



PERBEDAAN PENINGKATAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN KREATIF MATEMATIS SISWA MELALUI PENERAPAN MODEL PBL DI SMP NURUL HUDA MEDAN

Darmiati*, Dedy Juliandri, Rita Destini, Cut Latifah Zahari

Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Muslim Nusantara Al Washliyah, Medan, Indonesia

*Penulis Korespondensi: darmiatimarzuki@gmail.com

Received: 11-03-2026; Revised: 28-04-2026; Published: 25-06-2026

Abstract : *This study aimed to analyze differences in the improvement of students' mathematical critical and creative thinking abilities between Problem Based Learning (PBL) and direct instruction. The study used a quasi-experimental method with a pretest-posttest control group design. The population was all eighth-grade students of SMP Nurul Huda Medan, and the samples were class VIII-A as the experimental group (28 students) and class VIII-B as the control group (29 students), selected through random sampling. Data were collected using essay tests measuring mathematical critical and creative thinking on similarity material, supported by observation and documentation. The data were analyzed using normalized gain, Kolmogorov-Smirnov normality test, Levene homogeneity test, Mann-Whitney test, independent sample t-test, and Pearson correlation. The results showed that PBL produced higher improvement than direct instruction. The mean N-gain of critical thinking was 0.479 in the PBL group and 0.381 in the direct instruction group, with Mann-Whitney significance of 0.003. The mean N-gain of creative thinking was 0.533 in the PBL group and 0.435 in the direct instruction group, with t-test significance of 0.013. Critical and creative thinking also had a strong positive correlation ($r = 0.727$; $p = 0.000$). Therefore, PBL is effective for improving students' mathematical critical and creative thinking abilities.*

Keywords: *creative thinking, critical thinking, mathematics, Problem Based Learning, quasi-experiment*

Abstrak : Penelitian ini bertujuan menganalisis perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis dan kreatif matematis siswa antara pembelajaran dengan model Problem Based Learning (PBL) dan pembelajaran langsung. Penelitian menggunakan metode quasi experiment dengan desain pretest-posttest control group. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas VIII SMP Nurul Huda Medan, sedangkan sampel penelitian adalah kelas VIII-A sebagai kelas eksperimen sebanyak 28 siswa dan kelas VIII-B sebagai kelas kontrol sebanyak 29 siswa yang dipilih melalui random sampling. Data dikumpulkan melalui tes uraian kemampuan berpikir kritis dan kreatif matematis pada materi kesebangunan, observasi, dan dokumentasi. Analisis data dilakukan menggunakan N-gain, uji normalitas Kolmogorov-Smirnov, uji homogenitas Levene, uji Mann-Whitney, uji-t independen, dan korelasi Pearson. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PBL menghasilkan peningkatan lebih tinggi dibandingkan pembelajaran langsung. Rerata N-gain berpikir kritis pada kelas PBL sebesar 0,479 dan kelas pembelajaran langsung sebesar 0,381, dengan signifikansi Mann-Whitney 0,003. Rerata N-gain berpikir kreatif pada kelas PBL sebesar 0,533 dan kelas pembelajaran langsung sebesar 0,435, dengan signifikansi uji-t 0,013. Kemampuan berpikir kritis dan kreatif juga berkorelasi positif kuat ($r = 0,727$; $p = 0,000$). Dengan demikian, PBL efektif digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif matematis siswa.

Kata kunci: berpikir kreatif, berpikir kritis, matematika, problem based learning, quasi experiment

PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika pada jenjang SMP tidak cukup diarahkan pada penguasaan rumus dan prosedur rutin. Siswa perlu dibiasakan menelaah masalah, menghubungkan konsep, menyusun strategi, serta menghasilkan alternatif penyelesaian. Kebutuhan tersebut berkaitan dengan kemampuan berpikir kritis dan kreatif matematis. Berpikir kritis memungkinkan siswa menganalisis informasi, menguji kebenaran konsep, menarik kesimpulan, dan mengevaluasi

strategi penyelesaian. Berpikir kreatif membantu siswa menghasilkan banyak ide, menggunakan pendekatan yang beragam, memperinci gagasan, dan menemukan solusi yang orisinal.

Kondisi awal di SMP Nurul Huda Medan menunjukkan bahwa kemampuan tersebut masih perlu ditingkatkan. Studi pendahuluan pada siswa kelas VIII menunjukkan rerata kemampuan pada beberapa indikator belum melampaui Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP). Pada indikator menelaah masalah dari berbagai sudut pandang, rerata beberapa kelas berada pada kisaran 62-65%. Pada indikator melengkapi data dan menentukan aturan umum, rerata berada pada kisaran 62-65%. Pada indikator mencetuskan banyak gagasan, rerata berada pada kisaran 62-64%, sedangkan indikator melihat masalah dari sudut pandang berbeda dan mencari alternatif penyelesaian berada pada kisaran 60-62%. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa siswa belum optimal dalam menganalisis masalah maupun mengembangkan strategi penyelesaian yang beragam.

Salah satu penyebab rendahnya kemampuan tersebut adalah pembelajaran yang masih cenderung menempatkan siswa sebagai penerima informasi. Soal yang diberikan lebih banyak menuntut mengingat, memahami, dan menerapkan prosedur, tetapi belum secara konsisten melatih siswa mengevaluasi, menyelidiki, dan mencipta solusi. Padahal, pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi membutuhkan pembelajaran yang memberi ruang kepada siswa untuk berhadapan dengan masalah kontekstual, berdiskusi, menyusun dugaan, membandingkan strategi, dan mempresentasikan solusi.

Problem Based Learning (PBL) relevan untuk kebutuhan tersebut karena pembelajaran diawali dengan masalah yang menuntut penyelidikan. Melalui PBL, siswa mengorganisasi pengetahuan awal, mengidentifikasi informasi yang diperlukan, berdiskusi dalam kelompok, menyusun alternatif solusi, dan melakukan refleksi atas proses pemecahan masalah. Dengan demikian, PBL tidak hanya mengubah urutan kegiatan belajar, tetapi juga mengubah posisi siswa dari penerima penjelasan menjadi pembangun pengetahuan.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa PBL dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa. Namun, masih diperlukan bukti empiris yang lebih spesifik pada konteks siswa kelas VIII SMP Nurul Huda Medan, khususnya pada materi kesebangunan dan dengan membandingkan peningkatan kemampuan berpikir kritis serta kreatif secara bersamaan. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengujian quasi experiment yang mengukur dua kemampuan matematis sekaligus, yaitu berpikir kritis dan kreatif, serta menganalisis hubungan keduanya pada siswa yang memperoleh PBL.

Berdasarkan gap tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis dan kreatif matematis antara siswa yang memperoleh model PBL dan siswa yang memperoleh pembelajaran langsung. Penelitian ini juga bertujuan mengetahui hubungan antara kemampuan berpikir kritis dan kreatif matematis siswa pada kelas yang memperoleh PBL.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian quasi experiment dengan desain pretest-posttest control group. Dua kelas digunakan sebagai kelompok penelitian. Kelas eksperimen memperoleh pembelajaran dengan model PBL, sedangkan kelas kontrol memperoleh pembelajaran langsung. Desain penelitian ditunjukkan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1: Desain penelitian

Kelompok	Pretes	Perlakuan	Postes
Eksperimen	O	PBL	O
Kontrol	O	Pembelajaran langsung	O

Penelitian dilaksanakan di kelas VIII SMP Nurul Huda Medan pada materi kesebangunan. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas VIII SMP Nurul Huda Medan yang terdiri atas tiga kelas. Sampel dipilih menggunakan random sampling sehingga diperoleh kelas VIII-A sebagai kelas eksperimen sebanyak 28 siswa dan kelas VIII-B sebagai kelas kontrol sebanyak 29 siswa. Dengan demikian, jumlah sampel penelitian adalah 57 siswa.

Variabel bebas penelitian adalah model pembelajaran, yaitu PBL dan pembelajaran langsung. Variabel terikat adalah kemampuan berpikir kritis dan kreatif matematis. Kemampuan berpikir kritis matematis diukur melalui indikator mengeksplorasi, mengidentifikasi dan menetapkan kebenaran konsep, menggeneralisasi, serta mengklarifikasi dan resolusi. Kemampuan berpikir kreatif matematis diukur melalui indikator kelancaran, keluwesan, keterperincian, kepekaan, dan keaslian.

Instrumen penelitian berupa tes uraian kemampuan berpikir kritis dan kreatif matematis. Tes disusun berdasarkan indikator kemampuan dan materi kesebangunan. Instrumen divalidasi oleh ahli sebelum digunakan. Setiap indikator diberi skor berdasarkan rubrik 0-4. Selain tes, data pendukung diperoleh melalui observasi pelaksanaan pembelajaran dan dokumentasi kegiatan siswa.

Prosedur penelitian dilakukan melalui tiga tahap. Tahap persiapan meliputi penyusunan perangkat pembelajaran, LKPD berbasis PBL, instrumen tes, dan rubrik penskoran. Tahap pelaksanaan meliputi pemberian pretes, penerapan PBL pada kelas eksperimen, penerapan pembelajaran langsung pada kelas kontrol, observasi, dokumentasi, dan pemberian postes. Tahap akhir meliputi pengolahan data, analisis statistik, interpretasi hasil, dan penyusunan artikel.

Data pretes dan postes dianalisis menggunakan skor N-gain untuk mengetahui peningkatan kemampuan. Uji normalitas dilakukan dengan Kolmogorov-Smirnov dan uji homogenitas dilakukan dengan Levene. Karena data N-gain berpikir kritis tidak berdistribusi normal, perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis dianalisis menggunakan uji Mann-Whitney. Karena data N-gain berpikir kreatif berdistribusi normal dan homogen, perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kreatif dianalisis menggunakan uji-t independen. Hubungan antara kemampuan berpikir kritis dan kreatif dianalisis menggunakan korelasi Pearson. Taraf signifikansi yang digunakan adalah 0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pretes dan postes menunjukkan bahwa kedua kelompok memiliki kemampuan awal yang relatif dekat, tetapi setelah perlakuan, kelas yang memperoleh PBL menunjukkan skor postes lebih tinggi dibandingkan kelas pembelajaran langsung. Ringkasan data kemampuan berpikir kritis disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Deskripsi data pretes dan postes kemampuan berpikir kritis

Statistik	PBL Pretes	PBL Postes	PL Pretes	PL Postes
Maksimum	62	97	51	86
Minimum	40	48	7	17
Rerata	29,60	62,64	29,85	55,71
Simpangan baku	7,22	9,70	8,64	14,28

Tabel 2 menunjukkan bahwa rerata awal kemampuan berpikir kritis pada kelas PBL dan pembelajaran langsung hampir sama, yaitu 29,60 dan 29,85. Setelah pembelajaran, rerata kelas PBL meningkat menjadi 62,64, sedangkan kelas pembelajaran langsung menjadi 55,71. Peningkatan ini menunjukkan bahwa kedua model memberi dampak, tetapi PBL menghasilkan capaian postes yang lebih tinggi.

Tabel 3. Deskripsi data pretes dan postes kemampuan berpikir kreatif

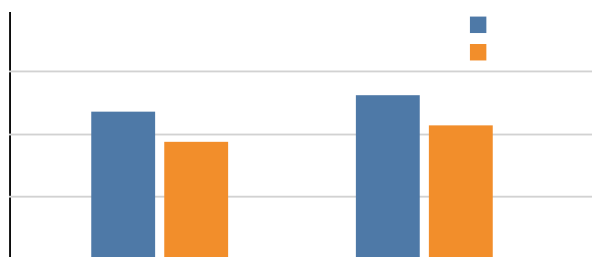
Statistik	PBL Pretes	PBL Postes	PL Pretes	PL Postes
Maksimum	53	99	47	80
Minimum	9	33	4	16
Rerata	36,14	69,54	36,07	62,79
Simpangan baku	8,50	11,52	9,40	15,23

Pada kemampuan berpikir kreatif, tabel 3 menunjukkan bahwa rerata pretes kelas PBL dan pembelajaran langsung juga hampir sama, yaitu 36,14 dan 36,07. Setelah pembelajaran, rerata kelas PBL menjadi 69,54, sedangkan kelas pembelajaran langsung menjadi 62,79. Hal ini menunjukkan bahwa PBL lebih mendorong siswa menghasilkan gagasan, menyusun alternatif penyelesaian, dan mengembangkan jawaban secara lebih rinci.

Tabel 4. Deskripsi peningkatan kemampuan berpikir kritis dan kreatif

Kemampuan	N-gain PBL	Kategori	N-gain PL	Kategori
Berpikir kritis	0,479	Sedang	0,381	Sedang
Berpikir kreatif	0,533	Sedang	0,435	Sedang

Tabel 4 memperlihatkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis dan kreatif pada kedua kelompok berada pada kategori sedang. Namun, nilai N-gain kelas PBL lebih tinggi daripada kelas pembelajaran langsung. Pada kemampuan berpikir kritis, selisih N-gain PBL dan pembelajaran langsung sebesar 0,098. Pada kemampuan berpikir kreatif, selisih N-gain sebesar 0,098. Dengan demikian, secara deskriptif PBL memberi peningkatan yang lebih baik pada kedua kemampuan.



Gambar 1. Rerata N-gain kemampuan berpikir kritis dan kreatif

Sebelum pengujian hipotesis, dilakukan uji normalitas. Hasil uji menunjukkan bahwa data kemampuan berpikir kritis tidak berdistribusi normal, sedangkan data kemampuan berpikir kreatif berdistribusi normal.

Tabel 5. Hasil uji normalitas data kemampuan berpikir

Kemampuan	Kolmogorov-Smirnov Sig.	Shapiro-Wilk Sig.	Keterangan
Kritis	0,046	0,004	Tidak normal
Kreatif	0,200	0,062	Normal

Untuk kemampuan berpikir kreatif, uji homogenitas Levene menghasilkan signifikansi 0,796 berdasarkan rerata. Nilai tersebut lebih besar dari 0,05 sehingga varians data berpikir kreatif dinyatakan homogen.

Tabel 6. Rangkuman uji perbedaan peningkatan kemampuan

Kemampuan	Uji statistik	Nilai statistik	Sig.	Keputusan
Berpikir kritis	Mann-Whitney	211,00	0,003	Terdapat perbedaan
Berpikir kreatif	Uji-t independen	2,578	0,013	Terdapat perbedaan

Tabel 6 menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis berbeda signifikan antara kelas PBL dan pembelajaran langsung karena nilai signifikansi $0,003 < 0,05$. Peningkatan kemampuan berpikir kreatif juga berbeda signifikan karena nilai signifikansi $0,013 < 0,05$. Dengan demikian, PBL terbukti menghasilkan peningkatan yang lebih baik dibandingkan pembelajaran langsung.

Tabel 7. Korelasi kemampuan berpikir kritis dan kreatif pada kelas PBL

Variabel	Pearson correlation	Sig.	N
Berpikir kritis dan berpikir kreatif	0,727	0,000	28

Tabel 7 menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis dan kreatif memiliki korelasi positif yang kuat. Artinya, siswa yang memiliki kemampuan lebih baik dalam menganalisis, mengevaluasi, dan memeriksa solusi cenderung memiliki kemampuan lebih baik pula dalam menghasilkan ide, menggunakan alternatif pendekatan, dan mengembangkan solusi yang lebih beragam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa PBL lebih efektif dibandingkan pembelajaran langsung dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif matematis siswa. Peningkatan ini dapat dijelaskan melalui karakteristik PBL yang diawali dengan masalah kontekstual. Masalah tersebut menuntut siswa memahami situasi, mengidentifikasi informasi penting, memilih konsep yang sesuai, menyusun strategi penyelesaian, dan menguji kembali hasil yang diperoleh. Proses tersebut sejalan dengan indikator berpikir kritis, terutama eksplorasi, identifikasi konsep, generalisasi, serta klarifikasi dan resolusi.

Pada pembelajaran langsung, siswa lebih banyak memperoleh penjelasan, contoh, dan latihan dari guru. Model ini dapat membantu siswa memahami prosedur dasar, tetapi ruang untuk merumuskan masalah, membandingkan strategi, dan mengembangkan alternatif penyelesaian relatif lebih terbatas. Akibatnya, peningkatan kemampuan tetap terjadi, tetapi tidak setinggi kelas PBL. Hal ini terlihat dari rerata N-gain berpikir kritis kelas pembelajaran langsung sebesar 0,381, lebih rendah daripada kelas PBL sebesar 0,479.

PBL juga memberi pengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kreatif. Kegiatan diskusi kelompok, penyusunan solusi, presentasi, dan refleksi mendorong siswa menghasilkan banyak gagasan, melihat masalah dari sudut pandang berbeda, dan memerinci langkah penyelesaian. Siswa tidak hanya mengikuti satu prosedur yang dicontohkan guru, tetapi diberi kesempatan mengembangkan pendekatan yang sesuai dengan pemahaman kelompoknya. Oleh karena itu, rerata N-gain berpikir kreatif pada kelas PBL mencapai 0,533, lebih tinggi daripada pembelajaran langsung sebesar 0,435.

Temuan ini mendukung hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa PBL mampu meningkatkan kemampuan berpikir matematis, kemampuan pemecahan masalah, serta kemampuan kritis dan kreatif siswa. PBL menciptakan pembelajaran yang lebih aktif karena siswa berperan dalam merumuskan dan menyelesaikan masalah. Peran guru bergeser menjadi fasilitator yang memberi arahan, scaffolding, dan umpan balik ketika siswa mengalami kesulitan. Pergeseran ini membantu siswa membangun kemandirian belajar dan tanggung jawab terhadap proses berpikirnya.

Hubungan positif antara kemampuan berpikir kritis dan kreatif juga menunjukkan bahwa kedua kemampuan tersebut saling mendukung. Dalam menyelesaikan masalah

matematika, siswa membutuhkan kemampuan kritis untuk memahami syarat masalah, memilih konsep, memeriksa langkah, dan mengevaluasi jawaban. Pada saat yang sama, siswa membutuhkan kemampuan kreatif untuk menghasilkan alternatif ide, menggunakan pendekatan berbeda, dan mengembangkan solusi. Korelasi sebesar 0,727 memperlihatkan bahwa pembelajaran yang melatih kemampuan kritis berpotensi turut memperkuat kemampuan kreatif siswa.

Dengan demikian, posisi penelitian ini memperkuat bukti bahwa PBL dapat menjadi alternatif pembelajaran matematika di SMP, terutama ketika tujuan pembelajaran tidak hanya menekankan jawaban benar, tetapi juga proses berpikir, argumentasi, dan keluwesan strategi. Pada konteks SMP Nurul Huda Medan, PBL relevan untuk menjawab masalah rendahnya kemampuan berpikir kritis dan kreatif serta keterbatasan soal yang selama ini lebih banyak berorientasi pada prosedur rutin.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis antara siswa yang memperoleh model PBL dan siswa yang memperoleh pembelajaran langsung. Rerata N-gain kemampuan berpikir kritis kelas PBL sebesar 0,479, sedangkan kelas pembelajaran langsung sebesar 0,381. Hasil uji Mann-Whitney menunjukkan signifikansi 0,003 sehingga perbedaan tersebut signifikan.

Terdapat perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis antara siswa yang memperoleh model PBL dan siswa yang memperoleh pembelajaran langsung. Rerata N-gain kemampuan berpikir kreatif kelas PBL sebesar 0,533, sedangkan kelas pembelajaran langsung sebesar 0,435. Hasil uji-t independen menunjukkan signifikansi 0,013 sehingga perbedaan tersebut signifikan.

Terdapat hubungan positif yang kuat antara kemampuan berpikir kritis dan kreatif matematis siswa pada kelas PBL. Hasil korelasi Pearson menunjukkan $r = 0,727$ dengan signifikansi 0,000. Hal ini berarti peningkatan kemampuan siswa dalam menganalisis dan mengevaluasi masalah cenderung diikuti oleh peningkatan kemampuan menghasilkan gagasan dan alternatif solusi.

Berdasarkan temuan tersebut, guru matematika disarankan menerapkan PBL secara terencana pada materi yang memungkinkan penyajian masalah kontekstual. Guru perlu menyiapkan LKPD yang memuat masalah terbuka, indikator berpikir kritis dan kreatif, serta pertanyaan pemandu untuk membantu siswa menyusun strategi penyelesaian. Peneliti selanjutnya disarankan menguji PBL pada materi matematika lain, jenjang berbeda, atau dengan menambahkan variabel seperti motivasi belajar, kemampuan awal, dan disposisi matematis

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrella, D. P., & Permatasari, I. (2023). Creative thinking skills of elementary school students: Is it still relatively low? *Jenius*, 4(1), 1-12. <https://doi.org/10.22515/jenius.v4i1.6552>
- Astuty, E. T., Usman, U., & Ansari, B. I. (2022). Improvement of student's mathematical understanding ability through problem based learning. *International Journal of Trends in Mathematics Education Research*, 5(3), 273-280. <https://doi.org/10.33122/ijtmer.v5i3.124>
- Bolton, F. (2022). Criticism of critical thinking. *Pannoniana*, 6(1), 151-166. <https://doi.org/10.32903/p.6.1.6>
- Firmansyah, M. A., & Syarifah, L. L. (2023). Mathematical problem solving ability in view of learning styles. *Prima*, 7(1), 58. <https://doi.org/10.31000/prima.v7i1.7217>
- Green, A. E., Beaty, R. E., Kenett, Y. N., & Kaufman, J. C. (2023). The process definition of creativity. *Creativity Research Journal*. <https://doi.org/10.1080/10400419.2023.2254573>

- Hasibuan, E. K., Armanto, D., & Amry, Z. (2024). Model pembelajaran problem based learning dalam pembelajaran matematika. *Jurnal Lebesgue*, 5(3), 2026-2040. <https://doi.org/10.46306/lb.v5i3.806>
- Hastuti, K. P., Arisanty, D., Basuki, S., Dharmono, D., & Rachman, A. (2024). Developing students' critical thinking skills through differentiated problem-based learning. *Pedagogika*, 155(3). <https://doi.org/10.15823/p.2024.155.9>
- Hidayat, D., Nurlaelah, E., & Dahlan, J. A. (2017). Rigorous mathematical thinking approach to enhance students' mathematical creative and critical thinking abilities. *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1), 012087. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012087>
- Jenah, R., Wahdah, N., & Syar, N. I. (2022). Implementasi model problem based learning secara daring pada pembelajaran matematika untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *JEP (Jurnal Eksakta Pendidikan)*, 6(2), 178-184. <https://doi.org/10.24036/jep/vol6-iss2/680>
- Khoirulloh, H., Astra, I. M., & Rahayu, Y. (2024). The implementation of problem based learning assisted by video on momentum and impuls material to improve students critical thinking abilities. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(2), 704-713. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i2.6320>
- Laili, D. N., Fardhani, I., Mulyati, Y., Fiel'ardh, K., & Habiddin, H. (2024). Enhancing critical thinking in middle school students: Comparing problem-based learning and search, solve, create, and share models. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 12(4), 800-819. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v12i4.38723>
- Lubart, T. (2024). Creativity. In *Encyclopedia of creativity* (pp. 116-119). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781035317967.ch25>
- Marbun, Y. M. R. (2023). Improving students' mathematical creative thinking ability and motivation through problem-based learning model. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Science*. <https://doi.org/10.55324/ijoms.v2i12.681>
- Maulidiya, M., & Nurlaelah, E. (2019). The effect of problem based learning on critical thinking ability in mathematics education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(4), 042063. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/4/042063>
- Moma, L., & Tamalene, H. (2023). Pengembangan perangkat pembelajaran generatif untuk meningkatkan kemampuan berpikir matematis tingkat tinggi siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika Unpatti*, 4(1), 16-24. <https://doi.org/10.30598/jpmunpatti.v4.i1.p16-24>
- Mulbasari, A. S., Putri, R. I. I., Zulkardi, Z., & Aisyah, N. (2023). Analysis of the needs of the PMRI learning environment for geometry material on the critical thinking ability of PGSD students. *JTAM (Jurnal Teori Dan Aplikasi Matematika)*, 7(2), 273. <https://doi.org/10.31764/jtam.v7i2.11970>
- Pramasdyahsari, A. S., Setyawati, R. D., Aini, S. N., Nusuki, U., Arum, J. P., Astutik, I. D., Widodo, W., Zuliah, N., & Salmah, U. (2023). Fostering students' mathematical critical thinking skills on number patterns through digital book STEM PjBL. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7), em2297. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13342>
- Rizalno, S. M., & Purwanto, S. E. (2022). Mathematical creative thinking ability: The impact of adversity quotient on triangle and quadrilateral shapes material. *Desimal*, 5(2), 143-154. <https://doi.org/10.24042/djm.v5i2.12642>
- Rochmad, A., & Agoestanto, M. (2018). Characteristic of critical and creative thinking of students of mathematics education study program. *Journal of Physics: Conference Series*, 983(1), 012076. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/983/1/012076>
- Sinaga, B., Sitorus, J., & Situmeang, T. (2023). The influence of students' problem-solving understanding and results of students' mathematics learning. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1088556>

- Suciati, S., Silvita, S., Prasetyo, O., Fauziah, M. D., Santika, K. D., Ali, M. N., & Rahman, H. (2024). Problem-based learning model: Its effectiveness in improving creative thinking skills of students with different academic abilities. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(4). <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i4.44752>
- Suryawan, I. P. P., Sudiarta, I. P., & Suharta, I. G. P. (2023). Students' critical thinking skills in solving mathematical problems: Systematic literature review. *Indonesian Journal of Educational Research and Review*, 6(1), 120-133. <https://doi.org/10.23887/ijerr.v6i1.56462>
- Turmudi, T., & Dahlan, J. A. (2023). The role of innovative learning environment in improving students' mathematics learning outcomes: A systematic review. *Gagasan Pendidikan Indonesia*, 4(1), 21. <https://doi.org/10.30870/gpi.v4i1.19412>
- Yuliana, R. (2022). Students' thinking process in solving mathematics problems reviewing from cognitive style. *Mapan*, 10(2), 395-412. <https://doi.org/10.24252/mapan.2022v10n2a10>
- Zulkarnaen, Z., Suhirman, S., Hidayat, S., Prayogi, S., Sarnita, F., Widia, W., Fathurrahmaniah, F., Fauzi, A., Ramdhani, L. S., & Verawati, N. N. S. P. (2022). Effect of problem based learning model on students' creative thinking ability. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(1), 379-382. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i1.1307>