yang secara signifikan berubah setelah penerapan pembelajaran berbasis proyek autentik.

PEMBAHASAN

Mengapa PjBL Autentik Meningkatkan Hasil Belajar?

Peningkatan hasil belajar yang signifikan — dari rata-rata 65,75 menjadi 88,50 dengan N-Gain 0,66 — tidak terjadi secara kebetulan, melainkan dapat dijelaskan secara teoretis melalui tiga mekanisme utama.

Pertama, mekanisme meaningful learning (Ausubel, 1968). Dalam pembelajaran konvensional, peserta didik menerima materi gambar teknik dan dasar mekanik sebagai informasi yang terpisah dan abstrak. Dalam PjBL autentik, materi tersebut menjadi alat untuk menyelesaikan masalah nyata — merancang dan merakit instalasi listrik. Ketika pengetahuan baru diintegrasikan ke dalam struktur kognitif yang bermakna dan kontekstual, retensi dan pemahaman meningkat secara signifikan. Inilah yang menjelaskan mengapa nilai terendah pun melonjak dari 40 menjadi 76: siswa yang sebelumnya tidak mampu mengabstraksi konsep gambar teknik kini memahaminya melalui pengalaman konkret.

Kedua, mekanisme deliberate practice (Ericsson dkk., 1993). PjBL memaksa peserta didik untuk berulang kali mengaplikasikan konsep dalam konteks yang semakin kompleks — membaca gambar, memilih komponen, merakit, menguji, memperbaiki kesalahan. Siklus latihan bertujuan yang berulang ini jauh lebih efektif dalam membangun kompetensi dibandingkan mendengarkan ceramah, karena melibatkan umpan balik langsung dari realitas (rangkaian

tidak bekerja = ada kesalahan yang harus didiagnosis).

Ketiga, penurunan standar deviasi dari 11,63 menjadi 6,80 menunjukkan efek equalization: PjBL tidak hanya mengangkat rata-rata, tetapi mengurangi kesenjangan antarsiswa. Ini konsisten dengan teori scaffolding Vygotsky — dalam kerja kelompok, siswa berkemampuan lebih tinggi secara alami membantu teman yang kesulitan, sehingga seluruh anggota kelompok bergerak menuju tingkat kompetensi yang lebih tinggi bersama-sama.

Mengapa PjBL Autentik Meningkatkan Kemampuan Kolaborasi?

Peningkatan rata-rata kemampuan kolaborasi sebesar 19,5% juga memiliki penjelasan teoretis yang kuat. Aspek tanggung jawab menunjukkan peningkatan tertinggi (+21,9%), sebuah temuan yang dapat dijelaskan melalui teori interdependensi positif (Johnson & Johnson, 1994): dalam PjBL, keberhasilan atau kegagalan proyek bersifat kolektif, sehingga setiap anggota terdorong untuk bertanggung jawab penuh atas bagian tugasnya karena kegagalan individual berdampak langsung pada hasil kelompok.

Aspek partisipasi aktif, yang memiliki skor awal terendah (59,4%), meningkat signifikan menjadi 78,1%. Ini dapat dipahami melalui teori self-determination (Deci & Ryan, 2000): ketika peserta didik memiliki otonomi dalam menentukan cara

menyelesaikan proyek (voice and choice dalam Gold Standard PBL), motivasi intrinsik meningkat, yang secara langsung mendorong partisipasi yang lebih aktif dan sukarela. Berbeda dengan pembelajaran konvensional di mana partisipasi seringkali bersifat reaktif (menjawab pertanyaan guru), dalam PjBL partisipasi bersifat proaktif karena proyek tidak akan maju tanpa keterlibatan aktif setiap anggota.

Selain itu, aspek komunikasi meningkat 18,8%, yang dapat dijelaskan melalui perspektif Vygotsky mengenai language as a tool of thought: dalam proses berkolaborasi mengerjakan proyek teknik, peserta didik dipaksa untuk mengartikulasikan pemahaman teknis mereka kepada rekan kelompok — proses yang secara bersamaan mengklarifikasi pemahaman sendiri dan mengembangkan kemampuan komunikasi teknis. Temuan ini konsisten dengan penelitian Asyarif (2022) dan Yanto dkk. (2023), namun penelitian ini memberikan kontribusi tambahan berupa data kuantitatif perbandingan sebelum-sesudah yang lebih terukur.

Implikasi untuk Pendidikan Vokasi

Hasil penelitian ini memiliki implikasi yang signifikan untuk pengembangan pembelajaran vokasi, khususnya pada kompetensi keahlian TITL. Pertama, integrasi dua mata pelajaran dasar (Dasar Mekanik dan Gambar Teknik Listrik) melalui proyek autentik terbukti lebih efektif daripada mengajarkan keduanya secara

terpisah, karena peserta didik dapat melihat dan merasakan langsung keterhubungan antara kedua kompetensi tersebut dalam satu siklus proyek yang bermakna. Kedua, penurunan standar deviasi hasil belajar mengisyaratkan bahwa PjBL autentik berpotensi mengurangi kesenjangan kemampuan dalam kelas, yang merupakan tantangan utama dalam pembelajaran inklusif di SMK. Ketiga, meskipun desain penelitian ini (one group, tanpa kontrol) memiliki keterbatasan dalam hal generalisabilitas kausalitas, kekuatan efek yang ditunjukkan oleh nilai t -hitung = 11,89 dan N -Gain = 0,66 memberikan dasar yang cukup kuat untuk merekomendasikan PjBL autentik sebagai model pembelajaran prioritas di SMK TITL.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada 32 siswa kelas X TITL 1 SMK Negeri 1 Singosari, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penerapan pembelajaran berbasis proyek autentik pada mata pelajaran Dasar Mekanik dan Gambar Teknik Listrik dapat dilaksanakan dengan baik melalui siklus proyek yang mengintegrasikan membaca gambar teknik, merancang, merakit, menguji, dan mempresentasikan hasil. Proses pembelajaran berlangsung aktif, kontekstual, dan berpusat pada siswa.
2. Pembelajaran berbasis proyek autentik terbukti meningkatkan

hasil belajar siswa secara signifikan. Data terdistribusi normal dan homogen (Sig. > 0,05). Nilai rata-rata meningkat dari 65,75 menjadi 88,50 (N-Gain = 0,66, kategori sedang menuju tinggi), dengan uji t menunjukkan signifikansi $0,000 < 0,05$.

3. Kemampuan kolaborasi siswa meningkat pada seluruh aspek yang diukur, dengan rata-rata peningkatan 19,5%. Aspek tanggung jawab menunjukkan peningkatan tertinggi (+21,9%), yang secara teoretis dapat dijelaskan melalui mekanisme interdependensi positif dan scaffolding dalam pembelajaran berbasis proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Asyarif, H. (2022). Penerapan Project Based Learning untuk meningkatkan kemampuan kolaborasi dan hasil belajar pekerjaan dasar teknik otomotif siswa kelas X TKR 4 di SMK Negeri 7 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan-teknikmesin/article/view/50471>
- Aulia, I., Syahril, Azis Nabawi, R., & Adri, J. (2024). Peningkatan hasil belajar gambar teknik siswa kelas XI SMK melalui implementasi model pembelajaran Project Based Learning. *Jurnal Pendidikan Tambusai*.
- Buck Institute for Education. (2019). Gold standard PBL: Essential project design elements. PBLWorks.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The 'what' and 'why' of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268.
- Dwiantoro, A. (2021). Analisis pengaruh model pembelajaran Project Based Learning terhadap peningkatan hasil belajar siswa pada mata pelajaran Instalasi Penerangan Listrik di SMK. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*.
- Ikadayani, S. P. (2024). 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*.
- Januarifin, D., Yuliati, L., & Sumarjono. (2015). Studi tentang penilaian autentik pada pembelajaran berbasis proyek materi optika geometri kelas X di SMAN 4 Malang. *Jurnal MIPA*, 38(2).
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1994). Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning (4th ed.). Allyn & Bacon.
- Lubis, R. E., & Mardiana, T. A. (2025). Pembelajaran berbasis proyek dengan sumber belajar potensi lokal: Upaya meningkatkan kemandirian dan kreativitas siswa.
- Newmann, F. M., & Wehlage, G. G. (1993). Five standards of authentic instruction. *Educational Leadership*, 50(7), 8–12.

- Pamungkas, A. I., Kholis, N., Harimurti, R., & Zuhrie, M. S. (2024). Pengaruh kemampuan kolaborasi dan model pembelajaran Contextual Teaching and Learning (CTL) terhadap hasil belajar siswa TITL kelas XI SMKN 1 Nganjuk. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 13(1), 13–20.
- Partnership for 21st Century Learning. (2015). P21 framework definitions. Battelle for Kids.
- Prismar. (2023). Kontribusi gambar teknik terhadap hasil belajar instalasi motor listrik peserta didik kelas XI. *Journal of Vocation and Technical Education*.
- Rahmita, A., & Yurnetti. (2025). Upaya meningkatkan kolaborasi peserta didik pada pembelajaran IPA menggunakan model PBL berbantuan kegiatan permainan interaktif. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 9(2), 16770–16777.
- Rusdiyana. (2019). Pengembangan penilaian autentik dalam pembelajaran berbasis proyek pada mata kuliah kewirausahaan. *Edunomic Jurnal Pendidikan Ekonomi*.
- Setiono, P., Amaliyah, Y., & Erwin. (2024). Pemanfaatan mobile learning untuk meningkatkan kolaborasi dalam pembelajaran: Sebuah kajian literatur. *Journal of Lifelong Learning*, 7(2), 107–116.
- Sugiyono. (2012). Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D. Alfabeta.
- Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. Autodesk Foundation.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wahyu, A. A. (2020). Peningkatan keaktifan dan hasil belajar gambar teknik melalui PjBL untuk siswa SMK. *Jurnal Vokasi Dewantara*.
- Yanto, N., Muhiddin, S. M. A., & Arsyad, A. A. (2023). Kajian literatur: Pengaruh model pembelajaran terhadap keterampilan kolaborasi siswa dalam pembelajaran IPA. *Journal of Health, Education, Economics, Science, and Technology (J-HEST)*, 5(2), 168–177.
- Yusuf, F. (2023). Meningkatkan kolaborasi dan integrasi keterampilan siswa dengan penerapan model Project Based Learning SMK Negeri Kota Makassar.