

Model Investigasi Siswa pada Pemecahan Masalah Geometri Level Analisis dan Abstraksi

Sella Pradita Yulianti*, Fiki Alghadari, Desy Bangkit Arihati
Pendidikan Matematika, STKIP Kusuma Negara
*sella_p@stkipkusumanegara.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana model investigasi siswa pada pemecahan masalah geometri level analisis dan abstraksi. Model penelitian ini didasarkan pada investigasi matematika saat siswa memecahkan masalah geometri melalui proses kognitif dengan level berpikir yang sesuai. Penelitian ini dilakukan di SMAN 99 Jakarta pada siswa kelas XII MIPA 3. Tahapan dalam penelitian ini yaitu menentukan jenjang kelas yang dijadikan sampel penelitian, mengidentifikasi level berpikir geometri siswa, serta memberikan tes yang sesuai dengan indikator pada level analisis dan abstraksi menurut teori van Hiele. Selanjutnya jawaban tes dianalisis untuk menentukan sampel sebagai subjek yang akan diwawancarai. Hasil tes dan wawancara merupakan data yang akan dianalisis dengan teknik *comparative constant*. Kemudian mengidentifikasi *open coding*, *axial coding*, dan *selective coding* untuk menemukan mental model. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa 9 siswa mencapai level analisis dan 19 siswa mencapai level abstraksi. Model investigasi siswa pada pemecahan masalah geometri level analisis dan abstraksi berdasarkan hasil analisis *selective coding* adalah observasi, pemecahan masalah, dan evaluasi.

Kata kunci: level abstraksi, model investigasi, pemecahan masalah, teori van Hiele.

Diseminarkan pada sesi paralel: 09 Oktober 2021

PENDAHULUAN

Setiap orang belum mengetahui apa yang akan terjadi besok maupun nanti. Tidak ada orang yang bisa menebak apa yang akan terjadi, namun setiap orang harus bersiap-siap untuk menghadapi masalah yang mungkin akan dihadapi. Masalah-masalah yang akan dihadapi sejatinya memerlukan kemampuan dalam pemecahan masalah. Pemecahan masalah didefinisikan sebagai suatu aktivitas yang berhubungan dengan pemilihan jalan keluar atau cara yang cocok bagi tindakan dan pengubahan kondisi sekarang (*present set*) menuju kepada situasi yang diharapkan (*future state and desired goal*) (Suharman, 2005). Pemecahan masalah merupakan fokus utama dalam pendidikan matematika untuk meningkatkan kompetensi dan kecakapan pada domain kognitif (Alghadari, 2016). Suherman dkk, (2001) menyebutkan bahwa pemecahan masalah merupakan bagian kurikulum matematika yang sangat penting karena dalam proses pembelajaran maupun penyelesaiannya setiap subjek dimungkinkan memperoleh pengalaman menggunakan pengetahuan serta keterampilan yang sudah dimiliki untuk diterapkan pada pemecahan masalah yang bersifat tidak rutin. Jadi dalam pemecahan masalah, setiap subjek biasanya berpikir dengan melihat kembali masalah terdahulu untuk menemukan proses solusi yang bisa digunakan dalam masalah yang sedang dihadapi. Dengan kata lain, pengetahuan awal dan pemahaman akan menjadi landasan berpikir atau sebagai

pijakan utama yang saling bersimbiosis dengan pemecahan masalah (Alghadari, 2016).

Sesuai kondisi pembelajaran sekarang, walaupun pembelajaran menurut K13 diharuskan berpusat pada siswa namun ada masalah konsistensi siswa dalam menyelesaikan soal-soal matematika. Hasil survey *Programme for International Student Assessment* (PISA) untuk subjek matematika kemampuan matematis siswa Indonesia bisa dikatakan masih relatif rendah (Alghadari, Herman & Prabawanto, 2020; Noor & Alghadari, 2021). Mengikuti tes PISA sejak tahun 2000 dan pada tahun 2018 skor PISA rata-rata Indonesia untuk matematika berkisar diangka 379. Sebagai pembanding, China dan Singapura menempati peringkat tinggi untuk skor matematika dengan skor 591 dan 596. Rerata skor negara anggota OECD (*Organization for Economic Co-operation and Development*) untuk matematika adalah 489. Selain itu sejak mengikuti penilaian PISA tahun 2003 capaian skor matematika siswa di angka 360, naik menjadi 371, serta 375 tahun 2009 dan 2012. Setelah puncak tahun 2015 dengan skor 386, skor matematika Indonesia tahun 2018 kembali turun diangka 379 (Munawwaroh & Anindyta, 2020). PISA menggunakan permasalahan konteks (*real world problem*) sebagai pijakan dalam menyajikan soal. Soal PISA merupakan soal yang dapat mengasah siswa untuk dapat memahami konsep matematika murni dan penggunaannya dalam menjelajahi permasalahan dalam kehidupan. Soal matematika bermodel PISA digunakan untuk mengukur penalaran matematis siswa, komunikasi matematis, serta pemecahan masalah siswa. Beberapa negara termasuk Indonesia menggunakan penilaian PISA untuk mengetahui perkembangan siswa dan melihat konsistensi siswa dalam menyelesaikan masalah (Lutfianto & Anisa, 2017).

Masalah konsistensi siswa dalam menyelesaikan suatu masalah dikarenakan adanya faktor pembelajaran yang banyak menekankan pola berpikir orang dewasa (guru) dengan segala keterampilannya yang tentu saja lebih mampu secara abstraksi untuk memecahkan masalah. Proses berpikir guru berbeda dengan cara siswa berpikir. Menurut teori perkembangan mental Piaget, ada 4 tahap perkembangan kognitif pada anak, yaitu: 1) Tahap sensori motor (*sensory-motor stage*), yaitu dari lahir sampai usia sekitar 2 tahun; 2) Tahap pre operasi (*pre operational stage*), yaitu dari sekitar 2 tahun sampai sekitar 7 tahun; 3) Tahap operasi konkrit (*concrete operational stage*), yaitu dari usia sekitar 7 tahun sampai sekitar 11-12 tahun; dan 4) Tahap operasi formal (*formal operational stage*), yaitu dari usia sekitar 11 tahun sampai dewasa. Pada umumnya peserta didik kelas XII SMA berusia sekitar 16 sampai 18 tahun. Ini berarti peserta didik pada jenjang SMA menempati tahap operasi formal menurut Piaget. Pada tahap operasi formal, peserta didik sudah dapat berpikir logis, dan cara berpikir yang abstrak mulai dimengerti (Alhaddad, 2012).

Geometri sebagai salah satu bidang kajian matematika. Ada beberapa level berpikir geometri menurut teori van Hiele, seseorang akan melalui lima tingkat perkembangan berpikir dalam belajar geometri (Noor & Alghadari, 2021). Setiap tingkat dalam teori van Hiele, menunjukkan karakteristik proses berpikir siswa dalam belajar geometri dan pemahamannya dalam konteks geometri. Lima tingkat berpikir geometri van Hiele yaitu: (a) Tingkat 0 (Visualisasi). Pada level ini siswa hanya memperhatikan bangun secara visual saja tanpa mengetahui sifat-sifat bangun tersebut. Siswa pada tingkat ini belajar tentang bentuk suatu objek berdasarkan apa yang dia lihat"; (b) Tingkat 1 (Analisis). Pada tingkat ini siswa mulai menganalisis konsep geometri. Siswa sudah dapat mengenali dan

menentukan karakteristik bangun dengan menganalisis sifat-sifat yang dimiliki bangun tersebut; (c) Tingkat 2 (Deduksi Informal) atau abstraksi. Pada tingkat ini siswa mulai dapat berpikir tentang sifat benda geometri tanpa kendala tertentu, mereka dapat melihat hubungan antar sifat-sifat dalam satu bangun; (d) Tingkat 3 (Deduksi). Pada tingkat ini berpikir deduksi siswa sudah mulai berkembang dan penalaran deduksi sebagai cara untuk membangun struktur geometri dalam sistem aksiomatik telah dipahami; dan (e) Tingkat 4 (Rigor) atau tahap metamatematika. Siswa pada tingkat ini dapat memahami penggunaan bukti tak langsung dan bukti melalui kontra-positif, dan dapat memahami system-sistem non-Euclidean (Ayuningrum, 2017).

Khusus siswa umur sekolah menengah maka sesuai dengan teori Piaget termasuk dalam level analisis atau level abstraksi (Alhaddad, 2012; Noor & Alghadari, 2021). Untuk mengetahuinya, siswa perlu dihadapkan pada suatu permasalahan geometri saat itu belum tentu semua siswa tahu bagaimana cara menyelesaikannya, ada siswa yang bahkan belum mengetahui bagaimana memulai proses penyelesaian, dan bagaimana cara menginvestigasi dibutuhkan sehingga proses penyelesaiannya terstruktur. Proses investigasi pemecahan masalah yang dilakukan siswa dan berdasarkan tingkat berpikir mereka dapat menjadi gambaran untuk implementasi model pembelajaran di kelas (Nurfitriyanti, 2016). Oleh karena itu, ada kebutuhan untuk menganalisis proses menginvestigasi yang dilakukan siswa dalam pemecahan masalah. Penelitian ini juga untuk mengetahui proses investigasi siswa dalam pemecahan masalah geometri dan melihat sejauh mana level berpikir siswa. Tingkat berpikir van Hiele akan dilalui peserta didik secara berurutan. Dengan demikian peserta didik yang belum mampu menempati tahapan sebelumnya dengan baik maka ia tidak dapat dikategorikan pada tahap selanjutnya.

Berdasarkan wawancara dengan guru mata pelajaran Matematika di SMAN 99 Jakarta, diketahui bahwa di sekolah tersebut belum pernah dilakukan pengukuran tingkat berpikir geometri. Guru belum sepenuhnya mengetahui seberapa tinggi kemampuan geometri siswa. Untuk mengetahui tingkat kemampuan berpikir geometri siswa, perlu diadakan penelitian mengenai tingkat berpikir geometri siswa.

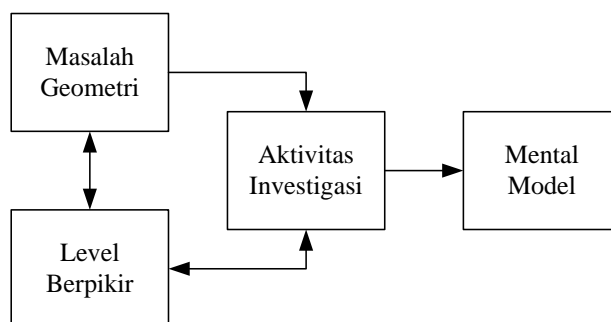
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif ialah suatu pendekatan yang menekankan analisisnya pada proses penyimpulan deduktif dan induktif serta pada analisis terhadap dinamika hubungan antar fenomena yang diamati, dengan menggunakan logika ilmiah (Saifuddin, 2007). Model penelitian ini diilustrasikan sebagai Gambar 1.

Model penelitian ini didasarkan pada investigasi matematika yang terjadi ketika siswa memecahkan masalah geometri melalui proses kognitif dengan level berpikir yang sesuai. Menggunakan model yang mensejajarkan antara masalah geometri dengan level berpikir. Melihat hubungan antar keduanya hingga terlihat bagaimana aktivitas investigasi yang akan dilakukan oleh siswa. Sehingga didapatkan mental model yang merupakan proses berpikir siswa tentang cara memecahkan masalah.

Metodologi yang terkontrol dalam penelitian ini adalah penggunaan teknik analisis data berupa *comparative constant*, *open coding*, *axial coding*, dan *selective coding*. Bagian ini menjelaskan analisis komparatif konstan, dan pengkodean.

Pertama, *comparative constant analysis*, yaitu teknik analisis data yang dilakukan dan diproses bersamaan dengan pengumpulan data melalui studi kasus. Metode ini disebut konstan karena (a) di setiap fase, fokus terus kembali ke titik awal analisis dan melanjutkan proses analisis; (b) di setiap fase, ada upaya untuk menemukan persamaan dan perbedaan, menulis memo, dan coding; dan (c) secara konstan, bahkan secara bersamaan, terlibat dalam proses menganalisis, membandingkan, dan mengabstraksi dari data.



Gambar 1. Model Penelitian

Kedua, *open coding*, adalah kegiatan memecah data menjadi beberapa bagian, memeriksa lebih dekat, membandingkan dan mengkontraskan, serta mengajukan pertanyaan. *Open coding* menggunakan indikator berupa kata, frasa, pernyataan dari data, atau observasi untuk mengembangkan konsep. Ketiga, *axial coding*, adalah aspek penting dari *open coding*, yang berisi analisis intens yang sudah dilakukan analisis yang berada di sekitar satu kategori di satu waktu. Dalam *axial coding*, analisis memilih satu dari kategori *open coding*, dan memposisikannya di pusat dari proses yang akan dieksplorasi, sebagai fenomena sentral dan merelasikan kategori-kategori yang lain ke fenomena sentral. Keempat, *Selective Coding*, yaitu analisis melakukan pendalaman terhadap kategori-kategori yang muncul. Pada tahapan ini dilakukan pemilihan terhadap sub kategori-sub kategori yang dipertimbangkan untuk menjadi kategori inti (Edmonds & Kennedy, 2016). Tahap terakhir ini dilakukan ketika analisis telah siap untuk melakukan pengkodean terakhir dan telah mengidentifikasi tema-tema utama dari penelitian. Pada pengkodean terakhir ini, analisis melihat secara selektif untuk kasus-kasus yang mengilustrasikan tema-tema hasil pengkodean sebelumnya dan membuat kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dipaparkan data hasil penelitian, yaitu kemampuan berpikir geometri. Soal yang digunakan dalam penelitian ini merujuk dari van Hiele Geometry Test yang dikembangkan oleh *Cognitive Development and Achievement in Secondary Geometry Project at Chicago University*. Pada angket tersebut berisi 25 pertanyaan dalam bentuk pilihan ganda dan pada penelitian ini mengadaptasi pertanyaan 1-15 dimana pertanyaan 1-5 mencerminkan berpikir siswa tingkat 0 (visualisasi), 6-10 tingkat 1 (analisis), 11-12 tingkat 2 (abstraksi) (Usiskin, 1982). Setelah soal diujikan pada subjek penelitian kemudian jawaban siswa dianalisis dan dijenjangkan pada tingkat berpikir geometri berdasarkan teori van Hiele. Rincian klasifikasi tingkat kemampuan berpikir geometri dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan tingkatan yang mampu dicapai siswa. Terdapat 19 siswa yang mampu mencapai tingkat abstraksi, 9 siswa mencapai tingkat analisis, dan pada tingkat visualisasi ada 4 siswa. Sesuai dengan tingkat berpikir geometri van Hiele yang dikaitkan dengan tahap perkembangan Piaget bahwa seorang siswa kelas tiga atau sekolah menengah berada di level 2 yaitu berada tingkatan berpikir level abstraksi.

Tabel 1. Penjenjangan Tingkat Berpikir Geometri Siswa

Tingkat Berpikir	Kode Siswa
Visualisasi	N23, N9, N27, N13
Analisis	N3, N18, N7, N24, N25, N12, N14, N15, N31
Abstraksi (Informal Deduksi)	N1, N2, N17, N19, N4, N5, N6, N20, N21, N22, N8, N10, N11, N26, N28, N29, N30, N16, N32

Wawancara terhadap siswa yang terpilih menjadi narasumber berdasarkan kesimpulan jawaban hasil tes menurut pengamatan investigator dan guru matematika. Investigator membuat catatan untuk menentukan kategori pada saat wawancara terkait cara berpikir narasumber terhadap penyelesaian soal. Langkah-langkah penelitian untuk menghasilkan model investigasi level analisis dan abstraksi terdiri dari tiga langkah secara berurutan yaitu: *open coding*, *axial coding*, dan *selective coding*. Langkah-langkah tersebut sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Penyusunan *Coding* pada Level Analisis

Level	<i>Open Coding</i>	<i>Axial Coding</i>	<i>Selective Coding</i>
Analisis	Menganalisis materi soal		
	Membaca soal berulang-ulang	Memahami masalah	Observasi
	Mengidentifikasi bidang pada bangun ruang		
	Memilih bentuk bangun ruang	Menjawab soal	
	Mencocokkan antar bentuk, klasifikasi, dan sifat bangun ruang		
	Menentukan klasifikasi bangun ruang		Pemecahan masalah
	Membandingkan bentuk dan sifat bangun lain	Memverifikasi jawaban	
	Menguraikan pengertian bangun ruang dan bidang pada bangun ruang		
Memperjelas bentuk bidang pada bangun ruang			

Kategori yang muncul dari tahapan *open coding*, *axial coding*, dan *selective coding* membentuk jenis hubungan antar kategori. Hubungan tersebut membentuk sebuah model yang menjadi tujuan dalam penelitian. Model investigasi level analisis dan abstraksi yang terbentuk dari tahapan tersebut, yaitu sebagai berikut. Pertama, Observasi. Secara keseluruhan tahapan awal siswa dalam menyelesaikan test adalah melakukan observasi yaitu dengan cara mengamati soal yang diberikan

selanjutnya menganalisis dan menjawab pertanyaan. Menurut Heigh, investigasi berkaitan dengan kegiatan mengobservasi secara rinci dan menilai secara sistematis (Syaban, 2006).

Tabel 3. Hasil Penyusunan *Coding* pada Level Abstraksi

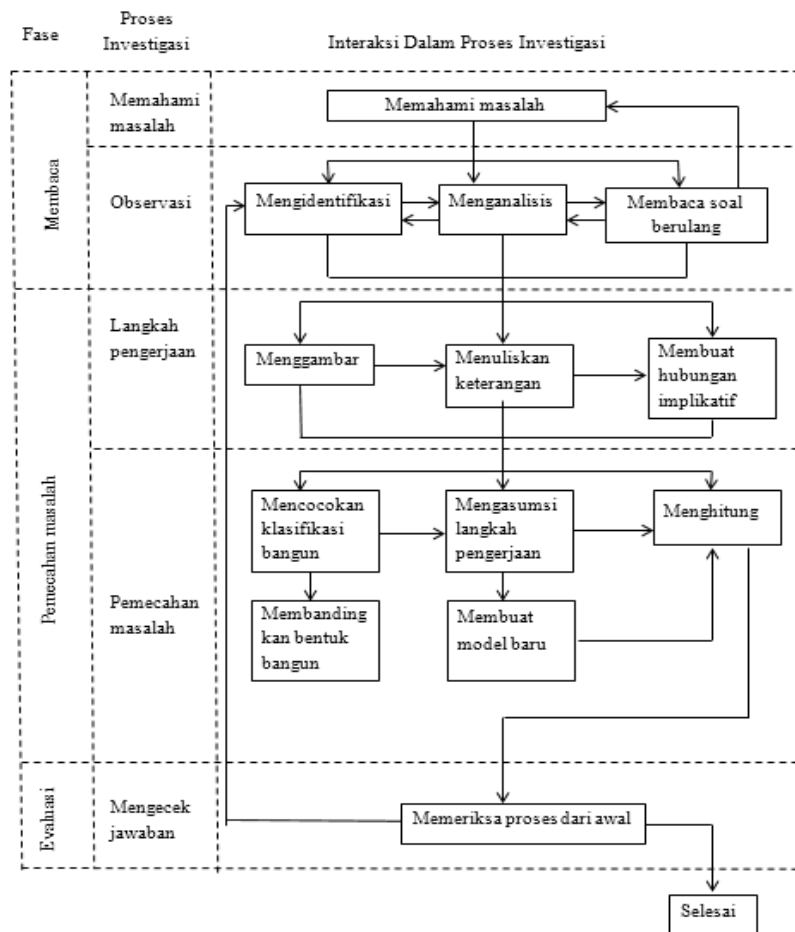
Level	<i>Open Coding</i>	<i>Axial Coding</i>	<i>Selective Coding</i>
Abstraksi	Menganalisis materi soal		
	Mengidentifikasi soal untuk menemukan langkah pengerjaan	Memahami masalah	Observasi
	Menggambar bangun ruang		
	Menuliskan keterangan yang diketahui dari soal ke bangun ruang yang telah digambar	Merepresentasi soal	
	Membuat hubungan implikatif dari konsep-konsep bangun ruang		
	Mengasumsikan langkah-langkah pengerjaan mulai dari mencari rumus dan membuat permisalan pada langkah pengerjaan	Brainstorming, mencari solusi untuk menyelesaikan masalah	Pemecahan masalah
	Menghitung volume maksimum dengan menambah, mengurangi, mengalikan, dan membagi		
	Membuat model lain dengan cara matematis selain model turunan yaitu substitusi dan permisalan		
	Menguraikan proses menghitung dengan rumus yang sudah diketahui	Menyelesaikan masalah	
	Menyebutkan hasil yang diperoleh dari proses menghitung	Menjawab soal	
Memeriksa materi soal dan prosedur penyelesaian	Mengecek hasil jawaban	Evaluasi	

Kedua, Pemecahan masalah. Setelah melakukan observasi, siswa memikirkan dan menentukan langkah yang tepat untuk menyelesaikan soal. Pada proses ini siswa memperlihatkan kecakapan memulai pemecahan suatu masalah dengan menginterpretasikan soal berdasarkan pengertian dan membuat suatu kesimpulan dari yang dikerjakan (Fitri, 2017). Tahap selanjutnya setelah menentukan langkah yang akan digunakan, siswa menyelidiki langkah demi langkah dalam proses pengerjaan soal. Fase investigasi pada tahap ini adalah fase pemecahan masalah. Pada fase ini yang sangat menentukan adalah siswa diharuskan memilih cara atau strategi untuk menangani permasalahan, memilih dengan tepat materi yang

diperlukan, menggunakan berbagai macam strategi yang mungkin, mencoba ide-ide yang mereka dapatkan, memilih cara-cara yang sistematis, mencatat hal-hal penting, bekerja secara bebas atau bekerja bersama-sama, bertanya kepada guru untuk mendapatkan gambaran strategi untuk penyelesaian, membuat kesimpulan sementara, dan mengecek kesimpulan sementara yang didapat sehingga yakin akan kebenarannya (Fitri, 2017). Setelahnya siswa dapat terdorong untuk melihat dan memperhatikan apakah hasil yang dicapainya pada masalah ini dapat digunakan pada masalah lain.

Ketiga, Evaluasi. Pada intinya fase ini diharapkan dapat berhasil mengecek hasil yang diperolehnya, mengevaluasi pekerjaannya, mencatat dan menginterpretasikan hasil yang diperoleh dengan berbagai cara serta mentransfer keterampilannya untuk diterapkan pada persoalan yang lebih kompleks (Fitri, 2017).

Berikut merupakan gambaran model investigasi level analisis dan abstraksi yang menghasilkan aktivitas-aktivitas investigasi mulai dari fase, proses investigasi dan interaksi dalam proses investigasi.



Gambar 2. Model Investigasi Level Analisis dan Abstraksi

SIMPULAN

Berdasarkan deskripsi dan analisis data yang telah diuraikan diperoleh hasil bahwa 9 (sembilan) siswa mencapai level analisis dan 19 (sembilan belas) siswa mencapai

level abstraksi. Data tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar mencapai tingkat berpikir level abstraksi. Aktivitas-aktivitas investigasi terbentuk dari proses siswa menyelesaikan masalah. Proses dalam menyelesaikan masalah akan dilakukan secara berurutan dan tidak akan terlewat sehingga model investigasi level analisis dan abstraksi yang terbentuk dari proses tersebut adalah observasi, pemecahan masalah, dan evaluasi.

REFERENSI

- Alghadari, F. (2016). Pemecahan Masalah Spasial Matematis Calon Guru Matematika Ditinjau dari Langkah-Langkah Pemecahan Masalah Polya. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 16(3), 226-234.
- Alghadari, F., Herman, T., & Prabawanto, S. (2020). Factors Affecting Senior High School Students to Solve Three-Dimensional Geometry Problems. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(3), em0590.
- Alhaddad, I. (2012). Penerapan teori perkembangan mental piaget pada konsep kekekalan panjang. *Infinity Journal*, 1(1), 31-44.
- Ayuningrum, D. (2017). Strategi pemecahan masalah matematika siswa SMP ditinjau dari tingkat berpikir geometri van Hiele. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 8(1), 27-34.
- Fitri, Y. (2017). Model Pembelajaran Investigasi Dalam Pembelajaran Matematika. *Theorems (The Journal of Mathematics)*, 2(2), 214-224.
- Edmonds, W. A., & Kennedy, T. D. (2016). *An applied guide to research designs: Quantitative, qualitative, and mixed methods*. Sage Publications.
- Lutfianto, M., & Sari, A. F. (2017). Respon siswa terhadap soal matematika mirip pisa dengan konteks berintegrasi nilai islam. *Jurnal Elemen*, 3(2), 108-117.
- Munawwaroh, F., & Anindyta, F. A. (2020). Kemampuan dan persepsi mahasiswa pendidikan matematika dalam pemecahan soal HOTS. *Prosiding Sendika*, 6(2)..
- Noor, N. A., & Alghadari, F. (2021). Case of Actualizing Geometry Knowledge in Abstraction Thinking Level for Constructing a Figure. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 8(1), 16-26.
- Noor, N. A., & Alghadari, F. (2021). Conceptual technique for comparison figures by geometric thinking in analysis level. *Journal for the Mathematics Education and Teaching Practices*, 2(1), 1-8.
- Nurfitriyanti, M. (2016). Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 6(2), 149-160.
- Saifuddin, A. (2007). *Metode Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Suharman. (2005). *Psikologi Kognitif*. Surabaya: Srikandi.
- Suherman, E., dkk. (2001). *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Syaban, M. (2006). Penerapan Pembelajaran Investigasi dalam Pembelajaran Matematika. *Educare*, 4(1), 9-16.
- Usiskin, Z. (1982). Van Hiele Levels and Achievement in Secondary School Geometry. *CDASSG Project*.