EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN PJBL UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA DI SEKOLAH KEJURUAN : META ANALISIS

Annisa Tishana[1], Teguh Wijaksana Isma[2], Tri Isra Janwardi[3], Winda Lestari Siregar[4], Yasmiri[5], Ikhwan Zuhdi[6], Nurul Aghnia Khairunnisa[7], Resa Permata Sari[8]

[1,2,3,4,5,6,7,8]*Universitas Malikussaleh*
[1]annisatishana@unimal.ac.id, [2]teguhwijaksanaisma@unimal.ac.id,
[3]triisrajanwardi@unimal.ac.id, [4]windalestarisiregar@unimal.ac.id, [5]yasmiri@unimal.ac.id,
[6]ikhwanzuhdi@unimal.ac.id, [7]nurulaghnia@unimal.ac.id, [8]resapermatasari@unimal.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan meta-analisis terhadap efektivitas model pembelajaran Project-Based Learning (PjBL) dalam meningkatkan hasil belajar siswa di sekolah kejuruan (SMK). PjBL merupakan pendekatan pembelajaran yang mengutamakan tugas proyek jangka panjang dan multidisiplin yang mendorong siswa untuk menerapkan pengetahuan dan keterampilan dalam konteks dunia nyata. Namun, meskipun banyak penelitian menunjukkan potensi positif dari PjBL, hasil yang diperoleh seringkali bervariasi. Untuk itu, meta-analisis ini menggabungkan hasil-hasil kuantitatif dari berbagai studi yang relevan untuk memberikan estimasi ukuran efek gabungan yang lebih akurat. Hasil analisis menunjukkan adanya heterogenitas yang signifikan antar studi ($Q_e = 140.05$, $p < 0.001$), yang mengindikasikan variasi yang lebih besar dari yang diharapkan. Namun, efek gabungan (pooled effect) sebesar 0.249 dengan interval kepercayaan 95% yang tidak mencakup nol, menunjukkan bahwa PjBL secara statistik memiliki efek positif terhadap hasil belajar siswa. Meskipun demikian, interval prediksi mencakup nol, yang menunjukkan ketidakpastian mengenai hasil di masa depan. Penelitian ini juga mengidentifikasi adanya potensi bias publikasi, yang dapat mempengaruhi hasil akhir. Secara keseluruhan, hasil ini memperkuat temuan positif tentang PjBL, namun disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan memperhatikan faktor-faktor heterogenitas dan bias publikasi untuk mendapatkan hasil yang lebih representatif.

Kata Kunci : *Meta Analisis, Evektifitas PjBL, Sekolah Kejuruan, Peningkatan Hasil Belajar.*

PENDAHULUAN

Pendidikan kejuruan (Sekolah Menengah Kejuruan/SMK) memegang peran krusial dalam mempersiapkan siswa untuk langsung terjun ke dunia kerja atau melanjutkan studi. Salah satu tujuan utama pendidikan kejuruan adalah menghasilkan lulusan dengan kompetensi spesifik yang relevan dengan tuntutan industri, yang diukur salah satunya melalui hasil belajar kognitif dan keterampilan praktis siswa. Peran krusial SMK tersebut menuntut adanya model pembelajaran yang autentik dan berorientasi praktik, yang mampu menjembatani kesenjangan antara teori di kelas dengan kebutuhan nyata industri (Syawaludin et al., 2022). Dalam konteks ini, model pembelajaran konvensional yang cenderung berpusat pada guru seringkali dianggap kurang efektif dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21 seperti pemecahan masalah kompleks, kolaborasi, dan berpikir kritis—kompetensi esensial yang kini dicari oleh dunia kerja. Menanggapi tuntutan ini, Model Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project-Based Learning* - PjBL) muncul sebagai pendekatan pedagogis yang relevan. PjBL melibatkan siswa dalam tugas-tugas proyek jangka panjang dan multidisiplin, sehingga secara aktif mendorong mereka untuk menerapkan pengetahuan, menumbuhkan kemandirian, dan menghasilkan produk nyata. Oleh karena itu, penelitian mengenai efektivitas PjBL di sekolah kejuruan menjadi sangat penting untuk memvalidasi apakah pendekatan ini benar-benar memberikan peningkatan signifikan pada hasil belajar dan kesiapan kerja lulusan (Ade Rahma et al., 2024).

Model Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL) diakui sebagai pendekatan pedagogis yang potensial untuk mengatasi tantangan tersebut. PjBL melibatkan siswa dalam tugas-tugas kompleks dan autentik yang mendorong mereka untuk menyelidiki, merancang, dan memecahkan masalah melalui pengerjaan proyek. Dengan menekankan pada produk akhir yang nyata dan proses kerja mandiri, PjBL sejalan dengan filosofi pendidikan kejuruan yang berorientasi pada praktik dan kompetensi (Khurniawan et al., 2021). Model pembelajaran ini dipercaya tidak hanya meningkatkan hasil belajar kognitif (pemahaman konsep yang mendalam) tetapi juga secara efektif melatih keterampilan teknis (*hard skills*) dan keterampilan non-teknis (*soft skills*) seperti kolaborasi, manajemen waktu, dan inisiatif—semua merupakan kompetensi inti yang diminta oleh pasar kerja. Oleh karena itu, banyak peneliti dan praktisi telah menguji efektivitas PjBL di berbagai konteks kejuruan. Namun, meskipun PjBL memiliki landasan teoretis yang kuat dan didukung oleh banyak studi, ketika hasil dari studi-studi individu tersebut dikumpulkan dan diperiksa, gambaran yang muncul seringkali tidak seragam (Kumpliw et al., 2025).

Meskipun banyak studi individu telah meneliti efektivitas PjBL terhadap hasil belajar siswa, terutama di jenjang pendidikan kejuruan, hasilnya seringkali bervariasi atau bahkan saling bertentangan (heterogen). Beberapa studi mungkin menunjukkan efek positif yang kuat, sementara yang lain melaporkan efek yang kecil atau bahkan tidak signifikan. Untuk mendapatkan bukti ilmiah yang kuat, objektif, dan tergeneralisasi mengenai dampak PjBL, diperlukan metode sintesis bukti yang sistematis. Meta-analisis adalah metode statistik yang paling tepat untuk menggabungkan hasil kuantitatif dari berbagai penelitian primer yang relevan (Indrawati et al., 2022).

Penelitian meta-analisis ini bertujuan untuk mengukur dan mengintegrasikan secara statistik ukuran efek (*effect size*) dari berbagai studi yang telah meneliti efektivitas model pembelajaran PjBL dalam meningkatkan hasil belajar siswa di sekolah kejuruan. Secara spesifik, penelitian ini akan: Mengestimasi ukuran efek gabungan (*pooled effect*) model pembelajaran PjBL terhadap hasil belajar siswa di sekolah kejuruan, Mengeksplorasi dan mengukur tingkat

heterogenitas antar studi untuk memahami sumber-sumber variasi hasil, dan Mengidentifikasi potensi bias publikasi yang mungkin mempengaruhi kesimpulan secara keseluruhan. Dengan menyajikan estimasi efek yang lebih presisi dan kuat, hasil meta-analisis ini diharapkan dapat memberikan landasan empiris yang kokoh bagi pembuat kebijakan, kepala sekolah, dan guru dalam pengambilan keputusan terkait implementasi kurikulum dan strategi pembelajaran yang paling efektif di sekolah kejuruan (He & Jen, 2025).

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode meta-analisis, yaitu studi yang bertujuan untuk mengintegrasikan dan menganalisis secara sistematis hasil-hasil penelitian terdahulu yang membahas efektivitas model pembelajaran *Project Based Learning (PjBL)* terhadap hasil belajar siswa di sekolah kejuruan (Vidergor, 2022). Meta-analisis memungkinkan peneliti untuk memperoleh estimasi efek gabungan (*effect size*) dari berbagai penelitian yang relevan, sehingga kesimpulan yang dihasilkan lebih komprehensif dan kuat secara statistik. Sumber data dalam penelitian ini berupa data sekunder, yang diperoleh dari Artikel ilmiah yang dipublikasikan pada jurnal nasional dan internasional terakreditasi. Tesis, disertasi, dan prosiding yang dapat diakses melalui repositori daring (Google Scholar, Garuda, ResearchGate, dan DOAJ, ERIC). Periode publikasi dibatasi antara tahun 2013–2025 untuk menjamin relevansi dan aktualitas data (Atmojo et al., 2025).

Pemilihan artikel dilakukan melalui proses seleksi bertahap untuk memastikan bahwa hanya penelitian yang memenuhi kriteria kelayakan yang dianalisis. Tahapan seleksi meliputi identifikasi, penyaringan, kelayakan, dan inklusi akhir berdasarkan pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)*. Adapun kriteria inklusi dalam penelitian ini mencakup: (1) penelitian menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) pada jenjang sekolah kejuruan (SMK); (2) memuat data kuantitatif yang berkaitan dengan hasil belajar siswa, baik aspek kognitif, afektif, maupun psikomotor; (3) menggunakan desain eksperimen atau quasi-eksperimen; dan (4) menyajikan data statistik yang memungkinkan perhitungan *effect size* (rata-rata, standar deviasi, jumlah sampel, atau nilai uji statistik) (Setemen et al., 2023).

Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi: (1) artikel konseptual atau kajian literatur non-empiris; (2) penelitian yang tidak menyajikan data statistik lengkap; dan (3) studi yang dilakukan di luar konteks pendidikan kejuruan. Setiap artikel yang lolos seleksi kemudian dianalisis secara sistematis untuk diekstraksi data utamanya, termasuk nama penulis, tahun publikasi, lokasi penelitian, jumlah sampel, mata pelajaran yang diteliti, serta nilai statistik yang diperlukan untuk perhitungan *effect size*. Proses ini memastikan bahwa hanya penelitian yang valid, relevan, dan dapat dibandingkan secara kuantitatif yang digunakan dalam meta-analisis (Fadillah et al., 2021).

Setelah data utama diekstraksi, langkah berikutnya adalah melakukan evaluasi kualitas penelitian yang lolos seleksi untuk memastikan bahwa metodologi yang digunakan memenuhi standar ilmiah yang diperlukan. Penelitian yang memiliki desain eksperimen yang jelas, prosedur yang transparan, serta teknik analisis statistik yang tepat akan diberikan bobot lebih tinggi dalam analisis. Selanjutnya, effect size dari setiap studi dihitung untuk menentukan sejauh mana variabel yang diteliti memberikan dampak yang signifikan pada hasil pembelajaran (Kholifah et al., 2025). Hasil dari perhitungan effect size ini akan digunakan untuk menggambarkan kekuatan hubungan antara intervensi yang diterapkan dengan hasil yang dicapai dalam pendidikan kejuruan. Dengan

pendekatan ini, meta-analisis dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas berbagai metode atau strategi dalam konteks pendidikan kejuruan, serta memberikan rekomendasi yang berbasis data untuk pengembangan praktik pendidikan yang lebih baik (Muhtar et al., 2025).

Setelah perhitungan effect size, langkah selanjutnya adalah menguji heterogenitas antar studi untuk menilai sejauh mana hasil-hasil penelitian yang ada bervariasi. Uji heterogenitas ini penting untuk menentukan apakah variabilitas hasil dapat dijelaskan oleh faktor-faktor yang berbeda, seperti konteks penelitian, populasi sampel, atau metodologi yang digunakan. Jika ditemukan heterogenitas yang signifikan, analisis lebih lanjut dilakukan untuk menggali faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan hasil tersebut (Mujiono et al., 2024). Selain itu, analisis sensitivitas juga dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana hasil meta-analisis dipengaruhi oleh studi-studi tertentu, dengan tujuan memastikan ketahanan dan keandalan temuan. Setelah langkah-langkah ini, hasil dari meta-analisis dapat disajikan dalam bentuk kesimpulan yang kuat dan memberikan panduan yang jelas bagi pengambil keputusan dalam pendidikan kejuruan, guna merancang kebijakan atau intervensi yang lebih efektif berdasarkan bukti yang telah terkumpul (Himmi et al., 2025).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

a. Effect Size result

Table 1. Meta-Analytic Test

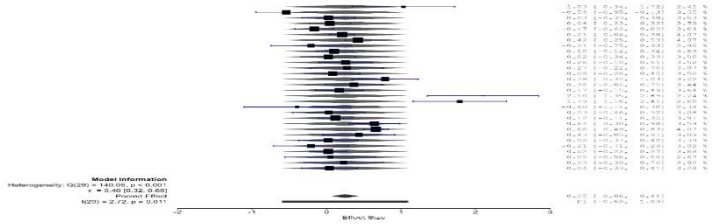
Meta-Analytic Tests

	Test	p
Heterogeneity	$Q_e(29) = 140.05$	< .001
Pooled effect	$t(29) = 2.72$	.011

Heterogeneity : Nilai Qe = 140.05 dengan derajat kebebasan (df) 29 menghasilkan p-value yang sangat kecil p < (0.001). Karena p < 0.05, kita menolak hipotesis nol (H0) bahwa semua efek studi adalah sama (homogen). Ini menunjukkan adanya heterogenitas statistik yang signifikan di antara ukuran efek studi yang disertakan. Dengan kata lain, variasi hasil antar studi lebih besar daripada yang diharapkan hanya karena kesalahan sampling (acak).

Pooled effect : Nilai statistic t = 2.72 dengan df = 29 menghasilkan p-value = 0.11 . Karena p < 0.05, kita menolak hipotesis nol (H0) bahwa ukuran efek gabungan adalah nol. Ini menunjukkan bahwa ukuran efek gabungan (pooled effect) adalah signifikan secara statistik.

b. Forest Plot

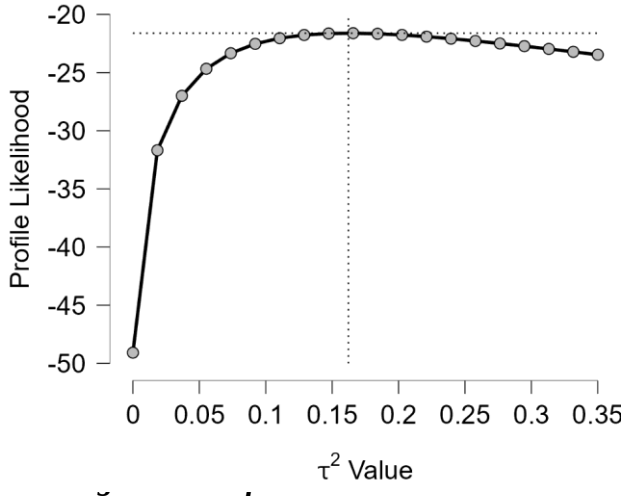


Gambar 1. Forest Plot

Forest plot menampilkan hasil dari masing-masing studi dan efek gabungannya

- Kotak Hitam: Setiap kotak hitam mewakili ukuran efek dari studi individu. Ukuran kotak menunjukkan bobot atau presisi studi tersebut dalam meta-analisis (studi yang lebih besar atau lebih presisi memiliki kotak yang lebih besar).
- Garis Horizontal: Garis horizontal yang membentang dari setiap kotak adalah Interval Kepercayaan 95% (95% CI) untuk studi individu. Jika garis ini tidak memotong garis vertikal pada (garis tak bermakna/line of no effect), studi tersebut signifikan. Sebagian besar studi memiliki CI yang memotong garis , menunjukkan sebagian besar studi individu tidak signifikan, tetapi beberapa studi menunjukkan efek positif yang signifikan (CI di sebelah kanan 0).
- Berlian (Diamond) Bawah: Berlian di bagian bawah mewakili Efek Gabungan (Pooled Effect).
  - Pusat Berlian terletak pada sekitar , yang merupakan estimasi efek gabungan.
  - Lebar Berlian mewakili Interval Kepercayaan 95% untuk efek gabungan (sekitar hingga), yang tidak memotong garis . Ini secara visual mengonfirmasi bahwa efek gabungan positif dan signifikan secara statistik.
- Informasi Heterogenitas: Plot menunjukkan Heterogenitas Q (29) = 140.05 dengan $p < 0.001$, yang mengkonfirmasi adanya heterogenitas yang signifikan. T = 0.40 [CI 0.32, 0.68] juga menunjukkan variabilitas yang substansial antar studi.

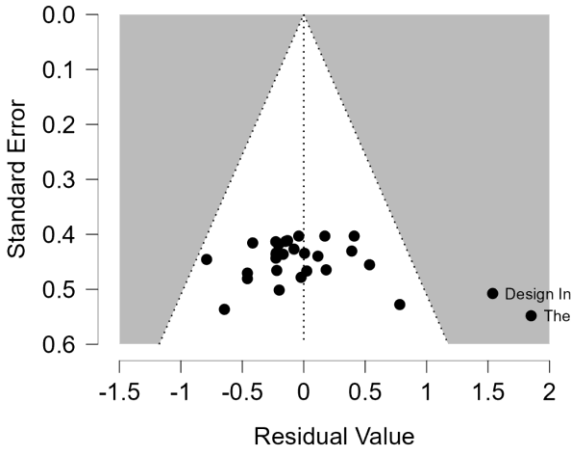
c. Profile Likelihood Plot



Plot ini digunakan untuk memvisualisasikan likelihood (kemungkinan) dari nilai yang berbeda untuk parameter varians antar studi T^2, .

- Sumbu X mewakili nilai T^2 (Varians Efek Sejati).
- Sumbu Y mewakili Log Likelihood yang diprofilkan.
- Puncak Kurva: Puncak kurva terjadi pada nilai T^2 di mana Log Likelihood maksimum, yang merupakan estimasi ML/REML untuk T^2 . Berdasarkan plot, puncak terjadi sekitar T^2 = ** 0.16** , yang konsisten dengan estimasi T^2 di Tabel Estimasi Meta-Analitik (0.162).
- Bentuk Kurva: Kurva yang miring menunjukkan seberapa sensitif likelihood terhadap perubahan nilai T^2. Plot ini digunakan juga untuk mendapatkan Interval Kepercayaan (CI) untuk T^2 .

d. Residual Funnel Plot



Gambar 3. Residual Funnel Plot

Funnel plot digunakan untuk menilai potensi bias publikasi atau penyebab asimetri lainnya.

- Sumbu Y (Vertikal): Standard Error (Kesalahan Standar). Studi dengan SE yang lebih kecil (presisi lebih tinggi, biasanya sampel lebih besar) berada di bagian atas plot, dan studi dengan SE yang lebih besar (presisi lebih rendah) berada di bagian bawah.
- Sumbu X (Horizontal): Residual Value. Residual mewakili perbedaan antara ukuran efek studi dan efek gabungan.
- Bentuk dan Simetri: Jika tidak ada bias publikasi, plot diharapkan berbentuk corong simetris di sekitar garis tengah vertikal (yang mewakili efek gabungan, Residual = 0).
  - Studi dengan presisi tinggi (SE kecil, di atas) harus berkerumun erat di dekat garis tengah.
  - Studi dengan presisi rendah (SE besar, di bawah) harus tersebar lebih luas, membentuk corong
- Interpretasi Visual: Plot menunjukkan asimetri visual. Ada beberapa titik data yang tersebar keluar dari kerucut prediksi dan cenderung berada di sisi kanan-bawah plot (residual positif besar). Asimetri, seperti studi yang hilang di sisi kiri-bawah (residual negatif, SE besar), dapat mengindikasikan kemungkinan bias publikasi (studi kecil dengan hasil signifikan positif lebih cenderung dipublikasikan). Namun, asimetri juga dapat disebabkan oleh heterogenitas yang substansial atau faktor lain.
- Titik Outlier: Ada dua titik dengan SE yang relatif besar (sekitar 0.5 dan 0.55) yang memiliki residual yang sangat positif (sekitar 1.5 dan 1.8), yang tampaknya menjadi *outlier* dan dapat menjadi penyebab utama asimetri yang diamati.

Pembahasan

Dalam penelitian ini, dilakukan meta-analisis untuk mengevaluasi efek gabungan dari sejumlah studi yang berhubungan dengan topik tertentu. Salah satu temuan utama adalah adanya heterogenitas yang signifikan antar studi yang dimasukkan, yang tercermin dari nilai Q_e yang sangat tinggi (140.05) dengan p-value < 0.001. Heterogenitas ini menunjukkan bahwa variasi hasil antara studi lebih besar daripada yang diharapkan hanya karena kesalahan sampling (Rizkylillah et al., 2025). Hal ini menyarankan bahwa faktor-faktor lain, seperti desain penelitian, populasi sampel, atau konteks lokal, mungkin turut berkontribusi pada perbedaan hasil yang ditemukan di antara studi-studi yang dianalisis (Nilada et al., 2024).

Dengan adanya heterogenitas yang cukup besar, penggunaan model efek acak sangat penting dalam analisis ini. Model ini lebih tepat digunakan karena mampu memperhitungkan variabilitas antar studi yang lebih besar, dibandingkan dengan model efek tetap yang berasumsi bahwa efek antar studi adalah homogen (Chen et al., 2024). Pemilihan model ini juga diperkuat dengan hasil estimasi varians ($\tau^2 = 0.162$) yang menunjukkan adanya variabilitas yang nyata di antara efek studi-studi yang terlibat. Ini menandakan bahwa model efek acak memberikan estimasi yang lebih realistis dan akurat terhadap efek gabungan, meskipun adanya variasi yang signifikan (Liu & Sonsupap, 2024).

Selanjutnya, analisis pooled effect menunjukkan estimasi sebesar 0.249 dengan interval kepercayaan 95% antara 0.062 hingga 0.437, yang tidak mencakup nol. Hal ini mengindikasikan bahwa intervensi atau fenomena yang diteliti memiliki efek positif yang signifikan secara statistik. Meskipun demikian, interval prediksi 95% yang mencakup rentang dari -0.595 hingga 1.094 memperingatkan bahwa studi-studi individu di masa depan mungkin menunjukkan hasil yang lebih bervariasi, bahkan dengan efek negative (Qiuxia et al., 2024). Artinya, meskipun hasil gabungan dari meta-analisis ini menunjukkan efek positif, ada ketidakpastian yang perlu diperhatikan terkait potensi efek negatif atau tidak adanya efek sama sekali dalam penelitian yang akan datang (Kusuma Ningtyas et al., 2024).

Penggunaan funnel plot untuk menilai bias publikasi juga menunjukkan adanya asimetri yang mengindikasikan potensi bias publikasi dalam kumpulan studi yang dianalisis. Bias publikasi terjadi ketika studi dengan hasil positif lebih cenderung dipublikasikan, sedangkan studi dengan hasil negatif atau tidak signifikan cenderung tidak dipublikasikan. Asimetri yang terlihat pada funnel plot ini menunjukkan bahwa studi-studi kecil dengan hasil positif lebih mungkin diterbitkan, sementara studi-studi yang lebih besar dengan hasil negatif atau nol mungkin lebih jarang dipublikasikan. Hal ini berpotensi memengaruhi hasil meta-analisis, karena hanya studi dengan hasil tertentu yang lebih sering dimasukkan dalam analisis (Ridwan et al., 2022a).

Secara keseluruhan, meskipun hasil meta-analisis menunjukkan adanya efek positif yang signifikan, penting untuk memahami bahwa faktor-faktor seperti heterogenitas antar studi, bias publikasi, dan variasi efek yang besar antar studi dapat memengaruhi interpretasi dari temuan ini. Oleh karena itu, peneliti harus hati-hati dalam menginterpretasikan hasil meta-analisis ini dan perlu melakukan penelitian lebih lanjut untuk menggali faktor-faktor yang dapat menjelaskan perbedaan hasil antar studi (Huankhoksung et al., 2024). Selain itu, disarankan agar studi-studi masa depan lebih memperhatikan transparansi metodologi, ukuran sampel yang lebih besar, dan upaya untuk mengurangi bias publikasi untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dan representative (Ridwan et al., 2022b).

KESIMPULAN

Dari analisis meta-analisis yang dilakukan, hasil menunjukkan adanya heterogenitas yang signifikan antara studi-studi yang dianalisis ($Q_e = 140.05$, $p < 0.001$), yang mengindikasikan variasi yang lebih besar dari hasil yang diharapkan jika hanya mengandalkan kesalahan sampling. Hasil pooled effect memiliki nilai 0.249 dengan Interval Kepercayaan 95% yang tidak mencakup nol, yang berarti intervensi atau fenomena yang diteliti memberikan efek yang signifikan secara statistik dan positif. Namun, interval prediksi 95% mencakup nol, yang menunjukkan bahwa studi di masa depan mungkin menunjukkan efek yang lebih kecil atau bahkan negatif. Adanya asimetri

dalam residual funnel plot juga menunjukkan potensi bias publikasi, meskipun hal ini dapat dipengaruhi oleh faktor lain seperti heterogenitas studi.

Peneliti perlu mempertimbangkan untuk menggunakan desain studi yang lebih homogen atau mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat menjelaskan heterogenitas yang ditemukan dalam meta-analisis ini. Studi lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi potensi bias publikasi dan mengurangi ketergantungan pada studi dengan ukuran sampel kecil atau hasil yang ekstrem. Menggunakan metode pengumpulan data yang lebih presisi dan mempertimbangkan faktor-faktor tambahan yang dapat mempengaruhi heterogenitas hasil untuk mengurangi variabilitas dalam studi-studi yang dimasukkan dalam meta-analisis (Sarnkong et al., 2025). Studi ini memberikan wawasan penting mengenai pengaruh heterogenitas dalam meta-analisis dan menyarankan penggunaan model efek acak untuk memperhitungkan variasi antar studi. Selain itu, penggunaan plot residual funnel untuk menilai potensi bias publikasi menjadi kontribusi penting yang membantu peneliti memahami lebih dalam mengenai validitas hasil meta-analisis dan potensi kesalahan interpretasi yang dapat terjadi (Saeliang & Chatwattana, 2025).

Selain itu, analisis heterogenitas yang ditemukan dalam studi ini menyoroti pentingnya mempertimbangkan variasi metodologi, populasi, dan konteks antara studi-studi yang dimasukkan dalam meta-analisis. Meskipun model efek acak digunakan untuk mengatasi variasi ini, heterogenitas yang tinggi dapat mempengaruhi interpretasi dari efek gabungan yang dihasilkan. Dengan demikian, penting bagi peneliti untuk melakukan analisis lebih mendalam terhadap faktor-faktor yang mungkin menyebabkan perbedaan hasil antara studi, seperti desain penelitian, ukuran sampel, dan variabel kontekstual yang tidak terkontrol. Peneliti juga disarankan untuk melaporkan secara transparan mengenai ketidakpastian yang terkait dengan estimasi efek gabungan, yang dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor tersebut. Upaya untuk meminimalkan bias publikasi, seperti yang terlihat dalam analisis funnel plot, menjadi langkah krusial dalam memastikan keandalan dan keabsahan hasil meta-analisis yang diperoleh (Hartanto et al., 2024).

DAFTAR PUSTAKA

Ade Rahma, A., Sefriani, A. A., & Parwati, R. A. (2024). Development of Learning Methods Combining Cooperative Based Learning and Problem-Based Learning in Improving the Effectiveness of Advanced Financial Management Learning. *Pegem Journal of Education and Instruction*, *14*(3), 400–406. https://doi.org/10.47750/pegegog.14.03.38

Atmojo, I. R. W., Saputri, D. Y., Dewi, R. K., Salimi, M., Roslan, R. M., & Halim, L. (2025). The Effect of The Implementation of A Project-Based Learning Model Assisted By Augmented Reality on Sixth Graders' Critical Thinking Skills on Solar System Materials. *Educational Process: International Journal*, *15*. https://doi.org/10.22521/edupij.2025.15.131

Chen, X., Jantharajit, N., & Thongpanit, P. (2024). Enhancing Analytical Reading and Writing Skills in Vocational Education: The Role of Collaborative and Task-Based Learning. *Journal of Education and Learning*, *14*(2), 150. https://doi.org/10.5539/jel.v14n2p150

Fadillah, R., Ambiyar, A., Giatman, M., Fadhilah, F., Muskhir, M., & Effendi, H. (2021). Meta Analysis: Efektivitas Penggunaan Metode Proyect Based Learning Dalam Pendidikan Vokasi. *Jurnal Pedagogi Dan Pembelajaran*, *4*(1), 138. https://doi.org/10.23887/jp2.v4i1.32408

Hartanto, W., Purnomo, T., & Yakub, P. (2024). Validity of project-based teaching module to empower students' environmental caring character. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi*

Indonesia), *10*(2), 640–651. https://doi.org/10.22219/jpbi.v10i2.33527

He, F., & Jen, T. H. (2025). Analyzing the effectiveness of teaching methods and strategies in developing teacher competence in vocational education. *Journal of Pedagogical Research*, *9*(3), 156–170. https://doi.org/10.33902/JPR.202528505

Himmi, N., Armanto, D., & Amry, Z. (2025). Implementation of Project Based Learning (PjBL) in Mathematics Education: A Systematic Analysis of International Practices and Theoretical Foundations. *Science Insights Education Frontiers*, *26*(2), 4305–4321. https://doi.org/10.15354/sief.25.or699

Huankhoksung, W., Sukwan, O., & Ponathong, C. (2024). Teaching Competency Development Model of Instructor in Bachelor of Technology Degree in Automotive Technology Program for Institute of Vocational Education. *Higher Education Studies*, *15*(1), 160. https://doi.org/10.5539/hes.v15n1p160

Indrawati, C. D. S., Ninghardjanti, P., Dirgatama, C. H. A., & Wirawan, A. W. (2022). The effect of practicum learning based audiovisual on students' learning outcomes in Indonesian vocational secondary school. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, *11*(1), 403–408. https://doi.org/10.11591/ijere.v11i1.21762

Kholifah, N., Nurtanto, M., Mutohhari, F., Triyanto, T., Saputro, I. N., & Masek, A. (2025). Realization of Profil Pelajar Pancasila Based on Project Learning in Vocational Education at Tamansiswa, Indonesia. *Qualitative Research in Education*, *14*(2), 133–155. https://doi.org/10.17583/qre.12554

Khurniawan, A. W., Sailah, I., Muljono, P., Indriyanto, B., & Maarif, M. S. (2021). Strategy for improving the effectiveness of management vocational school-based enterprise in Indonesia. *International Journal of Education and Practice*, *9*(1), 37–48. https://doi.org/10.18488/journal.61.2021.91.37.48

Kumpliw, B., Sirisuthi, C., & Prasertphorn, V. (2025). Model Development for Effective Vocational Education Management of Bachelor Degree Program in Institute of Vocational Education in the Northeast. *Higher Education Studies*, *15*(2), 294. https://doi.org/10.5539/hes.v15n2p294

Kusuma Ningtyas, P., Retno Widarti, H., Parlan, P., Rahayu, S., & Dasna, I. W. (2024). Enhancing Students ' Abilities and Skills through Science Leaning Integrated STEM : A Systematic Literature Review To cite this article : literature review . International Journal of Education in Mathematics , Science , and Enhancing Students ' Abilities. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, *12*, 1161–1181.

Liu, P., & Sonsupap, K. (2024). Experiential Teaching Method Enhance Surgical Nursing Learning Achievements and Learning Attitude of Five-Year Higher Vocational Nursing Students. *Journal of Education and Learning*, *14*(2), 63. https://doi.org/10.5539/jel.v14n2p63

Muhtar, M., Suryanti, S., Bachri, B. S., Mila, K., Laili, A. Q., Yuliaturosida, E., & Siyam, I. N. (2025). Implementation of Project-Based Learning Model in Vocational High Schools: A Bibliometric Analysis. *Educational Process: International Journal*, *15*. https://doi.org/10.22521/edupij.2025.15.169

Mujiono, Weganofa, R., Herawati, S., & Lutviana, R. (2024). Integrating Design Thinking (DT) and Project-Based Learning (PjBL) with Writing Literacy for Advancing Creative, Collaborative, and Critical Writing Skills among EFL Learners. *Language Teaching Research Quarterly*, *45*, 157–175. https://doi.org/10.32038/ltrq.2024.45.09

Nilada, N., Payougkiattikun, W., & Thongsuk, T. (2024). The Study of Scientific Creativity using a Project-Based Learning Management Model. *International Journal on Social and Education Sciences*, *6*(2), 253–263. https://doi.org/10.46328/ijonses.667

Qiuxia, X., Jantharajit, N., & Srikhao, S. (2024). Innovative approaches in nursing education: Enhancing learning efficiency and critical thinking based on cooperative and project-based learning. *Asian Journal of Contemporary Education*, *8*(2), 153–164. https://doi.org/10.55493/5052.v8i2.5260

Ridwan, M. R., Hadi, S., & Jailani. (2022a). Identification of Effectiveness Measurements and Bias Publication of Literature Results Study: a Cooperative Learning Models on Mathematics Learning Outcomes of Vocational School Students in Indonesia. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, *15*(3), 189–200. https://doi.org/10.7160/eriesj.2022.150306

Ridwan, M. R., Hadi, S., & Jailani, J. (2022b). A meta-analysis study on the effectiveness of a cooperative learning model on vocational high school students' mathematics learning outcomes. *Participatory Educational Research*, *9*(4), 396–421. https://doi.org/10.17275/per.22.97.9.4

Rizkylillah, M. S., Soeprijanto, & Muksin. (2025). **Analysis of the Implementation of Project-Based Vocational Learning Programs as 21st Century Learning in Vocational Schools** . *International Journal of Research in Education and Science*, *11*(4), 882–895. https://doi.org/10.46328/ijres.1318

Saeliang, S., & Chatwattana, P. (2025). The Project-Based Learning Model via Generative Artificial Intelligence to Promote Programming Skills for Vocational Students. *International Education Studies*, *18*(3), 1. https://doi.org/10.5539/ies.v18n3p1

Sarnkong, R., Kamnuay, K., Sakorn, W., & Pakinumhung, N. (2025). A Comparative Study on the Effects of Project-Based Learning and Online Lessons on the Learning Achievement on the Internet of Things Among Thai Grade 9 Students. *Journal of Education and Learning*, *14*(4), 136. https://doi.org/10.5539/jel.v14n4p136

Setemen, K., Sudirtha, I. G., & Widiana, I. W. (2023). E-Learning Model Based on Project-Based Learning on the. *Journal of Technology and Science Education*, *13*(3), 583–596.

Syawaludin, A., Prasetyo, Z. K., Jabar, C. S. A., & Retnawati, H. (2022). The Effect of Project-based Learning Model and Online Learning Settings on Analytical Skills of Discovery Learning, Interactive Demonstrations, and Inquiry Lessons. *Journal of Turkish Science Education*, *19*(2), 608–621. https://doi.org/10.36681/tused.2022.140

Vidergor, H. E. (2022). Effects of Innovative Project-Based Learning Model on Students' Knowledge Acquisition, Cognitive Abilities, and Personal Competences. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, *16*(1). https://doi.org/10.14434/ijpbl.v16i1.31183