

Proses Berfikir Refraktif Calon Guru Program Studi Pendidikan Matematika FTIK IAIN Bukittinggi Pada Mata Kuliah Kalkulus Peubah Banyak (KPB)

Haida Fitri¹, Aniswita¹, dan Tifani¹

¹Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Islam Negeri Sjech M. Djamil Djambek Bukittinggi
e-mail: anesa.mq81@gmail.com

ABSTRAK. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kemampuan refraktif calon guru berkemampuan tinggi, sedang dan rendah di prodi Pendidikan matematika IAIN Bukittinggi. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif. Subjek penelitian adalah 2 orang calon guru untuk masing-masing tingkat kemampuan yaitu berkemampuan tinggi, sedang dan rendah yang mengambil matakuliah Kalkulus Peubah Banyak. Instrumen yang digunakan adalah tes kemampuan refraktif dan pedoman wawancara. Tes dan pedoman wawancara dikembangkan dari 8 indikator kemampuan berfikir refraktif dan divalidasi oleh ahli. Sebelum digunakan tes diujicobakan untuk mendapatkan tes yang valid dan reliabel. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis data kualitatif model Miles dan Huberman yang terdiri dari 3 tahapan yaitu reduksi data, menyajikan data, verifikasi data atau menarik kesimpulan. Triangulasi yang digunakan adalah triangulasi metode dan waktu. Triangulasi metode dengan membandingkan lembar jawaban calon guru dengan hasil wawancara sedangkan triangulasi waktu dengan membandingkan lembar jawaban dan wawancara tahap 1 dengan tahap 2. Hasil penelitian menunjukkan calon guru kemampuan tinggi mampu mendeskripsikan masalah dan menafsirkan serta memberikan simbol dalam bentuk representasi matematis dengan lengkap.

Kata kunci: berfikir refraktif, kalkulus peubah banyak, proses berfikir

PENDAHULUAN

Era Revolusi industri 4.0 menuntut sumber daya manusia yang berkualitas, memiliki keahlian, profesional dan memiliki kemampuan berfikir tingkat tinggi. Kemampuan ini dibutuhkan untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Kemampuan berfikir tingkat tinggi dapat diasah dan dikembangkan salah satunya melalui pembelajaran matematika. Matematika mengandung kemampuan abstraksi, analisis masalah dan penalaran logis (Harmini et al., 2019). Melalui abstraksi, analisis masalah dan penalaran logis tersebut calon guru dapat mengembangkan kemampuan berfikir tingkat tinggi mereka. Begitu juga sebaliknya, untuk belajar matematika dengan baik dibutuhkan kemampuan berfikir tingkat tinggi. Semakin tinggi kemampuan berpikir calon guru, semakin mudah calon guru tersebut untuk memahami dan menguasai konsep-konsep matematika. Soedjadi mengatakan bahwa, objek dasar matematika adalah fakta, konsep, relasi/operasi dan prinsip. Objek ini merupakan hal-hal yang abstrak sehingga untuk memahaminya tidak cukup hanya dengan menghafal tetapi dibutuhkan adanya proses berpikir khususnya berfikir tingkat tinggi (Soedjadi, 2000). Calon guru yang berpikir linier cenderung akan mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah matematika apabila masalah tersebut berbeda dengan contoh yang telah diberikan (Prayitno, 2015).

Kemampuan berfikir tingkat tinggi merupakan kemampuan berfikir yang melibatkan kognitif tingkat tinggi (Krathwohl, 2002). Sesuai dengan pendapat Krulik berfikir tingkat tinggi meliputi berfikir kritis, logis, berfikir reflektif, metakognisi, dan berfikir kreatif (Krulik & Milou, 2014). Selain itu, Pagano dan Roselle, mengenalkan berfikir refraktif yang dikonstruksi dari berfikir

reflektif dan berfikir kritis. Sesuai dengan yang dikatakan oleh Medeni dkk bahwa berpikir refraktif merupakan suatu proses berpikir untuk memperoleh pengetahuan baru yang dihasilkan dari proses berpikir reflektif dan berpikir kritis (Medeni & Medeni, 2012). Berpikir reflektif adalah proses mengkonstruksi pengalaman dalam menghadapi masalah sehingga diperoleh pengetahuan untuk menyelesaikannya. Kemampuan ini sangat penting untuk membantu mengembangkan strategi dan menerapkan pengetahuan baru terhadap situasi yang kompleks (Prihati & Wijayanti, 2017). Berpikir kritis adalah suatu kemampuan untuk mengevaluasi informasi yang relevan dan pilihan yang dikumpulkan dalam tahap refleksi dengan cara yang sistematis, terarah dan efisien dalam mengembangkan keterampilan pemecahan masalah (Pagano & Roselle, 2009). Salah satu tujuan utamanya adalah untuk mengenali keterkaitan pandangan yang berbeda, oleh karena itu seseorang perlu mempertimbangkan informasi yang dikumpulkan dan alternatif strategi yang dikumpulkan dalam tahap reflektif.

Berpikir refraktif penting dimiliki oleh calon guru, termasuk calon guru prodi Pendidikan matematika. Berfikir refraktif dapat membekali calon guru untuk menghadapi dan menyaring informasi yang didengar, dibaca, dialami sendiri dan mempertimbangkan keputusan yang dibuat, baik dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam mata kuliah. Salah satu matakuliah wajib di prodi Pendidikan matematika adalah Kalkulus Peubah Banyak (KPB). KPB merupakan bagian dari matakuliah Kalkulus yang mempelajari tentang konsep diferensial dan integral di ruang dan merupakan lanjutan dari matakuliah Kalkulus diferensial dan Kalkulus Integral.

Cukup banyak penelitian mengungkap tentang kesulitan calon guru dalam memahami konsep Kalkulus dan adanya anggapan bahwa Kalkulus merupakan matakuliah yang sulit (Tarmizi, 2010). Pengetahuan calon guru lebih cenderung pada pengetahuan prosedural dibandingkan dengan pengetahuan konseptual (Mahir, 2009). Hal senada juga terjadi di prodi Pendidikan matematika IAIN Bukittinggi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Aniswita dkk terlihat kemampuan Kalkulus calon guru IAIN Bukittinggi masih rendah (Aniswita, 2016). Selain itu, penulis sebagai pengampu mata kuliah KPB, menemukan adanya anggapan KPB merupakan matakuliah yang cukup sulit bagi sebagian calon guru pendidikan matematika IAIN Bukittinggi. Hal ini terlihat dari rata-rata nilai KPB yang diperoleh dua tahun terakhir sebesar 56,75.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan pada 11 November 2019, kesulitan yang dialami diantaranya dalam pembuatan grafik, memanfaatkan informasi yang terdapat pada soal dan memilih strategi yang tepat untuk menyelesaikannya. Hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan berfikir refraktif calon guru PMTK IAIN Bukittinggi cenderung bermasalah sehingga peneliti tertarik untuk mendeskripsikannya.

Komponen proses berfikir refraktif terbentuk dari komponen pada berfikir reflektif dan komponen berfikir kritis, dimana komponen-komponen tersebut tidak hirarki. Adapun komponen berfikir reflektif dan berfikir kritis terdapat pada Tabel 1 (Prayitno, 2014). Komponen-komponen tersebut didasarkan pada pengertian dan pemikiran berfikir refraktif dan berfikir kritis dalam matematika seperti pada Tabel 2. Delapan komponen berfikir refraktif yang dikelompokkan menjadi 3 komponen utama yaitu *identified of problem*, *strategic* dan *evaluation* (Prayitno, 2015).

Komponen *Identified of problem* yaitu membuat daftar informasi yang diberikan dalam masalah, mengelompokkan informasi, memvisualisasikan informasi dalam simbol matematika dan mengidentifikasi beberapa konsep atau prinsip yang terkandung dalam masalah. Merumuskan *Strategic* dapat dilakukan dengan mengidentifikasi hubungan antara informasi, beberapa pernyataan atau konsep, dan elemen-elemen yang dianggap penting dalam memecahkan masalah, bahkan mengusulkan beberapa kemungkinan solusi masalah. Melakukan *Evaluation* berarti menilai informasi yang dihasilkan berdasarkan informasi yang relevan untuk membuat kesimpulan (Yenti et al., 2020).

Tabel 1 Komponen-Komponen Berfikir Reflektif dan Berfikir Kritis

Komponen Berfikir Reflektif	Komponen Berfikir Kritis
<i>Description of problem</i>	<i>Exploration the information</i>
a. Mendiskripsikan informasi yang akan diselesaikan	a. Mengumpulkan dan mengelompokkan informasi
b. Menafsirkan situasi berdasarkan ingatan atau pengalaman	b. Mendefinisikan dengan jelas yang akan diselesaikan
c. Menggunakan cara yang relevan untuk menafsirkan situasi	
<i>Define the problem</i>	<i>Relevance of information</i>
a. Mengidentifikasi masalah	a. Membandingkan dan membedakan informasi yang berbeda
b. Menafsirkan situasi secara rasional	b. Mengidentifikasi hubungan antara pernyataan, pertanyaan dan konsep
c. Memvisualisasikan ide dalam bentuk symbol	c. Mengenali prinsip yang ada di informasi (focus)
	d. Mengintegrasikan beberapa informasi sehingga membentuk sesuatu yang baru (hipotesis)
<i>Collection of information</i>	<i>Evaluation</i>
a. Kecerdikan memilih ide untuk memberikan alternatif solusi	a. Menyimpulkan dengan valid
b. Mengajukan beberapa kemungkinan alternatif solusi dalam pemecahan masalah	b. Menilai kredibilitas pernyataan atau representasi lain dan menilai kekuatan logis
<i>Conclusion belief</i>	<i>Clarification</i>
a. Melakukan pengujian hipotesis dan menggunakannya sebagai bahan pertimbangan	a. Menjelaskan kembali informasi yang dihasilkan
	b. Kesadaran diri untuk memantau hasil penyelesaian seseorang

Tabel 2. Komponen Berfikir Refraktif

Komponen Berfikir Reflektif	Komponen Berfikir Kritis	Komponen Berfikir Refraktif
<i>Description problem</i>	<i>Exploration Information</i>	<i>Identified of problem</i>
<i>Define the problem</i>		
<i>Collection</i>	<i>Relevance the Information</i>	<i>Strategic</i>
<i>Conclusion belief</i>	<i>Evaluation</i>	<i>Evaluation</i>
	<i>Clarification</i>	

Refraksi berfokus pada keterampilan berfikir kritis dan pemecahan masalah. Proses refraksi membantu siswa memahami dan mengidentifikasi proses *intermediate* belajar dalam membantu mengembangkan keterampilan berfikir kritis (Pagano & Roselle, 2009). Dengan demikian, refraksi dirancang untuk memperoleh hasil belajar yang bermakna dan terarah dari refleksi, seperti mengembangkan keterlibatan substantif dan pemecahan masalah. Refraksi menyoroti pentingnya menggunakan pedoman pertanyaan dan interaksi pengajar untuk mendorong siswa untuk menggunakan refleksi yang ditulis untuk melampaui model mental saat ini yaitu untuk benar-benar berpikir (Pagano & Roselle, 2009). Tujuan akhir dari refraksi adalah untuk dapat menawarkan solusi alternatif, pertimbangan dan/atau pengamatan terhadap masalah yang dihadapi (Pagano & Roselle, 2009).

Beberapa penelitian terdahulu terkait kemampuan berfikir refraktif. Penelitian Pagano dan Roselle tahun 2006 dengan judul *connection and experience*. Melalui penelitian ini Pagano dan Roselle menyatakan melalui proses berpikir refraktif dengan pengetahuan yang luas memungkinkan kita untuk menganalisis dan menghubungkan masalah melalui sudut pandang yang berbeda-beda (Pagano & Roselle, 2006), Pagano dan Roselle tahun 2009 dengan judul *Refraction and International Experience Education*. Pada penelitian ini Pagano dan Roselle memperkenalkan “refraksi” sebagai proses pembelajaran transformatif yang membantu siswa memahami dan mengidentifikasi proses pembelajaran tingkat lanjut yang membantu perkembangan kemampuan berpikir kritis, sehingga

dengan perencanaan proses pembelajaran yang matang dan tugas-tugas yang diberikan untuk mengasah kemampuan refleksi, berpikir kritis dan refraktif siswa sehingga kedepannya diharapkan siswa mampu bersaing ditingkat internasional (Pagano & Roselle, 2009), Mendeni tahun 2012 dengan judul *Refraction and Refraction For Knowledge Management System*. Penelitian ini menyimpulkan bahwa dengan mendefinisikan parameter-parameter yang relevan dari suatu proses pembelajaran dengan fenomena refleksi dan refraktif, kita dapat memodelkan dan mendemonstrasikan system penciptaan pengetahuan untuk pendidikan masa depan (Medeni & Medeni, 2012), Anton Prayitno pada tahun 2015 dengan judul *Proses Berpikir Refraktif Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Matematika Tentang Kesamaan*, dalam penelitian ini dijelaskan pada umumnya siswa berpikir secara linier sehingga siswa kesulitan dalam menyelesaikan masalah matematika yang tidak sama dengan masalah yang dicontohkan oleh guru, begitu juga dengan kesalahpahaman siswa terhadap tanda sama dengan atau "=", oleh karena itu diperlukan *scaffolding* agar terjadi proses berpikir refraktif untuk membantu siswa dalam memahami dan mengidentifikasi proses intermediate belajar (Prayitno, 2015). Anton Prayitno dkk dengan judul penelitiannya *Refractive Thinking with Dual Strategy in Solving Mathematics Problem*, hasil dari penelitian ini memaparkan bahwa subjek membutuhkan dua alternatif dalam proses pengambilan keputusan, jika terdapat urutan daerah yang sama subjek menggunakan perbandingan internal sebagai pertimbangannya (Prayitno et al., 2016). Penelitian Isra Nurmei Yenti dkk dengan judul *Students' Errors In Refractive Thinking (The Component Of Identifying Problems) About Spheres And Distence In Three-Space*, hasil dari penelitian ini adalah terdapat beberapa kesalahan calon guru dalam berpikir refraktif saat mengidentifikasi masalah yaitu kesalahan membaca, kesalahan dalam menginterpretasi bahasa, kesalahan pemahaman soal, kesalahan factual dan kesalahan dalam memvisualisasikan grafik matematika (Yenti et al., 2020), dan *Mathematical Refractive Thinking Ability In Multivariable Calculus: Instrument Design and Quality of Use*. Penelitian ini menghasilkan 3 butir soal tes kemampuan berpikir refraktif matematika yang valid dan reliabel (Yenti et al., 2021). Dalam penelitian ini peneliti melakukan analisis "Proses Berfikir Refraktif Calon guru Program Studi Pendidikan Matematika FTIK IAIN Bukittinggi Pada Mata Kuliah Kalkulus Peubah Banyak (KPB)", dengan mendiskripsikan ketiga komponen berpikir refraktif untuk 3 kategori kemampuan calon guru yaitu calon guru berkemampuan tinggi, sedang dan rendah.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif. Penelitian dilakukan di prodi Pendidikan matematika IAIN Bukittinggi. Subjek penelitian adalah calon guru yang mengambil matakuliah Kalkulus Peubah Banyak (KPB) yang terdiri dari 2 orang calon guru yang berkemampuan tinggi, 2 orang berkemampuan sedang dan 2 orang berkemampuan rendah. Kemampuan calon guru dilihat dari nilai rata-rata matakuliah Kalkulus Diferensial dan Kalkulus Integral yang menjadi prasyarat matakuliah KPB. Instrumen yang digunakan adalah tes kemampuan refraktif dan pedoman wawancara yang terdiri dari 2 tahap. Tes dan pedoman wawancara dikembangkan dari 8 indikator kemampuan berfikir refraktif yang divalidasi oleh 2 orang pakar Pendidikan matematika dan 1 pakar Bahasa. Untuk melihat validitas empiris dan reliabilitas tes, dilakukan ujicoba. Hasil ujicoba menunjukkan bahwa tes valid dan reliabel.

Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis data kualitatif model Miles dan Huberman yang terdiri dari 3 tahapan yaitu reduksi data, menyajikan data, verifikasi data atau menarik kesimpulan (Sugiyono, 2011). Triangulasi yang digunakan adalah triangulasi metode dan triangulasi waktu. Triangulasi Metode dilakukan dengan menganalisis hasil jawaban calon guru dengan wawancara sedangkan triangulasi waktu yaitu membandingkan hasil tes dan wawancara pada tahap I dengan tahap II. Tujuan dari triangulasi data ini adalah untuk lebih meningkatkan kekuatan data yang diperoleh (Sugiyono, 2011).

HASIL DAN PEMBAHASAN

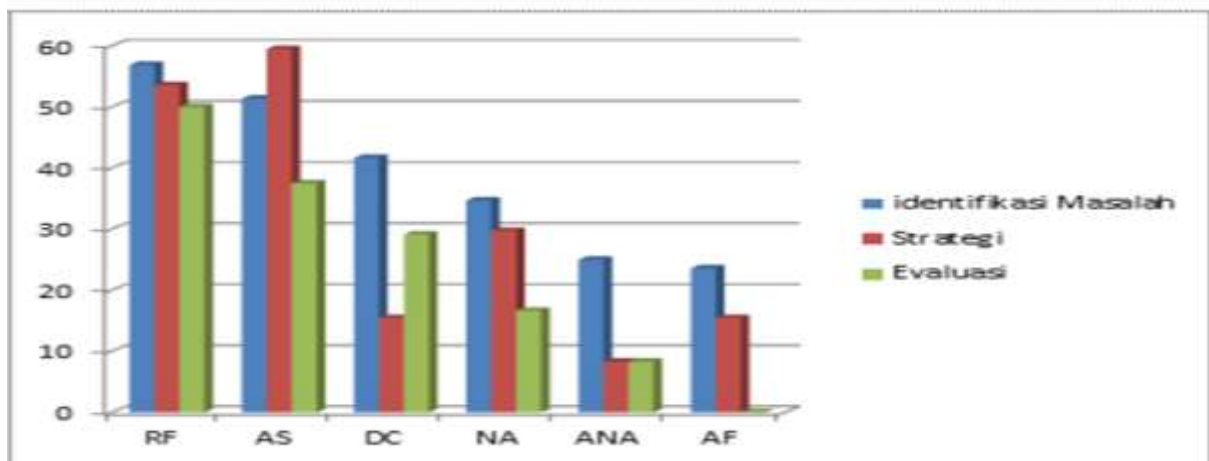
Hasil

Hasil penelitian menunjukkan kemampuan berfikir refraktif calon guru prodi Pendidikan matematika yang mengambil matakuliah Kalkulus Peubah Banyak (KPB) masih cenderung rendah. Hal ini terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kemampuan Berfikir Refraktif Calon guru Prodi Pendidikan Matematika IAIN Bukittinggi Pada Matakuliah Kalkulus Peubah Banyak

No	Tingkat Kemampuan Calon guru	Nilai	
		Tes I	Tes II
1	Tinggi	49	60
2	Tinggi	62	44
3	Sedang	27	33
4	Sedang	22	33
5	Rendah	14	19
6	Rendah	7	23
Total		30,2	35,3

Dari Tabel 3 terlihat perbedaan kemampuan berfikir refraktif calon guru berkemampuan tinggi cukup signifikan dibandingkan dengan calon guru berkemampuan sedang dan rendah. Sedangkan distribusi kemampuan berfikir refraktif berdasarkan indikator kemampuan berfikir refraktif yang secara garis besar dapat dikategorikan dalam tiga komponen yaitu: identifikasi masalah, strategi, evaluasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sebaran Kemampuan Refraktif Subjek Peneliti Berdasarkan Komponen

Berdasarkan Gambar 1, untuk indikator identifikasi masalah, calon guru berkemampuan tinggi memiliki kemampuan sangat baik dibandingkan dengan kemampuan sedang dan kemampuan rendah. Perbedaan kemampuan tersebut cenderung konstan. Begitu juga dengan indikator evaluasi. Hal yang cukup menarik terlihat pada indikator strategi. Untuk calon guru berkemampuan tinggi, indikator ini sangat tinggi dibandingkan dengan calon guru kemampuan sedang dan rendah. Sedangkan untuk calon guru kemampuan sedang dan rendah, perbedaannya relatif tidak terlalu signifikan.

Pembahasan

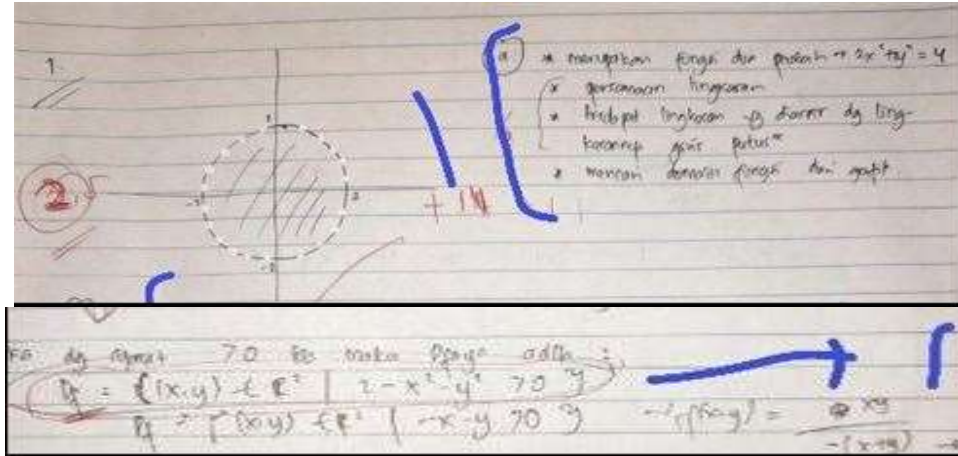
Kemampuan berfikir refraktif calon guru kemampuan tinggi.

Kemampuan berfikir refraktif calon guru berkemampuan tinggi dapat dilihat dari lembar jawaban calon guru yang dianalisis berdasarkan indikator kemampuan berfikir refraktif. Hasil analisis dibandingkan dengan hasil wawancara, sehingga diperoleh suatu kesimpulan. Calon guru

berkemampuan tinggi terdiri dari 2 orang dengan inisial A1 dan A2 yang secara garis besar dapat dikategorikan dalam tiga komponen yaitu:

Komponen identifikasi masalah

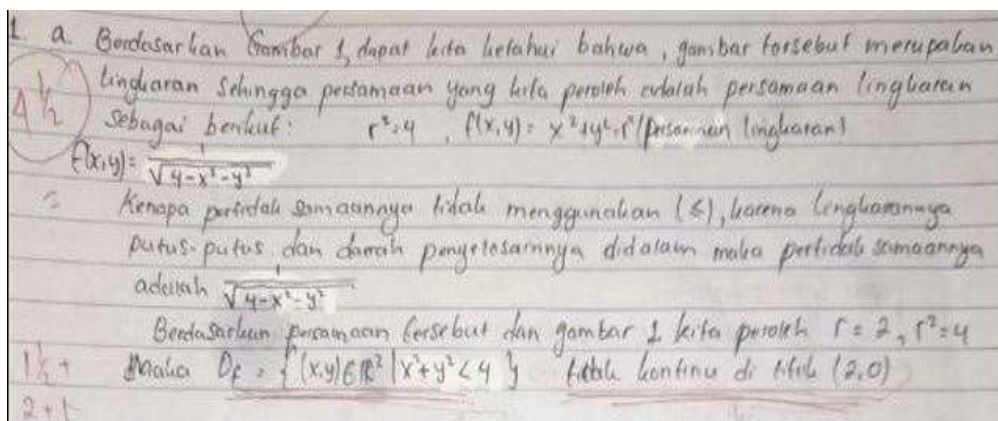
Subjek A1 hanya menuliskan satu dari dua komponen yang diketahui dan tidak menuliskan yang ditanya oleh soal. Subjek sudah mampu merasionalkan situasi matematis tetapi kurang sempurna begitu juga dengan mempresentasikan ide ke dalam bentuk simbol. Jawaban Subjek A1 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Jawaban Calon guru A1 Indikator Mengidentifikasi masalah

Dari hasil wawancara diketahui bahwa Subjek A1 mampu mengidentifikasi ide matematis yang diketahui dan ditanya dengan lengkap ketika diberi sedikit petunjuk. Begitu juga dengan merasionalkan dan mengubah ide matematika ke dalam bentuk simbol.

Untuk Subjek A2 dapat mengidentifikasi semua ide matematika baik yang diketahui dan ditanya dengan lengkap. Subjek mampu menafsirkan situasi matematis secara rasional, yaitu mampu menterjemahkan gambar pada soal menjadi daerah asal dan mengkaitkan bahwa daerah asal tersebut merupakan petunjuk utama untuk mengkonstruksi fungsi dua peubah yang ditanyakan. Ketika menuliskan ide tersebut ke dalam simbol tidak lengkap. Subjek tidak menuliskan simbol ide yang ditanyakan. Jawaban Subjek A2 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Jawaban Calon guru A2 Indikator Mengidentifikasi masalah

Dari hasil wawancara diketahui bahwa Subjek A2 mampu mengidentifikasi ide-ide matematika, baik yang diketahui dan ditanyakan serta mampu merasionalkan dan menuliskan simbol dari ide tersebut.

Berdasarkan analisis lembar jawaban calon guru dan hasil wawancara terhadap subjek A1 dan A2. Untuk komponen mengidentifikasi masalah terlihat calon guru sudah mampu mendeskripsikan masalah matematis dengan sangat lengkap. Calon guru mendeskripsikan gambar terkesan sangat detail. Calon guru cukup paham namun kurang teliti dan tidak terbiasa untuk menuliskan hal-hal yang diketahui dan ditanya dengan lengkap dan efektif. Pada Indikator menafsirkan situasi matematis secara rasional dan merepresentasikan ide dalam bentuk simbol matematis, gambar atau tabel, subjek berkemampuan tinggi masih sangat bergantung dengan contoh-contoh yang diberikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kolb tahun 1984 bahwa peserta didik masih sangat tergantung pada contoh soal yang diberikan dalam pembelajaran (Prayitno, 2015).

Komponen strategi

Berdasarkan analisis lembar jawaban calon guru dan hasil wawancara terhadap subjek A1 dan A2. Untuk komponen strategi, calon guru mampu menyebutkan beberapa konsep yang terkait dengan soal namun terkadang mengabaikan konsep-konsep dasar. Calon guru berkemampuan tinggi mampu memberikan dua teknik alternatif penyelesaian masalah/ *dual Strategy* (Prayitno et al., 2016). Dari dua alternatif tersebut calon guru juga mampu memilih salah satu dari alternatif terbaik untuk menyelesaikan masalah atau soal yang diberikan. Jawaban calon guru berkemampuan tinggi dapat dilihat pada Gambar 4.

b. Konsep yang digunakan yaitu konsep turunan parsial karena konsep itu digunakan untuk mengetahui sebuah selang atau pertumbuhan per waktu.

c. $V(r, h) = \pi r^2 h$

$\frac{\partial V}{\partial r} = 2\pi r h$ $\frac{\partial V}{\partial h} = \pi r^2$

$\frac{dV}{dt} = \frac{\partial V}{\partial r} \cdot \frac{dr}{dt} + \frac{\partial V}{\partial h} \cdot \frac{dh}{dt}$

$= 2\pi r h (0,35) + \pi r^2 (10)$

$= 0,70 \pi r h + \pi r^2 (10)$

$= \pi r (0,70 h + 10 r)$

$\frac{dV}{dt} = \pi (14) (0,70(700) + 10(14))$

$= 14 \pi (490 + 140)$

$= 14 \pi (630)$

$= 8820 \pi$

HS - (4)

Gambar 4. Jawaban Calon guru Berkemampuan Tinggi Indikator Strategi

Komponen Evaluasi

Berdasarkan analisis lembar jawaban calon guru dan hasil wawancara terhadap subjek A1 dan A2. Untuk komponen evaluasi, calon guru melihat kebenaran jawaban dengan melihat kesesuaian syarat jawaban sesuai dengan kriteria pada soal dan mereview kembali langkah-langkah. Untuk membuat kesimpulan calon guru kemampuan tinggi hanya akan menuliskannya apabila mereka mampu menjawab masalah tersebut, sedangkan jika mereka tidak mampu menjawab maka calon guru tidak membuat kesimpulan. Jawaban calon guru berkemampuan tinggi seperti pada Gambar 5.

d. Berdasarkan soal: Bentuk batang yaitu tabung

$V \text{ tabung} = \text{Luas alas} \times \text{tinggi}$

$= \pi r^2 h$

pertumbuhan jari-jari batang pertahun = $\frac{dr}{dt} = 0,35 \text{ cm}$

Pertumbuhan tinggi batang pertahun = $\frac{dh}{dt} = 10 \text{ cm}$

ditanya pertumbuhan Volume,

batang pertahun disaat jari-jari = 14 dan tinggi: 700

$\frac{dV}{dt} = \pi (14) (0,70(700) + 10(14))$

$= 14 \pi (490 + 140)$

$= 8820 \pi$

Analisa cepat pertumbuhan Volume batang adalah 8820π

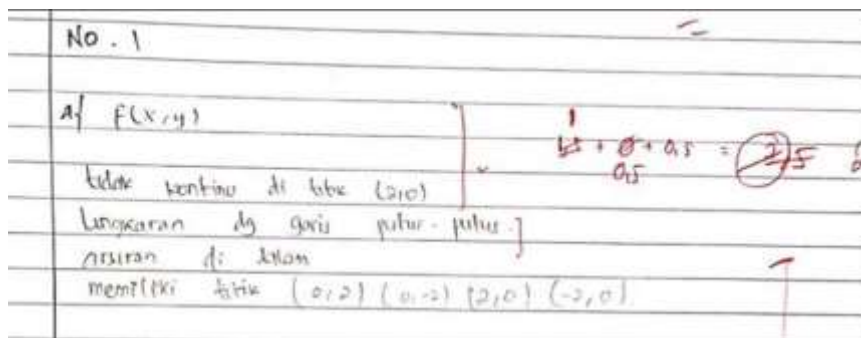
Gambar 5. Jawaban Calon guru Berkemampuan Tinggi Indikator Evaluasi

Kemampuan berfikir Refraktif calon guru kemampuan sedang

Kemampuan berfikir refraktif calon guru berkemampuan sedang dapat dilihat dari lembar jawaban calon guru yang dianalisis berdasarkan indikator kemampuan berfikir refraktif. Hasil analisis dibandingkan dengan hasil wawancara, sehingga diperoleh suatu kesimpulan. Calon guru berkemampuan sedang terdiri dari 2 orang dengan inisial M1 dan M2 yang secara garis besar dapat dikategorikan dalam tiga komponen yaitu:

Komponen identifikasi masalah

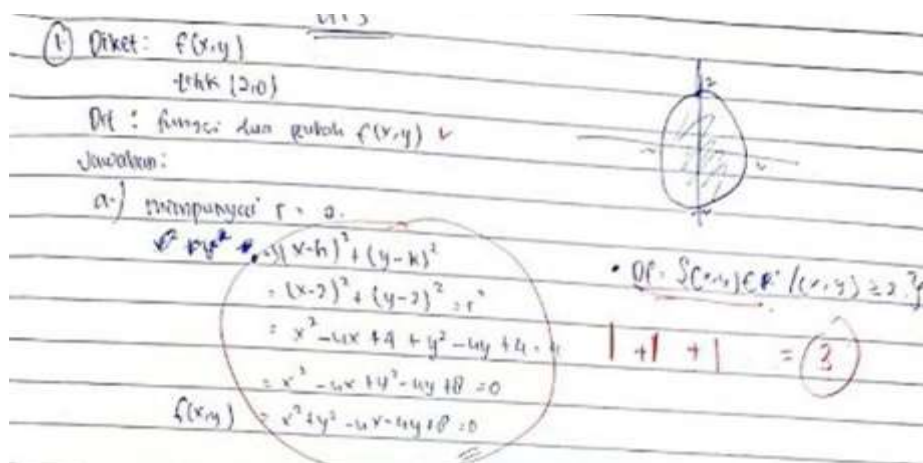
Subjek M1 mampu mengidentifikasi ide-ide matematika yang diketahui dengan lengkap tetapi belum mampu merasionalkan ide-ide tersebut dengan lengkap dan belum mampu membuat simbol matematis dari ide-ide tersebut. Jawaban Subjek M1 dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 6. Jawaban Subjek M1 Indikator Mengidentifikasi Masalah

Dari hasil wawancara diketahui bahwa Subjek M1 sudah mampu mengidentifikasi semua ide matematis. Subjek belum lengkap merasionalkan, begitu juga dengan memberikan simbol ide-ide tersebut. Subjek hanya menuliskan ide tersebut dalam bentuk kata-kata.

Subjek M2 subjek hanya mampu menjelaskan satu ide dari dua ide yang diketahui terkait lingkaran dan mengetahui gambar tersebut adalah daerah asal. Subjek M2 mampu menjelaskan komponen yang ditanya yaitu fungsi dua peubah. Subjek dapat merasionalkan dan memberikan simbol Sebagian ide yang diketahui dan ditanya. Jawaban Subjek M2 dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 7. Jawaban Subjek M1 Indikator Mengidentifikasi Masalah

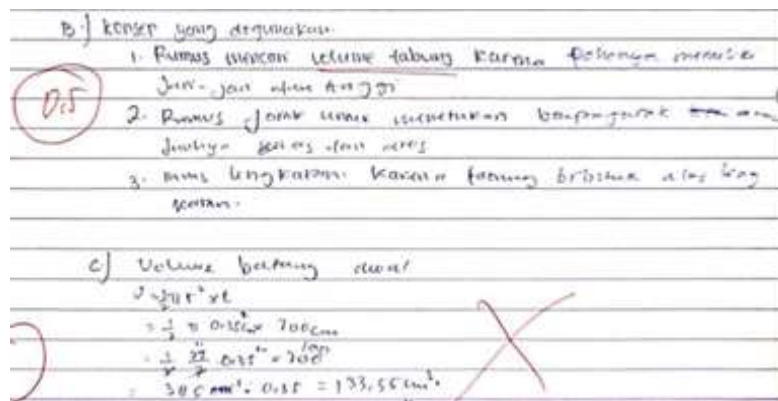
Dari hasil wawancara diketahui bahwa Subjek M2 dengan diberi bantuan dapat dengan lengkap mengidentifikasi ide matematika yang diketahui dan ditanya. Tetapi untuk komponen merasionalkan dan memberikan simbol subjek hanya mampu memahami sebagian.

Berdasarkan analisis lembar jawaban calon guru dan hasil wawancara terhadap subjek M1 dan M2. Untuk komponen mengidentifikasi masalah terlihat calon guru berkemampuan sedang mampu mendeskripsikan masalah matematis dengan lengkap setelah diberikan bantuan atau

Scaffolding hal ini terlihat dari jawaban ketika diwawancarai jika dibandingkan dengan jawaban calon guru pada lembar jawaban. Tetapi calon guru berkemampuan sedang masih mengalami kesulitan dalam merasionalkan dan memberikan simbol dari permasalahan tersebut dalam bentuk representasi matematis. Terjadi banyak kesalahan dalam interpretasi bahasa yaitu mengubah masalah dalam kehidupan sehari-hari menjadi kalimat matematika, menginterpretasikan simbol, grafik dan tabel kedalam bahasa matematika (Baskoro & Retnawati, 2019; Widodo, 2013).

Komponen strategi

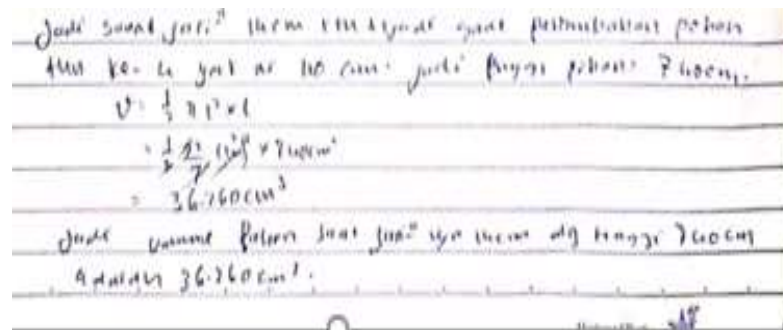
Berdasarkan analisis lembar jawaban calon guru dan hasil wawancara terhadap subjek M1 dan M2. Untuk komponen strategi, calon guru belum lengkap menyebutkan konsep-konsep yang terkait dengan soal. Calon guru cenderung sangat detail pada konsep-konsep dasar, sedangkan untuk konsep teknik malah tidak terlalu lengkap dituliskan. Calon guru berkemampuan sedang hanya mampu memberikan satu alternatif teknik penyelesaian masalah/ single strategy (Prayitno et al., 2016). Calon guru mampu menerapkan teknik tersebut untuk menyelesaikan masalah tetapi tidak lengkap. Jawaban Subjek berkemampuan sedang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Jawaban Calon guru Berkemampuan Sedang Indikator Strategi

Komponen Evaluasi

Berdasarkan analisis lembar jawaban calon guru dan hasil wawancara terhadap subjek M1 dan M2. Untuk komponen evaluasi, calon guru melihat kebenaran jawaban dengan melihat kesesuaian syarat jawaban sesuai dengan kriteria pada soal dan mereview kembali langkah-langkah penyelesaian. Untuk menarik kesimpulan, calon guru membuat kesimpulan jika mereka mampu menyelesaikan atau menjawab soal, jika mereka tidak mampu maka mereka tidak membuatnya. Jawaban Subjek M1 dapat dilihat pada Gambar 9.



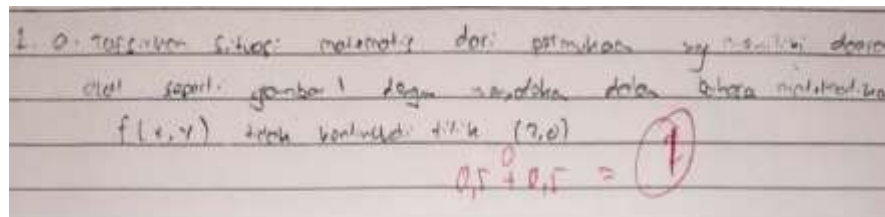
Gambar 9. Jawaban Calon guru Berkemampuan Sedang Indikator Evaluasi

Kemampuan berfikir Refraktif calon guru kemampuan rendah

Kemampuan berfikir refraktif calon guru berkemampuan rendah dapat dilihat dari lembar jawaban calon guru yang dianalisis berdasarkan indikator kemampuan berfikir refraktif. Hasil analisis dibandingkan dengan hasil wawancara, sehingga diperoleh suatu kesimpulan. Calon guru berkemampuan rendah terdiri dari 2 orang dengan inisial B1 dan B2 yang secara garis besar dapat dikategorikan dalam tiga komponen yaitu:

Komponen identifikasi masalah

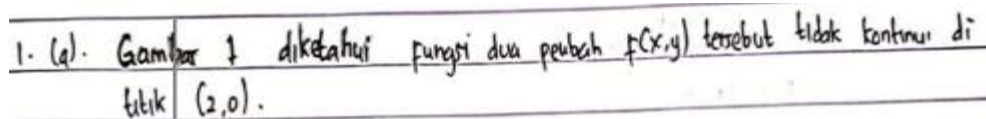
Subjek B1 belum mampu mengidentifikasi semua ide matematis yang diketahui dan ditanya. Begitu juga dengan merasionalisasi dan menuliskan symbol dari ide matematis tersebut. Jawaban calon guru dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Jawaban Subjek B1 Indikator Identifikasi Masalah

Dari hasil wawancara diketahui bahwa Subjek B1 tidak terlalu memahami soal. Subjek hanya mampu mengidentifikasi Sebagian kecil dari ide matematis yang diketahui dan ditanya. begitu juga dengan merasionalisasikannya dan memberikan simbol dari ide matematis tersebut.

Subjek B2 belum mampu mengidentifikasi ide matematika baik yang diketahui maupun yang ditanya. Begitu juga dengan merasionalisasikan dan memberikan symbol dari ide matematis tersebut. Subjek hanya mengulang soal. Jawaban Subjek B2 dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Jawaban Subjek B1 Indikator Identifikasi Masalah

Dari hasil wawancara diketahui bahwa Subjek B2 terlihat tidak memahami permasalahan tidak bisa mengidentifikasi apa yang diketahui dan ditanya serta merasionalkan dan memberikan symbol matematis dari ide tersebut.

Berdasarkan analisis lembar jawaban calon guru dan hasil wawancara terhadap subjek B1 dan B2. Untuk komponen mengidentifikasi masalah terlihat calon guru berkemampuan rendah belum mampu mendiskripsikan masalah matematis dengan lengkap. Calon guru berkemampuan rendah mengalami kesulitan dalam merasionalkan dan memberi simbol dalam bentuk representasi matematis. Terjadi banyak kesalahan dalam interpretasi bahasa yaitu mengubah masalah dalam kehidupan sehari-hari menjadi kalimat matematika, menginterpretasikan simbol, grafik dan tabel kedalam bahasa matematika (Baskoro & Retnawati, 2019; Widodo, 2013).

Komponen Strategi

Untuk komponen strategi, calon guru belum lengkap menyebutkan konsep-konsep yang terkait dengan soal. Calon guru cenderung mengidentifikasi konsep-konsep dasar yang digunakan, sedangkan untuk konsep-konsep atau teknik penyelesaian yang diminta calon guru tidak lengkap menuliskannya. Calon guru berkemampuan rendah hanya mampu memberikan satu alternatif teknik penyelesaian masalah/ *single strategy* (Prayitno et al., 2016). Calon guru mampu menerapkan teknik tersebut untuk menyelesaikan masalah tetapi tidak mampu menyelesaikannya dengan lengkap. Jawaban calon guru dapat dilihat pada Gambar 12.

c). Diketahui sebatang pohon kelapa dengan $t/h = 700 \text{ cm}$ $dr = 0,35 / \text{tahun}$ dan $dt = 10 \text{ cm} / \text{tahun}$ dan Seberapa cepat volume batang bertambah disaat $r = 14 \text{ cm}$

$$\rightarrow V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$$

$$= \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot 14^2 \cdot 700$$

$$= \frac{1}{3} \pi \cdot 196 \cdot 700$$

$$= \frac{1}{3} \pi \cdot 137200$$

$$= \frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 137200$$

$$= \frac{1}{3} \cdot 314 \cdot 1372$$

$$P = \frac{1}{3} \cdot 430808$$

$$= 143602,6$$

Gambar 12. Jawaban Calon guru Berkemampuan Rendah Indikator Strategi

Komponen Evaluasi

Untuk komponen evaluasi, calon guru melihat kebenaran jawaban dengan melihat kesesuaian syarat jawaban sesuai dengan kriteria pada soal dan mereview kembali langkah-langkah penyelesaian. Untuk menarik kesimpulan, calon guru akan membuat kesimpulan jika mereka mampu menyelesaikan atau menjawab soal, jika mereka tidak mampu maka mereka tidak membuatnya. Jawaban calon guru berkemampuan rendah dapat dilihat pada Gambar 13.

(d). Pembahasan bahwa $f(x,y)$ yang ditentukan pada poin (c) memiliki daerah asal seperti gambar 1 dan tidak kontinu di titik $(2,0)$ dan hitung kesimpulan dari jawabannya!

Gambar 13. Jawaban Calon guru Berkemampuan Rendah Indikator Strategi

Berdasarkan kenyataan di atas, baik calon guru berkemampuan tinggi, sedang maupun rendah cenderung bersifat linier, yaitu apa yang diketahui dan diterima dari pengalamannya akan lebih sering langsung digunakan dalam menyelesaikan masalah. Hal ini terindikasi saat soal yang diberikan mirip dengan contoh soal. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kolb bahwa calon guru masih sangat tergantung pada contoh soal yang diberikan dalam pembelajaran (Prayitno, 2015). Ketika soal dimodifikasi pada topik yang berbeda, mereka cenderung terjebak dengan penyelesaian tanpa mempertimbangkan dan meneliti lebih dalam soal yang diberikan. Hal ini menyebabkan untuk beberapa kasus mereka menggunakan teknik yang tidak relevan dengan soal. Fenomena ini sering terjadi khususnya bagi calon guru berkemampuan sedang dan rendah. Penelitian Prayitno juga mengungkap bahwa berfikir linier akan mengakibatkan calon guru tidak dapat berfikir kreatif (Prayitno, 2015), mereka lebih mengandalkan hafalan atau ingatannya.

Calon guru berkemampuan tinggi berpotensi berpikir secara *dual strategy* yang artinya kemampuan berfikir refraktifnya untuk ketiga komponen sudah terbentuk. Hal ini dapat dipertahankan dan dikembangkan dengan melatih mereka dengan soal-soal tingkat tinggi dan tentunya bersifat *open-ended*. Sesuai dengan penelitian Suprianto dkk bahwa dengan membiasakan calon guru dengan soal-soal *open-ended* dapat mengembangkan kemampuan berfikir calon guru (Suprianto et al., 2020). Penelitian Regina juga menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan penggunaan soal *open-ended* (Sinaga & Zulfita, 2021). Sedangkan untuk calon guru berkemampuan sedang untuk dapat menumbuhkan proses berpikir refraktif mereka, dosen perlu memberikan *scaffolding* agar terjadi proses berfikir refraktif. *Scaffolding* atau bantuan yang diberikan

oleh dosen dapat menjembatani calon guru untuk berfikir dalam menyelesaikan masalah. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan Nugroho bahwa *scaffolding* dapat meningkatkan kemampuan berfikir kritis calon guru. Selain ini perlu juga meningkatkan pemahaman calon guru terhadap teori atau konsep (Nugroho, 2017). Untuk calon guru berkemampuan rendah, perlu usaha remedial terhadap penanaman konsep. Proses berpikir refraktif akan sulit terbentuk apabila pemahaman terhadap konsep rendah. Penelitian Mesa Surya Nugraha dkk mengungkap bahwa terdapat hubungan yang sangat kuat antara pemahaman konsep dengan kemampuan berfikir calon guru. Sehingga jika calon guru tidak memahami konsep dengan baik calon guru tidak akan mampu memilih konsep atau alternatif-alternatif teknik dalam menyelesaikan masalah terutama dalam matematika (Nugraha et al., 2022).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ditemukan bahwa calon guru prodi Pendidikan matematika dengan kemampuan tinggi memiliki kemampuan berfikir refraktif menengah. Calon guru untuk komponen mengidentifikasi masalah dapat mendiskripsikan masalah dan mampu menafsirkan serta memberikan simbol dalam bentuk representasi matematis dengan lengkap. Untuk strategi, calon guru sudah mampu memberikan dua strategi atau teknik penyelesaian masalah serta dapat memilih teknik dan menyelesaikannya, walaupun belum lengkap. Untuk komponen evaluasi, calon guru sudah mampu memeriksa kembali jawaban mereka. Untuk calon guru berkemampuan sedang memiliki kemampuan berfikir refraktif cukup rendah. Calon guru untuk komponen mengidentifikasi masalah dapat mendiskripsikan masalah dengan lengkap. Calon guru masih mengalami kesulitan untuk menafsirkan serta memberikan simbol dalam bentuk representasi matematis. Untuk strategi, calon guru hanya mampu memberikan satu strategi atau teknik penyelesaian masalah serta dapat menyelesaikannya, walaupun belum lengkap. Untuk komponen evaluasi, jika calon guru mampu menyelesaikan soal tersebut dengan lengkap maka mereka mampu memeriksa kembali jawabannya. Calon guru prodi Pendidikan matematika dengan kemampuan rendah memiliki kemampuan berfikir refraktif sangat rendah. Calon guru untuk komponen mengidentifikasi masalah dapat mendiskripsikan masalah tetapi tidak lengkap. Untuk menafsirkan serta memberikan simbol dalam bentuk representasi matematis calon guru masih mengalami kesulitan. Untuk strategi, calon guru cenderung memberikan konsep dasar bukan konsep yang dibutuhkan dalam menyelesaikan permasalahan. Calon guru cenderung memberikan satu strategi atau teknik penyelesaian masalah. Tetapi masih terdapat kesalahan dan kesulitan untuk menyelesaikannya. Untuk komponen evaluasi, jika calon guru mampu menyelesaikan soal tersebut dengan lengkap maka mereka memeriksa kembali jawabannya.

REFERENSI

- Aniswita, A. (2016). Pengaruh Model Pembelajaran Missauri Mathematics Project terhadap Nilai Kalkulus Diferensial. *Jurnal Tarbiyah*, 23(2), 361-369 <https://doi.org/10.30829/tar.v23i2.105>
- Baskoro, I., & Retnawati, H. (2019). Analyzing vocational school students' error in solving mathematics problems involving higher order thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1320(1), 012102. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1320/1/012102>
- Harmini, T., Musthofa, A., & Utama, S. N. (2019). Mathematical thinking ability of informatics students based on gender in calculus course. *International Journal on Teaching and Learning Mathematics*, 2(1), 7-14. <https://doi.org/10.18860/ijtlm.v2i1.8337>
- Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Into Practice*, 41(4), 212-218. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2

- Krulik, S., & Milou, E. (2014). *Teaching Mathematics in Middle School A Practical Guide*. D.C. Keath and Company.
- Mahir, N. (2009). Conceptual and procedural performance of undergraduate students in integration. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(2), 201–211. <https://doi.org/10.1080/00207390802213591>
- Medeni, T. D., & Medeni, I. T. (2012). Reflection and Refraction for Knowledge Management Systems. *International Journal of Ebusiness and Egovernment Studies*, 4(1), 55-64
- Nugraha, M. S., Rosdianto, H., & Sulistri, E. (2022). Korelasi Antara Pemahaman Konsep Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA. *Jurnal Phi; Jurnal Pendidikan Fisika Dan Terapan*, 3(3), 29-34. <https://doi.org/10.22373/p-jpft.v3i3.14843>
- Nugroho, P. B. (2017). Scaffolding Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Silogisme: Kajian Ilmu Matematika Dan Pembelajarannya*, 2(1), 15–21. <https://doi.org/10.24269/js.v2i1.500>
- Pagano, M., & Roselle, L. (2006). *Think Study Aboard ISL: Connection and Experience. Paper prepared for the connecting knowledge and experience conference. Pp: 1-5: Elon University*. Elon University.
- Pagano, M., & Roselle, L. (2009). Beyond Reflection through an Academic Lens: Refraction and International Experiential Education. *Frontiers: The Interdisciplinary Journal of Study Abroad*, 18, 217–229.
- Prayitno, A. (2014). Konstruksi teoritik tentang berpikir refraksi dalam matematika. *Makalah Di Sajikan Dalam Seminar Nasional Di PPPPTK Matematika Yogyakarta*.
- Prayitno, A. (2015). Proses Berpikir Refraksi Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Matematika tentang Kesamaan. *Jurnal Likhitaprajna*, 17(1), 25–37.
- Prayitno, A., Subanji, S., & Muksar, M. (2016). Refractive Thinking with Dual Strategy in Solving Mathematics Problem. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 6, 2320–7388. <https://doi.org/10.9790/7388-0603034956>
- Prihati, C. N., & Wijayanti, P. (2017). Profil Berpikir Refraktif Siswa Smp Dalam Memecahkan Masalah Geometri Ditinjau Dari Tipe Kepribadian Keirse. *Mathedunesa: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 1(6), 48-57.
- Sinaga, R. S., & Zulfitra, E. (2021). Pengaruh Pendekatan Open-Ended terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Kelas VIII MTs Al-Jam'iyatul Wasliyah Stabat. *Jurnal Serunai Matematika*, 13(1), 81-88. <https://doi.org/10.37755/jsm.v13i1.360>
- Soedjadi, R. (2000). *Kiat-Kiat Pendidikan Matematika di Indonesia*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional.
- Sugiyono, S. (2011). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Suprianto, T., Noer, S. H., & Rosidin, U. (2020). Pengembangan Model Pembelajaran Group Investigation Berbantuan Soal Open Ended untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Reflektif Matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(1), 72-85. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i1.2583>
- Tarmizi, R. A. (2010). Visualizing Student's Difficulties in Learning Calculus. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 8, 377–383. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.053>
- Widodo, S. A. (2013). Analisis Kesalahan dalam Pemecahan Masalah Divergensi Tipe Membuktikan pada Mahasiswa Matematika. *Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, 46(2), 106-113. <https://doi.org/10.23887/jppundiksha.v46i2>
- Yenti, I. N., Kusumah, Y. S., & Dahlan, J. A. (2021). Mathematical Refractive Thinking Ability in Multivariable Calculus: Instrument Design and Quality of Use. *IndoMath: Indonesia Mathematics Education*, 4(2), 81-94. <https://doi.org/10.30738/indomath.v4i2.2>
- Yenti, I. N., Kusumah, Y. S., Dahlan, J. A., & Fitri, H. (2020). Students' errors in refractive thinking (the component of identifying problems) about spheres and distance in three-

space. *Journal of Physics: Conference Series*, 1657(1), 012061. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1657/1/012061>