

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4715>

PENGARUH *PROBLEM-BASED LEARNING* TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI MATEMATIS SISWA

Febi Tasya Ramadhanti^{1*}, Dadang Juandi², Al Jupri³

^{1*,2,3} Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

*Corresponding author. Jl. Dr. Setia Budhi No. 229, 40154, Bandung, Indonesia.

E-mail: febitasya@upi.edu^{1*)}
dadang.juandi@upi.edu²⁾
aljupri@upi.edu³⁾

Received 04 January 2022; Received in revised form 07 March 2022; Accepted 29 March 2022

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan dan mengevaluasi pengaruh dari penerapan PBL pada kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) matematis siswa, meliputi kemampuan berpikir kritis, kreatif, pemecahan masalah, dan penalaran. Systematic literature review (SLR) digunakan sebagai metode dalam penelitian ini, melalui pencarian pada database google scholar, semantic scholar, ERIC, DOAJ, science direct, atlantis press, dan IOP science dari tahun 2013 hingga 2021, sehingga menghasilkan 78 studi primer yang memenuhi kriteria inklusi yang ditetapkan. Setiap artikel didata lalu diklasifikasikan berdasarkan judul, tahun studi, jenjang pendidikan, ukuran sampel, dan jenis HOTS untuk dilakukan analisis satu per satu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PBL memberikan efek positif terhadap HOTS matematis siswa apabila dalam proses pembelajaran diterapkan kegiatan belajar berbasis masalah yang berpusat pada siswa dengan guru berperan sebagai fasilitator, serta melibatkan siswa dalam kegiatan penemuan mandiri melalui kolaborasi antar siswa dalam kelompok kecil untuk memecahkan masalah secara representatif. Sehingga PBL cocok diterapkan untuk mencapai tujuan dan urgensi dari pembelajaran khususnya dalam meningkatkan HOTS matematis siswa. Temuan penelitian ini juga berkontribusi memberikan informasi yang berkaitan dengan tren dan heterogenitas penelitian terkait implementasi PBL terhadap HOTS matematis di Indonesia sehingga diharapkan dapat menjadi rekomendasi maupun ide untuk penelitian selanjutnya.

Kata kunci: Kemampuan berpikir tingkat tinggi; *problem-based learning*; systematic literature review.

Abstract

This study aims to describe and evaluate the effect of the application of PBL on students' mathematical higher-order thinking skills (HOTS), including critical, creative, problem solving, and reasoning abilities. Systematic literature review (SLR) was used as a method in this study, through searching the database on Google Scholar, Semantic Scholar, ERIC, DOAJ, Science Direct, Atlantis Press, and IOP Science from 2013 to 2021, resulting in 78 primary studies that met the specified inclusion criteria. Each article was recorded and then classified by title, year of study, education level, sample size, and type of HOTS to be analyzed one by one. The results showed that PBL had a positive effect on students' mathematical HOTS if in the learning process student-centered problem-based learning activities were applied with the teacher acting as a facilitator, and involving students in independent discovery activities through collaboration between students in small groups to solve problems representatively. So that PBL is suitable to be applied to achieve the goals and urgency of learning, especially in increasing students' mathematical HOTS. The findings of this study also contribute to providing information related to trends and heterogeneity of research related to the implementation of PBL on mathematical HOTS in Indonesia so it's expected to be a recommendation and idea for further research.

Keywords: Higher-order thinking skill; *problem-based learning*; systematic literature review.



This is an open access article under the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4715>

PENDAHULUAN

Pendidikan berperan penting dalam membekali sumber daya manusia untuk menghadapi tantangan dan tuntutan kehidupan yang semakin kompleks di abad ke-21 ini. Beragam kemampuan dan keterampilan harus dikuasai oleh seorang individu. Salah satu kemampuan yang harus dikuasai adalah kemampuan berpikir tingkat tinggi atau disebut juga dengan *Higher-Order Thinking Skill* (HOTS) (Douglas, 2012; Richland & Simms, 2015). Berdasarkan kurikulum 2013, kemampuan yang ditekankan dan menjadi tuntutan adalah HOTS (Ariyana, Pudjiastuti, Bestary, & Zamromi, 2018; Gradini, Firmansyah, & Noviani, 2018). Peningkatan HOTS siswa saat ini juga menjadi salah satu prioritas bagi pembelajaran matematika di sekolah.

Beberapa fakta menunjukkan bahwa HOTS siswa Indonesia masih termasuk dalam kategori rendah (Susanti, Kusumah, Sabandar, & Darhim, 2014). Salah satu indikasi kondisi tersebut dapat dilihat dari hasil studi internasional seperti *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) dan *Programme for International Student Assessment* (PISA) yang menunjukkan bahwa pencapaian siswa Indonesia masih tergolong belum memuaskan. TIMSS (Mullis, Martin, M. O., Foy, & Hooper, 2016; Mullis, Martin, Foy, Kelly, & Fishbein, 2020) dan PISA (OECD, 2016, 2019) memberikan hasil bahwa kemampuan siswa Indonesia dalam pembelajaran matematika masih tergolong sangat rendah. Rendahnya tingkat kemampuan siswa diprediksi akibat siswa Indonesia belum familiar dan rutin mengerjakan soal-soal TIMSS dan PISA. TIMSS memberikan soal-soal yang tidak terbatas sekedar

mengukur kemampuan pemahaman konsep, namun juga kemampuan-kemampuan matematis lain, seperti analisis berpikir kritis, kreatif, penalaran matematis, dan pemecahan masalah. Kemampuan-kemampuan tersebut tergolong kemampuan berpikir tingkat tinggi atau HOTS (Brookhart, 2010).

Dalam rangka mendukung peningkatan HOTS dalam pembelajaran dan memacu siswa agar terbiasa dalam mengerjakan soal-soal yang berorientasi HOTS, maka diperlukan penerapan model pembelajaran yang tepat sehingga dapat memfasilitasi siswa untuk meningkatkan kemampuan tersebut (Hodiyanto, 2018; Jailani & Retnawati, 2016). Melalui penerapan suatu model pembelajaran yang membantu peserta didik berinteraksi dan menekankan pembelajaran yang berpusat pada siswa dengan menggunakan masalah tidak terstruktur dan memiliki banyak solusi masalah berpotensi dapat memicu siswa agar terbiasa dalam mengerjakan soal-soal yang tergolong kategori HOTS (Tarmizi & Bayat, 2012).

Problem-based learning (PBL) merupakan model pembelajaran berbasis masalah yang dipilih oleh guru matematika sebagai solusi terbaik dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, penalaran, berpikir kritis, dan kreatif siswa yang masih rendah (Du, Emmersen, Toft, & Sun, 2013; Neber & Neuhaus, 2013; Yew & Goh, 2016). Pembelajaran berbasis masalah membutuhkan proses berpikir untuk menemukan hubungan antara prinsip dan konsep yang diperoleh dari pembelajaran untuk memecahkan masalah (Seyhan, 2014). Selama proses pemecahan masalah, siswa akan terlatih dalam berpikir serta membiasakan diri untuk memecahkan masalah-masalah khususnya masalah berbasis HOTS,

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4715>

selain itu rasa percaya diri dan ingin tahu siswa meningkat, (Culaste, 2011).

Sampai saat ini, telah banyak studi individu terkait pengaruh model pembelajaran PBL terhadap jenis kemampuan yang tergolong ke dalam HOTS, yaitu kemampuan berpikir kritis (Nufus, Herizal, & Sahputri, 2021; Ratnawati et al., 2020; Sitohang, 2018), berpikir kreatif (Aminy, Herizal, & Wulandari, 2021; Masitoh, 2019; Widiatsih, Wardani, Royhana, Djamali, & Septory, 2020), pemecahan masalah (Ahdhianto, 2020; Asyhari & Sifa, 2021; Ramadhani, 2016), dan penalaran matematis (Pasha, Prasetyowati, Penalaran, Belajar, & Siswa, 2018; Putra & Ikhsan, 2019; Sugandi, Bernard, & Linda, 2020). Berbagai hasil penelitian dari studi individu tidak menjamin bahwa penerapan dari model PBL dapat memberikan efek positif dalam mengembangkan dan meningkatkan HOTS siswa. Terdapat keberagaman hasil penelitian serta ada kemungkinan beberapa penelitian menjadi bias. Sehingga perlu suatu tinjauan yang sistematis dan komprehensif untuk menjustifikasi dan mendeskripsikan pengaruh PBL ketika diterapkan pada pembelajaran matematika dalam meningkatkan HOTS matematis siswa. Oleh karena itu, studi ini menerapkan metode *systematic literature review* (SLR). SLR memberikan rangkuman keadaan pengetahuan secara komprehensif, tidak bias, dan dapat dilakukan replikasi dari suatu masalah yang didefinisikan dengan cermat (Sovacool, Axsen, & Sorrell, 2018).

Terdapat studi SLR sebelumnya yang telah mengkaji heterogenitas implementasi PBL terhadap kemampuan dalam bidang matematika, mencakup kemampuan pemahaman konsep, pemecahan masalah, berpikir

kritis, dan literasi matematis (D. Juandi, 2021), tetapi studi tersebut belum fokus membahas ke ranah HOTS matematis. Studi SLR dan Meta-analisis yang dilakukan oleh (Suparman, Juandi, & Tamur, 2021a) membahas pengaruh penerapan PBL dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS), namun karakteristik HOTS masih terbatas pada 3 jenis kemampuan matematis, yaitu kemampuan berpikir kreatif, kritis, dan pemecahan masalah. Studi tersebut juga belum mengkaji variabel-variabel moderator yang kemungkinan besar mempengaruhi implementasi PBL terhadap HOTS matematis siswa.

Hingga kini, belum ada penelitian SLR yang membahas secara keseluruhan pengaruh PBL terhadap kemampuan yang tergolong dalam kategori HOTS mencakup kemampuan berpikir kritis, kreatif, pemecahan masalah, dan penalaran matematis. Studi SLR ini memperbarui dan memperjelas pembahasan dengan menambah satu jenis kemampuan sebagai karakteristik dari HOTS, yaitu kemampuan penalaran matematis dengan disertai penjelasan dari variabel moderator yang berpotensi menyebabkan heterogenitas HOTS.

Berdasarkan penjelasan di atas, studi ini berusaha memberi kontribusi pada ilmu pengetahuan dengan memberikan *systematic literature review* yang bertujuan untuk mendeskripsikan dan mengevaluasi pengaruh dari penerapan model pembelajaran PBL pada HOTS matematis siswa, meliputi kemampuan pemecahan masalah, penalaran, berpikir kritis, dan kreatif, dikaji berdasarkan tahun studi, jenjang studi, dan ukuran sampel.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4715>

METODE PENELITIAN

Studi ini menggunakan metode systematic literature review (SLR). SLR merupakan suatu pendekatan ilmiah yang digunakan untuk melakukan peninjauan literatur-literatur yang relevan secara terstruktur dan dijalankan melalui suatu protokol yang telah ditetapkan sebelumnya (Efron & Ravid, 2019). Protokol yang digunakan dalam studi ini yaitu mengacu pada *The Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA) statement* yang mencakup empat tahap sebagai berikut: (1) identifikasi (*identification*), (2) penyaringan (*screening*), (3) kelayakan (*eligibility*), (4) disertakan (*included*) (Liberati et al., 2009). Hal tersebut dilakukan dengan tujuan tercapainya systematic literature review yang berkualitas tinggi (Pigott & Polanin, 2020) sebagai penentu kesesuaian dan kualitas dengan tujuan dari studi SLR ini.

Kriteria Inklusi

Kriteria inklusi dalam penelitian ini digunakan sebagai standar kelayakan dalam pemilihan studi primer. Semua artikel studi primer yang diperoleh dari pencarian awal diperiksa dan dinilai menggunakan kriteria inklusi untuk memperoleh data penelitian yang sesuai dengan tujuan penelitian agar systematic literature review dalam studi ini lebih terarah dan spesifik. Pendekatan *PICOS (Population, Intervention, Comparator, Outcomes, Study design)* dapat diterapkan untuk menentukan kriteria inklusi yang lebih spesifik (Liberati et al., 2009).

Dengan demikian, kriteria inklusi dalam studi SLR ini ditentukan berdasarkan pendekatan PICOS sebagai berikut: (1) studi primer yang berfokus pada pembelajaran di berbagai jenjang

pendidikan di Indonesia (*population*), (2) studi primer yang membahas tentang penerapan model Problem-Based Learning (*intervention*), (3) kelompok pembandingan intervensi pada studi primer adalah penerapan model pembelajaran konvensional atau model lain sebagai kelas control (*comparison*), (4) Kemampuan berpikir kritis, kreatif, pemecahan masalah, dan penalaran (*outcome*), (5) Studi primer yang menggunakan jenis penelitian eksperimen dengan tipe kausal-komparatif (*study design*), (6) Penelitian yang dipublikasikan selama 9 tahun terakhir (2013-2021) dalam jurnal dan prosiding nasional maupun internasional, baik yang terindeks Scopus atau tidak terindeks Scopus (*publication years*).

Instrumen Penelitian

Studi SLR ini menggunakan instrumen penelitian berupa lembar observasi atau protokol terkait kriteria inklusi dan eksklusi berdasarkan tahun studi, jenjang pendidikan, dan jumlah sampel.

Strategi Pencarian Literatur

Pengumpulan studi primer melalui pemeriksaan database google scholar, semantic scholar, education resources information center (ERIC), directory open-access journal (DOAJ), science direct, atlantis press, and IOP science dengan kata kunci “problem-based learning” dan “kemampuan berpikir kritis matematis” atau “kemampuan berpikir kreatif matematis” atau “kemampuan pemecahan masalah matematis” atau “kemampuan penalaran matematis”. Penggunaan database dan kata kunci tersebut bertujuan memperoleh berbagai studi primer relevan yang sesuai dengan kriteria inklusi.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4715>

Proses Pemilihan Studi dan Analisis Data

Pada tahap identifikasi, diperoleh 244 studi primer berdasarkan hasil pencarian literatur studi melalui database google scholar, semantic scholar, ERIC, DOAJ, science direct, atlantis press, and IOP science. Pada tahap penyaringan, peneliti membaca judul dan abstrak yang berkaitan dengan topik dari studi SLR ini. Dari proses tersebut, 93 studi primer dieksklusi karena tidak memenuhi kriteria inklusi, yaitu 21 studi yang dipublikasi bukan dalam bentuk artikel maupun prosiding, terdapat 72 studi dengan desain studi atau jenis penelitiannya bukan penelitian kuasi eksperimen. Sehingga menyisakan 151 artikel yang dibaca secara utuh untuk dilakukan penyeleksian kembali pada tahap kelayakan. Pada tahap ini, 36 studi primer tidak memiliki kelas kontrol. Selain itu, 27 studi primer melaporkan penerapan PBL tetapi bukan pada bidang matematika. Sebagai akibatnya, terdapat 63 artikel dieksklusi dan menyisakan 88 studi primer. Selanjutnya, peneliti melakukan penilaian kelayakan dari 88 studi primer, sehingga diperoleh 78 artikel yang disertakan dalam proses SLR ini.

Teknik analisis yang digunakan terhadap artikel atau studi primer yang telah dikumpulkan yaitu setiap studi primer didata, lalu diklasifikasikan berdasarkan judul, tahun studi, jenjang pendidikan, ukuran sampel, dan jenis HOTS. Selanjutnya, dilakukan analisis satu per satu artikel yang disertakan dalam studi ini untuk memperoleh temuan dan pembahasan hingga kesimpulan dalam penelitian SLR ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN ***Model Problem-Based Learning***

Problem-based learning (PBL) dalam bahasa Indonesia dikenal sebagai pembelajaran berbasis masalah telah diperkenalkan sejak jaman John Dewey. PBL merupakan model pembelajaran yang bisa dipilih oleh guru untuk diimplementasikan selama proses belajar mengajar dengan memberikan masalah kepada siswa untuk diselesaikan (Vlad & Pitić, 2015). Oleh karena itu, model pembelajaran ini diharapkan mampu membangun pemahaman siswa secara mandiri, menumbuhkembangkan kemampuan *Higher-Order Thinking Skill* (HOTS), selain itu memberi kebebasan siswa dalam mengungkapkan opini yang dimilikinya dalam proses pembelajaran sehingga mampu menumbuhkan rasa percaya diri setiap siswa (Lestari & Yudhanegara, 2015). Beberapa variasi karakteristik dari PBL berdasarkan penelitian sebelumnya disajikan pada Tabel 1.

Karakteristik PBL dari para ahli pada Tabel 1 tersebut, menunjukkan bahwa PBL dapat menggali potensi siswa melalui pembelajaran berbasis masalah. Selain itu PBL membangun proses pembelajaran yang bermakna bagi siswa karena pembelajaran berpusat pada siswa secara mandiri dan guru bertindak sebagai fasilitator siswa. Hal-hal tersebut memperkuat keandalan PBL untuk diimplementasikan dalam proses pembelajaran. Adapun hingga saat ini, PBL telah dikembangkan maupun diimplementasikan dalam berbagai bidang (Jonassen & Hung, 2015). Salah satunya yaitu bidang matematika. Beberapa penelitian khususnya studi meta-analisis telah menjustifikasi bahwa model PBL efektif diterapkan pada pembelajaran matematika. Penerapan PBL memberi

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4715>

efek peningkatan kemampuan matematika siswa secara signifikan dengan level tinggi pada siswa sekolah dasar (Suparman, Tamur, Yunita, Wijaya, & Syaharuddin, 2021), dan terutama dalam meningkatkan kemampuan *understanding* dan *problem solving* matematis (D. Juandi, 2021). Implementasi PBL juga memberi pengaruh positif yang signifikan terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis (Suparman, Juandi, & Tamur, 2021b), kemampuan literasi

matematika (Paloloang, Juandi, Tamur, Paloloang, & Adem, 2020), kemampuan berpikir kreatif matematis (Yunita, Juandi, Tamur, Adem, & Pereira, 2020), dan memperbaiki kemampuan berpikir kritis matematis siswa yang masih rendah (Yew & Goh, 2016). Berbagai hasil studi tersebut memperkuat bukti bahwa model PBL memberikan efek positif terhadap kemampuan matematis siswa.

Tabel 1. Karakteristik PBL berdasarkan penelitian sebelumnya.

Author	Berpusat pada siswa	Guru sebagai fasilitator	Kolaborasi dalam kelompok kecil	Berbasis masalah	Kegiatan penemuan mandiri	Pemecahan masalah representatif
(Barrows, 1996)	√	√	√	√	√	
(Dochy, Segers, Van den Bossche, & Gijbels, 2003)	√					√
(Newman, 2005)		√	√	√	√	
(Herman Tatang, 2007)		√	√		√	√
(Tung, 2015)		√	√	√	√	

Memfasilitasi HOTS Melalui PBL

Kemampuan berpikir terbagi menjadi dua jenis yakni kemampuan berpikir tingkat rendah atau *Lower-Order Thinking Skill* (LOTS) merupakan kemampuan seseorang dalam memecahkan masalah biasa atau masih dalam konteks general dan *Higher-Order Thinking Skill* (HOTS) atau kemampuan berpikir tingkat tinggi. Adapun sebagaimana penjelasan pada taksonomi hasil revisi oleh Bloom, HOTS diklasifikasikan ke dalam 3 dimensi berpikir yaitu *Analyzing-Evaluating-Creating* (Stanley & Moore, 2010). Terdapat berbagai definisi tentang kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) menurut berbagai ahli. Definisi HOTS dikategorikan ke dalam

beberapa jenis kemampuan yang disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan informasi pada Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa HOTS terutama mencakup kemampuan berpikir kritis, kreatif, pemecahan masalah, dan penalaran siswa. Mengacu pada kesimpulan tersebut, penelitian ini memfokuskan pembahasan HOTS matematis siswa mencakup empat jenis kemampuan, yaitu kemampuan berpikir kritis, kreatif, pemecahan masalah, dan penalaran. HOTS dalam matematika berperan penting terutama pada proses pembelajarannya sebab dapat memicu siswa untuk terbiasa berpikir secara kritis maupun kreatif dalam

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4715>

pengambilan keputusan dan *problem solving* yang berkaitan dengan kegiatan

analisis, evaluasi, dan mencipta (Anderson & Krathwohl, 2001).

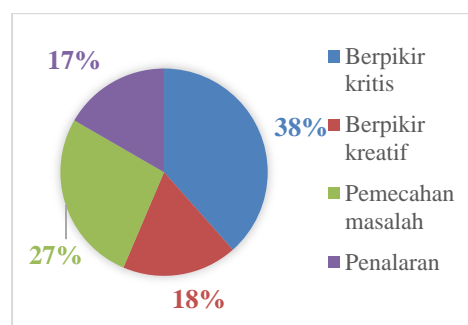
Tabel 2. Definisi HOTS berdasarkan penelitian sebelumnya

Author	Kemampuan Matematis			
	Berpikir kritis	Berpikir kreatif	Pemecahan masalah	Penalaran
(Nitko & Brookhart, 2007)	√		√	√
(Brookhart, 2010)	√	√	√	√
(Marshall & Horton, 2011)	√			√
(Conklin, 2012)	√	√		
(Kruger, 2013)	√	√	√	√
(Salbiah, Ruhizan, & Roslinda, 2015)	√	√	√	
(Tajularipin Sulaiman, Vickneswar Muniyan, Diwiyah Madhvan, Raida Hasan, & Suzieleez Syrene Abdi Rahim, 2017)		√	√	√

Dalam berbagai literatur dijelaskan berbagai teknik menumbuhkembangkan HOTS pada siswa, yaitu perlunya membangun peran guru sebagai fasilitator (Musfiqi & Jailani, 2014), siswa aktif terlibat dalam memecahkan masalah matematika yang menantang, berbagi ide matematika bersama kawan sejawat (Goethals, 2013), diskusi kelas melalui penyajian masalah terkait dunia nyata serta mendorong siswa untuk mempresentasikan solusi mereka sendiri (Miri, David, & Uri, 2007). Adapun teknik-teknik tersebut merupakan bagian dari karakteristik model PBL sehingga menjustifikasi bahwa model PBL cocok untuk diimplementasikan dalam usaha meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) matematis siswa.

Gambar 1 menyajikan persentase studi primer yang membahas pengaruh dari penerapan model PBL terhadap HOTS matematis siswa yang mencakup kemampuan berpikir kritis, kreatif, pemecahan masalah, dan penalaran. Penelitian terbanyak yaitu model PBL terhadap kemampuan pemecahan

masalah. Adapun efektivitas dari implementasi PBL terhadap tiap kemampuan-kemampuan tersebut terutama kemampuan yang telah banyak diteliti yaitu pemecahan masalah dapat ditindaklanjuti dengan melakukan studi meta-analisis sehingga ukuran efek dapat dievaluasi secara rinci.



Gambar 1. Persentase studi primer penerapan PBL terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi matematis.

Heterogenitas PBL Terhadap HOTS Matematis Siswa

Studi-studi primer yang dikaji dalam studi SLR ini diasumsikan berpotensi memiliki besar pengaruh

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4715>

yang heterogen satu sama lain (Borenstein, Hedges, Higgins, & Rothstein, 2009). Sehingga beberapa faktor-faktor yang berpotensi menyebabkan heterogenitas kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) matematis siswa akan dieksplorasi agar mampu memberikan informasi yang jelas dan tepat dalam rangka peningkatan kualitas kemampuan matematis siswa.

Studi Berdasarkan Kriteria

Berdasarkan hasil pencarian literatur studi sesuai kriteria inklusi, ditemukan studi-studi primer yang memenuhi syarat untuk dilibatkan dalam proses studi SLR ini. Selanjutnya dilakukan pengkategorian studi

berdasarkan tiga variabel moderator, yaitu tahun studi, jenjang pendidikan, dan ukuran sampel, yang disajikan dalam bentuk data deskriptif pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, penelitian penerapan PBL terhadap HOTS kategori kemampuan berpikir kritis mendominasi dalam 9 tahun terakhir. Selain itu, beberapa peneliti telah mempelajari dan melakukan penelitian di berbagai jenjang pendidikan, mulai dari tingkat sekolah dasar hingga universitas, juga dengan ukuran sampel yang bervariasi yaitu mulai dari sampel kecil atau kurang dari atau sama dengan 30 siswa dan sampel besar atau lebih dari 30 siswa.

Tabel 3. Jumlah studi berdasarkan kriteria.

No	Kriteria	Kemampuan berpikir tingkat tinggi matematis siswa			
		Berpikir kritis	Berpikir kreatif	Pemecahan masalah	Penalaran
Tahun studi	2013-2015	4	0	1	1
	2016-2018	10	2	10	3
	2019-2021	16	12	10	9
Jenjang Pendidikan	SD	8	2	5	1
	SMP	13	6	9	8
	SMA dan SMK	5	4	4	3
Ukuran sampel	Universitas	4	2	3	1
	≤ 30	11	8	6	5
	> 30	19	6	15	8
Total		30	14	21	13

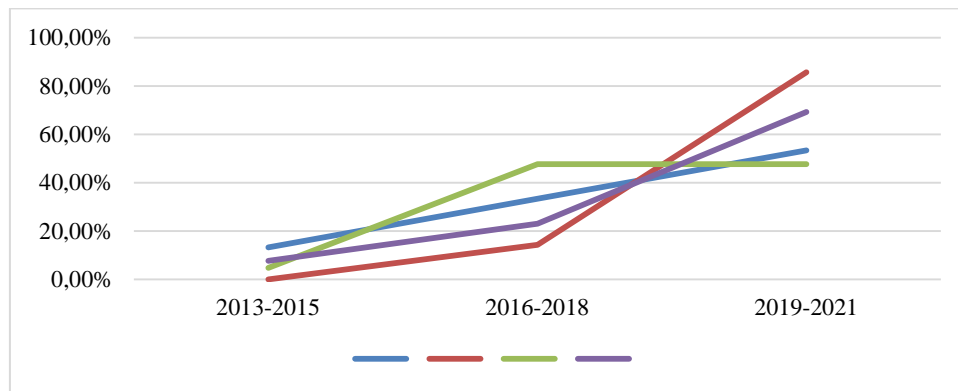
Secara keseluruhan, model PBL berpengaruh signifikan terhadap HOTS yaitu berpikir kritis, kreatif, pemecahan masalah, dan penalaran matematis. Selain itu, ditemukan perbedaan antara kelas eksperimen yang diberi penerapan model PBL dengan kelas kontrol dengan pembelajaran konvensional maupun model pembelajaran lain. Selanjutnya akan dibahas distribusi studi primer atau artikel berdasarkan variabel moderator atau karakteristik

studi yang telah ditetapkan, yaitu tahun studi, jenjang pendidikan, dan ukuran sampel agar dapat diperoleh informasi yang lebih eksplisit.

Tahun Studi

Pengkategorian artikel berdasarkan tahun studi dibagi menjadi tiga periode, yaitu tahun 2013-2015, 2016-2018, dan 2019-2021. Gambar 2 menyajikan diagram garis distribusi artikel pada periode tersebut.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4715>



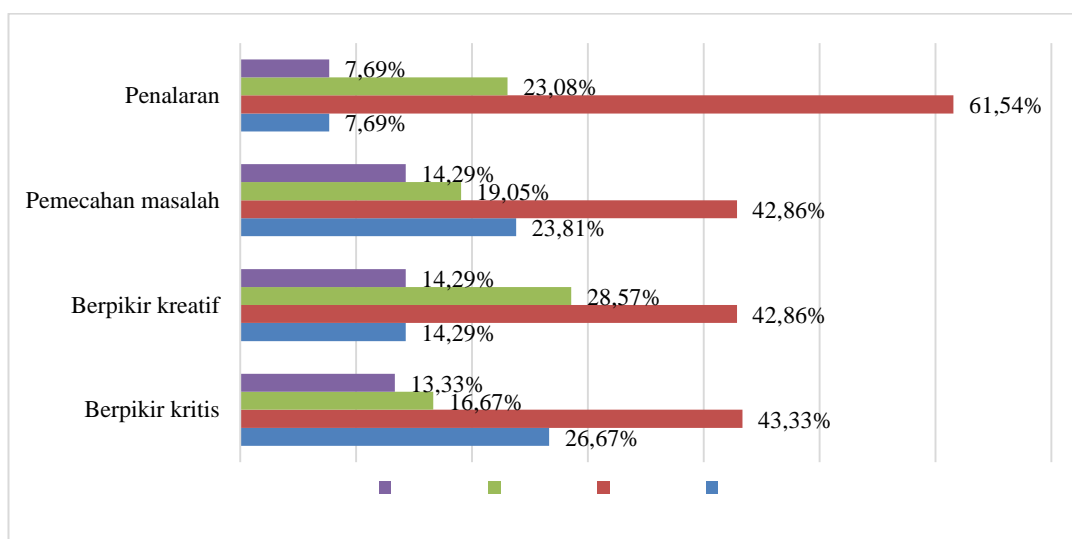
Gambar 2. Data berdasarkan tahun studi.

Diagram garis tersebut menunjukkan bahwa setiap tiga tahun, jumlah penelitian yang meneliti pengaruh model PBL untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis, kreatif matematis, pemecahan masalah matematis, dan penalaran matematis selalu mengalami peningkatan. Sehingga sepanjang periode tersebut studi penerapan PBL telah dikembangkan oleh berbagai peneliti. Temuan ini menjadi perhatian sebab dalam upaya menghadapi tantangan perkembangan zaman abad 21 menuntut penguasaan berbagai kemampuan, termasuk diantaranya kemampuan berpikir kritis, kreatif, pemecahan masalah, dan penalaran

matematis yang merupakan bagian dari HOTS (Griffin, Care, & McGaw, 2012; Noer, 2018). Adapun penelitian terbaru pada rentang waktu tiga tahun terakhir (2019-2021) didominasi penelitian PBL terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis.

Jenjang Pendidikan

Distribusi artikel berdasarkan jenjang pendidikan dibagi menjadi empat kategori, yaitu mulai dari jenjang Sekolah Dasar (SD), Sekolah Menengah Pertama (SMP), Sekolah Menengah Atas (SMA) & Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), hingga Universitas. Jumlah artikel berdasarkan jenjang pendidikan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Data berdasarkan jenjang pendidikan.

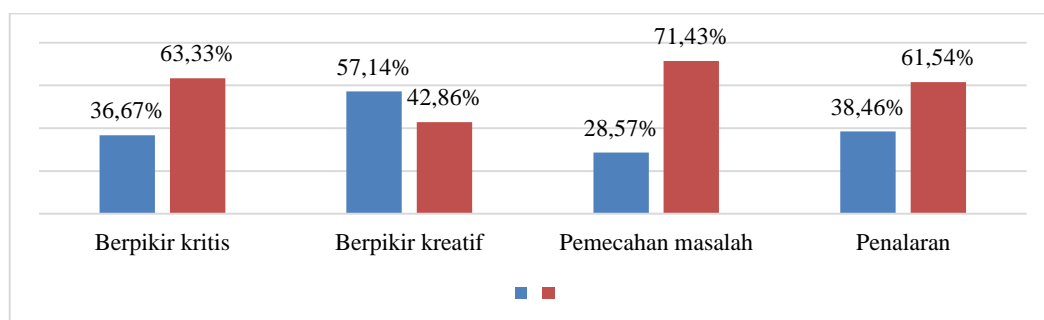
DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4715>

Gambar 3 menunjukkan bahwa semua kategori HOTS lebih banyak diteliti dan dikaji pada jenjang SMP. Temuan ini sejalan dengan studi SLR sebelumnya yang menyatakan bahwa pada jenjang sekolah menengah pertama, kemampuan matematika meliputi *creative thinking*, *problem solving*, dan pemahaman matematika (*understanding*) lebih banyak diteliti (D. Juandi, 2021). Sementara pada jenjang universitas masih belum banyak penelitian yang dipublikasikan terutama pada kemampuan penalaran matematis. Hasil temuan ini serupa dengan beberapa studi sebelumnya bahwa pada jenjang universitas, penelitian terkait pengaruh PBL terhadap kemampuan matematika paling sedikit diteliti dibanding pada jenjang pendidikan lainnya (Dadang Juandi & Tamur, 2021;

Paloloang et al., 2020). Adapun pada jenjang SD, penelitian terhadap kemampuan penalaran juga masih rendah. Padahal kemampuan penalaran merupakan kompetensi yang penting dikembangkan baik sejak jenjang pendidikan awal (SD) hingga jenjang pendidikan tinggi (universitas) demi peningkatan kualitas pendidikan.

Ukuran Sampel

Distribusi artikel berdasarkan ukuran sampel dikategorikan menjadi dua kelompok, yaitu sampel kecil atau sampel dengan ukuran kurang dari atau sama dengan 30 dan sampel besar atau sampel dengan ukuran lebih dari 30. Persentase distribusi artikel disajikan dengan diagram batang pada Gambar 4.



Gambar 4. Data berdasarkan ukuran sampel.

Berdasarkan Gambar 4 dapat dideskripsikan bahwa untuk kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan penalaran matematis periode 2013-2021 didominasi oleh penelitian dengan sampel besar atau lebih dari 30, hanya kemampuan berpikir kreatif yang didominasi oleh penelitian dengan sampel kecil. Hal ini menyiratkan bahwa sebagian besar penelitian yang mempelajari HOTS dilakukan pada kelas dengan ukuran sampel besar.

Penelitian ini menyajikan temuan yang berkaitan dengan tren dari penelitian pendidikan matematika pada penerapan PBL terhadap HOTS, berupa tahun studi, jenjang pendidikan, dan ukuran sampel, sehingga dapat menjadi suatu rekomendasi maupun ide untuk penelitian di masa mendatang. Berdasarkan data heterogenitas PBL terhadap HOTS matematis siswa diperoleh informasi bahwa secara keseluruhan terjadi peningkatan publikasi setiap tiga periode. Selain itu, lebih banyak dilakukan penelitian pada jenjang sekolah menengah pertama dan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4715>

pada kelas dengan ukuran sampel lebih dari 30 siswa (sampel besar).

KESIMPULAN DAN SARAN

Penerapan model PBL dapat memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi matematis (HOTS) yang mencakup kemampuan berpikir kritis matematis, kreatif matematis, pemecahan masalah matematis, dan penalaran matematis siswa apabila dalam proses pembelajaran diterapkan kegiatan belajar berbasis masalah yang berpusat pada siswa sementara peran fasilitator dipegang oleh guru, serta melibatkan siswa dalam kegiatan penemuan mandiri melalui kolaborasi antar siswa dalam kelompok kecil untuk memecahkan masalah secara representatif. Aspek lain yang memperkuat temuan ini yaitu besarnya persentase studi primer yang mengkaji pengaruh PBL terhadap HOTS siswa pada bidang matematika. Studi dengan topik ini telah mendapat perhatian yang baik sebab jumlah penelitian primer selalu mengalami peningkatan setiap periode tiga tahun. Selain itu penelitian juga sudah dilakukan di berbagai jenjang pendidikan di Indonesia. Temuan ini menunjukkan bahwa model PBL mempengaruhi kemampuan berpikir tingkat tinggi matematis siswa. Dengan demikian, PBL cocok diterapkan untuk mencapai tujuan dan urgensi dari pembelajaran khususnya untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) matematis siswa.

Studi systematic literature review ini merekomendasikan para peneliti berikutnya untuk melakukan penelitian lanjutan yang lebih kuat, yaitu studi meta-analisis dengan melibatkan beberapa variabel moderator, diantaranya seperti yang

sudah dikaji pada studi SLR ini, untuk mengetahui besarnya pengaruh implementasi PBL pada kemampuan berpikir tingkat tinggi. Selain itu, perlu dilakukan lebih banyak lagi penelitian individu yang membandingkan pengaruh implementasi PBL terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi termasuk khususnya kemampuan penalaran pada jenjang SD dan universitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahdhianto, E. (2020). The Effect of Problem-Based Learning Models on Mathematical Problem Solving Skills in Primary Schools. *Journal of Xi'an University of Architecture & Technology*, 12(8), 165–171. <https://doi.org/10.37896/JXAT12.08/2618>
- Aminy, M., Herizal, & Wulandari. (2021). Penerapan Model Problem Based Learning Berbantuan Geogebra Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa Sma Negeri 1 Muara Batu. *Jurnal Pendidikan Matematika Malikussaleh*, 1(1), 45–54. <https://doi.org/10.29103/jpmm.v1i1.4390>
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Addison Wesley Longman.
- Ariyana, Y., Pudjiastuti, A., Bestary, R., & Zamromi, Z. (2018). Buku Pegangan Pembelajaran Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Berbasis Zonasi. In *Direktorat Jendral Guru dan Tenaga Kependidikan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4715>

- Asyhari, A., & Sifa, M. (2021). Problem-Based Learning To Improve Problem-Solving Skill: Is It Effective Enough? *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 4(1), 78–88. <https://doi.org/10.24042/ij sme.V4i1.8674>
- Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New Directions for Teaching and Learning*, 1996(68), 3–12. <https://doi.org/10.1002/tl.37219966804>
- Borenstein, M., Hedges, L. V, Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis*. United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd, Publication.
- Brookhart, S. M. (2010). *How To Assess Higher-Order Thinking Skills in Your Classroom*. Alexandria, VA: ASCD.
- Conklin, W. (2012). *Higher-order thinking skills to develop 21st century learners*. Huntington: Shell Education Publishing, Inc.
- Culaste, I. C. (2011). Cognitive Skills of Mathematical Problem Solving of Grade 6 Children. *International Journal of Innovative Interdisciplinary Research*, 1(1), 120–125. Retrieved from <https://www.auamii.com/jiir/Vol-01/issue-01/X12.Culaste.pdf>
- Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P., & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 13(5), 533–568. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00025-7](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00025-7)
- Douglas, E. P. (2012). Defining and Measuring Critical Thinking in Engineering. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 56(Icthe), 153–159. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.642>
- Du, X., Emmersen, J., Toft, E., & Sun, B. (2013). PBL and critical thinking disposition in Chinese medical students – A randomized cross-sectional stu. *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*, 1(1), 72–83. <https://doi.org/10.5278/ojs.jpblhe.v1i1.275>
- Efron, S. E., & Ravid, R. (2019). *Writing The Literature Review: The Practical Guide*. New York: The Guilford Press.
- Goethals, P. . (2013). *The Pursuit of Higher-Order Thinking in the Mathematics Classroom: a review*. New York: Center of Faculty Excellence, United States Military Academy.
- Gradini, E., Firmansyah, F., & Noviani, J. (2018). Menakar Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Calon Guru Matematika Melalui Level Hots Marzano. *Eduma: Mathematics Education Learning and Teaching*, 7(2). <https://doi.org/10.24235/eduma.v7i2.3357>
- Griffin, P., Care, E., & McGaw, B. (2012). The Changing Role of Education and Schools. In *Assesment and Teaching of 21st Century Skills*. Dordrecht: Springer. Retrieved from https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_1%0A
- Herman Tatang. (2007). Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Matematis Tingkat Tinggi Siswa Sekolah Menengah Pertama. *Educationist*, 1(1), 3. Retrieved from <http://ejournal.sps.upi.edu/index.php/educationist/article/view/28/22>
- Hodiyanto, H. (2018). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Higher Order Thingking Skills (Hots) Matematis Siswa. *Buana*

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4715>

- Matematika : Jurnal Ilmiah Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 8(2:), 101–108. https://doi.org/10.36456/buana_matematika.8.2.:1750.101-108
- Jailani, & Retnawati, H. (2016). Keefektifan Pemanfaatan Perangkat Pembelajaran Berbasis Masalah Dalam Meningkatkan HOTS Siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 23(2), 111–123. Retrieved from <http://journal.um.ac.id/index.php/pendidikan-dan-pembelajaran/article/view/10162>
- Jonassen, D. H., & Hung, W. (2015). *All problems are not equal: Implications for problem-based learning*. United States of America: Library of Congress.
- Juandi, D. (2021). Heterogeneity of problem-based learning outcomes for improving mathematical competence: A systematic literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1722(1 p 012108). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1722/1/012108>
- Juandi, Dadang, & Tamur, M. (2021). The Impact Of Problem-Based Learning Toward Enhancing Mathematical Thinking : A Meta-Analysis Study. *Journal of Engineering Science and Technology*, 16(4), 3548–3561. Retrieved from http://jestec.taylors.edu.my/Vol_16_Issue_4_August_2021/16_4_51.pdf
- Kruger, K. (2013). *Higher-Order Thinking*. New York: Hidden Sparks, Inc.
- Lestari, K. E., & Yudhanegara, M. R. (2015). *Penelitian Pendidikan Matematika*. Bandung: PT. Refika Aditama.
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., ... Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration. *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10), e1–e34. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.006>
- Marshall, J. C., & Horton, R. M. (2011). The Relationship of Teacher-Facilitated, Inquiry-Based Instruction to Student Higher-Order Thinking. *School Science and Mathematics*, 111(3), 93–101. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2010.00066.x>
- Masitoh, L. F. (2019). The effectiveness of problem based learning (PBL) approach viewed from the students' mathematical creative thinking ability. *JPMI (Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia)*, 4(2), 47. <https://doi.org/10.26737/jpmi.v4i2.699>
- Miri, B., David, B. C., & Uri, Z. (2007). Purposely teaching for the promotion of higher-order thinking skills: A case of critical thinking. *Research in Science Education*, 37(4), 353–369. <https://doi.org/10.1007/s11165-006-9029-2>
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 International Results in Mathematics and Science*. Amsterdam, the Netherlands: TIMSS & PIRLS International Study Center. Retrieved from <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/>
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., Kelly, D. L., & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science*. Amsterdam, the Netherlands: TIMSS & PIRLS International Study Center. Retrieved from <http://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-results/>

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4715>

- Musfiqi, S., & Jailani. (2014). Pengembangan Bahan Ajar Matematika yang Berorientasi pada Karakter dan Higher Order Thinking Skill (HOTS). *PYTHAGORAS: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(1), 45–59. <https://doi.org/10.21831/pg.v9i1.9063>
- Neber, H., & Neuhaus, B. J. (2013). Creativity, talent and excellence. *Creativity, Talent and Excellence*, 1–280. <https://doi.org/10.1007/978-981-4021-93-7>
- Newman, M. J. (2005). Problem Based Learning: An introduction and overview of the key features of the approach. *Journal of Veterinary Medical Education*, 32(1), 12–20. <https://doi.org/10.3138/jvme.32.1.12>
- Nitko, A. J., & Brookhart, S. M. (2007). *Educational Assessment of Students, 5th Edition*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Noer, S. H. (2018). Guided discovery model: An alternative to enhance students' critical thinking skills and critical thinking dispositions. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 5(1), 108–115. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v5i1.16809>
- Nufus, H., Herizal, & Sahputri, L. D. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel. *Jurnal Pembelajaran Dan Matematika Sigma*, 7(1), 12–19. <https://doi.org/10.36987/jpms.v7i1.1943>
- OECD. (2016). Results from PISA 2015: Indonesia. *OECD Publishing*, 1–8. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Indonesia.pdf>
- OECD. (2019). Multilingual Summaries PISA 2018 Results: What Students Know and Can Do. *OECD Publishing*, 1. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/publications/pisa-2018-results-volume-i-5f07c754-en.htm>
- Paloloang, M. F. B., Juandi, D., Tamur, M., Paloloang, B., & Adem, A. M. G. (2020). Meta analisis: Pengaruh problem-based learning terhadap kemampuan literasi matematis siswa di indonesia tujuh tahun terakhir. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(4), 851–864. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i4.3049>
- Pasha, K. F., Prasetyowati, D., Penalaran, K., Belajar, P., & Siswa, M. (2018). Penerapan Problem Based Learning Berbantu Adobe Flash CS5 Ditinjau Dari Kemampuan Penalaran Matematis. *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 141–145. Semarang: Universitas PGRI Semarang. Retrieved from <http://prosiding.upgris.ac.id/index.php/senatik2018/senatik18/paper/view/2843>
- Pigott, T. D., & Polanin, J. R. (2020). Methodological guidance paper: High-quality meta-analysis in a systematic review. *Review of Educational Research*, 90(1), 24–46. <https://doi.org/10.3102/0034654319877153>
- Putra, P., & Ikhsan, M. (2019). *Mathematical Reasoning Ability and Learning Independence of High School Students Through Problem Based Learning Model*. 1(3), 217–223. <https://doi.org/10.29103/ijevs.v1i3.1596>
- Ramadhani, R. (2016). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa Sma Melalui Model Problem Based Learning

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4715>

- Berbantuan Software Geogebra. *Jurnal Ilmiah "INTEGRITAS,"* 2(1), 67–82. Retrieved from <http://www.jurnalmdiraindure.com/wp-content/uploads/2016/08/%0A>
- Ratnawati, D., Handayani, I., Hadi, W., Studi, P., Matematika, P., Muhammadiyah, U., & Hamka, P. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran PBL Berbantu Question Card terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMP. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika,* 10(1), 44–51. <https://doi.org/10.22437/edumatica.v10i01.7683>
- Richland, L. E., & Simms, N. (2015). Analogy, higher order thinking, and education. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science,* 6(2), 177–192. <https://doi.org/10.1002/wcs.1336>
- Salbiah, Ruhizan, & Roslinda. (2015). A Meta Analysis Study on the Effectiveness of Higher Learning Science and Mathematics Subjects. *7th International Seminar on Regional Education,* 3, 1334–1349. Riau: Universitas Riau Press. Retrieved from <https://isre.prosiding.unri.ac.id/index.php/ISRE/article/download/3247/3159>
- Seyhan, H. G. (2014). The Investigation of the Perception of Problem Solving Skills by Pre- Service Science Teachers in the Science Laboratory. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education,* 6(2), 142–161. Retrieved from <https://www.ijpce.org/index.php/IJPC/article/view/62>
- Sitohang, J. M. (2018). Efektifitas Penggunaan Model Pembelajaran PBL Berbantuan Macromedia Flash 8 Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X di SMK Negeri 1 Batangtoru. *Mathematic Education Journal,* 1(3), 52–60. Retrieved from <http://journal.ipts.ac.id/index.php/MathEdu/article/view/558>
- Sovacool, B. K., Axsen, J., & Sorrell, S. (2018). Promoting novelty, rigor, and style in energy social science: Towards codes of practice for appropriate methods and research design. *Energy Research and Social Science,* 45(November 2017), 12–42. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.07.007>
- Stanley, T., & Moore, B. (2010). *Critical and Formative Thinking Assessment: Increasing the rigor in your classroom.* New York: Eye On Education, Inc.
- Sugandi, A. I., Bernard, M., & Linda. (2020). Efektivitas Pembelajaran Daring Berbasis Masalah Berbantuan Geogebra Terhadap Kemampuan Penalaran Matematis Di Era COVID-19. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika,* 9(4), 993–1004. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i4.3133>
- Suparman, Juandi, D., & Tamur, M. (2021a). Does problem-based learning enhance students ' higher order thinking skills in mathematics learning? A systematic review and meta-analysis. *2021 4th International Conference on Big Data and Education (ICBDE'21),* (April), 44–51. United Kingdom. <https://doi.org/10.1145/3451400.3451408>
- Suparman, Juandi, D., & Tamur, M. (2021b). Review of problem-based learning trends in 2010-2020: A meta-analysis study of the effect of problem-based learning in enhancing mathematical problem-solving skills of Indonesian students. *Journal of Physics: Conference Series,* 1722(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1722/1/012103>
- Suparman, S., Tamur, M., Yunita, Y., Wijaya, T. T., & Syaharuddin, S. (2021). Using Problem-Based

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4715>

- Learning to Enhance Mathematical Abilities of Primary School Students: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JTAM (Jurnal Teori Dan Aplikasi Matematika)*, 5(1), 144.
<https://doi.org/10.31764/jtam.v5i1.3806>
- Susanti, E., Kusumah, Y. S., Sabandar, J., & Darhim. (2014). Computer-assisted realistic mathematics education for enhancing students' higher-order thinking skills (experimental study in junior high school in Palembang, Indonesia). *Journal of Education and Practice*, 5(18), 51–59. Retrieved from <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JEP/article/view/13925/14077>
- Tajularipin Sulaiman, Vickneswary Muniyan, Diwiyah Madhvan, Raidah Hasan, & Suzieleez Syrene Abdul Rahim. (2017). Implementation of higher order thinking skills in teaching of Science. *International Research Journal of Education and Sciences*, 1(1), 1–3. Retrieved from <https://www.masree.info/wp-content/uploads/2019/11/Implementation-of-Higher-Order-Thinking-Skills-in-Teaching-of-Science.pdf>
- Tarmizi, A. R., & Bayat, S. (2012). *Collaborative problem-based learning in mathematics: A cognitive load perspective*. 32(2011), 344–350.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.01.051>
- Tung, K. Y. (2015). *Pembelajaran dan Perkembangan Belajar*. Jakarta: Indeks.
- Vlad, T., & Pitică, D. (2015). Implementing some fundamental electronics concepts using project based learning in educational platforms. *Proceedings of the International Spring Seminar on Electronics Technology, 2015-Septe*, 510–515.
<https://doi.org/10.1109/ISSE.2015.7248054>
- Widiatsih, A., Wardani, D. A. R., Royhana, U., Djamali, F., & Septory, B. J. (2020). The development of mathematical problem based on Higher Order Thinking Skill (HOTS) on comparative material by implementing PBL and its effect on the teacher's creative thinking skill. *Journal of Physics: Conference Series*, 1538(1), 1–11.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1538/1/012110>
- Yew, E. H. J., & Goh, K. (2016). Problem-Based Learning: An Overview of its Process and Impact on Learning. *Health Professions Education*, 2(2), 75–79.
<https://doi.org/10.1016/j.hpe.2016.01.004>
- Yunita, Y., Juandi, D., Tamur, M., Adem, A. M. G., & Pereira, J. (2020). A meta-analysis of the effects of problem-based learning on students' creative thinking in mathematics. *Beta: Jurnal Tadris Matematika*, 13(2), 104–116.
<https://doi.org/10.20414/betajtm.v13i2.380>