

Penggunaan Model *Problem Based Learning* (PBL) Berbasis *Realistic Mathematics Education* Terhadap Pemahaman Konsep Pecahan Pada Siswa SD

¹M. Sofa Abdurrahim, ¹Muhammad Yazid, ¹Iwan Usma Wardani, ¹Andi Sulastri

¹Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Hamzanwadi, Jl. Cut Nyak Dien No.85, Pancor, Kec. Selong, Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat

*Corresponding Author e-mail: ofaabdurrahim01@gmail.com

Received: june 2025; Revised: June 2025; Published: August 2025

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis *Realistic Mathematics Education* (RME) terhadap pemahaman konsep pecahan siswa kelas V di SDN 1 Lendang Nangka. Penelitian ini dilakukan untuk menjawab kesenjangan dalam penerapan model pembelajaran yang mampu meningkatkan pemahaman konsep pecahan secara mendalam. Hasil-hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pendekatan konvensional cenderung hanya menekankan aspek prosedural, sehingga siswa kesulitan memahami makna konsep pecahan secara utuh. Oleh karena itu, penelitian ini penting karena memberikan kontribusi terhadap upaya peningkatan mutu pembelajaran matematika dasar melalui integrasi antara PBL dan RME. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan desain pre-eksperimen (*one-group pretest-posttest design*). Sampel penelitian terdiri dari 23 siswa kelas V dengan teknik sampling jenuh. Instrumen penelitian berupa tes pilihan ganda yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya. Uji prasyarat dilakukan menggunakan Shapiro-Wilk, sedangkan uji hipotesis menggunakan *Paired Sample t-Test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata skor *pretest* sebesar 56,81 meningkat menjadi 73,04 pada *posttest*, dengan nilai signifikansi (2-tailed) = $0,000 < 0,05$, yang berarti terdapat pengaruh signifikan dari penerapan model tersebut. Hasil ini memiliki implikasi praktis bagi guru dalam mengembangkan strategi pembelajaran yang lebih kontekstual dan bermakna, serta dapat menjadi acuan dalam penyusunan modul ajar matematika berbasis PBL-RME di sekolah dasar.

Kata Kunci: Model *Problem Based Learning* (PBL), *Realistic Mathematic Education*, Pecahan, Pemahaman Konsep

The Use of a Problem-Based Learning (PBL) Model Based on Realistic Mathematics Education on Students' Understanding of Fraction Concepts at Elementary School

Abstract

This study aims to analyze the effect of using the *Realistic Mathematics Education* (RME)-based *Problem Based Learning* (PBL) model on fifth-grade students' understanding of fractions at SDN 1 Lendang Nangka. This study was conducted to address the gap in the application of learning models that can improve students' in-depth understanding of fractions. Previous studies have shown that conventional approaches tend to emphasize procedural aspects, making it difficult for students to fully understand the meaning of fractions. Therefore, this study is important because it contributes to efforts to improve the quality of basic mathematics learning through the integration of PBL and RME. The method used was a quantitative method with a pre-experimental design (*one-group pretest-posttest design*). The research sample consisted of 23 fifth-grade students using a saturated sampling technique. The research instrument was a multiple-choice test that had been tested for validity and reliability. The prerequisite test was conducted using Shapiro-Wilk, while the hypothesis test used the *Paired Sample t-Test*. The results showed that the average *pretest* score of 56.81 increased to 73.04 on the *posttest*, with a significance value (2-tailed) = $0.000 < 0.05$, which means that there was a significant effect of the application of the model. These results have practical implications for teachers in developing more contextual and meaningful learning strategies, and can be used as a reference in the development of PBL-RME-based mathematics teaching modules in elementary schools.

Keywords: Problem-Based Learning (PBL) Model, *Realistic Mathematics Education*, Fractions, Conceptual Understanding

How to Side: Abdurrahim, M. S., Yazid, M., & Wardani, I. U. (2025). Penggunaan Model *Problem Based Learning* (PBL) Berbasis *Realistic Mathematics Education* Terhadap Pemahaman Konsep Pecahan Pada Siswa SD. *Journal of Authentic Research*, 4(Special Issue), 1284–1292. <https://doi.org/10.36312/jar.v4iSpecial Issue.3472>



[http://doi.org/10.36312/jar.v4iSpecial Issue.3472](https://doi.org/10.36312/jar.v4iSpecial Issue.3472)

Copyright© 2025, Abdurrahim et al.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) License.



PENDAHULUAN

(Hulyadi et al., 2024) menyatakan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) membawa perubahan besar dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam dunia pendidikan. Perubahan ini menuntut adanya inovasi agar sistem pendidikan tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga relevan dengan kebutuhan nyata yang dihadapi siswa. Pembelajaran yang baik seharusnya mampu menumbuhkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, serta pemahaman konseptual yang mendalam, terutama pada mata pelajaran fundamental seperti matematika (Candiasa et al., 2025; Hwang et al., 2024; Prosser & Sze, 2014; Rahmah & Lubis, 2024).

Matematika tidak hanya berfungsi sebagai alat hitung, tetapi juga berperan dalam membentuk pola pikir logis, sistematis, dan analitis (Permendiknas No.22 Tahun 2006). Namun, hasil survei *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2022 menunjukkan bahwa kemampuan matematika siswa Indonesia masih tergolong rendah, dengan skor rata-rata 366 poin, tertinggal jauh dari rata-rata negara OECD sebesar 472 poin. Kondisi ini menunjukkan perlunya pendekatan pembelajaran yang lebih kontekstual, interaktif, dan bermakna agar siswa dapat memahami konsep matematika secara lebih mendalam sejak jenjang sekolah dasar (Diana et al., 2021; McKay, 2024; Pertiwi et al., 2024).

Berdasarkan hasil observasi awal di SDN 1 Lendang Nangka, ditemukan bahwa banyak siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep pecahan. Mereka cenderung menghafal prosedur tanpa memahami maknanya, sehingga kesulitan dalam menyelesaikan soal kontekstual atau soal berbasis pemecahan masalah. Proses pembelajaran yang monoton dan kurang kontekstual menyebabkan siswa sulit mengaitkan materi dengan kehidupan nyata. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran yang diterapkan selama ini belum sepenuhnya membangun pemahaman konseptual secara efektif.

Masalah tersebut menunjukkan perlunya inovasi model pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada hasil, tetapi juga pada proses berpikir siswa. Guru perlu menggunakan pendekatan yang memungkinkan siswa mengonstruksi sendiri pengetahuannya melalui aktivitas pemecahan masalah yang dekat dengan kehidupan sehari-hari. Pendekatan seperti ini dapat membantu siswa memahami makna konsep pecahan secara lebih mendalam dan bermakna. (Prosser & Sze, 2014; Siew & Ambo, 2020) melaporkan salah satu model yang relevan untuk diterapkan adalah *Problem Based Learning* (PBL), karena model ini menekankan pada proses berpikir kritis, kolaboratif, dan pemecahan masalah secara kontekstual. Namun, agar pembelajaran matematika lebih mudah dipahami dan bermakna, model PBL dapat dikombinasikan dengan pendekatan *Realistic Mathematics Education* (RME), yang menempatkan pengalaman dan konteks kehidupan nyata sebagai titik awal pembelajaran matematika (Arsaythamby & Zubainur, 2014; Muhali et al., 2025).

Penelitian yang dilakukan oleh Suci Rahmadani Putri (2023) berjudul "*Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) terhadap Pemahaman Konsep Matematika pada Materi Pecahan Siswa Kelas III SDN Pinang 6 Kota Tangerang*" menunjukkan bahwa penerapan

model PBL secara signifikan meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa. Namun, penelitian tersebut belum mengintegrasikan pendekatan *Realistic Mathematics Education* (RME) yang berfokus pada pengaitan konsep-konsep abstrak dengan konteks kehidupan nyata siswa. Hal inilah yang menjadi celah penelitian (*research gap*) yang ingin dijawab melalui studi ini.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan (*novelty*) berupa integrasi model *Problem Based Learning* berbasis *Realistic Mathematics Education* dalam pembelajaran matematika, khususnya pada materi pecahan. Kombinasi ini diharapkan mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan bermakna serta meningkatkan pemahaman konseptual siswa secara signifikan.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan model PBL berbasis RME terhadap pemahaman konsep pecahan siswa kelas V SDN 1 Lendang Nangka, tetapi juga memberikan kontribusi terhadap pengembangan model pembelajaran kontekstual yang dapat digunakan guru sekolah dasar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan jenis penelitian pre-eksperimen dan desain one-group pretest-posttest. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan peneliti mengukur secara objektif perubahan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah diberi perlakuan (Machali, 2021:38). Penelitian dilaksanakan di SD Negeri 1 Lendang Nangka pada semester ganjil tahun pelajaran 2025/2026. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis *Realistic Mathematics Education* (RME) terhadap pemahaman konsep pecahan siswa.

Subjek penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas V SD Negeri 1 Lendang Nangka yang berjumlah 23 orang, terdiri atas 7 siswa laki-laki dan 16 siswa perempuan. Teknik pengambilan sampel menggunakan sampling jenuh, karena seluruh anggota populasi digunakan sebagai sampel penelitian.

Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data melalui kegiatan observasi, Tes, dan dokumentasi.

1. Observasi, digunakan untuk memperoleh informasi mengenai aktivitas siswa selama pembelajaran berbasis PBL-RME.
2. Tes Hasil Belajar, digunakan untuk mengukur peningkatan pemahaman konsep pecahan siswa sebelum dan sesudah perlakuan.
3. Dokumentasi, digunakan untuk melengkapi dan memperkuat hasil observasi dan tes.

Instrumen Penelitian

Dalam penelitian ini, instrumen yang digunakan adalah lembar observasi, tes hasil belajar berbentuk pilihan ganda, dan dokumentasi.

1. Tes Hasil Belajar, berbentuk pilihan ganda sebanyak 15 butir soal yang disusun berdasarkan indikator pemahaman konsep pecahan. Tes diberikan dua kali, yaitu sebelum (*pretest*) dan sesudah perlakuan (*posttest*).

2. Lembar Observasi, digunakan untuk memantau aktivitas dan keterlibatan siswa selama penerapan model PBL berbasis RME, meliputi aspek keaktifan, kerja sama, pemecahan masalah, dan refleksi pembelajaran.
3. Dokumentasi, berupa foto kegiatan, hasil pekerjaan siswa, serta nilai tes yang digunakan untuk memperkuat data penelitian.

Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Uji validitas butir soal dilakukan menggunakan korelasi *Product Moment*, dengan kriteria valid apabila $r\text{-hitung} > r\text{-tabel}$ pada taraf signifikan 5%. Berdasarkan hasil uji, seluruh butir soal dinyatakan valid. Uji reliabilitas dilakukan dengan rumus Kuder Richardson (KR-20) dan diperoleh nilai reliabilitas sebesar 0,642, termasuk kategori tinggi.

Analisis Data

Pada penelitian ini menggunakan analisis data kuantitatif yang terdiri dari uji normalitas dan uji hipotesis sebagai bagian penting dalam mengambil kesimpulan data, sebagai berikut:

1. Uji Normalitas

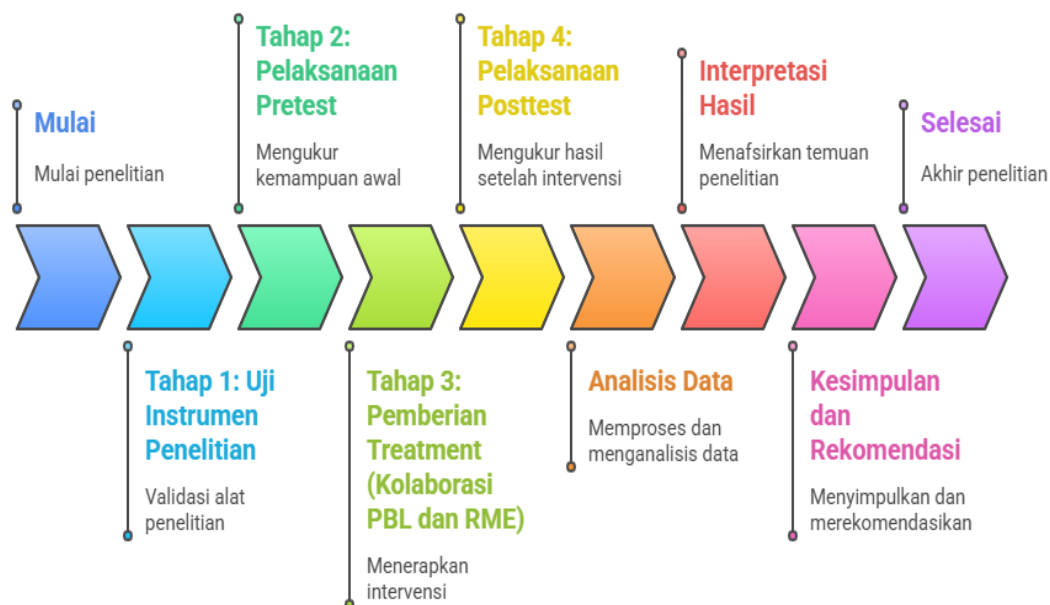
Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah data penelitian yang terkumpul berdistribusi normal atau tidak. Data yang digunakan untuk mengambil keputusan adalah hasil *pretest* dan *posttest*. Karena penelitian ini memiliki sampel di bawah 50, uji *Shapiro Wilk*. Uji *Shapiro Wilk* menggunakan tingkat signifikansi 5% atau 0,05 dengan ketentuan sebagai berikut. Data dikatakan berdistribusi normal jika $P\text{ value} > 0,05$, dan distribusi abnormal jika $P\text{ Value} < 0,05$.

2. Uji Hipotesis

Menurut (Dr. Fenti Hikmawati, 2019) hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian, dikatakan sementara, karena jawaban yang diberikan baru didasarkan pada teori yang relevan, belum didasarkan pada fakta-fakta empiris yang diperoleh melalui pengumpulan data, oleh karena itu maka hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini harus diuji kebenarannya.

Hipotesis yang dimaksud dalam penelitian ini adalah hipotesis H_a yaitu terdapat pengaruh yang signifikan dari penggunaan model *problem based learning* berbasis *realistic mathematics education* terhadap pemahaman konsep pecahan siswa kelas V SDN 1 Lendang Nangka.

Uji Hipotesis, menggunakan *Paired Sample t-Test*, karena penelitian ini hanya melibatkan satu kelompok yang diberi perlakuan. Uji ini digunakan untuk mengetahui perbedaan signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest*. Kriteria pengujian: jika $p\text{-value} \leq 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima, artinya terdapat pengaruh signifikan penerapan model PBL berbasis RME terhadap pemahaman konsep pecahan siswa (Hikmawati, 2019). Adapun tahapan penelitian dideskripsikan pada gambar 1 dibawah ini.

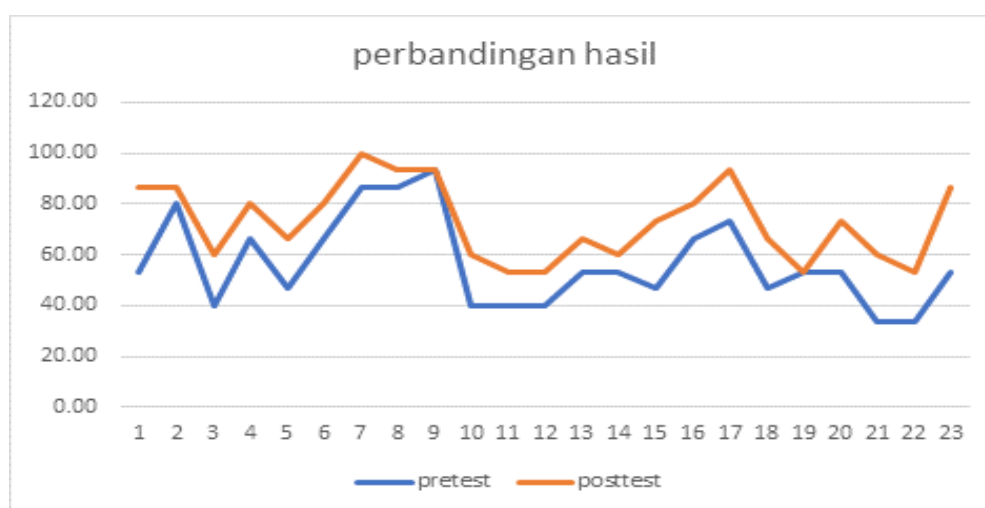


Gambar 1. Tahapan alur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penelitian diperoleh melalui tiga teknik pengumpulan data, yaitu observasi, tes hasil belajar, dan dokumentasi, yang dilakukan selama kegiatan penelitian berlangsung di SD Negeri 1 Lendang Nangka. Penelitian dilaksanakan pada siswa kelas V dengan jumlah subjek sebanyak 23 orang. Instrumen utama berupa tes hasil belajar berbentuk pilihan ganda yang telah melalui uji validitas dan reliabilitas sebelumnya. Dari 20 butir soal yang diuji cobakan, terdapat 15 butir yang valid dan reliabel dengan koefisien reliabilitas sebesar 0,642 (kategori tinggi), sehingga instrumen dinyatakan layak digunakan untuk mengukur pemahaman konsep pecahan siswa.

Berdasarkan hasil analisis data, nilai pretest siswa memperoleh rata-rata sebesar 56,81 dengan standar deviasi 17,62, yang menggambarkan kemampuan awal siswa sebelum diberi perlakuan. Setelah diberikan pembelajaran menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis (RME), *Realistic Mathematics Education* nilai rata-rata posttest meningkat menjadi 73,04 dengan standar deviasi 15,11. Peningkatan ini menunjukkan adanya kenaikan hasil belajar dan perataan kemampuan antar siswa, di mana variasi skor menurun setelah proses pembelajaran berlangsung. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar diagram berikut:



Gambar 2. Perbandingan hasil pretest dan posttest

Gambar 2 menampilkan perbandingan nilai *pretest* dan *posttest*. Berdasarkan grafik tersebut, seluruh siswa mengalami peningkatan hasil belajar meskipun dengan tingkat yang berbeda-beda. Kurva *posttest* secara konsisten berada di atas kurva *pretest*, yang menegaskan bahwa pembelajaran menggunakan model PBL berbasis RME berpengaruh positif terhadap pemahaman konsep pecahan siswa. Selain itu, garis hasil *posttest* tampak lebih stabil, menandakan adanya penurunan variasi antar individu (pemerataan kemampuan siswa) setelah pembelajaran berlangsung. Perbandingan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah penerapan model PBL berbasis RME juga memperlihatkan bahwa rata-rata hasil belajar meningkat dari 56,81 pada saat *pretest* menjadi 73,04 pada saat *posttest*. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan model PBL berbasis RME berkontribusi positif dalam meningkatkan pemahaman konsep pecahan siswa kelas V SD Negeri 1 Lendang Nangka.

Sebelum dilakukan uji hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas data untuk memastikan bahwa data hasil *pretest* dan *posttest* berdistribusi normal. Uji normalitas dilakukan menggunakan uji Shapiro-Wilk, karena jumlah sampel penelitian kurang dari 50 siswa ($n = 23$).

Tabel 1. Hasil uji normalitas

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pretest PG	.230	23	.003	.916	23	.054
posttest PG	.154	23	.168	.920	23	.068

Berdasarkan Tabel di atas, hasil uji Kolmogorov-Smirnov menunjukkan bahwa data *pretest* memiliki nilai signifikansi sebesar $0,003 < 0,05$, sedangkan data *posttest* sebesar $0,168 > 0,05$. Namun, karena jumlah sampel penelitian kurang dari 50 ($n = 23$), maka interpretasi lebih tepat menggunakan uji Shapiro-Wilk. Hasil uji Shapiro-Wilk menunjukkan nilai signifikansi *pretest* sebesar 0,054 dan *posttest* sebesar 0,068, keduanya lebih besar dari 0,05. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data *pretest* dan *posttest* berdistribusi normal, sehingga memenuhi syarat untuk dilakukan uji parametrik selanjutnya menggunakan Paired Sample t-Test.

Uji hipotesis dilakukan menggunakan *Paired Sample t-Test* untuk mengetahui perbedaan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah perlakuan. Berdasarkan hasil analisis diperoleh nilai signifikansi (*p-value*) sebesar $0,000 < 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pretest dan posttest. Dengan demikian, H_0 ditolak dan H_a diterima, artinya penerapan model *Problem Based Learning* berbasis *Realistic Mathematics Education* (RME) berpengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan hasil belajar siswa pada materi operasi pecahan.

Selain itu, hasil perhitungan Cohen's *d* sebesar 0,99 menunjukkan bahwa ukuran efek termasuk dalam kategori besar. Hal ini berarti peningkatan hasil belajar siswa setelah penerapan model PBL berbasis RME tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga memiliki pengaruh yang kuat secara praktis terhadap peningkatan pemahaman konsep pecahan siswa sekolah dasar. Hasil penelitian ini mendukung pendapat (Diana et al., 2021; Matitaputty et al., 2024; Nurhidayah et al., 2021; Winarni et al., 2022) yang menyatakan bahwa model *Problem Based Learning* mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis, keterampilan pemecahan masalah, serta menumbuhkan kemandirian belajar siswa. Pendekatan *Realistic Mathematics Education* (RME) yang dikembangkan oleh Freudenthal juga terbukti efektif dalam membantu siswa memahami konsep matematika melalui konteks nyata yang dekat dengan kehidupan sehari-hari.

Kombinasi antara PBL dan RME menjadikan proses pembelajaran lebih bermakna karena siswa dapat membangun pemahaman konsep secara aktif melalui konteks yang relevan. Temuan ini juga sejalan dengan hasil penelitian Suci Rahmadani Putri (2023) dan Revaldhi Athallah S. (2023) yang menunjukkan bahwa integrasi PBL dengan RME memberikan dampak positif terhadap peningkatan kemampuan konseptual dan pemecahan masalah siswa sekolah dasar.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berbasis *Realistic Mathematics Education* (RME) tidak hanya efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa secara kuantitatif, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang lebih aktif, kontekstual, dan bermakna. Implikasinya, guru di sekolah dasar disarankan untuk mengintegrasikan model PBL berbasis RME dalam kegiatan pembelajaran matematika agar siswa lebih termotivasi, berpikir kritis, serta mampu mengaitkan konsep matematika dengan situasi nyata di lingkungan mereka.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai "*Penggunaan Model Problem Based Learning (PBL) Berbasis Realistic Mathematics Education (RME) terhadap Pemahaman Konsep Pecahan Siswa Kelas V SD Negeri 1 Lendang Nangka*", dapat disimpulkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berbasis *Realistic Mathematics Education* memberikan pengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan hasil belajar siswa. Hal ini terlihat dari peningkatan nilai rata-rata dari 56,81 (*pretest*) menjadi 73,04 (*posttest*) serta hasil uji hipotesis menggunakan *Paired Sample t-Test* yang menunjukkan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$. Selain itu, nilai Cohen's

d sebesar 0,99 menunjukkan bahwa model PBL berbasis RME memiliki efek besar terhadap peningkatan pemahaman konsep pecahan. Hasil uji normalitas yang menggunakan Shapiro–Wilk juga menunjukkan bahwa data berdistribusi normal, sehingga uji statistik yang digunakan valid secara metodologis.

Secara keseluruhan, penerapan model PBL berbasis RME terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika melalui konteks nyata yang relevan dengan kehidupan sehari-hari siswa. Model ini juga mendorong siswa untuk berpikir kritis, bekerja sama, dan menemukan konsep secara mandiri sehingga pembelajaran menjadi lebih aktif dan bermakna. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan inovasi pembelajaran matematika yang lebih kontekstual di sekolah dasar.

Sebagai implikasi, guru di sekolah dasar dapat mengintegrasikan model PBL berbasis RME dalam pembelajaran matematika, khususnya pada materi yang bersifat konseptual seperti pecahan, agar siswa lebih mudah memahami hubungan antara konsep abstrak dan situasi nyata di sekitar mereka. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji efektivitas model ini pada mata pelajaran dan jenjang pendidikan yang berbeda guna memperoleh hasil yang lebih komprehensif.

REFERENSI

- Arsaythamby, V., & Zubainur, C. M. (2014). How a Realistic Mathematics Educational Approach Affect Students' Activities in Primary Schools? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 159, 309–313.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.378>
- Candiasa, I. M., Mertasari, N. M. S., Sastri, N. L. P. P., & Oya, A. (2025). Variation of Problem-Posing Approaches to Improve Learning Outcomes and Problem-Posing Abilities of Prospective Mathematics Teachers. *Journal of Education and E-Learning Research*, 12(3), 374–381.
- Diana, N., Yohannes, & Sukma, Y. (2021). The effectiveness of implementing project-based learning (PjBL) model in STEM education: A literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1882(1), 012146. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012146>
- Dr. Fenti Hikmawati, M. Si. (2019). Metodologi Penelitian. In *Raja Grafindo persada* (Vol. 11, Issue 1). RajaGrafindo Persada.
- Hulyadi, H., Bayani, F., Ferniawan, Rahmawati, S., Liswijaya, Wardani, I. K., & Swati, N. N. S. (2024). Meeting 21st-Century Challenges: Cultivating Critical Thinking Skills through a Computational Chemistry-Aided STEM Project-Based Learning Approach. *International Journal of Contextual Science Education*, 1(2), 57–64. <https://doi.org/10.29303/ijcse.v1i2.609>
- Hwang, G.-J., Chuang, W.-H., & Hsia, L.-H. (2024). Comprehending Complex Chemistry Problems in a Structured and Enjoyable Manner: A Concept Mapping-Based Contextual Gaming Approach. *Education and Information Technologies*, 29(14), 18745–18767. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12615-0>
- Matitaputty, J. K., Saputra, N., Judijanto, L., Susanto, N., Hanif, M., Sopacua, J., & Fadli, M. R. (2024). PjBL-based Digital History Model to Improve Historical

- Concept Skills and Historical Consciousness. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 18(2), 430–440.
- McKay, H. F. (2024). Empowering Principals to Lead Project-Based Learning with Students Historically Underrepresented in STEM. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 18(1). <https://eric.ed.gov/?id=EJ1462179>
- Muhali, M., Hulyadi, H., Khaeruman, K., Gargazi, G., & Azmi, I. (2025). Identifying Analytical Thinking Skills in Forestry Students: Understanding Climate Change Awareness in the 21st Century Context. *Prisma Sains : Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, 13, 283. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v13i2.13644>
- Nurhidayah, I. J., Wibowo, F. C., & Astra, I. M. (2021). Project Based Learning (PjBL) Learning Model in Science Learning: Literature Review. *Journal of Physics: Conference Series*, 2019(1), 012043. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2019/1/012043>
- Pertiwi, T. U., Oetomo, D., & Sugiharto, B. (2024). The Effectiveness of STEM Project-Based Learning in Improving Students' Environmental Literacy Abilities. *Journal of Biological Education Indonesia (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 10(2), 476–485.
- Prosser, M., & Sze, D. (2014). Problem-based learning: Student learning experiences and outcomes. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 28(1–2), 131–142. <https://doi.org/10.3109/02699206.2013.820351>
- Rahmah, S., & Lubis, A. H. (2024). Problem Posing as a Learning Model to Improve Primary School Students' Mathematics Learning Outcomes in Gayo Lues. *Journal of Indonesian Primary School*, 1(4), 93–104. <https://doi.org/10.62945/jips.v1i4.409>
- Siew, N. M., & Ambo, N. (2020). The Scientific Creativity of Fifth Graders in a STEM Project-Based Cooperative Learning Approach. *Problems of Education in the 21st Century*, 78(4), 627–643.
- Winarni, E. W., Karpudewan, M., Karyadi, B., & Gumono, G. (2022). Integrated PjBL-STEM in Scientific Literacy and Environment Attitude for Elementary School. *Asian Journal of Education and Training*, 8(2), 43–50.