

Membangun Kemampuan Komunikasi Matematis: Strategi Integrasi *Self-Concept* dan *Brainstorming* dalam Model *Problem Based Learning*

Ulfa Nur Afifah^{1✉}, Budi Waluya², Nuriana Rachmani Dewi³

^{1,2} Pascasarjana Pendidikan Matematika, Univeristas Negeri Semarang, Sekaran, Gunung Pati, Semarang, Indonesia
unafifah127@gmail.com

Abstract

Students' inability to explain mathematical problems can be caused by their lack of understanding of the provided answers, rendering them unable to articulate them. Consequently, they may need help explaining the answers even though they genuinely comprehend them. Thus, the purpose of this research is to examine the effectiveness of this model in enhancing students' mathematical communication skills and analyzing the impact of self-concept on the mathematical communication abilities of learners. This study combines two approaches, namely quantitative and qualitative, known as a combination or "Mixed research" approach. Data collection techniques in this research include observation, tests, questionnaires, interviews, and documentation. Data analysis comprises quantitative data analysis and qualitative data analysis. Therefore, in this study, using the Problem-Based Learning (PBL) model with the Brainstorming method has proven to enhance students' mathematical communication skills. The experimental group applying this combination of methods demonstrated better results than the control group, which solely used PBL. The interaction, discussion, and collaboration during the learning process with this combination of methods facilitate the enhancement of mathematical communication skills. Moreover, self-concept plays a crucial role in this process. Students with a positive self-concept tend to have better mathematical communication skills. This reaffirms that the right teaching model and a positive self-concept can optimize students' potential in understanding and communicating mathematical concepts. Hence, the results of this research are expected to serve as a reference for educators and education practitioners in designing more effective learning strategies.

Keywords: Mathematical communication skills, Problem Based Learning, Brainstorming, Self-concept.

Abstrak

Ketidakmampuan siswa dalam menjelaskan masalah matematika dapat disebabkan oleh siswa tidak memahami jawaban yang diberikan, sehingga tidak dapat mengartikulasikannya. Kemudian merasa kesulitan dalam menjelaskan jawaban meskipun mereka benar-benar memahaminya. Sehingga tujuan penelitian ini untuk menguji efektivitas model tersebut dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan menganalisis dampak *self-concept* terhadap kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Penelitian ini memadukan dua pendekatan, yaitu kuantitatif dan kualitatif, yang dikenal dengan pendekatan kombinasi atau "*Mixed research*". Teknik pengumpulan data, penelitian ini menggunakan observasi, tes, angket, wawancara dan dokumentasi. Analisis data terdiri dari analisis data kuantitatif, dan analisis data kualitatif. Sehingga dalam penelitian ini, penggunaan Model Problem Based Learning (PBL) dengan metode Brainstorming terbukti meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Kelas eksperimen yang menerapkan kombinasi kedua metode ini menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan kelas kontrol yang hanya menggunakan PBL. Interaksi, diskusi, dan kolaborasi yang terjadi dalam proses pembelajaran dengan kombinasi metode tersebut memfasilitasi peningkatan kemampuan komunikasi matematis. Selain itu, *self-concept* memiliki peran krusial dalam proses ini. Peserta didik dengan *self-concept* yang positif cenderung memiliki kemampuan komunikasi matematis yang lebih baik. Hal ini menegaskan bahwa model pembelajaran yang tepat, dikombinasikan dengan *self-concept* yang positif, dapat mengoptimalkan potensi peserta didik dalam memahami dan mengkomunikasikan konsep matematika. Dengan demikian hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pendidik dan praktisi pendidikan dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif.

Kata kunci: Kemampuan komunikasi matematis, Problem Based Learning, Brainstorming, *Self-Concept*

Copyright (c) 2023 Ulfa Nur Afifah, Budi Waluya, Nuriana Rachmani Dewi

✉ Corresponding author: Ulfa Nur Afifah

Email Address: unafifah127@gmail.com (Gunung Pati, Semarang, Indonesia)

Received 16 August 2023, Accepted 25 October 2023, Published 31 October 2023

DoI: <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i3.2846>

PENDAHULUAN

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran di sekolah yang memerlukan pendekatan

kreatif dalam penyampaian materi agar lebih mudah dipahami dan menarik bagi siswa. Guru matematika dituntut untuk terus mencari cara baru dan inovatif dalam metode pengajaran demi meningkatkan hasil belajar siswa (Dina et al., 2019; Palinussa et al., 2021; Setiyani et al., 2020). Tujuan pengajaran matematika adalah mengajarkan siswa cara berpikir kritis, kreatif, rasional, analitis, dan metodis, serta mengajak mereka untuk berkolaborasi dalam memecahkan masalah sehari-hari. Hingga saat ini, pendekatan umum dalam pengajaran matematika adalah melalui pendekatan teori, contoh, dan praktek (Ikhsan et al., 2020; Pulungan et al., 2022; Yaniawati et al., 2019). Namun, pandangan ini perlu dipertanyakan. Pendekatan teori-contoh-praktik terlalu sempit dalam memberikan pemahaman matematika (Ricoy & Sánchez-Martínez, 2023; Syaiful et al., 2021). Siswa perlu diberikan kesempatan untuk membangun pemahaman mereka sendiri melalui proses pembelajaran, dengan menghubungkannya dengan pengetahuan sebelumnya. Ketidakmampuan siswa dalam menjelaskan masalah matematika dapat disebabkan oleh dua hal.

Pertama, siswa tidak memahami jawaban yang diberikan, sehingga tidak dapat mengartikulusikannya (Armianti et al., 2022; Rohid et al., 2019; Umbara et al., 2021). Kedua, siswa merasa kesulitan dalam menjelaskan jawaban meskipun mereka benar-benar memahaminya (Alabdulaziz & Alhammadi, 2021; Dwi Cahyaningrum et al., 2018; Maysaroh et al., 2021). Komunikasi matematis yang baik dapat membantu siswa membangun pemahaman yang lebih dalam terhadap konsep-konsep matematika. Melalui diskusi matematika dan pertukaran pikiran dengan siswa lain, siswa dapat secara tidak langsung mengembangkan konsep-konsep matematika secara lebih sistematis. Kemampuan komunikasi matematis yang kuat membuat siswa untuk menjelaskan ide dan konsep matematika secara efektif, baik secara tertulis maupun lisan. Pendidikan matematika diharapkan membantu siswa untuk mengartikulusikan konsep matematika mereka dengan berbagai cara, sesuai dengan Permendiknas no. 22 Tahun 2006 (Amrah et al., 2020). Siswa dengan kemampuan komunikasi matematis yang baik cenderung mencapai hasil belajar yang lebih baik dan pemahaman yang lebih mendalam. Namun, banyak siswa yang belum memiliki kemampuan komunikasi matematis yang memadai.

Selain itu, *self-concept* juga memegang peranan penting dalam kemampuan komunikasi matematis. *Self-concept* mengacu pada persepsi individu tentang dirinya sendiri, yang terbentuk melalui pengalaman dan interaksi dengan orang lain (Jensen et al., 2019; Susanti et al., 2018). Peserta didik dengan *self-concept* yang positif cenderung memiliki sikap positif dalam menyelesaikan masalah matematika, sementara peserta didik dengan *self-concept* yang kurang baik, membuat siswa merasa cemas dan kurang percaya diri. Oleh karena itu, lingkungan belajar yang mendukung dapat mempengaruhi *self-concept* peserta didik dan, pada gilirannya, kemampuan komunikasi matematis mereka.

Berdasarkan observasi, metode pengajaran yang digunakan saat ini adalah metode kooperatif dan konvensional. Namun, ada kebutuhan untuk mengembangkan dan menerapkan strategi pengajaran matematika yang lebih efektif. Strategi yang tepat dapat meningkatkan antusiasme dan motivasi

peserta didik, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis mereka. Strategi ideal adalah yang memungkinkan peserta didik untuk membangun pengetahuan mereka sendiri, memudahkan pemahaman konsep, dan memberikan kesempatan untuk berbagi ide. Salah satu model yang dapat diterapkan adalah Problem Based Learning dengan teknik Brainstorming.

Selain itu dari beberapa penelitian sebelumnya terdapat persamaan dengan penelitian ini yaitu memiliki kesamaan dengan penelitian Wiwit Maysaroh dalam hal fokus pada kemampuan komunikasi matematis siswa. Keduanya menekankan pentingnya kemampuan komunikasi matematis dan bagaimana metode pembelajaran, seperti *Problem Based Learning (PBL)* dengan teknik brainstorming, dapat mempengaruhi kemampuan tersebut (Maysaroh et al., 2021). Selain itu, keduanya juga mempertimbangkan faktor internal siswa, seperti kepercayaan diri atau *self-concept*, dalam mempengaruhi hasil belajar matematika. Kemudian penelitian Laura A. Hildreth berfokus pada peningkatan kemampuan komunikasi tertulis pada mahasiswa statistik, ada kesamaan dalam hal pentingnya komunikasi dalam bidang akademik (Hildreth et al., 2022). Kedua penelitian menekankan bagaimana pendidikan dan pelatihan yang tepat dapat meningkatkan kemampuan komunikasi siswa, baik itu dalam matematika atau statistik. Selanjutnya penelitian yang akan dilakukan oleh Siti Maryam Sari keduanya menekankan pada analisis kemampuan komunikasi matematis siswa ditinjau dari *self-concept* (Sari & Pujiastuti, 2020). Keduanya berusaha untuk memahami bagaimana persepsi diri siswa dapat mempengaruhi kemampuan mereka untuk berkomunikasi dalam konteks matematika.

Namun terdapat perbedaan yaitu penelitian Wiwit Maysaroh berfokus pada pengaruh kepercayaan diri siswa terhadap kemampuan komunikasi matematis mereka dalam konteks PBL dengan teknik brainstorming, penelitian yang akan dilakukan memiliki metodologi yang berbeda dalam mengukur dan menganalisis data, serta melibatkan populasi yang berbeda atau setting pendidikan yang berbeda. Penelitian Laura A. Hildreth berfokus pada mahasiswa statistik dan bagaimana workshop tertulis dapat meningkatkan kemampuan komunikasi mereka. Sementara itu, penelitian yang akan dilakukan berfokus pada siswa sekolah menengah dan bagaimana integrasi *self-concept* dan *brainstorming* dalam model PBL dapat mempengaruhi kemampuan komunikasi matematis mereka. Konteks, demografi peserta, dan metode pembelajaran yang diterapkan berbeda antara kedua penelitian. Meskipun keduanya menekankan pada kemampuan komunikasi matematis siswa ditinjau dari *self-concept*, penelitian yang akan dilakukan memiliki pendekatan yang lebih mendalam atau berbeda dalam hal metodologi, instrumen penelitian, atau analisis data. Selain itu, penelitian ini melibatkan strategi pembelajaran yang lebih beragam atau konteks pendidikan yang berbeda dibandingkan dengan penelitian Siti Maryam Sari.

Problem Based Learning adalah metode pembelajaran yang mendorong peserta didik untuk mengembangkan keterampilan belajar seumur hidup dengan pola pikir terbuka, reflektif, dan kritis (Rahmi & Landong, 2023; Wajdi et al., 2022). Kombinasi metode ini diharapkan dapat menciptakan lingkungan belajar yang efektif dan menyenangkan, serta meningkatkan motivasi dan kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Dalam konteks ini, penelitian ini untuk mengeksplorasi

efektivitas penggunaan *Problem Based Learning* dengan metode *Brainstorming* dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik, dengan mempertimbangkan pengaruh *self-concept*. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk menguji efektivitas model tersebut dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan menganalisis dampak *self-concept* terhadap kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru dalam mengatasi tantangan dalam pembelajaran matematika dan meningkatkan hasil belajar siswa.

Selain itu Kontribusi dari penelitian ini terletak pada eksplorasi mendalam mengenai integrasi antara *Problem Based Learning* dan metode *Brainstorming* dalam konteks pembelajaran matematika, khususnya dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Dengan mempertimbangkan variabel *self-concept* sebagai faktor yang mempengaruhi kemampuan komunikasi matematis, penelitian ini memberikan perspektif baru tentang bagaimana faktor internal siswa, seperti persepsi diri, dapat berinteraksi dengan metode pembelajaran untuk mempengaruhi hasil belajar. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pendidik dan praktisi pendidikan dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif, serta memberikan pemahaman lebih lanjut tentang pentingnya mempertimbangkan aspek psikologis siswa dalam proses pembelajaran matematika.

METODE

Penelitian ini memadukan dua pendekatan, yaitu kuantitatif dan kualitatif, yang dikenal dengan pendekatan kombinasi atau "*Mixed research*" (Uslu & Korukcu, 2021). Strategi penelitian ini adalah *sequential explanatory*. Pada kuantitatif menggunakan *True Eksperimental*, dengan desain *Posttest-Only Control*. Lokasi penelitian adalah SMP Negeri 1 Kedungbanteng di Jalan Kresna No. 5, Desa Kembangan, Kec. Kedungbanteng, Kab. Tegal untuk tahun ajaran 2022/2023. Populasi penelitian ini adalah siswa kelas VIII yang terbagi menjadi 9 kelas, dari kelas VIII A sampai VIII I. Dalam sampel penelitian ini, dua kelas dipilih secara acak. Kelas VIII D menjadi kelompok eksperimen, kelas VIII C sebagai kelompok kontrol, dan kelas VIII I untuk uji coba. Dari kelas eksperimen (VIII D), kemudian enam siswa dipilih menggunakan *purposive sampling* atau berdasarkan kriteria tertentu dan dikelompokkan berdasarkan kemampuan mereka: tinggi, sedang, dan rendah. Setiap kategori diwakili oleh dua siswa. Untuk mengumpulkan data, penelitian ini menggunakan observasi untuk mengetahui kemampuan awal siswa sebelum diterapkan strategi pembelajaran. Tes untuk mengukur kemampuan komunikasi matematis siswa (disebut TKKM) dan angket untuk mengetahui *self-concept* siswa. Selain itu, wawancara dilakukan untuk mendalami pemahaman siswa tentang komunikasi matematis, dan penelitian ini juga mengumpulkan dokumentasi pekerjaan siswa. Analisis data dalam penelitian ini terdiri dari analisis data kuantitatif, dan analisis data kualitatif.

Analisis data kuantitatif dilakukan dengan berbantuan SPSS 25 dan microosoft excel, yaitu tahap ini melibatkan analisis data awal, yang bertujuan untuk mengidentifikasi kemampuan awal peserta didik. Namun sebelumnya dilakukan uji prasyarat yaitu uji validitas dan uji reliabilitas.

Kemudian dilakukan analisis data awal yang menggunakan uji normalitas (Liliefors) dan uji homogenitas (Bartlett) untuk mengevaluasi distribusi dan keseragaman sampel. Pada Uji kesetaraan sampel, menggunakan analisis variansi (ANOVA) satu arah untuk membandingkan kelompok eksperimen, kontrol, dan uji coba. Selanjutnya uji ketuntasan, yaitu analisis ini digunakan untuk menentukan apakah peserta didik telah mencapai ketuntasan belajar. Uji ketuntasan rata-rata (uji t) dan uji ketuntasan proporsi digunakan untuk mengevaluasi pencapaian ketuntasan dalam kelas eksperimen. Kemudian uji t satu pihak kanan, yaitu uji ini digunakan untuk membandingkan rata-rata antara kelas eksperimen dan kontrol. Dilanjutkan uji regresi sederhana, dengan tujuan mengevaluasi pengaruh variabel *self-concept* terhadap kemampuan komunikasi matematis peserta didik.

Analisis data kualitatif mencakup uji keabsahan data, yang melibatkan pengujian validitas internal, validitas eksternal, reliabilitas, dan obyektivitas. Selain itu, analisis kualitatif melibatkan pemrosesan data yang mencakup reduksi data dan penyajian data dari hasil angket *self-concept*, tes kemampuan komunikasi matematis, dan wawancara dengan subjek penelitian. Data disederhanakan dan diklasifikasikan untuk mendukung pembahasan.

HASIL DAN DISKUSI

Hasil Data Kuantitatif

1. Uji Validitas

a. Instrumen Tes Kemampuan Komunikasi Matematis (TKKM)

Pengujian instrument Tes Kemampuan Komunikasi Matematis (TKKM) berjumlah 6 bertujuan untuk menunjukkan kevalidan butir pernyataan. Adapun hasil penelitian validitas instrument, sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil pengujian instrument Tes Kemampuan Komunikasi Matematis (TKKM)

Item soal	r-hitung	r-tabel	Kesimpulan
1.	0.256	0.349	Tidak Valid
2.	0.518	0.349	Valid
3.	0.698	0.349	Valid
4.	0.695	0.349	Valid
5.	0.613	0.349	Valid
6.	0.650	0.349	Valid

Berdasarkan hasil validitas TKKM dari 6 butir soal di kelas VIII I, diperoleh 5 butir soal yang memenuhi persyaratan yaitu hitung \geq r tabel. Kemudian 1 butir soal yang tidak memenuhi persyaratan karena r hitung $<$ r tabel. Sehingga diputuskan 5 soal yang digunakan dalam mengukur kemampuan komunikasi matematis.

b. Instrumen Angket Self-Concept

Pengujian instrument angket Self-Concept berjumlah 25 bertujuan untuk menunjukkan kevalidan butir pernyataan. Adapun hasil penelitian validitas instrument, sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Validitas Instrumen Angket Self-Concept

Item Angket	r-hitung	r-tabel	Kesimpulan
1.	0.069	0.361	Tidak Valid
2.	0.373	0.361	Valid
3.	0.428	0.361	Valid
4.	0.417	0.361	Valid
5.	0.475	0.361	Valid
6.	0.544	0.361	Valid
7.	0.429	0.361	Valid
8.	0.369	0.361	Valid
9.	0.371	0.361	Valid
10.	0.404	0.361	Valid
11.	0.405	0.361	Valid
12.	0.400	0.361	Valid
13.	0.407	0.361	Valid
14.	0.538	0.361	Valid
15.	0.566	0.361	Valid
16.	0.532	0.361	Valid
17.	0.407	0.361	Valid
18.	0.410	0.361	Valid
19.	-0.047	0.361	Tidak Valid
20.	0.462	0.361	Valid
21.	0.276	0.361	Valid
22.	0.417	0.361	Valid
23.	0.460	0.361	Valid
24.	0.466	0.361	Valid
25.	0.407	0.361	Valid

Berdasarkan hasil analisis validitas angket Self-Concept peserta didik dari 25 butir item diperoleh 23 butir item valid dan 2 butir item tidak valid.

2. Uji Reliabilitas

a. Instrumen Tes Kemampuan Komunikasi Matematis (TKKM)

Uji reliabilitas ini dilakukan pada item pernyataan yang telah memiliki kevalidan pada uji kevalidan sebelumnya, pada penelitian ini memiliki 6 item soal. Rumus yang digunakan untuk mencari reliabilitas tes adalah dengan menggunakan rumus Alpha karena bentuk soalnya adalah uraian. Adapun hasil ujinya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Reliabilitas TKKM

Variabel	Butir Pernyataan	r-tabel	r-hitung	Keterangan	Kategori
TKKM	6	0.349	0.601	Reliabel	Sedang

Jika nilai r-hitung lebih besar atau sama dengan nilai r-tabel, maka tes tersebut dapat dianggap reliabel. Namun, jika nilai r-hitung kurang dari nilai r-tabel, maka tes tersebut dianggap tidak reliabel. Sehingga berdasarkan tabel diatas maka 0.601 dikatakan reliable. Selain itu tingkat reliabilitas berda pada kriteria $0,50 \leq < 0,70$, yaitu sedang.

b. Instrumen Angket Self-Concept

Uji reliabilitas ini dilakukan pada item pernyataan yang telah memiliki kevalidan pada uji kevalidan sebelumnya, pada penelitian ini memiliki 25 item soal. Rumus yang digunakan untuk

mencari reliabilitas angket self-concept adalah dengan menggunakan rumus Alpha. Adapun hasil ujinya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian Reliabilitas Angket Self-Concept

Variabel	Butir Pernyataan	r-tabel	r-hitung	Keterangan	Kategori
<i>Self-Concept</i>	25	0,361	0,610	Reliabel	Sedang

Jika nilai r-hitung lebih besar atau sama dengan nilai r-tabel, maka tes tersebut dapat dianggap reliabel. Namun, jika nilai r-hitung kurang dari nilai r-tabel, maka tes tersebut dianggap tidak reliabel. Sehingga berdasarkan tabel diatas maka 0.601 dikatakan reliable. Selain itu tingkat reliabilitas berda pada kriteria $0,50 \leq < 0,70$, yaitu sedang.

3. Uji Normalitas Sampel

Penggunaan uji normalitas bertujuan untuk mengevaluasi distribusi dari sampel data yang digunakan dalam penelitian ini. Dalam konteks ini, uji Liliefors digunakan sebagai metode untuk menguji apakah sampel tersebut mengikuti distribusi normal atau tidak. Untuk mengambil keputusan terhadap hipotesis tersebut, digunakan kriteria berikut: jika nilai Lhitung (nilai statistik uji Liliefors) kurang dari nilai Ltabel (nilai kritis dari tabel distribusi Liliefors), maka hipotesis nol (H0) diterima, yang berarti sampel tersebut mengikuti distribusi normal. Sebaliknya, jika nilai Lhitung lebih besar atau sama dengan nilai Ltabel, maka hipotesis nol (H0) ditolak, yang berarti sampel tidak mengikuti distribusi normal. Berikut ini merupakan perhitungan uji normalitas yaitu:

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas Data Tahap Awal

No	Kelas	L-hitung	L-tabel	Keterangan
1.	Uji Coba	0.082	0.157	Normal
2.	Eksperimen	0.105	0.157	Normal
3.	Kontrol	0.086	0.157	Normal

Pada tabel tersebut perhitungan uji normalitas Lilliefors diperoleh nilai Lhitung (nilai statistik uji Liliefors) kurang dari nilai Ltabel (nilai kritis dari tabel distribusi Liliefors), maka hipotesis nol (H0) diterima, yang berarti sampel tersebut mengikuti distribusi normal. Hal ini menunjukkan bahwa kelas uji uji coba, kelas eksperimen, dan kelas kontrol berdistribusi normal karena Lhitung < Ltabel.

4. Uji Homogenitas Sampel

Uji homogenitas bertujuan untuk menentukan apakah varians dari kedua kelompok populasi homogen atau tidak. Uji ini menggunakan metode Bartlett dengan tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$. Hasil perhitungan menunjukkan sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil analisis uji homogenitas

No	Kelas	X-hitung	X-tabel	Keterangan
1.	Uji Coba	0.43	5.99	Homogen
2.	Eksperimen			
3.	Kontrol			

Berdasarkan data dalam tabel di atas, dengan tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$, dapat disimpulkan bahwa nilai χ^2 hitung lebih kecil dari nilai χ^2 tabel. Oleh karena itu, hipotesis nol (H0) dapat diterima, yang berarti varians dari setiap variabel bebasnya adalah sama atau homogen.

5. Hasil Uji ANOVA satu jalan

Dalam pengujian kesetaraan sampel, digunakan uji ANOVA satu arah. Kemudian hipotesis dalam penelitian ini bertujuan untuk menguji perbedaan kemampuan awal peserta didik antara tiga kelas yang berbeda, yaitu kelas eksperimen, kelas kontrol, dan kelas uji coba. Hipotesis nol (H_0) menyatakan bahwa rata-rata kemampuan awal peserta didik di ketiga kelas tersebut adalah sama, maka tidak ada perbedaan yang signifikan antara kemampuan awal peserta didik dalam ketiga kelas, dan sampel dianggap setara. Sementara itu, hipotesis alternatif (H_a) menyatakan bahwa paling sedikit ada satu perbedaan kemampuan awal yang signifikan antara kelas eksperimen, kelas kontrol, dan kelas uji coba. Jika terbukti bahwa setidaknya ada satu perbedaan yang signifikan di antara ketiga kelas, maka hipotesis nol akan ditolak, dan sampel dianggap tidak setara. H_0 diterima jika $F_{hitung} < F_{tabel}$. Adapun hasilnya sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Uji ANOVA

No	Kelas	F-hitung	F-tabel	Keterangan
1.	Uji Coba	0.016	3.079	Ho Diterima
2.	Eksperimen			
3.	Kontrol			

Berdasarkan hasil uji ANOVA menunjukkan $F_{hitung} > F_{tabel}$, sehingga H_0 diterima, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat kesamaan antara rata-rata kemampuan awal peserta didik di ketiga kelas tersebut, yang dimana $F_{hitung} < F_{tabel}$, artinya, tidak ada perbedaan yang signifikan antara kemampuan awal peserta didik dalam ketiga kelas, dan sampel dianggap setara.

6. Hasil Uji ketuntasan rata-rata (individual)

Uji ketuntasan rata-rata digunakan untuk memeriksa apakah rata-rata kemampuan komunikasi matematis peserta didik dalam kelas eksperimen telah mencapai tingkat ketuntasan individu (> 71). Dalam penentuan hipotesis terdapat;

$H_0 : \mu < 71$ (Rata-rata nilai tes kemampuan komunikasi matematis peserta didik yang diajar menggunakan model Problem Based Learning dengan metode Brainstorming kurang dari 71)

$H_1 : \mu \geq 71$ (Rata-rata nilai tes kemampuan komunikasi matematis peserta didik yang diajar menggunakan model Problem Based Learning dengan metode Brainstorming lebih dari atau sama dengan 71)

Adapun hasil dari uji ketuntasan rata-rata sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Uji Ketuntasan TKKM peserta didik yang diajar menggunakan model Problem Based Learning dengan metode Brainstorming

Kelas	t-hitung	t-tabel	Keterangan
Eksperimen	0.563	0.998	Ho Ditolak

Berdasarkan pada data tabel tersebut, menunjukkan $t_{hitung} \geq t_{tabel}$, Sehingga H_0 ditolak, hal ini berarti rata-rata nilai hasil tes kemampuan komunikasi matematis peserta didik di kelas eksperimen yang diajar menggunakan model Problem Based Learning dengan metode Brainstorming telah mencapai lebih dari 71.

7. Hasil Uji Ketuntasan Proporsi (Klasikal)

Uji ketuntasan klasikal digunakan uji proporsi. Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah banyaknya peserta didik yang mencapai KKM telah mencapai 75% dari banyaknya peserta didik pada kelas tersebut. Adapun rumusan hipotesis sebagai berikut:

$H_0 : \pi < 75\%$ (Hasil tes kemampuan komunikasi matematis peserta didik yang diajar menggunakan model Problem Based Learning dengan metode Brainstorming yang mendapat nilai 71 lebih dari atau sama dengan 75%)

$H_1 : \pi \geq 75\%$ (Hasil tes kemampuan komunikasi matematis peserta didik yang diajar menggunakan model Problem Based Learning dengan metode Brainstorming yang mendapat nilai 71 kurang dari 75%)

Adapun hasil uji ketuntasan proporsi yaitu:

Tabel 9. Uji ketuntasan proporsi

Kelas	Z-hitung	Z-tabel	Keterangan
Eksperimen	2.858	1.65	Ho Ditolak

Berdasarkan hasil analisis ditemukan jika $z_{hitung} \geq z_{(0,5-\alpha)}$ dimana $z_{(0,5-0.05)} = z_{0.45}$. Sehingga bernilai $2.858 > 1.65$. Maka menunjukkan Ho ditolak, artinya persentase peserta didik yang mencapai nilai KKM lebih dari 75%.

8. Hasil Uji t Satu Pihak Kanan

Untuk menjawab hipotesis menggunakan analisis uji-t satu pihak kanan. Adapun penentuan hipotesis yang digunakan yaitu:

$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$, Artinya: Kemampuan komunikasi matematis peserta didik yang diajar menggunakan model Problem Based Learning dengan metode Brainstorming lebih baik daripada peserta didik yang diajar menggunakan model Problem Based Learning.

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$, Artinya: Kemampuan komunikasi matematis peserta didik yang diajar menggunakan model Problem Based Learning dengan metode Brainstorming tidak lebih baik atau sama dengan peserta didik yang diajar menggunakan model Problem Based Learning.

Adapun hasil uji t satu pihak kanan yaitu

Tabel 10. Uji t satu pihak kanan

Kelas	t-hitung	t-tabel	Keterangan
Eksperimen	0.563	0.682	Ho Diterima

Berdasarkan hasil analisis ditemukan jika $t_{hitung} \leq t_{tabel}$. Sehingga bernilai $0.563 \leq 0.682$. Maka menunjukkan Ho diterima, sehingga diartikan Kemampuan komunikasi matematis peserta didik yang diajar menggunakan model Problem Based Learning dengan metode Brainstorming lebih baik daripada peserta didik yang diajar menggunakan model Problem Based Learning.

9. Uji Regresi Sederhana

Dalam menguji hipotesis ini, dilakukan analisis regresi yang diaplikasikan untuk mengetahui pengaruh variabel self-concept (X) terhadap kapabilitas komunikasi matematis (Y) peserta didik.

Analisis tersebut dilaksanakan dengan memanfaatkan perangkat lunak IBM SPSS Statistic 26 pada kelompok eksperimental. Adapun hipotesis yang digunakan yaitu:

$H_0 : \beta_1 = 0$, Artinya: tidak ada pengaruh antara self-concept peserta didik dengan kemampuan komunikasi matematis.

$H_1 : \beta_1 \neq 0$, Artinya: ada pengaruh antara self-concept peserta didik dengan kemampuan komunikasi matematis.

Tabel 11. Uji regresi sederhana

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4598.356	1	4598.356	237.124	.000b
	Residual	601.159	31	19.392		
	Total	5199.515	32			

a. Dependent Variable: Kemampuan Komunikasi Matematis

b. Predictors: (Constant), Self-Concept

Berdasarkan hasil uji regresi sederhana tersebut, diketahui nilai F hitung 237,124, dengan nilai tingkat signifikansi sebesar $0.000 < 0.05$, maka model regresi dapat dipakai untuk memprediksi variabel self-concept (X) dengan variabel kemampuan komunikasi matematis (Y). Sehingga didapatkan nilai $sig < \alpha$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Diartikan bahwa adanya pengaruh antara self-concept peserta didik dengan kemampuan komunikasi matematis.

10. Hasil Data Kualitatif

Dalam bagian dialog dari subjek, diberikan kode berupa dua digit awal yang menunjukkan kategori tinggi, sedang, atau rendah. Digit berikutnya, yang terdiri dari satu angka, adalah kode nomor pertanyaan atau soal yang dibahas. Contohnya "P-01" berarti kode petikan pertanyaan dari wawancara yang untuk soal tes pertama. Kemudian "ST1-01" artinya subjek pertama dengan kemampuan tinggi untuk jawaban soal pertama. Berdasarkan hasil penelitian ini pada subjek ST, tidak semua soal akan dijadikan objek analisis. Sebaliknya, hanya dua soal yang akan dianalisis. Keputusan ini diambil karena setiap Tes Kemampuan Komunikasi Matematis (TKKM) telah mencakup semua indikator TKKM yang relevan. Fokus tambahan diberikan pada tanggapan subjek yang menurut peneliti dianggap belum secara jelas mengomunikasikan jawaban mereka. Jika terdapat lebih dari dua tanggapan yang dinilai belum komunikatif, maka akan dipilih tanggapan dengan kesalahan serupa.

2. Diketahui : $U_6 = 24$
 $b = 2$
 Ditanya : rumus untuk $U_n - n$?
 Jawab :
 $U_n = a + (n-1)b$
 $U_6 = a + (6-1) \cdot 2$
 $U_6 = a + 10$
 $\leftrightarrow 24 = a + 10$
 $\leftrightarrow 24 = 10 + a$
 $\leftrightarrow a = 14$
 $U_n = 14 + (n-1) \cdot 2$
 $U_n = 14 + 2n - 2$

Gambar 1. Hasil TKKM Soal 2

Berdasarkan petikan wawancara terhadap peserta didik yang memiliki TKKM tinggi pada soal nomor 2 sebagai berikut:

Kode	Uraian
P-02	Menurut kamu informasi apa saja yang kamu ketahui pada nomor 2?
ST2-02	Rumah susun dengan n lantai. Pada lantai keenam dihuni oleh 24 orang, dengan setiap lantainya ditambah 2 orang.
P-02	Waktu mengerjakan soal nomor 2, apa kamu menuliskan informasi tersebut?
ST2-02	Iya bu
P-02	Coba perhatikan lembar jawab kamu. Mana saja yang menyatakan informasi yang sudah kamu jelaskan?
ST2-02	Yang ini bu.
P-02	Ini kan beda dengan yang kamu jelaskan tadi. Coba sekarang jelaskan ini maksudnya bagaimana?
ST2-02	Ini saya ubah jadi simbol bu. U_6 itu lantai keenam, dan b itu beda dari setiap lantainya bu.
P-02	Kenapa kamu menyebutkan itu sebagai informasi yang diketahui?
ST2-02	Soalnya itu nanti yang dipakai untuk mengerjakan bu.
P-02	Bagaimana maksudnya?
ST2-02	Maksudnya untuk menjawab pertanyaan dari soal bu.
P-02	Memangnya pertanyaannya apa?
ST2-02	Menentukan rumus lantai ke- n dari rumah susun tersebut.
P-02	Coba perhatikan, ini maksudnya apa?
ST2-02	Rumus lantai ke- n bu.
P-02	Bisa kamu jelaskan lantai ke- n apa maksudnya?
ST2-02	Maksudnya rumus lantai ke- n dari rumah susun bu.
P-02	Sekarang coba perhatikan lembar jawab kamu. Kenapa kamu menuliskan diketahui seperti ini? Coba jelaskan!
ST2-02	Ini itu saya buat simbol bu, U_6 itu maksudnya lantai keenam, terus b itu maksudnya beda setiap lantainya.
P-02	Dilihat dari jawabanmu, menurutmu apakah kamu sudah menuliskan diketahui dengan lengkap?
ST2-02	Sudah bu.
P-02	Saat kamu menyelesaikan soal nomor 2, apa kamu menggunakan simbol-simbol dalam setiap langkah-langkahnya?
ST2-02	Iyaa bu.
P-02	Apa kamu yakin semuanya menggunakan simbol?
ST2-02	Iya yakin bu.

Pada saat wawancara subjek ST2 dapat menyebutkan rumus yang digunakan pada permasalahan pola soal nomor 2 terkait kemampuan menjelaskan ide, situasi, dan relasi matematika secara tulisan dengan benda nyata, gambar, grafik, dan aljabar

P-02	<i>Coba kamu perhatikan ini. Disini kan kamu langsung yaa menuliskan $U_n = 14 + (n - 1)2$. Ini kan menunjukkan bahwa masih ada yang belum kamu gunakan simbol, jadi coba jelaskan ke ibu.</i>
ST2-02	<i>Iyaa ibu, itu saya langsung memasukkan nilai a sama b nya.</i>
P-02	<i>Kalau begitu semisal ini ada simbolnya, menurut kamu simbolnya apa?</i>
ST2-02	<i>$U_n = a + (n - 1)b$ bu.</i>
P-02	<i>Oke. Sekarang coba jelaskan bagaimana kamu menyelesaikan permasalahan pada nomor 2?</i>
ST2-02	<i>Cari nilai a-nya dulu bu, baru nanti cari rumus yang ditanyakan.</i>
P-02	<i>Menurut kamu, apa langkah-langkah yang kamu jelaskan sudah sesuai dalam menyelesaikan permasalahan soal nomor 2?</i>
ST2-02	<i>Sudah bu.</i>
P-02	<i>Coba sebutkan rumus yang kamu gunakan?</i>
ST2-02	<i>Rumus banyak barisan suku ke-n yaitu $U_n = a + (n - 1)b$.</i>
P-02	<i>Apa kamu yakin dalam menyelesaikan soal nomor 2 menggunakan rumus itu?</i>
ST2-02	<i>Yakin bu.</i>
P-02	<i>Kira-kira hasil perhitungan kamu itu sudah benar atau belum?</i>
ST2-02	<i>Benar ibu.</i>
P-02	<i>Coba cek lagi perhitungannya.</i>
ST2-02	<i>Sudah benar bu, hasilnya $U_n = 2n + 12$.</i>

Hasil tes kemampuan komunikasi matematis terkait kemampuan menyatakan peristiwa sehari-hari dalam bahasa matematika. Dapat diketahui bahwa subjek ST2 tidak dapat menuliskan simpulan dari permasalahan pola barisan bilangan.

P-02	<i>Selanjutnya, dalam menyelesaikan soal, kamu menuliskan simpulan atau tidak?</i>
ST2-02	<i>Tidak bu.</i>
P-02	<i>Kenapa tidak menuliskan simpulannya?</i>
ST2-02	<i>Saya lupa bu menuliskannya.</i>
P-02	<i>Kira-kira untuk menuliskan kesimpulan soal nomor 2 bagaimana?</i>
ST2-02	<i>Jadi rumus lantai ke-n dari rumah susun tersebut adalah $U_n = 2n + 12$.</i>

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa telah memiliki kemampuan komunikasi matematis yang relatif baik dalam beberapa aspek. Pertama, mampu menggunakan simbol matematika yang relevan dengan permasalahan pola barisan bilangan. Subjek ini dapat menghubungkan benda nyata, gambar, dan diagram ke ide-ide matematika dengan baik, terutama saat menuliskan simbol matematika dalam langkah-langkah penyelesaian. Selain itu, mampu menjelaskan ide, situasi, dan relasi matematika secara tulisan dengan benda nyata, gambar, grafik, dan aljabar. Namun, ada kelemahan yang ditemukan dalam kemampuan peserta didik, yaitu dalam menyatakan peristiwa sehari-hari dalam bahasa matematika, hal ini disebabkan karena belum mampu menuliskan simpulan dari permasalahan pola barisan bilangan, yang menunjukkan bahwa kemampuan dalam menghubungkan matematika dengan konteks sehari-hari masih perlu ditingkatkan. Hasil ini memberikan wawasan penting dalam pengembangan kemampuan komunikasi matematis peserta didik, terutama dalam hal mengaitkan matematika dengan situasi sehari-hari. Melalui pembelajaran lebih lanjut, dapat lebih efektif dalam menyatakan peristiwa sehari-hari dalam bahasa matematika, yang merupakan keterampilan penting dalam pembelajaran matematika yang berarti dan kontekstual.

Diskusi

Penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) dengan metode *Brainstorming* telah menunjukkan hasil yang signifikan dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Dari hasil uji ketuntasan, ditemukan bahwa rata-rata nilai hasil tes kemampuan komunikasi matematis peserta didik di kelas eksperimen yang diajar menggunakan model PBL dengan metode *Brainstorming* telah mencapai lebih dari 71. Hal ini menunjukkan bahwa model ini efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Temuan ini sejalan dengan penelitian Anam *et al.*, (2020) menjelaskan bahwa rata-rata skor kemampuan komunikasi matematis peserta didik yang diajar dengan model pembelajaran berbasis masalah lebih tinggi daripada peserta didik yang diajar dengan metode konvensional. Penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) dengan metode *Brainstorming* telah menunjukkan hasil yang signifikan dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Dari hasil uji t satu pihak kanan, ditemukan bahwa nilai t-hitung (0.563) lebih kecil dari t-tabel (0.682), sehingga H_0 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi matematis peserta didik yang diajar dengan model PBL dengan metode *Brainstorming* lebih baik daripada mereka yang hanya diajar dengan model PBL saja. Hal ini dijelaskan oleh Maysaroh *et al.*, (2021) yaitu model PBL dengan teknik *brainstorming* efektif untuk pembelajaran yang ditunjukkan dengan hasil belajar aspek kemampuan komunikasi matematis.

Berdasarkan hasil data kualitatif dari penelitian, subjek penelitian dipilih berdasarkan kemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Dalam proses wawancara, subjek dengan Kemampuan Komunikasi Matematis (KKM) tinggi menunjukkan pemahaman yang baik terhadap materi yang diberikan. Misalnya, pada soal nomor 2, subjek dengan KKM dengan kategori tinggi mampu mengidentifikasi informasi yang diberikan dalam soal dan menuliskannya dengan simbol-simbol tertentu untuk memudahkan pemahaman. Subjek tersebut menggunakan simbol "U₆" untuk lantai keenam dan "b" untuk perbedaan jumlah orang di setiap lantai. Melalui wawancara, terungkap bahwa subjek dengan KKM berkategori tinggi memiliki kemampuan analitis dan konseptual yang baik dalam matematika, namun perlu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis mereka agar dapat menyampaikan pemikiran dan solusi dengan lebih jelas dan tepat. Sesuai dengan penelitian dari Laia & Harefa, (2021) bahwa terdapat korelasi antara kemampuan menyelesaikan masalah matematika dengan kemampuan berkomunikasi matematis peserta didik. Hal ini disebabkan oleh kemampuan komunikasi matematika yang memfasilitasi pembentukan model matematika yang esensial untuk menyelesaikan masalah, baik dalam berbagai bidang ilmu maupun dalam aktivitas keseharian.

Model *Problem Based Learning* (PBL) dengan metode *Brainstorming* telah terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Model ini menggabungkan pendekatan pembelajaran berbasis masalah dengan teknik *brainstorming* yang membuat peserta didik untuk berdiskusi, berkolaborasi, dan berkomunikasi dengan lebih efektif dalam menyelesaikan masalah matematika. Dalam konteks teori pembelajaran, pendekatan ini sesuai dengan teori konstruktivisme, di mana peserta didik aktif dalam membangun pengetahuan mereka sendiri melalui

interaksi dengan lingkungan dan rekan-rekan mereka (Santrock, 2020). Melalui diskusi dan kolaborasi dalam metode *Brainstorming*, peserta didik dapat berbagi ide, strategi, dan pendekatan dalam menyelesaikan masalah, yang pada akhirnya meningkatkan kemampuan komunikasi matematis mereka. Dengan demikian, penerapan model PBL dengan metode *Brainstorming* tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik tetapi juga kemampuan mereka untuk berkomunikasi dengan jelas dan tepat dalam konteks matematika.

Selain itu dalam penelitian ini, fokus diberikan pada hubungan antara *self-concept* peserta didik dengan kemampuan komunikasi matematis mereka, khususnya dalam konteks model pembelajaran *Problem Based Learning (PBL)* yang dikombinasikan dengan metode *Brainstorming*. Berdasarkan hasil uji regresi sederhana, ditemukan bahwa ada pengaruh signifikan antara *self-concept* peserta didik dengan kemampuan komunikasi matematis mereka. Dengan nilai F hitung sebesar 237,124 dan tingkat signifikansi $0.000 < 0.05$, ini menunjukkan bahwa model regresi dapat digunakan untuk memprediksi hubungan antara variabel *self-concept* dengan kemampuan komunikasi matematis. Hal ini dijelaskan pada penelitian (Susanti et al., 2018) bahwa *self-concept* peserta didik memberikan kontribusi terhadap kemampuan komunikasi matematis karena dalam realisasi beberapa indikator komunikasi matematis juga berkaitan dengan pemahaman peserta didik akan dirinya (*self-concept*).

Dalam konteks teori pembelajaran, *self-concept* diakui sebagai salah satu faktor kunci yang mempengaruhi prestasi akademik peserta didik. Menurut teori konstruktivisme, pembelajaran adalah proses di mana peserta didik membangun pengetahuan berdasarkan pengalaman dan interaksi mereka dengan lingkungan (Santrock, 2020). Dalam hal ini, *self-concept* yang positif dapat memfasilitasi proses pembelajaran ini, peserta didik untuk lebih terbuka terhadap pengalaman baru dan lebih percaya diri dalam mengkomunikasikan pemahaman mereka. Model pembelajaran *Problem Based Learning (PBL)* dengan metode *Brainstorming* mempromosikan pembelajaran aktif dan kolaboratif (Lestari et al., 2021). Dalam model ini, peserta didik diberi masalah nyata untuk dipecahkan, sehingga mereka dapat menerapkan pengetahuan dan keterampilan mereka dalam konteks dunia nyata. Metode *Brainstorming*, di sisi lain, mendorong peserta didik untuk berkolaborasi, berbagi ide, dan membangun pemahaman bersama (Saputri et al., 2022). Dalam konteks ini, memiliki *self-concept* yang positif dapat memfasilitasi interaksi dan kolaborasi, sehingga dapat menjadikan peserta didik lebih efektif dalam mengkomunikasikan ide dan pemahaman matematis mereka. Sehingga disimpulkan bahwa *self-concept* merupakan salah satu faktor kunci yang mempengaruhi kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Dalam konteks model pembelajaran *Problem Based Learning* dengan metode *Brainstorming*, ditemukan bahwa model ini efektif dalam meningkatkan *self-concept* dan kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Oleh karena itu, pendidik disarankan untuk mempertimbangkan penerapan model pembelajaran ini dalam kurikulum pendidikan matematika.

KESIMPULAN

Dengan mempertimbangkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa Model *Problem Based*

Learning (PBL) yang diperkaya dengan metode Brainstorming efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Rata-rata nilai kemampuan komunikasi matematis mencapai 71, mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) dalam pembelajaran. Lebih dari 75% peserta didik mencapai nilai di atas 71, menunjukkan kesuksesan dalam mencapai target pembelajaran. Hasil ini juga mengindikasikan bahwa model PBL dengan metode Brainstorming lebih efektif daripada hanya menggunakan PBL tanpa metode tambahan. Dalam konteks ini, *self-concept* peserta didik memegang peran penting, dengan sekitar 88,4% pengaruh terhadap kemampuan komunikasi matematis. Hal ini menunjukkan bahwa model pembelajaran yang memperhatikan faktor *self-concept* peserta didik dapat menjadi strategi yang sangat efektif dalam meningkatkan kemampuan mereka dalam memahami dan mengkomunikasikan konsep matematika. Oleh karena itu, model PBL dengan metode Brainstorming sejalan dengan peningkatan *self-concept* dapat menjadi alternatif yang kuat dalam konteks pengembangan kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Namun dalam pelaksanaan penelitian ini, beberapa hambatan muncul, seperti keterbatasan waktu yang mempengaruhi kedalaman analisis, dan variasi latar belakang peserta didik yang mempengaruhi hasil. Untuk penelitian mendatang, disarankan untuk memperpanjang durasi penelitian agar dapat melakukan analisis yang lebih mendalam, mempertimbangkan pelatihan pendahuluan untuk guru dalam menerapkan metode Brainstorming, dan melibatkan lebih banyak alat evaluasi untuk mengurangi potensi bias hasil penelitian.

REFERENSI

- Alabdulaziz, M. S., & Alhammadi, A. A. (2021). Effectiveness of Using Thinking Maps Through the Edmodo Network to Develop Achievement and Mathematical Connections Skills Among Middle School Students. *Journal of Information Technology Education: Research*, 20, 1–34. <https://doi.org/10.28945/4681>
- Amrah, Sahabuddin, E. S., & Atirah, R. D. (2020). Pengaruh Penggunaan Media Video Pembelajaran Matematika Terhadap Minat dan Hasil Belajar Siswa Kelas IV SDN 24 Kalibone Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan [Universitas Negeri Makassar]. In *E-prints UNM*. <http://eprints.unm.ac.id/id/eprint/18650>
- Anam, K., Sudarwo, R., & Wiradharma, G. (2020). Application of the Problem Based Learning Model to Communication Skills and Mathematical Problem Solving Skills in Junior High School Students. *JTAM (Jurnal Teori Dan Aplikasi Matematika)*, 4(2), 155. <https://doi.org/10.31764/jtam.v4i2.2553>
- Armianti, Fauzan, A., Harisman, Y., & Sya'Bani, F. (2022). Local instructional theory of probability topics based on realistic mathematics education for eight-grade students. *Journal on Mathematics Education*, 13(4), 703–722. <https://doi.org/10.22342/jme.v13i4.pp703-722>
- Dina, Z. H., Ikhsan, M., & Hajidin, H. (2019). The Improvement of Communication and Mathematical Disposition Abilities through Discovery Learning Model in Junior High School. *JRAMathEdu*

- (*Journal of Research and Advances in Mathematics Education*), 4(1), 11–22.
<https://doi.org/10.23917/jramathedu.v4i1.6824>
- Dwi Cahyaningrum, V., Syaifuddin, M., & Moh. Mahfud Effendi, M. (2018). The Effects of the Application of Generative Learning Model with Brainstorming Technique on Students' Mathematical Reasoning and Communication Abilities. *Atlantis Press*, 160(Incomed 2017), 298–301. <https://doi.org/10.2991/incomed-17.2018.64>
- Hildreth, L. A., Miley, M., Strickland, E., & Swisher, J. (2022). Writing Workshops to Foster Written Communication Skills in Statistics Graduate Students. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 0(0), 1–20. <https://doi.org/10.1080/26939169.2022.2138800>
- Ikhsan, F., Pramudya, I., & Subanti, S. (2020). an Analysis of Mathematical Communication Skills. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 7(4), 1300–1307.
- Jensen, M. T., Solheim, O. J., & Idsøe, E. M. C. (2019). Do you read me? Associations between perceived teacher emotional support, reader self-concept, and reading achievement. *Social Psychology of Education*, 22(2), 247–266. <https://doi.org/10.1007/s11218-018-9475-5>
- Laia, H. T., & Harefa, D. (2021). Hubungan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dengan Kemampuan Komunikasi Matematik Siswa. *Aksara: Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal*, 7(2), 463. <https://ejournal.pps.ung.ac.id/index.php/Aksara/article/view/522/444>
- Lestari, W., Pratama, L. D., & Sulistiowati, L. (2021). Efektifitas Pembelajaran Berbasis M-Pbl Dalam Menunjang Pembelajaran Matematika Secara Daring [Effectiveness of M-Pbl Based Learning in Supporting Online Learning of Mathematics]. *Jurnal Magister Pendidikan Matematika (Jumadika) [Journal of Master of Mathematics Education]*, 3(1), 35–44.
- Maysaroh, W., Mulyono, M., & Kurniasih, A. W. (2021). The mathematical communication ability based on student's self-confidence in Problem Based Learning models with brainstorming techniques. *Unnes Pf Journal of Mathematics Educational*, 10(3), 166–173. <https://doi.org/10.15294/ujme.v10i3.32286>
- Palinussa, A. L., Molle, J. S., & Gaspersz, M. (2021). Realistic mathematics education: Mathematical reasoning and communication skills in rural contexts. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(2), 522–534. <https://doi.org/10.11591/ijere.v10i2.20640>
- Pulungan, D. A., Retnawati, H., & Jaedun, A. (2022). Mathematical Resilience: how Students Survived in Learning Mathematics Online During the Covid-19 Pandemic. *Qualitative Research in Education*, 11(2), 151–179. <https://doi.org/10.17583/qre.9805>
- Rahmi, L., & Landong, A. (2023). The Influence of Problem-Based Learning Model on Student Learning Outcomes in the Theme of Technology Development Class III SD Negeri 101731 Kp . Lalang. *Widyagogik*, 10(2), 284–294.
- Ricoy, M. C., & Sánchez-Martínez, C. (2023). Tablet-Based Praxis Developed for Children in Primary Education Studying Natural Sciences and Mathematics. *Children*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/children10020250>

- Rohid, N., Suryaman, S., & Rusmawati, R. D. (2019). Students' Mathematical Communication Skills (MCS) in Solving Mathematics Problems: A Case in Indonesian Context. *Anatolian Journal of Education*, 4(2), 19–30. <https://doi.org/10.29333/aje.2019.423a>
- Santrock, J. W. (2020). *A topical Approach to Life-Span Development: Tenth Edition*. McGraw-Hill Education.
- Saputri, W., Priyambodo, P., Winarto, W., & Jayawardana, H. B. A. (2022). Penguatan Fungsi dan Peran Sekolah: Solusi Pembelajaran Sains bagi Generasi Y dan Z di Era 4.0. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 5(1), 54–68. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v5i1.3388>
- Sari, S. M., & Pujiastuti, H. (2020). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa ditinjau dari Self-Concept. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 11(1), 71–77. <https://doi.org/10.15294/kreano.v11i1.22717>
- Setiyani, Putri, D. P., Ferdianto, F., & Fauji, S. H. (2020). Designing a digital teaching module based on mathematical communication in relation and function. *Journal on Mathematics Education*, 11(2), 223–236. <https://doi.org/10.22342/jme.11.2.7320.223-236>
- Susanti, M., Ismatillah, H., Nurfauziah, P., & Hendriana, H. (2018). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Smp Di Tinjau Dari Self-Concept. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 1(5), 923. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v1i5.p923-932>
- Syaiful, Kamid, & Huda, N. (2021). Identifying of emotional quotient junior high school students in mathematics. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(1), 202–208. <https://doi.org/10.11591/ijere.v10i1.20681>
- Umbara, U., Munir, Susilana, R., & Puadi, E. F. W. (2021). Algebra dominoes game: Re-designing mathematics learning during the covid-19 pandemic. *International Journal of Instruction*, 14(4), 483–502. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14429a>
- Uslu, S., & Korukcu, M. (2021). A Mixed Analysis on the Study Habits of Middle School Students. *Journal of Education and Learning*, 10(3), 140. <https://doi.org/10.5539/jel.v10n3p140>
- Wajdi, M., Jamaluddin, A. Bin, Nurdianti, N., & Magfirah, N. (2022). The effectiveness of problem-based learning with environmental-based comic in enhancing students environmental literacy. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 11(3), 1049–1057. <https://doi.org/10.11591/ijere.v11i3.22140>
- Yaniawati, R. P., Indrawan, R., & Setiawan, G. (2019). Core model on improving mathematical communication and connection, analysis of students' mathematical disposition. *International Journal of Instruction*, 12(4), 639–654. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12441a>