

Systematic Literature Review: Kemampuan Koneksi Matematis pada Model *Problem Based Learning* Rentang Tahun 2019-2023

Christina Anindya Kusuma Wardani¹

¹ Universitas Negeri Semarang; christinaanindya25@students.unnes.ac.id

Abstrak: Kemampuan yang perlu dikuasai oleh siswa ketika belajar matematika, diantaranya kemampuan koneksi matematis. Peningkatan kemampuan koneksi matematis bisa dilaksanakan dengan suatu model pembelajaran, dimana bisa menuntut siswa untuk ikut serta dalam proses penyelesaian masalah. Salah satunya model *Problem Based Learning* (PBL). Penelitian ini dilaksanakan guna menganalisis hasil penelitian model PBL terhadap kemampuan koneksi matematis dan mengidentifikasi tren penelitian terkait kemampuan koneksi matematis pada model PBL rentang tahun 2019 sampai 2023. Metode yang dipilih adalah *Systematic Literature Review* (SLR) pada semua artikel yang terindeks Google Scholar. Berdasarkan riset artikel, kemampuan koneksi matematis dapat meningkat melalui model PBL. Selanjutnya, penelitian terkait kemampuan koneksi matematis pada model PBL paling banyak dipublikasikan pada tahun 2019 dan dilakukan paling banyak pada jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP).

Kata Kunci: *systematic literature review*, kemampuan koneksi matematis, *problem based learning*

DOI:

<https://doi.org/10.47134/ppm.v1i2.178>

*Correspondence: Christina

Anindya Kusuma Wardani

Email:

christinaanindya25@student.unnes.ac.id

Received: 09-12-2023

Accepted: 18-01-2024

Published: 22-02-2024



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: The abilities that students need to master when learning mathematics include mathematical connection skills. The improvement of mathematical connection skills can be achieved through a learning model that requires students to participate in the problem-solving process, such as the *Problem-Based Learning* (PBL) model. This research aims to analyze the results of PBL model research on mathematical connection skills and identify research trends related to mathematical connection skills in the PBL model from 2019 to 2023. The chosen method is *Systematic Literature Review* (SLR) on all articles indexed in Google Scholar. Based on the research articles, mathematical connection skills can be enhanced through the PBL model. Furthermore, research related to mathematical connection skills in the PBL model was most frequently published in 2019 and conducted predominantly at the Junior High School (SMP) level.

Keywords: *systematic literature review*, mathematical connection skills, *problem-based learning*

Pendahuluan

Pembelajaran matematika adalah rangkaian kegiatan belajar mengajar yang disusun guru guna meningkatkan keterampilan berpikir dan kemampuan dalam membangun pengetahuan baru sehingga siswa dapat memahami materi matematika dengan baik (Salim & Pitriani, 2021). Dengan adanya pembelajaran matematika, diharapkan siswa dapat menganalisis berbagai masalah, meningkatkan kemampuan berpikir logis dan sistematis serta dapat mengembangkan daya konsentrasi dan kerja sama sehingga mereka dapat menghasilkan gagasan baru yang relevan untuk memenuhi kebutuhan hidup (Syahna et al., 2022). *National Council of Teacher of Mathematic* (NCTM) menerangkan bahwa siswa harus menguasai beberapa kemampuan utama, yaitu kemampuan memecahkan masalah matematis, komunikasi, menalar, mengoneksikan, dan representasi matematis (Mubarika et al., 2020).

Matematika tersusun dari bermacam-macam topik yang merupakan satu kesatuan utuh (Pridatunapisah et al., 2022). Dengan demikian, siswa perlu menghubungkan keterkaitan berbagai konsep yang ada di matematika. Kemampuan tersebut yakni kemampuan koneksi matematis. Menurut NCTM, kemampuan koneksi matematis adalah kemampuan siswa untuk mengaitkan antar konsep matematika dan mengaplikasikannya di situasi luar konteks matematika (Hariyadi & Muttaqin, 2020). Adapun indikator kemampuan koneksi matematis menurut NCTM (Nurafni & Pujiastuti, 2019), yaitu (1) mengenali dan memanfaatkan keterkaitan antar konsep; (2) mempelajari hubungan ide matematika dan menghasilkan ide-ide baru untuk membentuk keterkaitan holistik; dan (3) mengetahui dan memanfaatkan konten matematika di dalam dan di luar kerangka matematika.

Adanya kemampuan koneksi matematis, siswa akan belajar dan mengingat berbagai ide dan langkah-langkah matematika. Selain itu, kemampuan koneksi matematis juga mendukung pemahaman konsep menjadi lebih bermakna dan memfasilitasi penyelesaian persoalan menggunakan keterkaitan antar konsep di matematika serta hubungannya dengan konsep lain (Indriani & Sritresna, 2022). Menurut NCTM, apabila siswa bisa menggunakan keterkaitan antar konsep, maka kemampuan mereka dalam memahami suatu materi berlangsung lebih lama dan dalam. Hal tersebut disebabkan oleh siswa yang bisa memandang keterkaitan antar topik dalam matematika dengan topik di luar matematika, serta mengaitkannya dengan situasi sehari-hari sehingga siswa akan lebih menghargai kegunaan matematika itu sendiri (Nuraeni & Effendi, 2019).

Pembelajaran yang ideal adalah pembelajaran yang diawali dengan mengaitkan materi dengan konteks dunia nyata (Mubarika et al., 2020). Dengan demikian, dibutuhkan model pembelajaran guna menciptakan pembelajaran ideal tersebut. *Problem Based Learning* (PBL) ialah model pembelajaran yang memanfaatkan persoalan dalam kehidupan nyata sebagai sumber belajar untuk siswa sehingga siswa bisa mengerti suatu materi yang sedang dipelajari (Aini, 2019; Chen, 2019; Li, 2020; Nur et al., 2022; Seibert, 2021; Seo, 2019; Silva, 2018; Suparman, 2021; Taub, 2020; Xu, 2020). Keterkaitan antara kemampuan

koneksi matematis dengan model PBL, yaitu ketika siswa menghadapi masalah yang relevan dengan situasi kehidupan nyata (Firmansyah et al., 2020).

Penelitian terkait kemampuan koneksi matematis pada PBL sudah banyak dilakukan sehingga diperlukan suatu tinjauan sistematis terkait kemampuan koneksi matematis pada PBL. Tujuan utama dari tinjauan sistematis ini adalah untuk (1) menganalisis hasil penelitian PBL terhadap kemampuan koneksi matematis dan (2) mengidentifikasi tren penelitian terkait kemampuan koneksi matematis pada PBL.

Metode

Metode yang dipilih di penelitian ini adalah *Systematic Literature Review* (SLR) yang merupakan metode yang melibatkan proses identifikasi, penelaahan, dan interpretasi studi yang telah dilakukan pada jurnal sebelumnya. Tahapan yang perlu dilakukan untuk melakukan SLR, yaitu merumuskan pertanyaan penelitian, mengidentifikasi, mengevaluasi kelayakan, meringkas, dan menginterpretasikan temuan pada artikel penelitian (Aisyah et al., 2022).

A. Pencarian Literatur

Proses pencarian dilakukan melalui Publish and Perish. Selanjutnya, diperoleh 543 artikel yang terindeks Google Scholar dengan kata kunci *problem based learning* serta kemampuan koneksi matematis pada rentang tahun 2019 sampai 2023.

B. Kriteria Inklusi

Adapun kriteria seleksi yang dipilih untuk penelitian ini yaitu:

- 1. Artikel berasal dari jurnal atau seminar nasional maupun internasional yang diterbitkan pada tahun 2019 sampai 2023.
- 2. Artikel bahasa Indonesia atau bahasa Inggris.
- 3. Artikel terindeks Google Scholar.
- 4. Metode penelitian yang digunakan kuantitatif.
- 5. Tema yang dibahas terkait kemampuan koneksi matematis pada model PBL.

C. Evaluasi dan Analisis Data

Proses evaluasi dan analisis data melibatkan pengumpulan artikel sebanyak 13. Selanjutnya, artikel dianalisis untuk mengetahui hasil penelitian PBL terhadap kemampuan koneksi matematis. Sesudah itu, artikel tersebut diidentifikasi dan diklasifikasikan berdasarkan tingkat pendidikan yang menjadi fokus penelitian serta tahun terbitnya.

Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Penelitian Terkait PBL terhadap Kemampuan Koneksi Matematis

Tabel 1. Analisis Hasil Penelitian

No.	Penulis, Tahun	Nama Jurnal	Hasil
1.	(Syahna et al.,	Jurnal Ilmiah	Hasil riset yang ditemukan menerangkan bahwa

No.	Penulis, Tahun	Nama Jurnal	Hasil
	2022)	Mahasiswa Pendidikan Matematika	kemampuan koneksi matematis siswa meningkat setelah menerapkan model PBL di MAN 4 Aceh Besar.
2.	(Sagala, 2022)	Jurnal Pendidikan dan Konseling	Dari penelitian ini, terlihat bahwa penerapan model PBL berdampak pada kemampuan koneksi matematis, yang mana hasilnya mencapai ketuntasan secara klasikal.
3.	(Salim & Pitriani, 2021)	SIGMA: Jurnal Pendidikan Matematika	PBL mampu meningkatkan kemampuan koneksi matematis serta keaktifan siswa sehingga hasil pembelajaran yang diperoleh siswa dapat mengalami peningkatan dan lebih optimal.
4.	(Septian & Komala, 2019)	Jurnal PRISMA Universitas Suryakencana	PBL bisa meningkatkan kemampuan koneksi matematis siswa. Hal itu ditunjukkan dari rata-rata nilai tes yang meningkat di setiap kegiatan pembelajaran serta mencapai ketuntasan klasikal.
5.	(Diana, 2019)	Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education	Siswa yang mengikuti model PBL menunjukkan kemampuan koneksi matematis yang lebih unggul dibandingkan mereka yang mengikuti model pembelajaran konvensional. Di lain sisi, terdapat korelasi antara model pembelajaran dan kemampuan koneksi matematis.
6.	(Owen, 2019)	Kontinu: Jurnal Penelitian Didaktik Matematika	Temuan penelitian menunjukkan perbedaan signifikan dalam efek penerapan rencana pembelajaran pada kemampuan koneksi matematis dengan model PBL lebih efektif dibandingkan <i>inquiry-based learning</i> .
7.	(Firmansyah et al., 2020)	Pasundan Journal of Mathematics Education (PJME)	Kemampuan koneksi matematis siswa yang mengikuti PBL lebih unggul dan mengalami peningkatan daripada siswa dengan pembelajaran konvensional. Selain itu, ditemukan juga korelasi antara kemampuan koneksi matematis dan <i>self-efficacy</i> .
8.	(Muliana et al., 2022)	Jurnal Dedikasi Pendidikan	Kemampuan koneksi matematis siswa mengalami peningkatan yang lebih signifikan melalui model PBL dibandingkan pendekatan saintifik.
9.	(Aprilyani, 2022)	Equivalent: Jurnal Ilmiah Sosial Teknik	Penerapan model PBL menyebabkan peningkatan kemampuan koneksi matematis siswa, yang mana membawa dampak positif pada partisipasi siswa dalam kegiatan belajar, meningkatkan aktivitas, kemandirian, dan kepercayaan diri siswa.
10.	(Fefri Wahida & Andriyani, 2022)	Formosa Journal of Sustainable Research (FJSR)	Penerapan PBL terbukti efektif untuk mengembangkan kemampuan koneksi matematis dan tingkat partisipasi siswa.
11.	(Rohaendi, 2020)	Journal of	Kemampuan koneksi matematis siswa yang

No.	Penulis, Tahun	Nama Jurnal	Hasil
		Innovative Mathematics Learning	meningkat melalui PBL jauh lebih efektif daripada pembelajaran konvensional dan penerapan langkah PBL dapat mengembangkan kemampuan koneksi.
12.	(Hadin & Suparman, 2019)	Journal of Innovative Mathematics Learning	PBL bisa mengembangkan indikator kemampuan koneksi matematis.
13.	(Dewi & Marsigit, 2019)	Journal of Physics: Conference Series	Efektivitas PBL terlihat pada kemampuan koneksi matematis siswa yang meningkat.

Berdasarkan Tabel 1., terlihat penerapan model PBL mengakibatkan peningkatan kemampuan koneksi matematis. Hal tersebut disebabkan oleh siswa yang berpartisipasi langsung dalam proses pemecahan masalah sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Pemberian masalah tersebut memberikan peluang untuk siswa menghubungkan konsep yang satu dengan lainnya (Syahna et al., 2022). Selain itu, model PBL menganut teori konstruktivisme, dimana siswa menggunakan lingkungan sekitarnya sebagai sumber pengetahuan dan informasi untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi (Diana, 2019).

Dalam pelaksanaan PBL, guru memiliki peran sebagai fasilitator yang memberikan bantuan kepada siswa ketika mereka menghadapi kesulitan. Sedangkan, siswa yang berperan aktif dalam menganalisis, melakukan penyelidikan, mengaitkan ide-ide, dan mengumpulkan informasi yang terkait masalah untuk dapat dapat menyelesaikan permasalahan yang dihadapi (Firmansyah et al., 2020).

a. Tren Penelitian Terkait Kemampuan Koneksi Matematis pada PBL Penelitian Berdasarkan Tahun Publikasi

Riset yang dijadikan data dalam penelitian SLR ini dipublikasikan dari tahun 2019 hingga tahun 2023. Rincian sebaran penelitian dari tahun 2019 sampai 2023 disajikan pada Gambar 1.



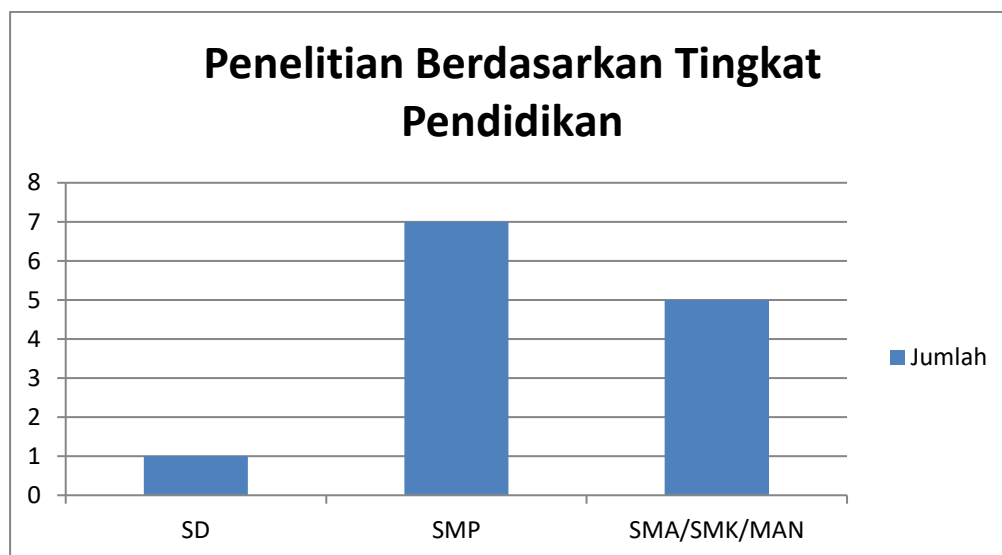
Gambar 1. Data Penelitian Kemampuan Koneksi Matematis pada Model PBL

Berdasarkan Tahun Publikasi

Pada Gambar 1., terlihat bahwa banyaknya penelitian terkait kemampuan koneksi matematis pada model PBL yang dipublikasi pada tahun 2019 sampai 2023 cenderung tidak stabil. Penelitian terkait kemampuan koneksi matematis pada model PBL paling banyak dipublikasikan pada tahun 2019 yaitu sebanyak 5 artikel dan paling sedikit pada tahun 2021 dan 2023 yaitu masing-masing sebanyak 1 artikel.

b. Penelitian Berdasarkan Tingkat Pendidikan

Riset yang dijadikan data dalam penelitian SLR ini dipublikasikan dari tingkat SD hingga SMA/SMK/MAN. Rincian sebaran penelitian dari tingkat SD hingga SMA/SMK/MAN disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Data Penelitian Kemampuan Koneksi Matematis pada Model PBL Berdasarkan Tingkat Pendidikan

Pada Gambar 2., terlihat bahwa penelitian terkait kemampuan koneksi matematis pada model PBL banyak dilakukan pada tingkat SMP (Sekolah Menengah Pertama) yaitu sebanyak 7 artikel dan paling sedikit pada tingkat SD yaitu 1 artikel. Hal ini dikarenakan kemampuan matematis paling banyak digunakan pada tingkat SMP, terutama kemampuan koneksi matematis yang menuntut siswa untuk menghubungkan pengetahuan atau konsep pada tingkat sebelumnya.

Simpulan

Kemampuan koneksi matematis sangat krusial pada pembelajaran matematika sebab membantu siswa dalam menghubungkan ide matematika sehingga siswa dapat menyelesaikan permasalahan matematika. Di samping itu, model pembelajaran juga berpengaruh terhadap kemampuan koneksi matematis, diantaranya model PBL yang bisa meningkatkan kemampuan koneksi matematis sebab PBL memberikan peluang pada siswa untuk menghubungkan keterkaitan konsep yang satu dengan lainnya untuk menyelesaikan masalah. Selanjutnya, penelitian terkait kemampuan koneksi matematis pada PBL paling

banyak dipublikasikan pada tahun 2019 dan dilakukan paling banyak pada tingkat SMP.

Daftar Pustaka

- Aini, N. R. (2019). Problem-Based Learning for Critical Thinking Skills in Mathematics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1155(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1155/1/012026>
- Aisyah, S., Juandi, D., & Jupri, A. (2022). Implementasi Model Problem Based Learning (Pbl) Terhadap Kemampuan Koneksi Matematis Siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(2), 1009. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i2.4728>
- Aprilyani, N. (2022). Upaya Meningkatkan Kemampuan Koneksi Matematis Siswa Dengan Model PBL (Problem Based Learnin) Pada Materi Integral Kelas XI IPS 1. *Jurnal Ilmiah Social Teknik*, 4(2), 184–188. <https://doi.org/10.59261/jequi.v4i2.96>
- Chen, C. (2019). An optimized group formation scheme to promote collaborative problem-based learning. *Computers and Education*, 133, 94–115. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.01.011>
- Dewi, E. R., & Marsigit, M. (2019). The implementation of problem-based learning viewed from mathematical connection ability. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/4/042059>
- Diana, H. A. (2019). Pengaruh Model Problem Based Learning (Pbl) Terhadap Peningkatan Kemampuan Koneksi Matematis Siswa (Pbl) Model Towards Improvement of Students ' Mathematical Connection. *Journal Of Mathematics and Education*, 6(2), 647–656.
- Fefri Wahida, & Andriyani. (2022). Keefektifan Model Model Problem Based Learning dalam Meningkatkan Kemampuan Koneksi Matematis dan Keaktifan Belajar Materi Peluang. *Formosa Journal of Sustainable Research*, 1(2), 97–116. <https://doi.org/10.55927/fjsr.v1i2.711>
- Firmansyah, E., Mubarika, M. P., & Maulidia, K. D. A. (2020). Implementasi Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi dan Koneksi Matematis serta Self-Efficacy Siswa SMA. *Pasundan Journal of Mathematics Education : Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(Vol 10 No. 2), 51–64. <https://doi.org/10.23969/pjme.v10i2.2784>
- Hadin, & Suparman, I. S. (2019). EFFORTS TO IMPROVE THE ABILITY OF MATHEMATICAL CONNECTION OF CLASS VIII A MTs AL-HIKMAH 02 TALEGONG STUDENTS ON CIRCLE MATERIALS THROUGH PROBLEM-BASED LEARNING APPROACH. *JIML (Journal of Innovative Mathematics Learning)*, 2(3), 131–139.
- Hariyadi, S., & Muttaqin, M. F. (2020). Pemahaman Konsep Geometri Pada Pembelajaran Problem Based Learning Bermuatan Etnomatematika Bangunan Cagar Budaya Kota Semarang. *Jurnal Review Pendidikan Dasar : Jurnal Kajian Pendidikan Dan Hasil Penelitian*, 6(3), 204–210. <https://doi.org/10.26740/jrpd.v6n3.p204-210>

- Indriani, R., & Sritresna, T. (2022). Kemampuan Koneksi Matematis ditinjau dari Self Efficacy Siswa SMP pada Materi Pola Bilangan. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 121–130. <https://doi.org/10.31980/plusminus.v2i1.1584>
- Li, W. (2020). Learning-based elephant herding optimization algorithm for solving numerical optimization problems. *Knowledge-Based Systems*, 195. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2020.105675>
- Mubarika, M. P., Firmansyah, E., & Yulianie, L. (2020). Implementasi Dimensi Connectedness Dalam Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Koneksi Matematis Dan Disposisi Matematis. *Pasundan Journal of Mathematics Education: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(Vol 10 No 1), 39–50. <https://doi.org/10.23969/pjme.v10i1.2443>
- Muliana, M., Azura, C., & Rohantizani, R. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Koneksi Matematis Siswa. *Jurnal Dedikasi Pendidikan*, 6(2), 503–514. <https://doi.org/10.30601/dedikasi.v6i2.3084>
- Nur, M. F., Retno, E. W., & Andriyana, W. A. (2022). Kemampuan Koneksi Matematis pada Pembelajaran Model PBL dengan Pendekatan STEM. *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 5, 612–618.
- Nuraeni, W., & Effendi, K. (2019). Penerapan Model Problem-Based Learning Dalam Meningkatkan Kemampuan Koneksi Matematis Siswa Smp. *Prosiding Sesiomadika*, 395–400.
- Nurafni, A., & Pujiastuti, H. (2019). Analisis Kemampuan Koneksi Matematis ditinjau dari Self Confidence Siswa : Studi Kasus Di SMKN 4 Pandeglang. *ANARGYA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 2(1). <https://doi.org/10.24176/anargya.v2i1.3013>
- Owen, C. (2019). Problem-Based Learning. *Learning and Teaching in Higher Education: Perspectives from a Business School*, 3(2), 139–151. <https://doi.org/10.4337/9781788975087.00027>
- Pridatunapisah, D., Purwaningsih, D., & Ardani, A. (2022). PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA SISWA (LKS) BERBASIS ETNOMATEMATIKA UNTUK MENINGKATKAN KONEKSI MATEMATIS SISWA KELAS VIII MTs NURUL HUDA PANGEBATAN. *Dialektika P.Matematika*, 9(1), 581–593.
- Rohaendi, N. (2020). Mathematics Connection Ability and Self Regulated Learning of Junior High School Students Trough Problem-Based Learning Approach. (*Jiml*) *Journal of Innovative Mathematics Learning*, 3(3), 102–111. <https://doi.org/10.22460/jiml.v3i3.p102-111>
- Sagala, S. (2022). *Jurnal Pendidikan dan Konseling*. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4, 1349–1358.
- Salim, K., & Pitriani, P. (2021). Pengaruh Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Koneksi Matematis Siswa Kelas Vii Smp Xaverius 1 Palembang. *Sigma: Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(1), 56–63. <https://doi.org/10.26618/sigma.v13i1.5229>
- Seibert, S. A. (2021). Problem-based learning: A strategy to foster generation Z's critical

-
- thinking and perseverance. *Teaching and Learning in Nursing*, 16(1), 85–88. <https://doi.org/10.1016/j.teln.2020.09.002>
- Seo, J. K. (2019). A learning-based method for solving ill-posed nonlinear inverse problems: A simulation study of lung EIT. *SIAM Journal on Imaging Sciences*, 12(3), 1275–1295. <https://doi.org/10.1137/18M1222600>
- Septian, A., & Komala, E. (2019). Kemampuan Koneksi Matematik Dan Motivasi Belajar Siswa Dengan Menggunakan Model Problem-Based Learning (Pbl) Berbantuan Geogebra Di Smp. Prisma, 8(1), 1. <https://doi.org/10.35194/jp.v8i1.438>
- Silva, A. B. D. (2018). Problem-based learning: A proposal for structuring PBL and its implications for learning among students in an undergraduate management degree program. *Revista de Gestao*, 25(2), 160–177. <https://doi.org/10.1108/REGE-03-2018-030>
- Suparman, S. (2021). Does Problem-Based Learning Enhance Students' Higher Order Thinking Skills in Mathematics Learning? A Systematic Review and Meta-Analysis. *ACM International Conference Proceeding Series*, 44–51. <https://doi.org/10.1145/3451400.3451408>
- Syahna, R. H., Usman, & Syahjuzar. (2022). Peningkatan Kemampuan Koneksi Matematis Siswa melalui Model Problem Based Learning di Kelas XI MAN 4 Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Matematika*, 7(2), 211–220.
- Taub, M. (2020). The agency effect: The impact of student agency on learning, emotions, and problem-solving behaviors in a game-based learning environment. *Computers and Education*, 147. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103781>
- Xu, K. (2020). Deep learning-based inversion methods for solving inverse scattering problems with phaseless data. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 68(11), 7457–7470. <https://doi.org/10.1109/TAP.2020.2998171>