



Analisis Penalaran Matematika Kreatif Mahasiswa Berdasarkan Level Pemahaman Konsep

¹⁾Siti Khoiruli Ummah, ¹⁾Rizal Dian Azmi

^{1,2)}Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Muhammadiyah Malang, jalan Raya Tlogomas 246 Malang, Indonesia
rizaldian@umm.ac.id

Abstract

Received :
22/12/2023

Accepted :
16/01/2024

Published :
26/01/2024

The urgency of this research is based on the phenomenon of students who do not understand mathematical concepts in the final semester. As a result, there are misconceptions about school mathematics concepts, especially in the use of terms and stages of problem solving. If problems are given that require the use of different strategies than those taught, students will experience difficulties. Therefore, the aim of this research is to describe students' creative mathematical reasoning at the level of conceptual understanding. The research method uses a mixed method where quantitative data is used to analyze differences in pretest and posttest while qualitative data is used to describe students' creative reasoning. The research subjects were students taking Complex Variable Analysis courses. The analysis is based on quantitative test and interview results to measure differences in pretest and posttest results as well as qualitative data analysis based on the results of test and interview answers. The research results show that students are at the level of partial concept understanding. The students' creative reasoning abilities fulfill basic and reasonable mathematical aspects.

Keywords: creative reasoning, concept understanding, mathematics, students, analysis of complex variables

Abstrak

Urgensi penelitian ini didasarkan pada fenomena mahasiswa yang kurang memahami konsep matematika pada semester akhir. Akibatnya, terjadi miskonsepsi pada konsep matematika sekolah terutama pada penggunaan istilah dan tahapan pemecahan masalah. Apabila diberikan permasalahan yang menuntut penggunaan strategi yang berbeda dari yang diajarkan, mahasiswa akan mengalami kesulitan. Oleh sebab itu, tujuan penelitian ini yaitu mendeskripsikan penalaran matematika kreatif mahasiswa level pemahaman konsep. Metode penelitian menggunakan mixed method dimana data kuantitatif digunakan untuk menganalisis perbedaan pretest dan posttest sedangkan data kualitatif untuk mendeskripsikan penalaran kreatif mahasiswa. Subyek penelitian yaitu mahasiswa yang menempuh perkuliahan Analisis Variabel Kompleks Angkatan 2020 Kelas A Instrumen berupa soal tes yang digunakan untuk mengukur pemahaman konsep sebagai pretest dan soal tes dengan ciri penalaran matematis sebagai posttest. Analisis didasarkan pada hasil tes dan wawancara secara kuantitatif untuk mengukur perbedaan hasil pretest dan posttest serta analisis data kualitatif berdasar hasil jawaban tes dan wawancara. Hasil penelitian menunjukkan mahasiswa berada pada level pemahaman konsep parsial. Adapun kemampuan penalaran kreatif mahasiswa memenuhi aspek matematika dasar dan masuk akal. Temuan utama dari penelitian ini adalah level pemahaman konsep mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika Angkatan 2020 berada pada level parsial dan kemampuan penalaran kreatif belum mencapai keseluruhan aspek. Hal ini dapat dijadikan rekomendasi pengembangan desain pembelajaran matematika yang sesuai dengan level pemahaman konsep dan memfokuskan pembelajaran matematika yang menuntut penalaran kreatif mahasiswa.

Kata Kunci: penalaran kreatif, pemahaman konsep, matematika, mahasiswa, analisis variabel kompleks

1. Pendahuluan

Pembelajaran matematika di tingkat perguruan tinggi menuntut kemampuan bernalar kreatif dalam menyelesaikan permasalahan matematika. Bernalar kreatif dalam matematika (*creative mathematics reasoning*) dapat berwujud pula sebagai bentuk

keterampilan mahasiswa yang tampak selama proses penyelesaian masalah matematika (Hershkowitz et al., 2017). Kreatif dalam proses penalaran matematis menuntut tingkat originalitas dan kemunculan ide kreatif selama proses penyelesaian masalah. Istilah *reasoning* dapat pula diartikan sebagai proses pemberian alasan. Selain itu, proses bernalar juga menuntut kelogisan yang diwujudkan dengan pemberian alasan pada setiap tahapan penyelesaian masalah (Kusaeri et al., 2022). Hal ini biasa digunakan pada pendidikan tinggi pada proses pembuktian yang menuntut proses bernalar pula dalam menggali ide.

Mahasiswa mampu bernalar matematis yang kreatif mempunyai karakteristik khusus yaitu pengetahuan matematika yang baik. Selain itu, mahasiswa mempunyai kemampuan untuk menganalisis masalah dan mengaitkannya dengan objek matematika yang terdiri dari fakta, konsep, definisi, aksioma, teorema yang telah dibuktikan sebelumnya sebelum merumuskan kesimpulan penyelesaian masalah (Masfingatin et al., 2020). Penalaran konseptual pada pembelajaran matematika memerlukan kreativitas untuk menyelesaikan masalah matematika dengan tingkat pemahaman konseptual yang tinggi. Penalaran matematika yang kreatif dapat memberikan waktu dan kesempatan kepada siswa untuk menyelesaikan masalah secara mandiri sehingga dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa (Jonsson et al., 2022). Penalaran matematika kreatif ini ditandai dengan adanya kebaruan metode penyelesaian permasalahan, solusi yang masuk akal, dan matematika dasar yang kuat. Sebaliknya, penelitian Marsitin, et.al (2022), menghasilkan temuan bahwa indikator pengetahuan matematika dasar yang dimiliki siswa belum tercapai saat menyelesaikan permasalahan. Hiebert dan Lefevre membagi pengetahuan matematis ini menjadi dua bagian yaitu pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural (Ghazali & Zakaria, 2011; Rinneheimo & Suhonen, 2022). Pengetahuan konseptual didefinisikan sebagai pemahaman terhadap prinsip dan hubungan yang mendasari domain pada konteks yang dibahas (Rinneheimo & Suhonen, 2022). Pemahaman terhadap konsep matematika merupakan suatu kemampuan yang penting dalam pembelajaran matematika (Helsa et al., 2023; Mulbar et al., 2019). Beberapa penelitian menyatakan bahwa pemahaman konsep merupakan suatu keterampilan jika dikaitkan dengan penyelesaian masalah matematika (Al-Mutawah et al., 2019; Busaka et al., 2022; Ghazali & Zakaria, 2011; Helsa et al., 2023; Verina & Juandi, 2022).

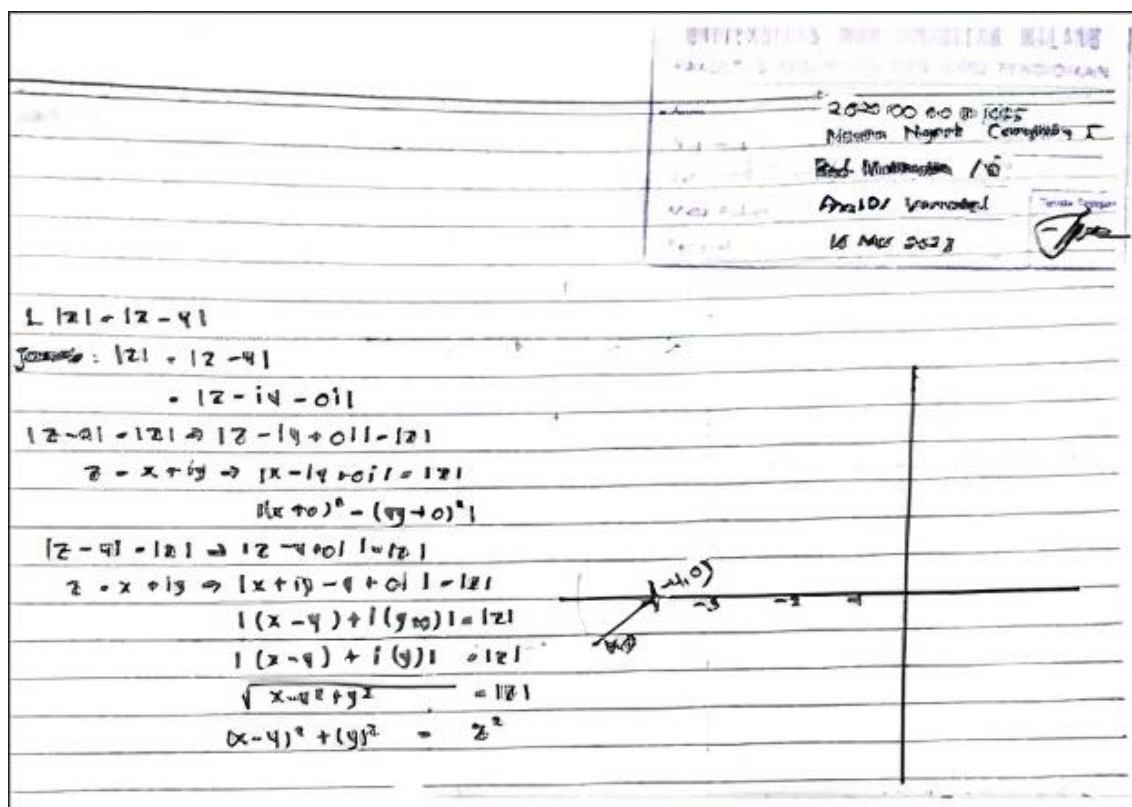
Pembelajaran matematika pada jenjang pendidikan tinggi, terutama bagi mahasiswa calon guru matematika juga berfokus pada pemahaman konsep matematis yang tinggi

untuk menyelesaikan permasalahan matematika. Keterampilan mahasiswa yang diukur didasarkan pada pengetahuan dalam menyelesaikan permasalahan matematika dalam kehidupan sehari-hari, menggunakan notasi matematika secara tepat, bernalar secara induktif maupun deduktif, mempunyai pemahaman konseptual matematis yang tepat, dan memahami sifat-sifat dasar matematika (Altarawneh & Marei, 2021; Jehadus et al., 2020). Pemahaman konsep juga menjadi fokus dalam mendesain model pembelajaran matematika yang berfokus pada penyelesaian masalah secara terbimbing ataupun mandiri (Jonsson et al., 2020). National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) juga menekankan pemahaman konsep sebagai fokus utama dalam pembelajaran matematika bagi guru agar pembelajaran matematika menjadi bermakna bagi siswa (Altarawneh & Marei, 2021; Şefik et al., 2021). Pemahaman konsep matematika yang tepat dapat mempengaruhi keterampilan guru dalam pembelajaran (Busaka et al., 2022). Pengetahuan tentang konsep matematika melibatkan pemahaman teori dasar matematika, keterampilan serta prinsip dalam pembelajaran sehingga penting untuk dikembangkan dalam bentuk model pembelajaran maupun instrumen pembelajaran (Baye et al., 2021; Kowiyah et al., 2019).

Kesulitan belajar matematika serta terjadinya miskonsepsi siswa maupun mahasiswa selama pembelajaran matematika dipicu oleh pemahaman konsep matematika yang rendah. Pemahaman konsep yang rendah pada siswa mengakibatkan siswa tidak mampu menyelesaikan permasalahan matematika secara tepat (Al-Mutawah et al., 2019; Suryawati et al., 2021). Fakta lain menunjukkan bahwa siswa yang mempunyai pemahaman konsep yang rendah merasa sulit dalam menjelaskan materi prasyarat yang telah dijelaskan guru sebelumnya sehingga tahapan penyelesaian masalah kurang tepat (Arrahim & Fatimah, 2018). Pemahaman konsep yang tinggi dapat membantu kesulitan mahasiswa yang berada pada tahapan transisi sekolah dengan materi matematika di universitas (Brunetto et al., 2019). Kesalahan dalam memahami konsep yang mengakibatkan terjadinya miskonsepsi dipengaruhi oleh siswa yang cenderung menghafal bentuk dasar dari suatu formula (Gita et al., 2018). Hasil penelitian terhadap mahasiswa juga menunjukkan bahwa kesulitan dalam membaca dan menafsirkan grafik tidak terlepas dari pemahaman konsep yang bergantung pada konten matematika yang dibahas. Contohnya, pada perkuliahan kalkulus, mahasiswa kesulitan dalam menghubungkan derivatif dengan grafiknya yang ditandai dengan kemampuan mahasiswa dalam menggunakan grafik Cartesius kemudian memberikan penjelasan atau

penalaran konseptual yang rendah (Hamid et al., 2021). Penelitian ini berfokus pada konsep Sistem Bilangan Kompleks yang berbeda dengan penelitian sebelumnya, yaitu pada perkuliahan geometri analitik maupun kalkulus diferensial.

Fakta di lapangan menunjukkan bahwa mahasiswa yang menjadi calon guru matematika belum menguasai konsep bilangan kompleks dengan baik.



Gambar 1. Jawaban Mahasiswa yang Belum Mencapai Penalaran Matematika Kreatif

Gambar 1 menunjukkan mahasiswa kurang memahami konsep jarak. Modulus z merupakan jarak antara kedudukan titik pusat dengan titik tertentu. Jika $|z| = |z - 4|$ menunjukkan jarak antara titik pusat dengan titik $4 + 0i$ maka kedudukan titik yang memenuhi $|z| = |z - 4|$ merupakan bisector tegak lurus diantara titik pusat dan titik $4 + 0i$ yaitu berada pada $x = 2$. Secara aljabar, mahasiswa menuliskan $|z| = |z - 4| = |z - i4 - 0i|$. Padahal, pada konsep bilangan kompleks, 4 menunjukkan bilangan kompleks $4 + 0i$. Selanjutnya, mahasiswa menuliskan $z = x + iy \Rightarrow |x + iy - 4 + 0i| = |z|$ sehingga $|z|$ yang seharusnya dijabarkan dan membentuk persamaan garis tetapi mahasiswa tersebut tidak menjabarkan dalam bentuk $x + iy$. Pada akhir persamaan, mahasiswa mengkuadratkan kedua ruas tanpa menjabarkan $z = x + iy$ sehingga

diperoleh hasil dalam bentuk z^2 yang membentuk persamaan kuadrat pada dimensi tiga. Secara geometris, mahasiswa mensketsa grafik dimana kedudukan titik-titik yang berjarak sama (*locus of points*) dalam bentuk lingkaran yang berpusat di $(-4,0)$. Hal ini berarti, mahasiswa belum memahami konsep jarak dengan tepat.

Kebaruan penelitian ini yaitu terletak pada proses analisis yang berfokus pada level kemampuan pemahaman konsep bilangan kompleks. Hal ini berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan uji pengaruh bernalar kreatif terhadap kemampuan kognitif siswa (Jonsson et al., 2022), penekanan konsep algoritma melalui pembelajaran berbasis penalaran kreatif (Jonsson et al., 2014), deskripsi penalaran matematika kreatif pada materi geometri (Masfingatin et al., 2020), dan efektivitas penugasan terhadap kemampuan penalaran kreatif (Kusaeri et al., 2022). Rumusan permasalahan yang akan diteliti yaitu (1) bagaimana level pemahaman konsep matematika mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika UMM? (2) Bagaimana penalaran matematika kreatif mahasiswa sesuai level pemahaman konsep sistem bilangan kompleks?

2. Metode Penelitian

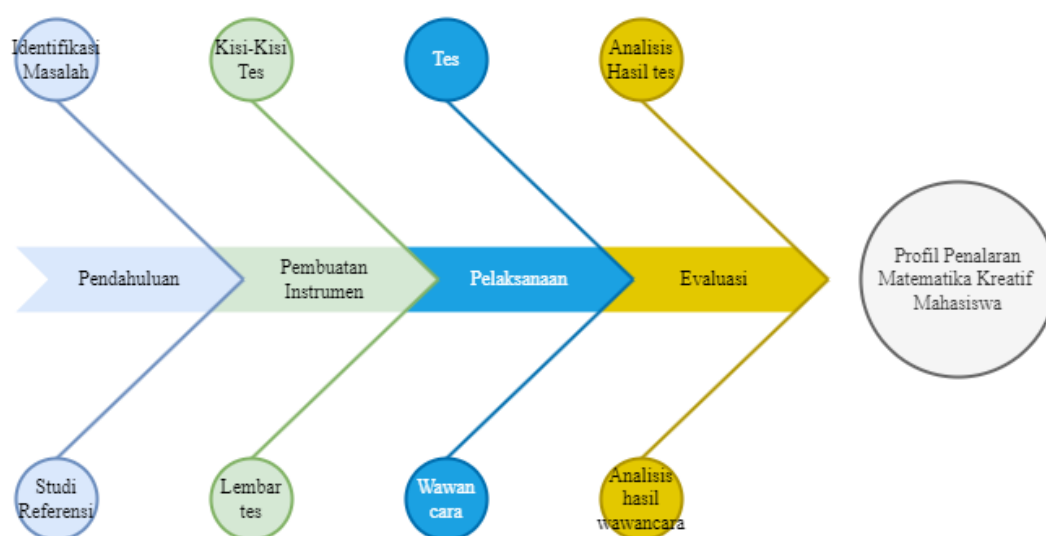
Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan level kemampuan pemahaman konsep matematika siswa yang selanjutnya dijadikan sebagai dasar menganalisis kemampuan bernalar kreatif matematika mahasiswa. Oleh sebab itu, penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif berdasarkan fenomena nyata tentang proses bernalar kreatif mahasiswa yang dianalisis dari hasil jawaban tes mahasiswa. Adapun pendekatan penelitian yang digunakan yaitu *mix method* dimana pendekatan kuantitatif digunakan untuk menguji pengaruh kemampuan pemahaman konsep matematika terhadap penalaran kreatif mahasiswa. Pendekatan kualitatif didasarkan pada hasil tes dan wawancara mahasiswa berdasarkan indikator penalaran matematika kreatif.

Subyek dan Waktu Penelitian

Subyek penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Malang yang menempuh perkuliahan Analisis Variabel Kompleks. Adapun waktu penelitian yaitu Bulan Juli – September Tahun 2023.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang digunakan mengacu pada Gambar 3.



Gambar 3 Prosedur Penelitian

Instrumen Penelitian

1. Lembar Tes

Tes diberikan sebanyak 2 kali yaitu pretest dan posttest. Pretest diberikan kepada mahasiswa dengan materi bilangan kompleks, operasi dan representasi geometris. Posttest diberikan dengan menggunakan materi limit dan turunan. Adapun jenis tes yang digunakan yaitu essay sebanyak 5 soal dengan durasi pengerjaan yaitu 60 menit. Kriteria soal dapat dilihat pada indikator soal sebagai berikut.

Tabel 1 Indikator Soal Tes

No.	Indikator Soal Pretest	Indikator Soal Posttest
1	Diketahui bilangan kompleks dalam bentuk Cartesian, mahasiswa diminta menentukan operasi antar bilangan kompleks meliputi penjumlahan, perkalian, modulus, konjugat.	Diberikan bentuk limit fungsi variabel kompleks, mahasiswa diminta untuk membuktikan kebenarsnnya menggunakan metode epsilon delta
2	Diketahui bilangan kompleks dalam bentuk Cartesian, cara mengubahnya menjadi bentuk eksponen dan polar serta representasi geometris pada bidang argand, mahasiswa diminta menyelidiki kebenaran prosedur penyelesaiannya serta melengkapi alasan setiap tahapan pengerjaan	Diberikan pembuktian keberadaan limit fungsi variabel kompleks, mahasiswa diminta memberikan alasan pada setiap tahapan pembuktian dan menyelidiki kebenarannya
3	Diberikan persamaan bilangan kompleks, mahasiswa diminta melanjutkan penyederhanaan bentuk aljabar dan membuat sketsa	Diberikan fungsi variabel kompleks, mahasiswa diminta melanjutkan tahapan penyelesaian sampai menemukan nilai $\text{Re}(z)$ dan $\text{Im}(z)$
4	Diketahui sketsa bilangan kompleks bentuk polar, mahasiswa diminta	Diketahui fungsi dengan variabel bilangan kompleks, mahasiswa

	menyelidiki kesesuaiannya dengan bilangan kompleks bentuk rectangular	diminta menyelidiki kesesuaian hasil pemetaan secara geometris
5	Diketahui himpunan bilangan kompleks, mahasiswa diminta membuat sketsa daerah bilangan kompleks dan memberikan alasan ketepatan jenis himpunan tersebut apakah buka, tutup, atau bukan keduanya, titik interior, titik eksterior dan titik batas	Diketahui limit fungsi variabel kompleks, mahasiswa diminta melanjutkan tahapan menentukan nilai limit beserta alasan pengambilan setiap tahapan

2. Pedoman wawancara

Pedoman wawancara menggunakan pertanyaan terbuka tentang alasan pemilihan jawaban tes mahasiswa di setiap tahapan. Selanjutnya, hasil wawancara ditranskrip dengan menggunakan bantuan Nvivo untuk melihat kesesuaian jawaban mahasiswa dengan indikator penalaran kreatif mahasiswa.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data diperoleh dengan pretest posttest. Kemudian hasil pretest posttest dianalisis menggunakan *SPSS Statistics*. Teknik analisis data yang diperlukan untuk menarik kesimpulan adalah uji normalitas, uji homogenitas, uji t-Test, dan uji N-gain.

a. Uji Normalitas

Pada pengujian ini akan diketahui apakah data dalam penelitian kelas eksperimen normal atau tidak dengan menggunakan uji *Shapiro Wilk*. Data hasil penelitian harus dipastikan mempunyai kenormalan data untuk menentukan uji hipotesis apakah menggunakan parametrik ataukah nonparametrik. Uji *Shapiro Wilk* dipilih karena data bersifat kecil atau jumlah sampel kurang dari 100 (Quraisy, 2022). Adapun perumusan hipotesis untuk uji normalitas data pretest dan posttest adalah sebagai berikut.

H_0 : Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal.

H_1 : Sampel berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal.

Uji normalitas dilakukan dengan uji *Shapiro Wilk* menggunakan bantuan *software SPSS versi 26.0*. Kriteria pengujian dengan menggunakan taraf signifikansi 5%. Data yang akan diteliti berupa data pretest dan posttest dari kelas eksperimen. H_0 dan H_1 dapat diterima atau ditolak jika nilai signifikansi yang diperoleh lebih besar dari 0,05 atau (Sig.) > 0,05 maka data dikatakan normal (H_0

diterima), berlaku sebaliknya jika nilai (Sig.) $< 0,05$ maka data dikatakan tidak normal (H_0 ditolak) (Yudhira, 2021).

b. Uji Homogenitas Varians

Pengujian homogenitas digunakan untuk melihat homogen atau tidaknya sampel yang dipakai atau lebih tepatnya untuk mengetahui keseluruhan individu yang menjadi anggota populasi, memiliki sifat-sifat yang relatif sama satu sama lainnya. Data hasil penelitian harus dipastikan mempunyai variansi sama (homogen) untuk menentukan uji hipotesis apakah menggunakan parametrik ataukah nonparametrik. Data yang akan diteliti berupa data pretest dan posttest dari kelas eksperimen. Homogenitasnya dapat dilihat dengan membandingkan hasil nilai pretest dan posttest. Penelitian ini menggunakan uji *Fisher* dikarenakan data yang bersifat kecil (Azis et al., 2021). Adapun perumusan hipotesis untuk uji homogenitas data pretest dan posttest adalah sebagai berikut.

H_0 : Kedua varians yang sampelnya diambil homogen.

H_1 : Kedua varians yang sampelnya diambil tidak homogen.

Uji homogenitas dilakukan dengan uji *Fisher* menggunakan bantuan *software SPSS versi 26.0*. Kriteria pengujian dengan menggunakan taraf signifikansi 5%. Uji *Fisher* dapat diterima atau ditolak dilihat dari perbandingan nilai Sig. Jika nilai Sig. $\geq 0,05$ maka data dapat dikatakan homogen (H_0 diterima). Akan tetapi, jika sig $< 0,05$ maka data tersebut dapat dikatakan tidak homogen (H_0 ditolak) (Minarta & Pamungkas, 2022).

c. Uji t-Test

Untuk mengetahui hasil penelitian apakah terdapat perbedaan yang signifikan atau tidak signifikan yaitu menggunakan uji Paired Sampel t-Test yang membandingkan antara hasil nilai pretest dan posttest. Uji t-Test dilakukan untuk melihat apakah kedua kelas memiliki kemampuan pemahaman konsep yang setara atau berbeda. Adapun perumusan hipotesis untuk uji kesamaan dua rata-rata independen adalah sebagai berikut.

H_0 : Terdapat perbedaan signifikan antara hasil nilai pretest dan posttest.

H_1 : Tidak ada perbedaan signifikan antara hasil nilai pretest dan posttest.

Kriteria pengujian dengan menggunakan taraf signifikansi 5%. H_0 dan H_1 dapat diterima atau ditolak berdasarkan nilai signifikan. Apabila nilai signifikan yang diperoleh lebih kecil dari 0.05 atau (Sig.) < 0.05 maka dinyatakan ada perbedaan signifikan antara hasil nilai pretest dan posttest (H_0 diterima).

Sedangkan jika nilai (Sig.) ≥ 0.05 , maka dinyatakan tidak ada perbedaan signifikan antara hasil nilai pretest dan posttest (H_0 ditolak) (Yudhira, 2021).

Teknik Analisis Kualitatif Hasil Tes dan Wawancara

Hasil pretest dianalisis dari lembar jawaban yang disesuaikan dengan indikator pemahaman konsep matematika. Selanjutnya, mahasiswa dikategorikan sesuai level pemahaman konsep yang mengacu pada pelevelan sebagai berikut

No.	Level	Deskripsi
1	Pemahaman baik	Tidak terdapat kesalahan dalam menuliskan jawaban, alasan dan sistematika penyelesaian masalah
2	Pemahaman parsial	Tahapan penyelesaian atau alasan dari jawaban terdapat kekeliruan minor
3	Pemahaman tidak lengkap	Ada tahapan penyelesaian atau pemberian alasan yang tidak dituliskan
4	Miskonsepsi fungsional	Terdapat kesalahan mayor dalam menyelesaikan permasalahan maupun pemberian alasan
5	Tidak Paham	Tidak ada jawaban atau semua jawaban salah

Hasil posttest dianalisis dari lembar jawaban dengan indikator penalaran matematika kreatif yang disesuaikan dengan hasil wawancara mahasiswa.

No.	Aspek Penalaran Matematis Kreatif	Indikator Penalaran Matematis Kreatif
1	Matematika dasar	1. Identifikasi dan menyediakan penjelasan yang berkaitan dengan informasi yang harus diselesaikan dengan pemahaman yang sama dalam penyelesaian masalah 2. Identifikasi kebutuhan dan strategi awal untuk menyelesaikan masalah 3. Identifikasi dan menjelaskan operasi aritmetik dan rumus menggunakan konsep terapan dan hasil yang diperoleh dari konsep matematika
2	Masuk Akal	1. Mengidentifikasi informasi yang diketahui tentang masalah dan memberikan penjelasan tentang proses keterhubungan dalam konsep matematika 2. Memberikan penjelasan tentang hasil dari mengembangkan strategi atau langkah-langkah yang diterapkan membuktikan kebenaran dalam konsep matematika 3. Menjelaskan alasan dan kesesuaian dalam menerapkan strategi atau langkah yang tadi dikembangkan dan akan diimplementasikan dalam a konsep matematika
3	Kebaruan	1. Memperoleh keterhubungan informasi yang ada baru diketahui dalam soal 2. Menyusun strategi atau langkah pemecahan yang akan digunakan dalam memecahkan masalah 3. Menerapkan strategi atau langkah-langkah yang dikembangkan untuk menyelesaikan masalah

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian dilaksanakan selama Semester Ganjil Tahun Akademik 2023-2024 untuk perkuliahan Analisis Variabel Kompleks. Adapun subyek penelitian yaitu mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Malang yang sedang menempuh perkuliahan tersebut. Jumlah subyek penelitian yang dilibatkan pada pengerjaan soal pretest dan posttest yaitu sebanyak 46 mahasiswa.

A. Analisis hasil Pretest dan Posttest

Analisis hasil pretest dan posttest menggunakan uji beda untuk mengetahui perbedaan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest. Sebelum dilakukan uji beda, data hasil pretest dan posttest diuji prasyarat untuk menentukan statistika deskriptif data, kenormalan data dan homogenitas data. Adapun hasil statistika deskriptif untuk pretest dan posttest dapat dilihat pada Gambar 5.1

	N	Minim	Mean	Std.	Varian	Skewness	Kurtosis		
	Statist	um	Statist	Deviasi	ce	Statist	Std.	Statist	Std.
	ic	Statisti	ic	on	Statisti	ic	Err	ic	Err
		c		Statisti	c		or		or
				c					
Skor_pret	46	30	83	63,63	10,886	.771	.35	.971	.68
est							0		8
Skor_pos	46	70	95	81,11	21,121	.239	.35	.663	.68
test							0		8
Valid N (listwise)	46								

Gambar 5.1 Hasil Statistika Deskriptif (adopsi dari hasil SPSS)

Berdasarkan Gambar 5.1, dapat diinterpretasi bahwa data sebanyak 46, pada skor pretest mempunyai skor minimum 30 dan skor maksimum 83. Hasil posttest menunjukkan bahwa skor minimum adalah 70 dan skor maksimum adalah 95. Rata-rata hasil pretest yaitu 63,63 sedangkan hasil posttest menunjukkan rata-rata 80,54. Berdasarkan skor *skewness* dan *kurtosis*, hasil pretest menunjukkan angka $-0,771$ sedangkan skor *kurtosis* yaitu $0,971$. Hasil posttest menunjukkan skor *skewness* yaitu $-0,239$ dan *kurtosis* sebesar $0,663$. Hal ini berarti, angka tersebut menjauhi nol sehingga data dapat dikatakan berdistribusi tidak normal maka kita perlu meyakinkan kenormalan ini menggunakan hasil uji normalitas

1. Uji Normalitas

Selanjutnya, dilakukan uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk karena data kurang dari 50. Hasil pengolahan data menggunakan aplikasi SPSS dapat dilihat pada Gambar 5.2.

Test of Normality

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Skor_pretest	.152	46	.009	.956	46	.079
Skor_posttest	.142	46	.021	.952	46	.057

Gambar 5.2 Hasil Uji Normalitas Data

Berdasar Gambar 5.2 menunjukkan nilai signifikansi pretest adalah $0,079 > 0,05$ sedangkan nilai signifikansi posttest adalah $0,057 > 0,05$. Karena kedua nilai signifikansi pada Shapiro-Wilk menunjukkan lebih dari 0,05 maka H_0 diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan berdasarkan hipotesis yang telah ditetapkan bahwa data pretest maupun posttest berdistribusi normal.

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk menganalisis variansi yang terdapat pada hasil pretest dan posttest. Hal ini dilakukan sebagai uji prasyarat untuk menentukan uji selanjutnya apakah menggunakan parametrik ataupun nonparametric. Hasil pengujian homogenitas data pretest dan posttest dapat dilihat pada Gambar 5.3

Tests of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil_Tes	Based on Mean	16.419	1	90	<.001
	Based on Median	16.204	1	90	<.001
	Based on Median and with adjusted df	16.204	1	69.708	<.001
	Based on trimmed df	16.332	1	90	<.001

Gambar 5.3 Hasil Uji Homogenitas Data

Hasil uji homogenitas menunjukkan bahwa nilai signifikansi adalah $< 0,001$. Hal ini berarti, H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data tidak homogen atau mempunyai variansi. Uji beda dapat dilakukan meskipun data tidak homogen. Oleh sebab itu, uji beda yang dilakukan yaitu *paired t-test*.

3. Uji Beda Berpasangan

Uji beda digunakan untuk mengetahui perbedaan hasil pretest dan posttest secara signifikan. Hasil uji beda menggunakan *paired t-test* dapat dilihat pada Gambar 5.4.

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Skor_pretest	63.63	46	10.886	1.605
	Skor posttest	81.11	46	5.208	.768

Paired Samples Correlations

Pair 1	Skor pretest & skor_posttest	N	Correlation	Sig.
		46	.211	.160

Paired Samples Test

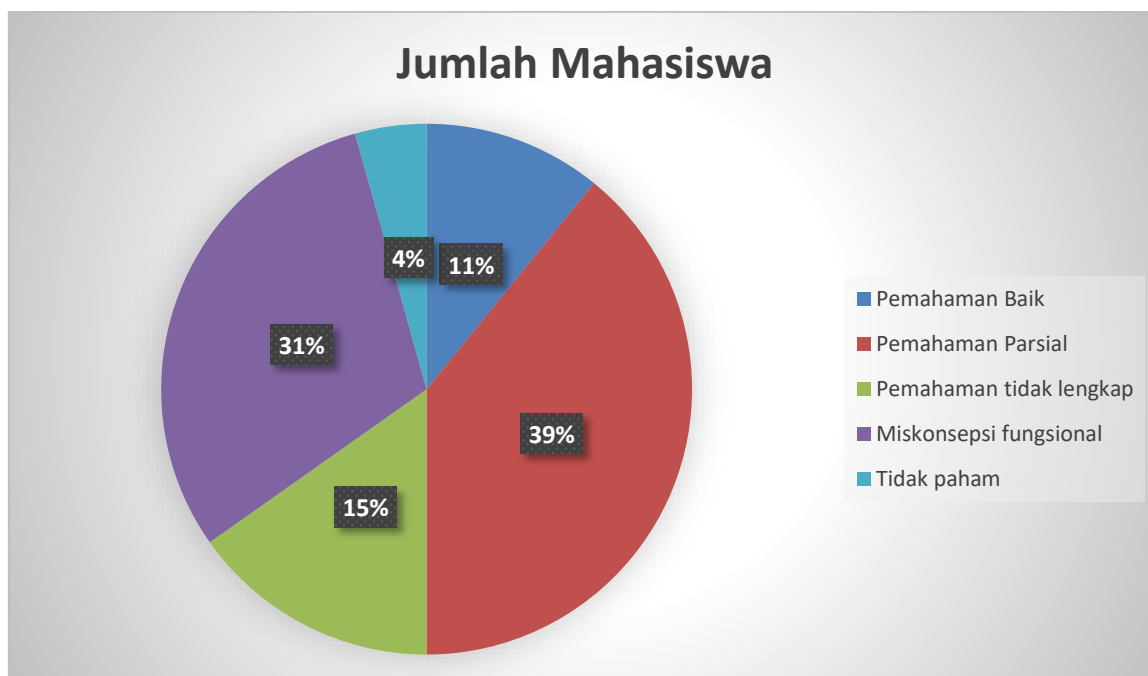
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower Upper			
Pair 1	Skor_pretest	-	11.033	1.62	-	-	-	4
		17.478		7	21.853	13.103	10.745	5
	Skor_posttest							

Gambar 5.4 Hasil Uji Beda Berpasangan (*paired t-test*)

Berdasarkan hasil *paired samples statistics*, diperoleh rata-rata pretest adalah 63,63 sedangkan rata-rata posttest adalah 81,11. Hal ini dapat dilihat secara langsung bahwa rata-rata kedua skor adalah berbeda. Berdasarkan hasil *paired samples correlations*, diperoleh skor signifikansi $0,160 > 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pretest dan posttest tidak berkorelasi. Interpretasi tabel t-test menunjukkan bahwa nilai signifikansi adalah $< 0,001$. Hal ini berarti, H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dengan demikian, diperoleh kesimpulan hasil uji beda bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pretest dan posttest.

B. Analisis Kualitatif Hasil Tes dan Wawancara

Hasil pretest dari soal yang telah diberikan kepada subyek penelitian ditunjukkan oleh diagram pada Gambar 5.5 dengan persentase setiap level pemahaman konsep matematika mahasiswa.



Gambar 5.5 Persentase Level Pemahaman Konsep Mahasiswa

Persentase terbanyak dari level pemahaman konsep mahasiswa yaitu pemahaman parsial yang berarti bahwa mahasiswa masih mengalami kekeliruan minor atau sebagian saja dari penyelesaian masalah yang dilakukan. Contoh hasil pengerjaan pretest mahasiswa dengan level pemahaman parsial dapat dilihat pada Gambar 5.6

$$\begin{aligned}
 (ii) \quad \frac{2+i}{4i + (1+i)^2} &= \frac{2+i}{4i + 1 + 2i + i^2} \quad \rightarrow \text{Modulus } |z| = \sqrt{x^2 + y^2} \\
 &= \frac{2+i}{1 + 6i + i^2} \quad = \sqrt{\left(\frac{1}{6}\right)^2 + \left(\frac{1}{3}\right)^2} \\
 &= \frac{2+i}{1 + 6i + (-1)} \quad = \sqrt{\frac{5}{36}} \\
 &= \frac{2+i}{6i} \quad \rightarrow \text{Argumen: } \text{Arg } z = \arctan\left(\frac{y}{x}\right) \\
 &= \frac{2+i}{6i} \quad = \arctan\left(\frac{\frac{1}{3}}{\frac{1}{6}}\right) \\
 &= \frac{2+i}{6i} \quad = \arctan 2 \text{ rad} \\
 &= \frac{1}{6} + \frac{1}{3}i \\
 \rightarrow \frac{2+i}{4i + (1+i)^2} &= \frac{1}{6} + \frac{1}{3}i
 \end{aligned}$$

Gambar 5.6 Jawaban Mahasiswa Kelompok Level Pemahaman Parsial

Jawaban mahasiswa yang berada pada level pemahaman parsial didominasi oleh kasus dimana mahasiswa keliru dalam menuliskan operasi perkalian sekawan. Mahasiswa menulis $\frac{2+i}{6i} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3}i$ Padahal, untuk menentukan bentuk bilangan kompleks secara umum maka perlu menggunakan perkalian sekawan dengan i .

Selanjutnya, dilakukan analisis hasil posttest dan wawancara untuk mendeskripsikan penalaran matematis kreatif yang muncul. Berikut adalah hasil jawaban posttest pada mahasiswa dengan skor 78 atau berada pada level pemahaman parsial.

2. Buktikan bahwa $\lim_{z \rightarrow i} z^2 = -1 \rightarrow$ asumsikan $\epsilon = 0,1$

$$|z^2 - (-1)| = |(z-i)(z+i)|$$

$$= |z-i| \cdot |z+i|$$

$$< \delta |z+i|$$

$$|z^2 - (-1)| < \delta |z+i| < \delta(\delta+2) < \epsilon = 0,1$$

$$|z^2 - (-1)| = |z+i| \cdot |z-i|$$

$$< |z+i| \cdot \frac{0,1}{3}$$

$$< \left(2 + \frac{0,1}{3}\right) \cdot \frac{0,1}{3}$$

$$< 3 \cdot \frac{0,1}{3}$$

$$= 0,1 = \epsilon$$

$\therefore$ terbukti $\lim_{z \rightarrow i} z^2 = -1$

Gambar 5.7 Hasil Jawaban Posttest Mahasiswa Level Pemahaman Parsial

Jawaban mahasiswa tersebut menjawab soal pertama yaitu tentang pembuktian limit menggunakan metode epsilon-delta. Pada pembuktian yang dituliskan, mahasiswa belum memenuhi aspek matematika dasar. Hal ini dapat dilihat bahwa mahasiswa belum menyediakan penjelasan tentang fungsi dasarnya yakni $z^2 = -1$. Pada penulisan $\epsilon = 0,1$, mahasiswa mampu belum memberikan penjelasan darimana hal tersebut dapat diperoleh. Mahasiswa juga belum mampu mengidentifikasi strategi awal, yakni *Untuk sebarang $\epsilon > 0$ ada $\delta > 0$* untuk menyelesaikan masalah sebagai syarat utama dari pembuktian kalimat tersebut.

Aspek penalaran matematis kreatif yaitu masuk akal, mahasiswa mampu mengidentifikasi informasi yang diketahui tentang masalah dan menuliskan proses

keterhubungan dari konsep matematika. Hal ini dapat dilihat pada saat mahasiswa menuliskan $|z^2 - (-1)| = |z + i| \cdot |z - i| < |z + i|^{\frac{0,1}{3}}$. Namun, mahasiswa tersebut belum menuliskan penjelasan tentang hasil dari tahapan tersebut. Hal ini juga menunjukkan adanya ketidaksesuaian dalam menerapkan strategi konsep matematika.

Aspek kebaruan yang berkaitan dengan keterhubungan informasi yang ada, strategi pemecahan masalah, dan penerapannya belum memunculkan kebaruan. Hal ini dikarenakan proses pembuktian tersebut mendapatkan bilangan yang belum diketahui darimana asalnya.

Pembahasan

Level Pemahaman Konsep Matematis Mahasiswa

Pemahaman konsep matematis mahasiswa yang diperoleh dari pemberian pretest memperoleh hasil yang cukup variatif. Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Malang Angkatan 2021 pada perkuliahan Analisis Variabel Kompleks didominasi oleh level pemahaman konsep matematis yang parsial. Hal ini dibuktikan dengan adanya kekeliruan minor yang berbentuk operasi penjumlahan, pengurangan dan perkalian bilangan bulat. Selain itu, hasil jawaban pretest mahasiswa menunjukkan bahwa kekeliruan minor terdapat pada syarat yang harus dipenuhi dalam persamaan. Misalnya, kapan fungsi rasional dapat terdefinisi dengan baik berdasarkan bentuk penyebutnya. Mahasiswa seringkali terlupa untuk menuliskan hal tersebut. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa operasi dasar pada bilangan masih mendominasi penyelesaian masalah matematika (Mariano-Dolesh et al., 2022).

Level pemahaman konsep mahasiswa pada penyelesaian soal pretest menunjukkan masih adanya mahasiswa yang berada pada level tidak paham. Pada waktu pengerjaan pretest, mahasiswa ini biasanya hanya menuliskan soal kembali. Setelah diwawancarai, mahasiswa menyatakan bahwa ada perasaan kebingungan dan kesulitan dalam menentukan langkah awal dari penyelesaian masalah. Hal ini sejalan dengan riset sebelumnya yang menyatakan bahwa kebanyakan peserta didik kesulitan menentukan tahapan awal dari pengerjaan soal matematika (Fariha & Ramlah, 2021; Inastuti et al., 2021; Sonia et al., 2022).

Analisis Hasil Penalaran Matematis Kreatif Mahasiswa

Hasil penalaran matematis kreatif dari hasil tes menunjukkan mahasiswa memenuhi aspek masuk akal dalam penyelesaian masalah. Hal ini dikarenakan, dalam penyelesaian masalah, mahasiswa mampu mengidentifikasi informasi yang diketahui tentang masalah. Biasanya, mahasiswa akan menuliskan dalam bentuk notasi matematika dari rumus atau teorema yang telah dipelajari sebelumnya. Selain itu, dalam menyelesaikan soal, mahasiswa mampu menjelaskan tahapan pengerjaan soal tersebut secara sistematis dengan alasan yang masuk akal. Misal, pada saat pengerjaan soal pembuktian limit menggunakan metode epsilon-delta, mahasiswa mampu mengidentifikasi fungsi, nilai yang didekati, dan nilai limit. Hal ini berarti, mahasiswa mampu mengkoneksikan pengetahuan dengan konsep dasar limit sebagai pengetahuan awal pada proses pembuktian serta memberikan penjelasan berdasarkan kemampuan koneksi yang dimiliki secara lancar (Jonsson et al., 2014, 2022; Masfingatin et al., 2020). Mahasiswa juga mampu menjelaskan bahwa konsep limit apabila direpresentasikan dalam bentuk geometris akan membentuk *deleted neighborhood* hanya sebagian kecil mahasiswa yang menuliskan pembuktian limit tanpa menuliskan makna dari notasi limit itu sendiri. Hal ini berlawanan dengan penelitian sebelumnya, dimana peserta didik dengan penalaran kreatif matematis rendah mendominasi dan mengalami kesulitan dalam menerjemahkan fakta, konsep prinsip dan prosedur (Sonia et al., 2022).

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dari hasil penelitian ini difokuskan pada level pemahaman konsep mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika yakni berada pada level pemahaman konsep parsial. Berdasarkan temuan penelitian diperoleh hasil dimana mahasiswa yang menyelesaikan soal sebagian besar lancar dalam menuliskan prosedur pembuktian mulai dari menuliskan teorema dasar hingga penggunaan teorema itu sendiri. Namun, sebagian kecil mahasiswa justru masih melakukan kesalahan dalam operasi dasar bilangan dan penentuan langkah awal dari pembuktian. Adapun kemampuan penalaran kreatif mahasiswa didominasi oleh aspek masuk akal (*plausible*). Artinya, mahasiswa mampu menuliskan prosedur pembuktian limit dan mampu mengidentifikasi informasi yang telah termuat pada soal. Selanjutnya, mahasiswa mampu menggunakan notasi matematika dengan tepat untuk menuliskan prosedur penyelesaian masalah. Mahasiswa juga mampu mengkoneksikan konsep dasar limit untuk membuktikan teorema secara lancar.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Muhammadiyah Malang yang telah memberikan hibah penelitian dasar.

Pustaka

- Al-Mutawah, M. A., Thomas, R., Eid, A., Mahmoud, E. Y., & Fateel, M. J. (2019). Conceptual understanding, procedural knowledge and problem-solving skills in mathematics: High school graduates work analysis and standpoints. *International Journal of Education and Practice*, 7(3). <https://doi.org/10.18488/journal.61.2019.73.258.273>
- Altarawneh, A. F., & Marei, S. T. (2021). Mathematical proficiency and preservice classroom teachers' instructional performance. *International Journal of Education and Practice*, 9(2). <https://doi.org/10.18488/journal.61.2021.92.354.364>
- Arrahim, A., & Fatimah, A. N. (2018). UPAYA MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP SISWA PADA MATA PELAJARAN MATEMATIKA MELALUI MODEL PROBLEM POSING PADA SISWA DI SEKOLAH DASAR. *JMIE (Journal of Madrasah Ibtidaiyah Education)*, 2(2). <https://doi.org/10.32934/jmie.v2i2.69>
- Baye, M. G., Ayele, M. A., & Wondimuneh, T. E. (2021). Implementing GeoGebra integrated with multi-teaching approaches guided by the APOS theory to enhance students' conceptual understanding of limit in Ethiopian Universities. *Heliyon*, 7(5). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07012>
- Brunetto, D., Andrà, C., & Bernardi, G. (2019). *Teaching with emerging technologies in a STEM university math class*. <https://doi.org/10.4995/head19.2019.9179>
- Busaka, C., Umugiraneza, O., & Kitta, S. R. (2022). Mathematics teachers' conceptual understanding of soft skills in secondary schools in Zambia. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(7). <https://doi.org/10.29333/ejmste/12160>
- Fariha, & Ramlah. (2021). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Polya. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 1(1).
- Ghazali, N. H. C., & Zakaria, E. (2011). Students' procedural and conceptual understanding of mathematics. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(7).
- Gita, A., Murnaka, N. P., & Sukmawati, K. I. (2018). Penerapan Model Pembelajaran Conceptual Understanding Procedures (CUPS) sebagai Upaya Mengatasi Miskonsepsi Matematis Siswa. *Journal of Medives: Journal of Mathematics*

- Education IKIP Veteran Semarang*, 2(1).
<https://doi.org/10.31331/medives.v2i1.521>
- Hamid, H. A., Tapsir, R., Shah, R. L. Z. R. M., Salleh, F. Z., Mustaffa, N., Lakim, K. H., & Abdulhamid, S. R. S. (2021). Pre-University Students' Conceptual Understanding of Functions and Derivatives through Graphical Reasoning. *Review of International Geographical Education Online*, 11(4). <https://doi.org/10.33403/rigeo.8006815>
- Helsa, Y., Turmudi, & Juandi, D. (2023). Hybrid Learning for Conceptual Understanding Skills in Mathematics: A Meta-Analysis. *International Journal of Information and Education Technology*, 13(2). <https://doi.org/10.18178/ijiet.2023.13.2.1814>
- Hershkowitz, R., Tabach, M., & Dreyfus, T. (2017). Creative reasoning and shifts of knowledge in the mathematics classroom. *ZDM - Mathematics Education*, 49(1). <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0816-6>
- Inastuti, I. G. A. S., Subarinah, S., Kurniawan, E., & Amrullah, A. (2021). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Pola Bilangan Ditinjau Dari Gaya Belajar. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 1(1). <https://doi.org/10.29303/griya.v1i1.4>
- Jehadus, E., Tamur, M., Jelatu, S., Pantaleon, K. V., Nendi, F., & Defrino, S. S. (2020). THE INFLUENCE OF CONCEPTUAL UNDERSTANDING PROCEDURES (CUPs) LEARNING MODELS CONCEPT OF UNDERSTANDING OF CONCEPT STUDENT MATH. *Journal Of Educational Experts (JEE)*, 3(2). <https://doi.org/10.30740/jee.v3i2p53-59>
- Jonsson, B., Granberg, C., & Lithner, J. (2020). Gaining Mathematical Understanding: The Effects of Creative Mathematical Reasoning and Cognitive Proficiency. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.574366>
- Jonsson, B., Mossegård, J., Lithner, J., & Karlsson Wirebring, L. (2022). Creative Mathematical Reasoning: Does Need for Cognition Matter? *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.797807>
- Jonsson, B., Norqvist, M., Liljekvist, Y., & Lithner, J. (2014). Learning mathematics through algorithmic and creative reasoning. *Journal of Mathematical Behavior*, 36. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2014.08.003>
- Kowiyah, K., Mulyawati, I., & Umam, K. (2019). Conceptual Understanding and Mathematical Representation Analysis of Realistic Mathematics Education Based on Personality Types. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(2). <https://doi.org/10.24042/ajpm.v10i2.4605>
- Kusaeri, K., Lailiyah, S., Arrifadah, Y., & Asmiyah, S. (2022). Enhancing creative reasoning through mathematical task: The quest for an ideal design. *International*

- Journal of Evaluation and Research in Education*, 11(2).
<https://doi.org/10.11591/ijere.v11i2.22125>
- Mariano-Dolesh, M. L., Collantes, L. M., Ibañez, E. D., & Pentang, J. T. (2022). Mindset and Levels of Conceptual Understanding in the Problem-Solving of Preservice Mathematics Teachers in an Online Learning Environment. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(6).
<https://doi.org/10.26803/ijlter.21.6.2>
- Marsitin, R., Sa'dijah, C., Susiswo, S., & Chandra, T. D. (2022). Creative Mathematical Reasoning Process of Climber Students in Solving Higher Order Thinking Skills Geometry Problems. *TEM Journal*, 11(4). <https://doi.org/10.18421/TEM114-56>
- Masfingat, T., Murtafiah, W., & Maharani, S. (2020). Exploration of Creative Mathematical Reasoning in Solving Geometric Problems. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(2). <https://doi.org/10.22342/jpm.14.2.7654.155-168>
- Mulbar, U., Assagaf, S. F., & Arfah, A. (2019). Communication skill and mathematics conceptual understanding of senior high school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1387(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1387/1/012071>
- Rinneheimo, K. M., & Suhonen, S. (2022). Languaging and conceptual understanding in engineering mathematics. *LUMAT*, 10(2).
<https://doi.org/10.31129/LUMAT.10.2.1729>
- Şefik, Ö., Erdem Uzun, Ö., & Dost, Ş. (2021). Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi Content Analysis of the APOS Theory Studies on Mathematics Education Conducted in Turkey and Internationally: A Meta-Synthesis Study. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 15(2), 404–428.
<https://doi.org/10.17522/balikesirnef.1020526>
- Sonia, E., Nurjaman, A., & Hutajulu, M. (2022). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dalam Menyelesaikan Soal Cerita Materi Persamaan Linear Satu Variabel pada Siswa SMP. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 5(4).
- Suryawati, I., Asri, K., Ainun, N., Rahmani, R., & Mahmuzah, R. (2021). Concept Understanding Ability and Students Belief through Think Talk Write Learning Model Using Cube Origami Media. *Numerical: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*. <https://doi.org/10.25217/numerical.v5i2.1830>
- Verina, I., & Juandi, D. (2022). Indonesian Students' Conceptual Understanding in Mathematics based on Learning Style: Systematic Literature Review (SLR). *Symmetry: Pasundan Journal of Research in Mathematics Learning and Education*, 7(2). <https://doi.org/10.23969/symmetry.v7i2.6409>

