

MODEL *GUIDED DISCOVERY LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS PESERTA DIDIK KELAS VII SMP NEGERI 1 PAYAKUMBUH

Agitha Amy Meiwari^{#1}, Yerizon^{*2}

Mathematics Departement, State University Of Padang

Jl. Prof. Dr. Hamka, Padang, West Sumatera, Indonesia

^{#1}Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika FMIPA UNP

^{*2}Dosen Jurusan Matematika FMIPA UNP

^{#1}agithaamymeiwari@gmail.com

Abstract - Problem Solving Ability of Mathematic is one of the important competencies in students. However, at SMP Negeri 1 Payakumbuh, seventh grade students still show low ability in this aspect. Guided Discovery Learning as a application of the model is a solution. The type of research used is a combination of quasi-experimental and descriptive research. With a nonequivalent posttest only control group design. Class VII.3 was the experimental group and class VII.5 was the control group. Quiz and final test were used. The results showed that the experimental group had better Mathematical Problem Solving Ability. H_0 was rejected because the hypothesis test with a significance of 0.05 resulted in a P-value = 0.00. Therefore, the Guided Discovery Learning model showed better results in improving Mathematical Problem Solving Ability than conventional learning.

Keywords– Problem-Solving Ability of Mathematic, Guided Discovery, Conventional Learning

Abstrak - Kemampuan Pemecahan Masalah (KPM) Matematis ialah satu dari banyak kompetensi matematis yang penting pada siswa. Namun, di SMP Negeri 1 Payakumbuh pada siswa kelas VII masih menunjukkan kemampuan yang rendah dalam aspek ini. Aplikasi model Pembelajaran Penemuan Terbimbing adalah solusi. Jenis penelitian yang digunakan kombinasi penelitian kuasi percobaan dan deskriptif. Dengan desain *nonequivalent posttest only control group design*. Kelas VII.3 merupakan kelompok percobaan dan kelas VII.5 merupakan kelompok pembandingan. Kuis dan tes akhir digunakan. Hasilnya memperlihatkan bahwa kelompok percobaan memiliki KPM yang lebih baik. H_0 ditolak karena uji hipotesis dengan signifikansi 0,05 menghasilkan nilai P-value = 0,00. Oleh karena itu, Pembelajaran Penemuan Terbimbing menunjukkan hasil yang lebih baik dalam meningkatkan KPM Matematis daripada pembelajaran konvensional.

Kata Kunci– Kemampuan Pemecahan Masalah (KPM), Penemuan Terbimbing, Pembelajaran Konvensional

PENDAHULUAN

Untuk memecahkan masalah diperlukan berbagai teknik untuk menyelesaikannya, termasuk masalah matematika pada situasi nyata. KPM Matematis berhubungan dengan keterampilan siswa dalam memecahkan masalah, seperti memahami masalah, membuat model matematis, menyusun bagian model yang belum selesai, atau menjelaskan makna dari solusi yang ditemukan lebih meningkat [2]. Berdasarkan [18][8][20], KPM Matematis menunjukkan seperti apa keterampilan siswa dalam memahami masalah dan menemukan cara terbaik untuk menyelesaikannya.

Berdasarkan hasil KPM Matematis siswa, diperoleh bahwa kemampuan pemecahan masalah matematis di SMP Negeri 1 Payakumbuh pada kelas VII tergolong rendah. Hasil ini sejalan dengan temuan studi sebelumnya [17][9][4] yang menunjukkan bahwa siswa masih memiliki kemampuan yang rendah untuk menyelesaikan masalah matematis. Tabel 1

menunjukkan rincian persentase hasil tes.

TABEL 1. PERSENTASE HASIL TES KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS PESERTA DIDIK KELAS VII SMP NEGERI 1 PAYAKUMBUH

NO	INDIKATOR KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS	PERSENTASE HASIL TES KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH PESERTA DIDIK			
		0	1	2	3
1	Mengidentifikasi data diketahui, data ditanyakan, kecukupan data untuk pemecahan masalah	24%	17%	59%	-
2	Mengidentifikasi strategi yang dapat digunakan dan menyusun model matematika	75%	9%	16%	-
3	Menerapkan strategi untuk menyelesaikan berbagai masalah matematika	48%	13%	22%	17%
4	Menginterpretasikan hasil sesuai permasalahan	61%	16%	23%	-

Karena siswa pasif, jarang berlatih soal pemecahan masalah, dan kurang mandiri dalam menjawab soal, KPM mereka masih rendah [17][7][21][1]. Menurut observasi selama PLK di SMP Negeri 1 Payakumbuh kelas VII TP. 2024/2025, pembelajaran yang digunakan masih konvensional dan belum dapat meningkatkan kemampuan siswa.

Pembelajaran Penemuan Terbimbing sesuai dengan kriteria pemecahan masalah matematis, jadi itu adalah pilihan yang tepat. Tahap orientasi membantu siswa memahami data penting; tahap eksplorasi mendorong penggunaan strategi dan pembuatan model; tahap analisis membantu penerapan strategi; dan tahap kesimpulan dan latihan membantu siswa memahami hasil.

Selain itu, satu dari banyaknya kelebihan Pembelajaran Penemuan Terbimbing terletak pada kemampuannya membantu siswa memahami serta menjelaskan konsep dengan memanfaatkan contoh atau panduan dari guru, yang pada gilirannya memudahkan mereka dalam menyelesaikan persoalan terkait konsep tersebut [12][14][5]. Penggunaan model ini juga berkontribusi dalam meningkatkan motivasi internal siswa serta keterlibatan aktif mereka dalam pembelajaran [15]. Melalui model ini, siswa dapat menguasai materi secara utuh, sehingga lebih siap dalam mencapai tujuan pembelajaran.

Hasil penelitian [16][5][3] menyimpulkan bahwa model Pembelajaran Penemuan Terbimbing mampu mendorong peningkatan KPM matematis. Maka dengan menerapkan pembelajaran tersebut dapat meningkatkan KPM matematis siswa yang diharapkan.

Berdasarkan temuan dalam beberapa penelitian [16][5][3], model Pembelajaran Penemuan Terbimbing berpengaruh positif dalam meningkatkan KPM matematis. Oleh karenanya, diharapkan penggunaan model ini dapat berpengaruh positif meningkatkan KPM matematis siswa secara optimal.

METODE

Penelitian menggunakan kombinasi penelitian kuasi percobaan dan deskriptif. Dengan desain *nonequivalent posttest only control group design*. Desain penelitian digambarkan dalam tabel di bawah ini.

TABEL 2. DESAIN PENELITIAN

Kelompok	Perlakuan	Posttest
Percobaan	X	O
Pembandingan	-	O

[10]

Keterangan:

- X : Kelompok percobaan menggunakan model Pembelajaran *Guided Discovery*
 O : Tes akhir KPM matematis siswa

Penelitian ini memiliki populasi yaitu seluruh murid kelas VII SMP Negeri 1 Payakumbuh TP.

2024/2025. Dengan *simple random sampling* diperoleh kelompok percobaan kelas VII.3 dan kelompok pembandingan kelas VII.5. Data primer penelitian ini ialah kuis dan tes KPM matematis. Banyak kelas dan banyak siswa di SMP Negeri 1 Payakumbuh pada kelas VII TP. 2024/2025 adalah data sekunder.

Sebelum tes akhir digunakan, soal diuji cobakan terlebih dahulu. Merujuk pada hasil analisis uji coba soal, didapatkan bahwa data memiliki daya pembeda pada kategori baik dan indeks kesukaran soal pada kategori sedang. Maka, soal dapat digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pelaksanaan penelitian, kelompok percobaan mengikuti model Pembelajaran Penemuan Terbimbing dan menerima kuis di tiap pertemuan, sedangkan kelompok pembandingan belajar dengan model konvensional.

1. Deskripsi Data

Penelitian dilakukan pada kelas VII.3 dan VII.5 yang memiliki 32 orang siswa. Di akhir pembelajaran siswa akan dites KPM matematisnya. Merujuk pada hasil penelitian, didapatkan data nilai kuis untuk kelompok percobaan seperti tabel di bawah ini.

TABEL 3. RATA - RATA NILAI KUIS SETIAP PERTEMUAN

Kuis	Rata-Rata	Kategori
I	72,92	Baik
II	73,26	Baik
III	70,83	Baik
IV	71,18	Baik
V	74,65	Baik

Dan rata-rata skor kuis peserta didik pada setiap indikator seperti gambar berikut:

TABEL 4. RATA-RATA SKOR KUIS PESERTA DIDIK PADA SETIAP INDIKATOR

Indikator	Skor Maksimal	Kuis Ke-				
		1	2	3	4	5
I	2	1,81	1,44	1,47	1,56	1,59
II	2	1,63	1,53	1,53	1,59	1,56
III	3	1,38	2,38	2,19	2,22	2,53
IV	2	1,75	1,31	1,28	1,34	1,44

Merujuk tabel di atas, terlihat KPM matematis siswa mengalami peningkatan dan penurunan. Peningkatan tersebut memperlihatkan Pembelajaran Penemuan Terbimbing dapat meningkatkan KPM matematis siswa.

Data hasil tes KPM matematis peserta didik kelas sampel seperti tabel di bawah.

TABEL 5. HASIL TES KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS PESERTA DIDIK PADA KELAS SAMPEL

Kelas	Jumlah Peserta Didik	Rata-Rata Total Skor	Rata-Rata Total Skor Maksimal
Percobaan	32	17,50	27
Pembanding	32	10,28	27

Hasil tes KPM matematis siswa untuk indikator 1 - 4 pada kelompok sampel seperti tabel di bawah.

TABEL 6. RATA-RATA SKOR TES KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS PESERTA DIDIK PADA SETIAP INDIKATOR

Kelompok	Indikator				Total Skor
	1	2	3	4	
Percobaan	4,31	3,34	6,34	3,50	17,50
Pembanding	2,84	2,09	3,50	1,84	10,28

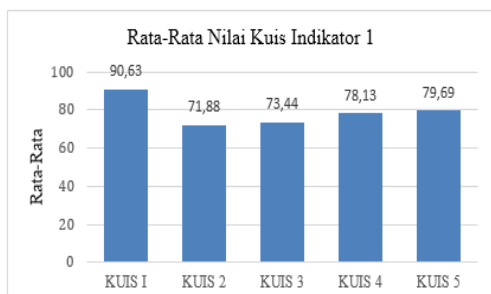
Merujuk pada tabel di atas, rata-rata skor tes kelompok percobaan tiap indikator lebih bagus daripada kelompok pembanding. Jika dilihat dari total skor tes KPM matematis siswa, terlihat perolehan skor kelompok percobaan lebih bagus daripada kelompok pembanding.

2. Analisis Data

Merujuk pada indikator KPM menurut [6], dijelaskan hasil kuis KPM matematis siswa untuk setiap indikatornya:

1) Indikator 1

Pada lima soal kuis memuat indikator 1. Rata-rata nilai kuis pada gambar berikut.

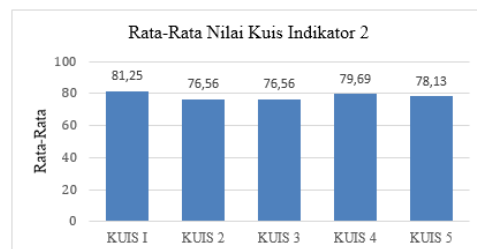


GAMBAR 1. RATA-RATA NILAI KUIS INDIKATOR 1

Merujuk gambar di atas, terlihat nilai kuis naik di kuis 3 – kuis 5. Maka, KPM matematis percobaan meningkat.

2) Indikator 2

Pada lima soal kuis memuat indikator 2. Rata-rata nilai kuis pada gambar berikut.

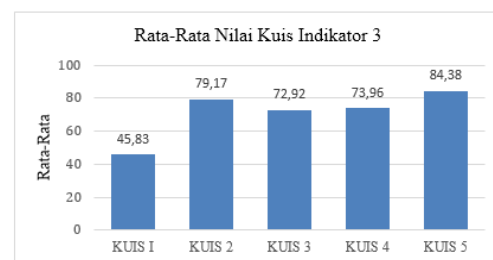


GAMBAR 2. RATA-RATA NILAI KUIS INDIKATOR 2

Merujuk gambar di atas, terlihat nilai kuis naik. Maka, KPM matematis kelompok percobaan meningkat.

3) Indikator 3

Pada lima soal kuis memuat indikator 3. Rata-rata nilai kuis pada gambar berikut.

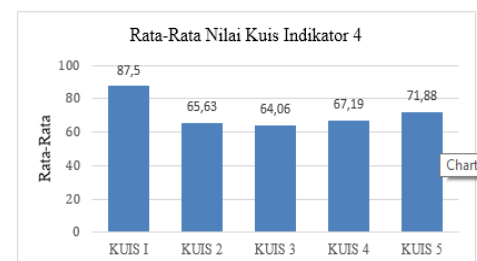


GAMBAR 3. RATA-RATA NILAI KUIS INDIKATOR 3

Merujuk gambar di atas, terlihat nilai kuis naik di kuis 3 – kuis 5. Maka, KPM matematis kelompok percobaan meningkat.

4) Indikator 4.

Pada lima soal kuis memuat indikator 4. Rata-rata nilai kuis pada gambar berikut.



GAMBAR 4. RATA-RATA NILAI KUIS INDIKATOR 4

Merujuk gambar di atas, terlihat nilai kuis naik di kuis 3 – kuis 5. Maka, KPM matematis kelompok percobaan meningkat.

Di akhir akan diuji hipotesis untuk menjawab pertanyaan apakah hipotesis yang diberikan ditolak atau diterima. Sebelum pengujian uji prasyarat dilakukan, yakni:

a. *Uji Normalitas*

Menggunakan uji Anderson Darling didapatkan kelompok percobaan $P\text{-value}$ sebesar 0,135 dan kelompok pembanding $P\text{-value}$ sebesar 0,199. Artinya, kedua kelompok tersebut normal.

b. *Uji Homogenitas*

Menggunakan uji-F didapatkan $P\text{-value}$ sebesar 0,823. Artinya, kedua data tes bervariasi homogen

c. *Uji Hipotesis*

Menggunakan uji-t didapatkan bahwa $P\text{-value} = 0,00$. Artinya, hipotesis diterima.

Merujuk pada indikator KPM menurut [6], dijelaskan tes KPM matematis siswa untuk setiap indikatornya:

1) Indikator 1

Pada ketiga soal tes memuat indikator 1. Banyak siswa yang memperoleh skor ada pada tabel berikut.

TABEL 7. BANYAK PESERTA DIDIK YANG MENJAWAB PADA SOAL YANG MEMUAT INDIKATOR 1

Nomor Soal	Kelas	Jumlah Peserta Didik		
		Skor 2	Skor 1	Skor 0
1	Percobaan	15	17	0
	Pembanding	4	28	0
2	Percobaan	23	7	2
	Pembanding	6	21	5
3	Percobaan	16	4	12
	Pembanding	4	14	14

Merujuk tabel di atas, terlihat siswa yang mendapat skor tertinggi untuk setiap soal pada kelompok percobaan lebih banyak dari kelompok pembanding. Maka, kemampuan kelompok percobaan pada indikator 1 lebih bagus dari kelompok pembanding.

2) Indikator 2

Pada ketiga soal tes memuat indikator 2. Banyak siswa yang memperoleh skor ada pada tabel berikut.

TABEL 8. BANYAK PESERTA DIDIK YANG MENJAWAB PADA SOAL YANG MEMUAT INDIKATOR 2

Nomor Soal	Kelas	Jumlah Peserta Didik		
		Skor 2	Skor 1	Skor 0
1	Percobaan	23	4	5
	Pembanding	11	12	9
2	Percobaan	14	3	15
	Pembanding	7	2	23

3	Percobaan	11	3	18
	Pembanding	7	3	22

Merujuk tabel di atas, terlihat siswa yang mendapat skor tertinggi untuk setiap soal pada kelompok percobaan lebih banyak dari kelompok pembanding. Maka, kemampuan kelompok percobaan pada indikator 2 lebih bagus dari kelompok pembanding.

3) Indikator 3

Pada ketiga soal tes memuat indikator 3. Banyak siswa yang memperoleh skor ada pada tabel berikut.

TABEL 9. BANYAK PESERTA DIDIK YANG MENJAWAB PADA SOAL YANG MEMUAT INDIKATOR 3

Nomor Soal	Kelas	Jumlah Peserta Didik			
		Skor 3	Skor 2	Skor 1	Skor 0
1	Percobaan	23	6	3	0
	Pembanding	4	7	16	5
2	Percobaan	13	13	5	1
	Pembanding	7	5	10	10
3	Percobaan	8	10	8	6
	Pembanding	4	4	9	15

Merujuk tabel di atas, terlihat siswa yang mendapat skor tertinggi untuk setiap soal pada kelompok percobaan lebih banyak dari kelompok pembanding. Maka, kemampuan kelompok percobaan pada indikator 3 lebih bagus dari kelompok pembanding.

4) Indikator 4

Pada ketiga soal tes memuat indikator 4. Banyak siswa yang memperoleh skor ada pada tabel berikut.

TABEL 10. BANYAK PESERTA DIDIK YANG MENJAWAB PADA SOAL YANG MEMUAT INDIKATOR 2

Nomor Soal	Kelas	Jumlah Peserta Didik		
		Skor 2	Skor 1	Skor 0
1	Percobaan	18	9	5
	Pembanding	4	17	11
2	Percobaan	14	14	4
	Pembanding	4	8	20
3	Percobaan	8	9	15
	Pembanding	5	8	19

Merujuk tabel di atas, terlihat siswa yang mendapat skor tertinggi untuk setiap soal pada kelompok percobaan lebih banyak dari kelompok pembanding. Maka, kemampuan kelompok percobaan pada indikator 4 lebih bagus dari kelompok pembanding.

Merujuk perolehan skor kuis dan tes akhir menunjukkan bahwa Pembelajaran Penemuan Terbimbing membantu siswa meningkatkan KPM matematis di kelompok percobaan. Hal ini didukung oleh penelitian [16] yang menyatakan bahwa model Pembelajaran Penemuan Terbimbing memberikan dampak yang positif selama diterapkan. Selama model penemuan terbimbing diterapkan pada materi SLPDV perkembangan kemampuan pemecahan masalah meningkat yang dapat dilihat dari nilai kuis setiap pertemuan. Dan jika dilihat dari perolehan skor tes akhir pada kelompok percobaan dan kelompok pembandingan, kelompok yang belajar menggunakan model penemuan terbimbing lebih tinggi daripada yang tidak. Hal ini juga diperkuat oleh [19] yang menyatakan bahwa dari hasil penelitian yang dilakukan pada siswa SMP pada materi barisan dan deret, terlihat bahwa perolehan hasil nilai kelompok yang diberikan perlakuan dengan pembelajaran penemuan terbimbing lebih tinggi daripada yang tidak menggunakan model tersebut.

SIMPULAN

Dari hasil analisa data di atas, KPM matematis siswa mengalami perkembangan selama diterapkannya model Pembelajaran Penemuan Terbimbing. Hasil tes akhir juga menunjukkan kelompok percobaan lebih bagus dari kelompok pembandingan. Sehingga, siswa di SMP Negeri 1 Payakumbuh pada kelas VII memiliki KPM matematis yang lebih baik untuk memecahkan masalah matematis berkat penggunaan model Pembelajaran Penemuan Terbimbing.

UCAPAN TERIMA KASIH

Teruntuk semua pihak yang telah menyalurkan do'a, dukungan, dan arahnya selama penelitian. Berkat hal tersebut peneliti mampu menyelesaikan artikel ini dengan baik dan benar hingga penerbitan jurnal.

REFERENSI

- [1]. Ambiyar, A., Aziz, I., & Delyana, H. (2020). Hubungan Kemandirian Belajar Siswa Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 1171–1183. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v4i2.364>
- [2]. Badan Standar Kurikulum dan Asesmen Pendidikan. (2024). SK BSKAP 032/H/KR/2024 Tentang Capaian Pembelajaran Pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah Pada Kurikulum Merdeka. In *Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan* (Issue 021). https://kurikulum.kemdikbud.go.id/file/171847141_2_manage_file.pdf
- [3]. Coenraad, R. (2021). Pengaruh *Pembelajaran Guided Discovery* Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Turunan Dan Integral Mahasiswa Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Palangka Raya Tahun 2020/2021. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 12(2), 353–361.
- [4]. Fauziah, N., Roza, Y., & Maimunah, M. (2022). Kemampuan Matematis Pemecahan Masalah Siswa dalam Penyelesaian Soal Tipe Numerasi AKM. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(3), 3241–3250. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i3.1471>
- [5]. Fitriana, M., Saleh, M., & Zaki, A. (2022). Pengaruh *Pembelajaran Guided Discovery* Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah pada Mata Pelajaran Fikih Kelas X MAS Jam 'iyah Mahmudiyah Tanjung Pura Sekolah Tinggi Agama Islam Jam 'iyah Mahmudiyah *The Influence of Pembelajaran Guided Discovery on Problem Solving*. *Jurnal Pendidikan*, 2(1), 468–480.
- [6]. Hendriana, H., Rohaeti, E. E., dan Soemarmo, U. (2017). Hard Skills dan Soft Skills Matematika Siswa. Bandung: Refika Aditama
- [7]. Irahmna, I., Amry, Z., & Syahputra, H. (2020). *Contribution of Mathematical Anxiety, Learning Motivation and Self-Confidence to Student's Mathematical Problem Solving*. *Budapest International Research and Critics in Linguistics and Education (BirLE) Journal*, 3(4), 1759–1772. <https://doi.org/10.33258/birle.v3i4.1343>
- [8]. Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1995). *The New Sourcebook for Teaching Reasoning and Problem Solving in Elementary School. A Longwood Professional Book*. Allyn & Bacon, 111 Tenth St., Des Moines, IA 50309.
- [9]. Latifah, T., & Afriansyah, E. A. (2021). Kesulitan Dalam Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Pada Materi Statistika. *Journal of Authentic Research on Mathematics Education (JARME)*, 3(2), 134–150. <https://doi.org/10.37058/jarme.v3i2.3207>
- [10]. Lestari, K. E & Yudhanegara, M. R. (2015). *Penelitian Pendidikan Matematika*. Bandung: PT Refika Aditama
- [11]. Maula, I. (2019). Pembelajaran Matematika *Guided Discovery*. In *Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KTD)* (Vol. 1, Issue 1).
- [12]. Mayer, R. E. (2004). *Should There Be a Three-Strikes Rule against Pure Discovery Learning? The Case for Guided Methods of Instruction*. *American Psychologist*, 59(1), 14–19. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.1.14>
- [13]. Musdalifah, Barambangi, J., & Arifin, S. (2023). Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (Pbl) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa. *Journal on Pedagogical Mathematics*, 5(2), 68–78. <https://doi.org/10.58917/ijme.v2i2.71>

- [14]. Nahdi, D. S. (2018). Percobaantasi Model *Problem Based Learning* Dan Model *Guided Discovery Learning* Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Ditinjau Dari *Self Efficacy* Siswa. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 4(1).
- [15]. Natallia, D., Yasin, M., & B, A. (2020). Penerapan Model *Guided Discovery Learning* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Materi IPA di Kelas V. *Jurnal Ilmiah Pembelajaran Sekolah Dasar*, 2(2), 51–62. <http://ojs.uho.ac.id/index.php/jipsd>
- [16]. Nofma, F. melisa, & Asmar, A. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran *Pembelajaran Guided Discovery* Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Peserta Didik Kelas XI MIPA SMAN 14 Padang. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Matematika*, 11(2), 89–96. <http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/62038>
- [17]. Pirmanto, Y., Farid Anwar, M., & Bernard, M. (2020). Analisis Kesulitan Siswa SMA dalam Menyelesaikan Soal Pemecahan Masalah pada Materi Barisan dan Deret dengan Langkah-langkah Menurut Polya. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 3(4), 371–384. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v3i4.371-384>
- [18]. Polya, G. (1973). How to Solve It. In *How to Solve It*. <https://doi.org/10.2307/j.ctvc773pk.6>
- [19]. Putra, B. M., & Salahuddin, M. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran *Guided Discovery*. *Jurnal Education and Development*, 9(1), 104–110.
- [20]. Saad, N.S. & Ghani, A. S. 2008. *Teaching Mathematics in Secondary School: Theories and Practices*. Perak: Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- [21]. Tambychik, T., & Meerah, T. S. M. (2010). Students' difficulties in mathematics problem-solving: What do they say? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 8(5), 142–151. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.020>