

Deskripsi Kecakapan Matematika Siswa pada Materi Trigonometri

Agnes Stefine Luhukay¹, Ferdy Rontos^{2*},
Layli Rahmania Yuwono³, Leni Ramadani⁴, Ahmad Muchlis⁵

^{1,2,3,4} Program Studi Magister Pengajaran Matematika, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesa No. 10 Kota Bandung 40132, Indonesia

⁵ Kelompok Keahlian Aljabar, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesa No. 10 Kota Bandung 40132, Indonesia

INFO ARTIKEL

* Penulis Korespondensi.
Email:
ferdy2178@gmail.com

Diterima:
20 Juli 2023

Disetujui:
4 Maret 2023

Online
12 Maret 2023

Format Sitasi:
A. S. Luhukay, F. Rontos,
Yuwono, L. R. Yuwono,
L. Ramadani, and A.
Muchlis, "Deskripsi
Kecakapan Matematika
Siswa pada Materi
Trigonometri," *Jambura J.
Math. Educ.*, vol. 5, no. 1,
pp.1-15, 2024

Lisensi:
JMathEdu is licensed
under a [Creative
Commons Attribution-
NonCommercial 4.0
International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Copyright © 2024
Jambura Journal of
Mathematics Education

ABSTRAK

Salah satu hal yang wajib dilakukan oleh guru adalah asesmen. Asesmen berguna untuk mengumpulkan informasi yang digunakan untuk dasar perencanaan dan tindakan dalam memperbaiki dan mencapai tujuan pembelajaran. Namun dalam praktiknya tidak mudah bagi guru untuk melakukannya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran bagi guru dalam melakukan asesmen matematika merujuk pada lima strands kecakapan matematika, khususnya pada materi trigonometri. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode deskriptif kualitatif. Beberapa hasil yang diperoleh dari penelitian ini, yaitu: (1) Kecakapan dalam pemahaman konsep siswa meliputi pemahaman dan penggunaan terkait konsep trigonometri serta mengkoneksikan konsep yang terkait, seperti konsep perbandingan, operasi aljabar, dan konsep segitiga; (2) kecakapan dalam kelancaran prosedur berhubungan dengan kemampuan siswa memilih prosedur dan cara menggunakannya. Beberapa prosedur yang dilakukan siswa diantaranya siswa melakukan prosedur menuangkan informasi dari masalah yang ada, melakukan operasi, menyimpulkan solusi permasalahan; (3) strategi yang ditemui untuk menyelesaikan masalah trigonometri adalah membuat ilustrasi gambar; (4) penalaran adaptif siswa terlihat dari kemampuan siswa memahami masalah trigonometri yang diberikan dan informasi yang termuat di dalamnya. Hal tersebut terindikasi dari argumen siswa berupa bentuk komunikasi gambar dan ekspresi aljabar yang dituliskan dalam menyelesaikan masalah; (5) disposisi produktif akan berkembang jika empat kecakapan yang lain berkembang.

Kata Kunci: Asesmen; Kecakapan matematika; Trigonometri

ABSTRACT

One of the things that teachers must do is assessment. Assessment is useful for collecting information that is used as the basis for planning and action in improving and achieving learning goals. However, in real life practice it is not easy for teachers to do it. Therefore, this study aims to provide an overview for teachers in conducting mathematics assessments referring to the five strands of mathematical proficiency, especially in trigonometry unit lesson. The method used in this research is descriptive qualitative method. Some of the results obtained from this study, namely: (1) Conceptual understanding proficiency include understanding and using related trigonometry concepts and connecting related concepts, such as the concept of comparison, algebraic operations, and the concept of triangles; (2) procedural fluency relates to students' ability to choose procedures and how to use them. Some of the procedures carried out by students include the procedure of communicating information from the existing

problem, performing operations, concluding the solution to the problem; (3) strategy competency encountered to solve trigonometric problems is to make illustrative images; (4) adaptive reasoning can be seen from their ability to understand the trigonometric problems given and the information contained therein. This is indicated by students' arguments in the form of image communication and algebraic expressions written down in solving the problem; (5) productive disposition will develop if the other four proficiencies develop.

Keywords: *Assessment, Mathematical proficiency, Trigonometry*

1. Pendahuluan

Asesmen pembelajaran merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari seluruh proses pembelajaran, sehingga kegiatan asesmen harus dilakukan pengajar sepanjang proses pembelajaran berlangsung. Asesmen pembelajaran meliputi bagaimana guru mengoleksi semua informasi untuk membantu siswa dalam mencapai target pembelajaran dengan berbagai teknik asesmen, baik teknik yang bersifat formal maupun nonformal. Asesmen pembelajaran adalah proses untuk mendapatkan informasi dalam bentuk apapun yang dapat digunakan untuk landasan pengambilan keputusan tentang siswa baik yang menyangkut kurikulumnya, program pembelajarannya, iklim sekolah maupun kebijakan-kebijakan sekolah [1].

Asesmen tidak hanya dilakukan di waktu tertentu saja serta bukan hanya sekedar ujian formal di akhir semester. Namun lebih dari itu asesmen juga berkaitan dengan seluruh proses pengamatan selama proses pembelajaran berlangsung. Hasil asesmen tersebut merupakan informasi penting yang diperlukan dan akan digunakan guru sebagai dasar perencanaan dan tindakan serta untuk perbaikan dalam rangka mencapai tujuan pembelajaran dan pendidikan yang sesungguhnya [2]. Dalam konteks lebih luas, asesmen dalam dunia pendidikan berkaitan dengan seluruh proses pengamatan di dunia pendidikan dan aspek-aspek terkait, serta dilakukan selama proses mencapai tujuan pendidikan yang mendasar. Asesmen untuk siswa pada pembelajaran matematika terdiri dari dua kategori. Kategori internal dilakukan oleh guru untuk memonitor dan mengevaluasi progres siswa. Asesmen internal bermanfaat untuk memutuskan perancangan bahan ajar. Sedangkan asesmen eksternal dilakukan oleh pihak eksternal untuk mengevaluasi program belajar [3].

Berdasarkan uraian di atas, asesmen adalah suatu hal penting yang wajib dilakukan oleh guru untuk mengumpulkan informasi yang dapat digunakan sebagai dasar perencanaan dan tindakan guna memperbaiki dan mencapai tujuan pembelajaran matematika. Namun, menurut Gusmawan dan Herman, guru masih kurang memahami bagaimana melakukan asesmen dan penilaian [4]. Seperti halnya dalam memaknai hasil asesmen, guru sering melakukan penilaian hanya berupa angka dan tidak mendeskripsikan kemampuan siswa secara detail, sehingga perlu gambaran bagi guru untuk melakukan asesmen.

Banyak acuan yang dapat digunakan dalam melakukan asesmen, dalam pembelajaran matematika asesmen dapat dikaitkan dengan kecakapan matematika. Kecakapan matematika merupakan kecakapan atau kemampuan untuk melakukan kegiatan matematika. Kecakapan matematis menurut Kilpatrick terdiri dari lima jenis, yaitu: Conceptual understanding (pemahaman konsep); Procedural fluency (kelancaran prosedur); Strategic competency (kompetensi strategis); Adaptive reasoning (penalaran adaptif); dan Productive disposition (disposisi produktif) [3]. Kelima strands kecakapan

matematis merupakan suatu kesatuan yang tidak terpisah-pisah, melainkan saling terkait menjadi satu kesatuan, dan berkembang secara bersamaan.

Pemahaman konseptual merupakan pemahaman terhadap konsep-konsep matematika, siswa dapat mempelajari ide dan konsep baru dengan mengkoneksikan pengetahuan-pengetahuan yang ada termasuk pengetahuan sebelumnya [5]. Indikator signifikan dari pemahaman konseptual adalah kemampuan untuk menyajikan dan merepresentasikan situasi matematika yang berbeda untuk berbagai tujuan serta mengasosiasikan dengan konsep lain yang terkait [3][6]. Dengan memahami konsep matematika secara benar diharapkan siswa mampu menerapkan konsep matematika tersebut pada berbagai situasi.

Kelancaran prosedur merupakan keterampilan menggunakan prosedur dalam menyelesaikan masalah secara fleksibel, akurat dan efisien. Kelancaran prosedur diperlukan oleh siswa untuk menguasai suatu materi dalam pembelajaran yang memuat banyak rumus sehingga siswa dapat memahami konsep-konsep yang digunakan dengan baik dan dapat menggunakan prosedur dengan tepat [7]. Kompetensi strategi berkaitan dengan kemampuan dalam membuat formula matematika, merumuskan permasalahan matematika, merepresentasikan, dan menyelesaikan permasalahan matematika [3]. Beberapa contoh strategi yang dapat dilakukan yaitu seperti membuat gambar atau ilustrasi masalah, menyajikan permasalahan ke dalam bentuk simbolik atau model matematika, membagi kasus, dan lain sebagainya [8]. Kompetensi strategi dapat ditingkatkan dengan sering menyelesaikan masalah-masalah non rutin.

Kemampuan penalaran adaptif merupakan kapasitas untuk berpikir logis tentang hubungan antara konsep dan kondisi dalam masalah, memprediksi, merefleksikan, mengkomunikasikan, dan menyimpulkan dengan baik sehingga pada akhirnya dapat memberikan alasan yang mendasari hasil pekerjaan. Disposisi produktif berkaitan dengan kecenderungan untuk mempunyai kebiasaan yang produktif, dalam memandang matematika sebagai sesuatu yang bermakna, masuk akal, berguna dan berharga, serta memiliki ketekunan dan kepercayaan diri dalam mempelajari matematika. Kelima kecakapan ini saling terkait, ketika kecakapan dalam pemahaman konseptual, kelancaran prosedural, kompetensi strategis, dan penalaran adaptif berkembang maka disposisi produktifnya juga berkembang, begitupun sebaliknya [9].

Trigonometri merupakan materi yang dianggap sulit bagi siswa. Hal ini dikarenakan materinya cenderung lebih abstrak daripada materi matematika lainnya. Yulandari mengatakan bahwa Trigonometri adalah materi dalam pembelajaran matematika yang sulit bagi kebanyakan siswa sehingga siswa mengalami kebingungan dalam mengaplikasikannya [10]. Lebih spesifik lagi, materi trigonometri kelas X menjadi dasar pengetahuan bagi materi trigonometri lanjutan yang akan dipelajari pada kelas XI. Sehingga Tingkat kecakapan siswa dalam memahami materi trigonometri kelas X ini menjadi bekal awal bagi siswa untuk dapat memahami materi trigonometri yang lebih kompleks lagi. Oleh karena alasan tersebut, penulis mengambil materi trigonometri sebagai materi yang akan dianalisis kecakapan matematikanya.

Berdasarkan seluruh uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran bagi guru matematika dalam melakukan asesmen merujuk pada lima strands kecakapan matematika.

2. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif yang dilaksanakan di salah satu SMA di Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. Setelah dilakukan tes, dipilih 3 dari 10 siswa kelas X yang jawabannya relatif bervariasi dan lengkap (tidak kosong). Selain itu, alasan pemilihan ketiga siswa tersebut karena dari jawaban mereka dapat menggambarkan kondisi lima kecakapan matematika khususnya pada materi trigonometri. Selanjutnya jawaban-jawaban tersebut dianalisis.

Adapun data yang dikumpulkan dalam hal ini adalah jawaban siswa menggunakan instrumen tes. Tes diujikan setelah guru memberikan stimulus dan pengajaran pada materi trigonometri dan jawaban siswa digunakan sebagai bahan analisis kecakapan matematika siswa. Dalam penelitian ini, jawaban siswa yang disajikan pada hasil hanya sebagai media untuk memberikan gambaran kepada guru dalam melakukan asesmen lima kecakapan matematika khususnya pada materi trigonometri. Oleh karena itu, pada bagian hasil hanya disajikan beberapa tampilan jawaban siswa untuk soal tertentu, dengan mempertimbangkan bahwa gambaran kecakapan matematika pada soal lain sudah terwakili dan tergambarkan pada jawaban soal yang dipilih dan disajikan.

Instrumen tes yang digunakan merupakan soal tes uraian, menjodohkan, pilihan benar-salah beserta alasan, dan soal cerita (aplikasi) dengan kategori soal rutin dan non rutin. Masalah rutin adalah masalah yang dapat diselesaikan oleh siswa dengan cara yang pernah dipelajari oleh siswa sebelumnya. Sedangkan masalah nonrutin merupakan masalah yang penyelesaiannya tidak langsung diketahui oleh siswa karena belum pernah dipelajari sebelumnya [3].

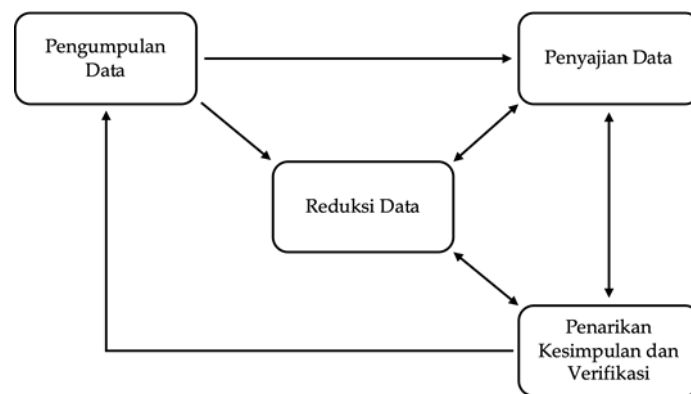
Soal tes yang diberikan berjumlah empat soal untuk melihat kecakapan matematika siswa dalam materi trigonometri dasar. Sebelum digunakan, instrumen tes telah divalidasi oleh ahli. Instrumen tes dirancang dengan batasan konten, definisi trigonometri, konversi ukuran sudut dari derajat ke radian maupun sebaliknya, perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku, perbandingan trigonometri sudut istimewa dan penerapannya pada kehidupan sehari-hari. Selain fokus pada batasan konten, penyusunan instrumen tes juga dirancang untuk meninjau kecakapan matematika yang dimiliki siswa. Akibatnya dalam satu soal harus dapat mengukur lima kecakapan matematika [2].

Kecakapan matematika yang ditinjau merujuk pada lima kecakapan matematika yang dikemukakan oleh Kilpatrick yaitu pemahaman konsep, kelancaran prosedur, kompetensi strategis, penalaran adaptif, dan disposisi produktif [3]. Namun untuk disposisi produktif tidak dianalisis karena merupakan akibat dari perkembangan keempat kecakapan yang lainnya [3][9]. Pemetaan indikator setiap kecakapan merujuk pada Mathematical Proficiency Rubric of Mathematics Prospective Teacher Students yang dikemukakan oleh Gunawan [6]. Setelah dilakukan penyesuaian, diperoleh indikator kecakapan seperti yang ditampilkan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Pemetaan indikator kecakapan matematika

Kecakapan Matematika	Indikator
Pemahaman Konsep	1. Siswa dapat menggunakan pemahaman terkait trigonometri dalam menyelesaikan masalah yang diberikan, 2. Siswa dapat menggunakan dan mengkoneksikan berbagai konsep terkait trigonometri maupun terkait masalah yang diberikan.
Kelancaran prosedur	3. Siswa mengetahui prosedur yang harus digunakan dalam memecahkan masalah trigonometri yang diberikan, 4. Siswa dapat menggunakan prosedur dengan tepat.
Kompetensi strategis	5. Siswa dapat menentukan strategi yang tepat untuk menyelesaikan masalah trigonometri yang diberikan.
Penalaran adaptif	6. Siswa memahami masalah terkait trigonometri yang diberikan, 7. Siswa dapat memberikan argumen atas jawaban yang dikerjakan.
Disposisi produktif	8. Siswa percaya diri dalam belajar trigonometri, 9. Tekun dalam belajar trigonometri, 10. Berpikiran terbuka dan fleksibel, 11. Ketertarikan dan keingintahuan tentang trigonometri, 12. Memantau dan mengevaluasi diri.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini merujuk pada teori analisis data kualitatif yang dijelaskan oleh Miles dan Huberman. Teknik analisis data tersebut terdiri dari tahapan reduksi data, penyajian data dan verifikasi atau kesimpulan dengan alur seperti pada Gambar 1 berikut [11]:



Gambar 1. Komponen analisis data kualitatif model interaktif [12].

Adapun tahap reduksi dalam penelitian ini sangat sedikit dilakukan karena setiap jawaban siswa tetap digunakan untuk dianalisis. Tahap reduksi yang dilakukan yaitu menganalisis jawaban siswa berdasarkan indikator setiap kecakapan yang ditinjau, di luar itu tidak diperhatikan lebih dalam. Sedangkan tahap penyajian data dalam

penelitian ini yaitu setiap data disajikan dalam bentuk tabel untuk memudahkan dibahas berdasarkan kelima kecakapan matematika. Sedangkan pada tahap verifikasi atau kesimpulan, didapat kesimpulan dari hasil analisis dan pembahasan pada tahap penyajian data.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengolahan data dilakukan mengikuti prosedur pada Gambar 1. Hasil yang diperoleh akan dibagi ke dalam tiga pembahasan berikut

3.1 Siswa 1

Soal:
 Diketahui segitiga siku-siku KLM, siku-siku di L. Panjang LM = 5 cm dan $\angle M = 30^\circ$.

- Hitunglah Panjang KM dan KL
- Tentukan nilai $\cos \angle K$

Jawaban siswa:

Handwritten student work for the problem:

5. d. a. Hitunglah panjang KM dan KL
 b. Tentukan nilai $\cos \angle K$

Handwritten solution for part a:

d. a. KM
 $\cos 30^\circ = \frac{sa}{ma} = \frac{LM}{KM}$
 $\frac{1}{2} \times \frac{5}{\frac{1}{2} KM}$
 $KM \text{ mi} = 10 \sqrt{3}$

Handwritten solution for part b:

b. $\cos \angle K = 60^\circ$
 $= \frac{1}{2}$

Handwritten trigonometric table:

	0°	30°	45°	60°	90°
sin	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	1
cos	1	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}$	0
tan	0	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	1	$\sqrt{3}$	\sim

Handwritten calculations for KL:

KL
 $\sin 30^\circ = \frac{de}{mi} = \frac{KL}{KM}$
 $\frac{1}{2} \times \frac{KL}{10\sqrt{3}}$
 $10\sqrt{3} = 2 \cdot KL$
 $10\sqrt{3} - 2 = KL$
 Bgus :d
 s.

Gambar 2. Hasil pekerjaan siswa 1 soal 5

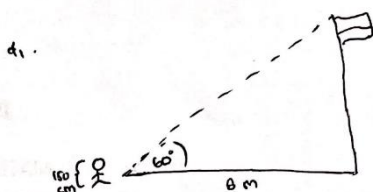
Pemahaman konsep terlihat dalam jawaban siswa pada Gambar 2 dan Gambar 3, terlihat bahwa siswa memahami dan mampu menggunakan pemahaman trigonometri sinus, cosinus, dan tangen. Dari Gambar 2, untuk pemahaman sinus terlihat pada ekspresi $\sin 30^\circ = KL/KM$ yang dituliskan siswa, untuk pemahaman cosinus terlihat pada ekspresi $\cos 30^\circ = LM/KM = 5/KM$. Pemahaman terhadap perbandingan tangen terlihat pada ekspresi aljabar yang ditulis siswa saat membandingkan tinggi tiang bendera dengan jarak antara siswa dan tiang bendera pada Gambar 3. Artinya, siswa telah menjelaskan gagasan melalui komunikasi representasi Aljabar. Hal tersebut sejalan dengan yang dikemukakan Hodiyanto bahwa melalui proses komunikasi, siswa dapat saling bertukar pikiran dan sekaligus mengklarifikasi pemahaman dan pengetahuan yang mereka peroleh dalam pembelajaran [12]. Siswa juga menggunakan pengetahuan sebelumnya terkait sudut dalam segitiga dalam menyelesaikan permasalahan mencari cosinus sudut K pada Gambar 2.

Siswa mengetahui dan mampu menggunakan prosedur. Meski terdapat beberapa prosedur dalam menentukan panjang sisi KM, siswa memilih prosedur dengan sudut pandang $\cos 30^\circ$. Prosedur yang dipilih relatif lebih efektif dan efisien, dibandingkan prosedur dengan sudut pandang sinus dan tangen dari sudut M maupun sudut K yang membutuhkan langkah tambahan. Pada proses mencari panjang sisi KL kurang lebih prosedur yang dipilih dan tahapan yang dilakukan sama dengan proses mencari panjang sisi KM. Dari Gambar 3 juga siswa memilih prosedur dari sudut pandang $\tan 60^\circ$ dibanding prosedur dari sudut pandang $\cos 60^\circ$ yang membutuhkan langkah tambahan. Terlihat juga tahapan pada prosedur yang dipilih sudah tepat, yaitu ada proses substitusi dan tahap mengalikan kedua ruas dengan KM pada Gambar 2 dan mengalikan kedua ruas dengan 8 pada Gambar 3. Meskipun terlihat pada Gambar 2 dan 3 masih terdapat kelemahan pada konsep-konsep lain seperti operasi hitung dan merasionalkan penyebut, namun secara keseluruhan siswa mengetahui dan mampu menggunakan prosedur yang harus digunakan.

Soal:

Sedang diadakan upacara bendera pada hari senin. Seorang anak dengan tinggi 150 cm sedang berpose hormat bendera saat dilantunkan lagu Indonesia Raya. Pandangan matanya mengikuti arah bendera dari awal prosesi pengibaran bendera hingga bendera tiba di ujung tiang. Jika sudut elevasi antara horizontal terhadap sinar mata anak saat bendera tiba di ujung tiang adalah 60° dan jarak anak terhadap tiang bendera adalah 8 meter. Tentukan tinggi tiang bendera tersebut.

Jawaban siswa:



d₂ Tinggi Tiang bendera .

$$d_3. \tan 60^\circ = \frac{de}{sa} = \frac{de}{8}$$

$$\sqrt{3} \times \frac{de}{8}$$

$$de = 8\sqrt{3}$$

$$150 \text{ cm} = 1,50 \text{ m}$$

tinggi anak + tinggi tiang bendera

$$1,5 + 8\sqrt{3} = 9,5\sqrt{3}..$$

Gambar 3. Hasil pekerjaan siswa 1 soal 6

Terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3 siswa menggunakan strategi mengilustrasikan permasalahan untuk mempermudah memahami masalah dan mencari arah penyelesaian masalah, hal ini sesuai dengan buku Larson pada tahun 2012 yang berjudul *Problem Solving Through Problems* yang menunjukkan bahwa salah satu strategi dalam menyelesaikan masalah matematika yaitu membuat ilustrasi gambar [13]. Penalaran siswa dapat dilihat dari ilustrasi segitiga siku-siku yang digambar siswa. Pada Gambar 3, nalar siswa sampai pada kesadaran bahwa total tinggi tiang bendera adalah tinggi siswa ditambah tinggi tiang bendera dihitung dari kepala dan bukan dari kaki,

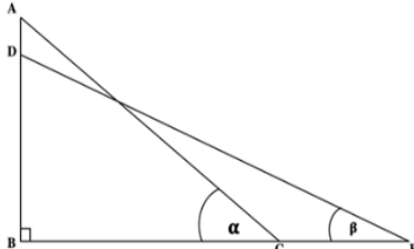
meskipun pada gambar masih keliru namun pada formula yang diberikan siswa sudah benar dalam mencari tinggi tiang bendera total. Secara tidak langsung formula yang diberikan siswa untuk mencari tiang bendera total merupakan argumen siswa meski tidak dalam kalimat namun dalam bahasa matematika. Proses bernalar memungkinkan siswa untuk memberikan solusi dari permasalahan pada Gambar 2 dan Gambar 3 meski terdapat kekeliruan dalam prosedur yang mungkin dipengaruhi oleh lupa atau tidak tahu konsep lain seperti konsep perhitungan bilangan [14]. Meski demikian hal kemampuan memberikan solusi tidak terlepas dari semua kecakapan matematika.

3.2 Siswa 2

Siswa dapat menggunakan pemahaman terkait trigonometri dalam menyelesaikan masalah yang diberikan, meskipun terdapat sedikit kekurangan dan terlihat sedikit kesulitan. Representasi siswa merupakan sarana untuk melakukan perjalanan dari dalam masalah ke luar masalah [15]. Hal tersebut terlihat pada pemahaman siswa dalam Gambar 4 saat mendefinisikan sisi-sisi segitiga siku-siku ditinjau dari sudut yang diberikan. Pada Gambar 5 juga terlihat siswa dapat menggunakan pemahaman terkait trigonometri dalam menyelesaikan masalah namun kurang memahami perbandingan trigonometri sudut istimewa yang berkaitan dengan masalah. Untuk permasalahan yang lebih rumit dan aplikatif siswa belum mampu menggunakan pemahaman terkait trigonometri dalam menyelesaikan masalah, terlihat pada Gambar 6 siswa justru menggunakan pemahaman Phytagoras padahal dengan masalah yang diberikan Phytagoras tidak dapat berjalan.

Soal:

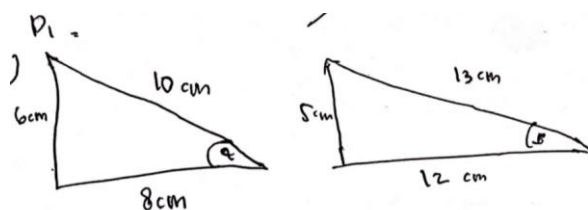
Perhatikan gambar berikut!



X	Y
$\sin \alpha$ <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> $\frac{12}{13}$
$\sin \beta$ <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> $\frac{3}{5}$
$\cos \beta$ <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> $\frac{5}{10}$
$\tan \alpha$ <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> $\frac{5}{8}$
	<input type="checkbox"/> $\frac{5}{13}$
	<input type="checkbox"/> $\frac{6}{13}$
	<input type="checkbox"/> $\frac{3}{4}$

Jika diketahui bahwa panjang $AD = 1 \text{ cm}$, $BD = 5 \text{ cm}$, $BC = 8 \text{ cm}$, $CE = 4 \text{ cm}$, $AC = 10 \text{ cm}$, dan $DE = 13 \text{ cm}$. Pasangkan bagian X dengan bagian Y pernyataan benar!

Jawaban siswa:



$$D_2 = \sin \alpha, \sin \beta, \cos \beta, \tan \alpha \dots ?$$

$D_3 =$ Sehingga Pasangan A dan B yang benar adalah

$$\sin \alpha = \frac{6}{10}$$

$$\cos \beta = \frac{12}{13}$$

$$\sin \beta = \frac{5}{13}$$

$$\tan \alpha = \frac{6}{8}$$

Gambar 4. Hasil pekerjaan siswa 2 soal 2

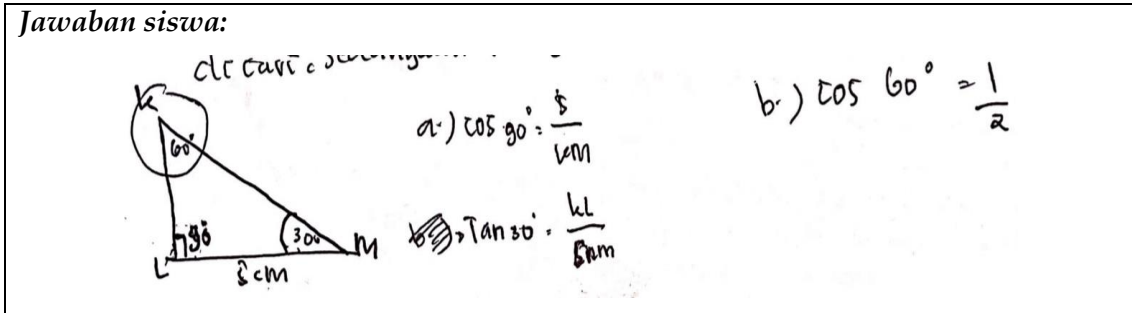
Secara keseluruhan, siswa mengetahui prosedur yang harus digunakan dalam memecahkan masalah meski sedikit kesulitan saat menggunakannya. Pada Gambar 4 terlihat siswa mengetahui prosedur yang harus digunakan dalam memecahkan masalah trigonometri yang diberikan serta dapat menggunakan prosedur dengan tepat, namun pada Gambar 5 terlihat siswa belum dapat menggunakan prosedur dengan tepat, hal ini berkaitan langsung dengan pengetahuan trigonometri sudut istimewa yang masih kurang sehingga langkah pada prosedur tidak bisa dilakukan. Terlebih lagi pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa untuk permasalahan yang lebih rumit dan aplikatif siswa belum mengetahui dan belum dapat menggunakan prosedur dengan tepat, terlihat ketika siswa malah memilih prosedur Pythagoras padahal prosedur ini tidak bisa dilakukan karena kekurangan informasi sisi yang diketahui. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan Kilpatrick, ketika siswa menggunakan prosedur yang tidak mereka pahami ada kemungkinan bahwa siswa akan menerapkan prosedur yang salah, sehingga akan membuat siswa lebih sulit untuk belajar dengan benar [3].

Pada Gambar 4 terlihat bahwa siswa sudah mampu menentukan strategi yang tepat untuk menyelesaikan masalah trigonometri yang diberikan. Siswa mampu mengidentifikasi setiap unsur pada masing-masing segitiga siku-siku yang diberikan dengan cara membuat ilustrasi dua segitiga yang terpisah. Hal yang serupa juga dilakukan oleh siswa pada Gambar 5 dan 6. Meskipun dalam sketsa gambar yang disampaikan terdapat informasi yang keliru, namun siswa menggunakan strategi yang tepat dalam menyelesaikan masalah.

Soal:

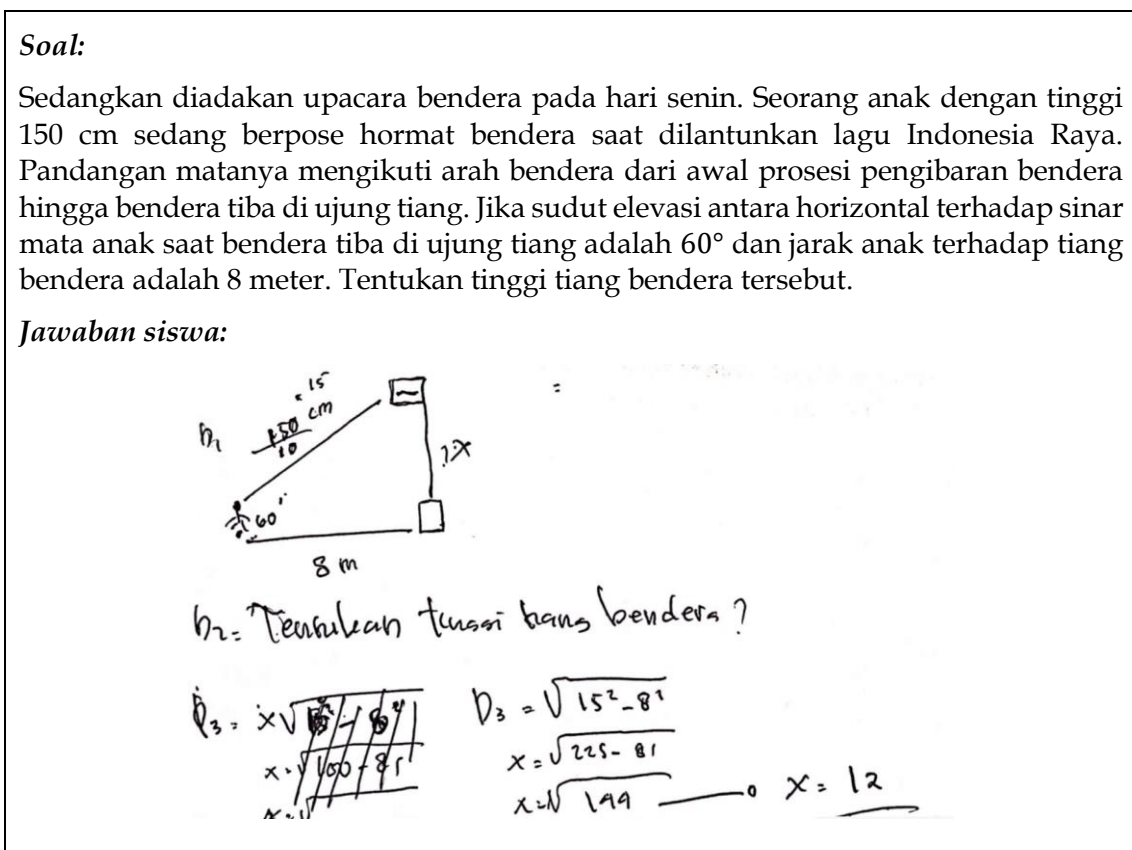
Diketahui segitiga siku-siku KLM, siku-siku di L. Panjang LM = 5 cm dan $\angle M = 30^\circ$

- Hitunglah panjang KM dan KL
- Tentukan nilai $\cos \angle K$



Gambar 5. Hasil pekerjaan siswa 2 soal 5

Dari Gambar 4 terlihat bahwa siswa mampu mengaitkan sisi-sisi pada segitiga dengan sudut α dan β , sehingga dapat dikatakan siswa mampu memahami masalah trigonometri yang diberikan. Hal ini juga terkonfirmasi pada Gambar 5 dan 6 yang kurang lebih sama dengan kondisi di Gambar 4. Ketiga gambar tersebut memperlihatkan siswa mampu memahami masalah. Kemudian secara tidak langsung argumen siswa terlihat saat siswa mampu mengaitkan hubungan antara besar sudut dan panjang sisi yang diketahui dengan panjang sisi yang ditanyakan, hal ini terlihat dari persamaan yang dituliskan siswa pada Gambar 5. Meskipun pada Gambar 6 siswa keliru menggunakan prosedur namun nalar siswa terlihat saat dia memutuskan untuk menggunakan teorema Pythagoras yang memang berkaitan dengan masalah segitiga siku-siku. Secara tidak langsung argumen siswa terlihat pada hasil identifikasi yang dinyatakan siswa, berupa informasi yang terkandung pada permasalahan.

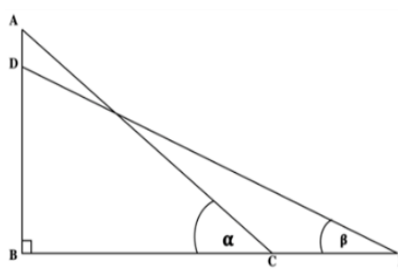


Gambar 6. Hasil pekerjaan siswa 2 soal 6

3.3 Siswa 3

Pemahaman konsep siswa dapat dilihat pada jawaban siswa di Gambar 7. Dari hasil pengerjaan siswa, terlihat bahwa siswa hanya mengetahui perbandingan dari sinus, cosinus dan tangen. Namun siswa tidak memahami makna dari perbandingan tersebut. Dari jawaban siswa dalam menuliskan notasi sinus, cosinus dan tangen tidak melibatkan sudut yang berkaitan. Akibatnya siswa salah dalam menggunakan pemahamannya. Siswa memiliki kekurangan gagasan bahwa fungsi trigonometri juga melibatkan pengukuran sudut yang terkait. Gagasan pengukuran yang dimiliki siswa akan mempengaruhi kemampuannya untuk membangun pemahaman trigonometri yang sesuai [16]. Kemudian dari Gambar 8 siswa tidak dapat menggunakan pemahaman terkait trigonometri dalam menyelesaikan masalah yang diberikan, termasuk siswa tidak dapat mengkoneksikan konsep segitiga siku-siku pada soal tersebut. Siswa menganggap sisi miring dari segitiga sebagai sisi samping segitiga terhadap sudut α . Hal ini juga terlihat pada Gambar 9, siswa belum dapat menggunakan pemahaman terkait perbandingan trigonometri untuk menyelesaikan masalah yang diberikan. Siswa mencoba melibatkan konsep lain namun tidak tepat dalam penggunaannya.

Soal:
Perhatikan gambar berikut!



X	Y
$\sin \alpha$ <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> $\frac{12}{13}$
$\sin \beta$ <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> $\frac{3}{5}$
$\cos \beta$ <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> $\frac{5}{10}$
$\tan \alpha$ <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> $\frac{5}{8}$
	<input type="checkbox"/> $\frac{5}{13}$
	<input type="checkbox"/> $\frac{6}{13}$
	<input type="checkbox"/> $\frac{3}{4}$

Jika diketahui bahwa panjang $AD = 1 \text{ cm}$, $BD = 5 \text{ cm}$, $BC = 8 \text{ cm}$, $CE = 4 \text{ cm}$, $AC = 10 \text{ cm}$, dan $DE = 13 \text{ cm}$. Pasangkan bagian X dengan bagian Y sehingga pernyataan benar!

Jawaban siswa:

$$\sin = \frac{DE}{mi} = \frac{5}{13}$$

$$\sin = \frac{DE}{mi} = \frac{5}{10}$$

$$\cos = \frac{sa}{mi} = \frac{12}{13}$$

$$\tan = \frac{DE}{sa} = \frac{5}{8}$$

Gambar 7. Hasil pekerjaan siswa 3 soal 2

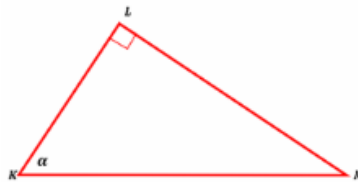
Dari Gambar 7, diketahui bahwa siswa mengetahui dan dapat menggunakan prosedur yang harus digunakan. Hal ini sesuai dengan jawaban siswa dalam menentukan nilai-nilai perbandingan trigonometri sudah tepat. Namun pada Gambar 8 dan 9, siswa cenderung tidak memahami prosedur yang harus digunakan. Siswa masih keliru dalam membuat sketsa dan menentukan perbandingan trigonometri yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan yang diberikan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sari dkk, bahwa siswa yang tidak mampu mengubah permasalahan ke dalam bentuk model matematika memiliki kelancaran prosedur yang kurang, sehingga akan mempersulit siswa tersebut dalam menyelesaikan masalah yang diberikan [7]. Dalam perhitungan matematis pun siswa masih banyak melakukan kekeliruan.

Siswa mampu menentukan strategi yang tepat untuk menyelesaikan masalah trigonometri yang diberikan. Siswa menggunakan sketsa gambar meskipun sketsa pada Gambar 9 belum sesuai dengan informasi pada soal. Akibatnya pada penyelesaian soal Gambar 9 siswa tidak mampu menggunakan strateginya. Begitu juga pada penyelesaian soal di Gambar 8 terlihat siswa tidak bisa menggunakan strategi dalam menyelesaikan soal.

Penalaran adaptif siswa dapat diamati dari Gambar 7 dan Gambar 9 dimana siswa dapat memahami soal dengan baik akan tetapi untuk soal yang berbeda yaitu pada Gambar 8 siswa tidak memahami soal dengan baik hal ini terlihat pada bagian a, siswa tidak menyatakan nilai kebenarannya, pada bagian c siswa mengatakan pernyataan tersebut benar, namun argumentasi yang diberikan justru menyangkal pernyataan yang diberikan. Siswa tidak memberikan argumennya pada saat menyelesaikan masalah pada Gambar 8. Namun, pada Gambar 7 dapat diamati meskipun memahami soal namun dari hasil pekerjaannya siswa belum mampu mengidentifikasi setiap yang diketahui dari soal, siswa juga tidak melibatkan panjang AD untuk mencari panjang AB dan panjang CE untuk mencari panjang BC sehingga siswa tidak dapat menemukan jawaban akhir dengan tepat. Hal ini juga terlihat pada Gambar 8 dimana siswa tidak menggunakan keterkaitan argumen trigonometri dalam menyelesaikan masalah. Siswa hanya sekedar mengetahui masalah yang akan diselesaikan.

Soal:

Diberikan suatu segitiga ΔKLM seperti pada gambar berikut!



Periksa kebenaran pernyataan-pernyataan berikut dan berikan alasan atas jawaban anda.

- Sisi KM adalah sisi miring, sehingga nilai $\sin \alpha$ adalah perbandingan panjang LM terhadap KM .
- Jika panjang $KL = 7 \text{ cm}$ dan panjang $KM = 15 \text{ cm}$, maka $\sin \alpha = \frac{7}{15}$.
- Nilai $\tan \alpha$ hanya dapat diperoleh jika telah diketahui panjang sisi LM dan KM

Jawaban siswa:

4. sisi KM adalah sisi samping, sehingga nilai sinus α adalah perbandingan KM dan FM
 b. jika pernyataan benar KL = 7 cm dan FM = 15 cm
 maka $\sin \alpha = \frac{7}{15}$
 c. benar nilai $\tan \alpha$ hanya dapat diperoleh jika telah diketahui panjang sisi KL dan KM.

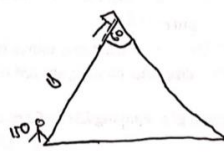
Gambar 8. Hasil pekerjaan siswa 3 soal 4

Siswa belum dapat memberikan argumen dengan baik atas jawaban yang dikerjakan. Hal tersebut dapat dilihat dari ekspresi yang tidak didefinisikan siswa dalam jawaban. Karena penalaran adaptif berkaitan dengan argumen yang diberikan siswa sehingga melihat dari jawaban siswa harus lebih berhati-hati dan dapat dikonfirmasi lebih dalam dengan wawancara atau meminta siswa menjelaskan alasan setiap pekerjaan yang dilakukan [17].

Soal:

Sedang diadakan upacara bendera pada hari senin. Seorang anak dengan tinggi 150 cm sedang berpose hormat bendera saat dilantunkan lagu Indonesia Raya. Pandangan matanya mengikuti arah bendera dari awal prosesi pengibaran bendera hingga bendera tiba di ujung tiang. Jika sudut elevasi antara horizontal terhadap sinar mata anak saat bendera tiba di ujung tiang adalah 60° dan jarak anak terhadap tiang bendera adalah 8 meter. Tentukan tinggi tiang bendera tersebut.

Jawaban siswa:

$$\begin{aligned} \sin \alpha &= \frac{ab}{cb} \\ &= 8 \cdot 60^\circ \\ &= 8 \cdot \frac{1}{2} \sqrt{3} \\ &= 4 \sqrt{3} \\ \text{tinggi} &= 8 \cdot 1,15 \\ &= 9,15 \text{ cm} \end{aligned}$$


Gambar 9. Hasil pekerjaan siswa 3 soal 6

Ketika kecakapan pemahaman konsep, kelancaran prosedur, kompetensi strategi, dan penalaran adaptif terpenuhi oleh seorang siswa maka akan cenderung mengembangkan kecakapan disposisi produktifnya [3]. Selain melihat perkembangan keempat kecakapan melalui observasi jawaban siswa, disposisi produktif dapat juga didalami dengan wawancara seperti yang dilakukan oleh Yulian dan Wahyudin [18]. Wawancara yang dilakukan dapat didasarkan pada pertanyaan yang mengarah pada rasa percaya diri siswa, ketekunan, berpikir terbuka dan fleksibel, ketertarikan dan keingintahuan, serta memantau dan mengevaluasi diri dalam belajar [6].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas, dapat diberikan gambaran kecakapan matematika siswa yang dapat digunakan oleh guru untuk melakukan asesmen materi trigonometri kelas X sebagai berikut:

- (1) Kecakapan dalam pemahaman konsep siswa mencakup pemahaman terkait trigonometri dan penggunaan serta koneksi konsep-konsep yang terkait seperti konsep perbandingan, operasi aljabar, dan konsep segitiga.
- (2) Kecakapan dalam kelancaran prosedur berkaitan dengan kemampuan siswa memilih prosedur dan cara menggunakan prosedur yang telah dipilih. Kesalahan dalam pemilihan prosedur dapat mengakibatkan kesulitan menyelesaikan permasalahan yang diberikan. Ketika menyelesaikan masalah trigonometri siswa melakukan prosedur dengan menuangkan informasi dari masalah yang ada, melakukan operasi, menyimpulkan solusi permasalahan.
- (3) Strategi yang paling banyak ditemui untuk menyelesaikan masalah yang diberikan adalah dengan membuat ilustrasi gambar dari permasalahan trigonometri yang diberikan.
- (4) Penalaran adaptif siswa dilihat dari pemahaman siswa terhadap masalah yang diberikan dan informasi yang terkandung didalamnya. Hal ini sesuai dengan argumen yang diberikan siswa berupa bentuk komunikasi gambar dan ekspresi aljabar yang di tuliskan dalam menyelesaikan masalah.
- (5) Ketika keempat kecakapan yang lain berkembang maka kecakapan disposisi produktif juga akan berkembang.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Hendri Maulana dan Grace Primayanti atas dukungannya pada tahap pembuatan instrumen penelitian.

Referensi

- [1] E. Poerwanti, *Asesmen Pembelajaran SD*. Jakarta: Depdiknas, 2008.
- [2] A. H. Schoenfeld, *Assessing Mathematical Proficiency*. New York: Cambridge University Press, 2007.
- [3] J. Kilpatrick, J. Swafford, and B. Findell, *Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics*. Washington, DC: National Academy Press, 2001.
- [4] D. M. G. Gusmawan and T. Herman, "Persepsi Guru Matematika Terhadap Kemampuannya dalam Implementasi Kurikulum Merdeka," *Supremum Journal of Mathematics Education*, vol. 7, no. 1, pp. 83-92, 2023.
- [5] E. Khaerunnisa and A. S. Pamungkas, "Pengembangan Instrumen Kecakapan Matematis Dalam Konteks Kearifan Lokal Budaya Banten Pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar," *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, vol. 9, no. 1, pp. 17-27, 2018.
- [6] I. Gunawan, L. Nurhayati, W. Widjajani, and B. Hendrawan, "Mathematical Proficiency Profile of Prospective Mathematics Teacher Students," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1764, 2021.
- [7] N. Sari, E. Yusmin, and A. Nursangaji, "Kelancaran Prosedural Siswa dalam Menyelesaikan Soal Persamaan Kuadrat di Kelas X SMKN 2 Pontianak," *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, vol. 7, no. 2, pp. 1-9, 2018.

- [8] E. Manuri and D. L. Hakim, "Analisis Kompetensi Strategi Matematis Siswa dalam Penyelesaian Soal Cerita Ditinjau Berdasarkan Gender", *dima (Jurnal didactical mathematics)*, vol. 5, no. 1, pp. 64-73, Apr. 2023.
- [9] H. Hutajulu, S. Senjayawati, and M. Minarti, "Analisis Kesalahan Siswa SMK Dalam Menyelesaikan Soal Kecakapan Matematis Pada Materi Bangun Ruang," *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika.*, vol. 8, no. 3, 2019.
- [10] S. Sofiyah, "Analysis of Students Error in Proving Trigonometric Identities," *International Journal of Management and Applied Science.*, vol. 4 no. 5, 2018.
- [11] M. B. Miles and A. M. Huberman, *Qualitative Data Analysis: An expanded sourcebook*. California: Sage Publications, 1994.
- [12] H. Hodiyanto, "Kemampuan Komunikasi Matematis dalam Pembelajaran Matematika," *AdMathEdu.*, vol. 7, no. 1, pp. 9-18, 2017.
- [13] L. C. Larson, *Problem-Solving Through Problems*, New York: Springer Science & Business Media, 1983.
- [14] Y. Wasiran and A. Andinasari, "Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif dan Penalaran Adaptif Matematika Melalui Paket Instruksional Berbasis Creative Problem Solving," *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika).*, vol. 3, no. 1, pp. 51-65, 2019.
- [15] S.P. Yee and J. D. Bostic, "Developing A Contextualization of Students' Mathematical Problem Solving," *The Journal of Mathematical Behavior.*, vol. 36, pp. 1-19, 2014.
- [16] K. C. Moore, "Coherence, Quantitative Reasoning, and The Trigonometry of Students," *Quantitative reasoning and mathematical modeling: A driver for STEM integrated education and teaching in context.*, vol. 2, pp. 75-92, 2012.
- [17] A. Muin, S. H. Hanifah, and F. Diwidian, "The Effect of Creative Problem Solving on Students' Mathematical Adaptive Reasoning," *In Journal of Physics: Conference Series.*, vol. 948, no. 1, 2018.
- [18] V. N. Yulian and W. Wahyudin, "Analyzing Categories of Mathematical Proficiency Based on Kilpatrick's Opinion in Junior High School," *Journal of Physics: Conference Series.*, vol. 1132, no. 1, 2018.