



Analisis kesalahan penyelesaian masalah trigonometri dan penyebabnya di SMA menggunakan metode three-tier diagnostic test

Qurrota A'yun, Universitas Negeri Yogyakarta
Heri Retnawati, Universitas Negeri Yogyakarta
*e-mail: heri_retnawati@uny.ac.id

Abstrak

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah: (1) untuk mengetahui apa saja kesalahan siswa dalam menyelesaikan masalah trigonometri dan (2) untuk mengetahui penyebab kesalahan siswa dalam menyelesaikan masalah trigonometri. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif. Subjek dari penelitian ini adalah siswa kelas X jurusan MIPA di SMA di Temanggung. Banyak siswa yang terlibat dalam penelitian ini ada 113 siswa. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui tes tertulis dan wawancara. Instrumen yang digunakan untuk tes tertulis adalah *three-tier diagnostic test*, sedangkan wawancara hanya dilakukan terhadap sepuluh siswa untuk mengetahui penyebab terjadinya kesalahan siswa. Analisis data tes tertulis dilakukan dengan mengklasifikasi jenis-jenis kesalahan yang dilakukan oleh siswa. Sedangkan hasil wawancara direduksi berdasarkan teknik Bogdan & Biklen. Berdasarkan penelitian tersebut, jenis-jenis kesalahan siswa dalam mengerjakan soal trigonometri adalah *misused data* (kesalahan pada penggunaan data), *misinterpreted language* (kesalahan dalam mengartikan bahasa), *logically invalid inference* (dugaan yang tidak valid secara logis), *distorted theorem or definition* (kesalahan teorema atau definisi), dan *technical mechanical error* (kesalahan teknis).

Kata kunci: Analisis Kesalahan, Trigonometri, Three-Tier Diagnostic Test

Abstract

The aims of this study were: (1) to find out what students' mistakes were in solving trigonometric problems and (2) to find out the causes of student errors in solving trigonometric problems. This research is qualitative. The subjects of this study were students of class X majoring in Mathematics and Natural Sciences at one of senior high school Temanggung. There were 113 students involved in this study. Data collection techniques were carried out through written tests and interviews. The instrumen used for the written test is a three-tier diagnostic test, while interviews were only conducted on ten students to find out the causes of student errors. Analysis of written test data was carried out by classifying the types of errors made by students. Meanwhile, the interview results were reduced based on the Bogdan & Biklen technique. Based on this research, the types of student errors in working on trigonometry problems are misused data (errors in data usage), misinterpreted language (errors in the meaning of language), logically invalid inferences (logistically invalid assumptions), distorted theorem or definition (theorem or definition errors), and technical mechanical errors (technical errors).

Keywords: Error Analysis, Trigonometry, Three-Tier Diagnostic Test

PENDAHULUAN

Pembelajaran merupakan serangkaian aktivitas yang sengaja diciptakan guna mempermudah proses belajar (Mubarak et al., 2016). Pengertian lain dari pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik, dengan bahan pelajaran, metode penyampaian, strategi pembelajaran, dan sumber belajar dalam suatu lingkungan belajar (Pane & Darwis Dasopang, 2017). Pembelajaran juga diartikan sebagai usaha yang dilakukan untuk memfasilitasi terjadinya proses belajar pada anak didik (Hanafy, 2014). Jadi, pembelajaran adalah serangkaian aktivitas yang dilakukan pendidik dan peserta didik untuk mencapai terjadinya proses belajar.

Dengan belajar matematika, siswa akan mengalami perubahan dalam ranah kognitif, afektif, maupun psikomotor (Akbar et al., 2017). Belajar matematika juga dapat melatih kemampuan berpikir seseorang untuk ikut serta dalam menyelesaikan masalah matematika, dengan memanfaatkan ide atau gagasan yang telah mereka peroleh sebelumnya (Akbar et al., 2017). Salah satu tujuan dari pembelajaran matematika ialah untuk melatih kemampuan siswa dalam bernalar (Diniyah et al., 2018). Selain itu, matematika dapat melatih cara berpikir siswa dalam menarik kesimpulan dan mampu mengungkapkan pendapat dengan percaya diri (Diniyah et al., 2018). Belajar matematika juga dapat melatih siswa untuk berpikir secara kritis, analitis, dan sistematis (Novtiar & Aripin, 2017).

Pemecahan masalah menurut Polya adalah usaha mencari jalan keluar dari suatu kesulitan guna mencapai suatu tujuan yang tidak begitu segera dapat dicapai (M. Jainuri, 2019). Kemudian, Jainuri (2019) juga menyimpulkan pemecahan masalah sebagai upaya mencari jalan keluar yang dilakukan dalam mencapai tujuan pemecahan masalah. Fredericks juga mendefinisikan pemecahan masalah sebagai sebuah aktivitas yang membutuhkan pengetahuan yang sudah dimiliki untuk menemukan apa yang belum diketahui, di mana hal tersebut melibatkan pembuatan hipotesa, mengujinya dan mendapatkan solusi yang memuaskan (Akuba et al., 2020).

Menurut Akuba (2020) sendiri, kemampuan memecahkan masalah adalah kemampuan seseorang dalam menggunakan pengetahuan yang sudah dimiliki untuk menemukan solusi dalam memecahkan masalah yang sedang dihadapi dengan langkah yang tepat. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa kemampuan pemecahan masalah adalah kemampuan seseorang untuk menemukan solusi yang tepat dari suatu masalah berdasarkan pengetahuan yang telah dimiliki.

Memiliki kemampuan untuk memecahkan masalah merupakan salah satu tujuan dari belajar matematika. Hal tersebut dapat mengasah kemampuan penalaran, serta cara berpikir siswa yang logis, kritis, serta kreatif (Widjajanti, 2009). Oleh karena itu, kemampuan pemecahan masalah menjadi fokus dari pembelajaran matematika, mulai jenjang dasar hingga perguruan tinggi (Widjajanti, 2009).

Saat ini, capaian hasil belajar matematika masih rendah. Hal tersebut dapat dilihat dari capaian hasil Ujian Nasional Berbasis Komputer (UNBK) tahun pelajaran 2018/2019 jenjang SMA program studi IPA. Berdasarkan hasil tersebut, presentase siswa menjawab benar untuk mata pelajaran matematika lebih rendah apabila dibandingkan dengan mata pelajaran yang lain. Rendahnya capaian hasil Ujian Nasional salah satunya disebabkan oleh banyaknya kesalahan yang dilakukan oleh siswa selama proses pengerjaan soal ujian. Untuk dapat menyelesaikan suatu masalah matematika dengan benar, siswa perlu keterampilan untuk membuat model matematika, keterampilan berhitung, dan penguasaan konsep (Rachman & Saripudin, 2020).

Selanjutnya, diantara materi yang diuji dalam UNBK mata pelajaran matematika, materi trigonometri menempati posisi terendah untuk presentase siswa yang menjawab benar. Presentase siswa yang menjawab benar pada UNBK jenjang SMA tahun pelajaran 2018/2019 untuk program studi IPA di Kabupaten Temanggung dapat dilihat dalam tabel di bawah ini.

Tabel 1. Presentase Siswa yang Menjawab Benar pada UNBK Tahun Pelajaran 2018/2019 Program Studi IPA

No.	Materi yang diuji	Kab/Kota	Propinsi	Nasional
1.	Aljabar	55,22	51,77	45,61
2.	Kalkulus	43,47	40,58	35,02
3.	Geometri dan Trigonometri	42,99	40,12	34,63
4.	Statistika	44,77	41,53	35,10

Kemampuan pemahaman matematis siswa terhadap materi trigonometri masih sangat rendah (Kusnadi et al., 2021). Berdasarkan penelitian Kusnadi (2021), kemampuan siswa untuk mengingat dan menerapkan rumus tergolong sangat rendah. Selain itu, siswa juga belum mampu membuktikan suatu rumus atau pernyataan. Siswa masih kesulitan memecahkan masalah trigonometri (Muslih, 2022). Hal tersebut terjadi karena banyaknya rumus dan variasi soal, sedangkan waktu yang dimiliki untuk belajar terbatas (Muslih, 2022).

Kesalahan siswa merupakan penyimpangan yang dilakukan oleh siswa dalam menyelesaikan soal yang diberikan (Supriyanto, 2020). Pengertian lain menyatakan bahwa kesalahan menyelesaikan soal adalah penyimpangan yang dilakukan siswa dalam menyelesaikan soal dari hal yang dianggap benar atau menyimpang dari prosedur yang telah ditetapkan sebelumnya (Ananda et al., 2018). Kesalahan merupakan suatu bentuk penyimpangan terhadap hal yang dianggap benar atau penyimpangan terhadap sesuatu yang telah ditetapkan/disepakati sebelumnya (Wijaya & Masriyah, 2013). Sehingga, dapat disimpulkan bahwa kesalahan siswa adalah penyimpangan yang dilakukan siswa dalam menyelesaikan soal terhadap suatu hal yang telah disepakati atau dianggap benar. Terdapat lima jenis kesalahan siswa dalam menyelesaikan masalah trigonometri, yaitu *Misused data*, *misinterpreted language*, *logically invalid inference*, *distorted theorem or definition*, *technical mechanical error* (Gur, 2009).

1. *Misused data*/kesalahan pada penggunaan data berarti ada perbedaan antara data yang ada dalam soal dengan apa yang dituliskan siswa. Kesalahan ini dapat terjadi pada saat siswa menuliskan apa yang diketahui dalam soal maupun saat memproses data (Movshovitz-Hadar et al., 2020).
2. *Misinterpreted language*/kesalahan dalam mengartikan bahasa, yaitu kesalahan dalam mengartikan maksud soal/suatu konsep ke bentuk objek dan simbol matematika (Movshovitz-Hadar et al., 2020). Salah menafsirkan suatu simbol sebagai suatu istilah matematika atau sebaliknya
3. *Logically invalid inference*/dugaan yang tidak valid secara logis, yaitu kesalahan yang berhubungan dengan pelanaran yang salah (Gur, 2009).
4. *Distorted theorem or definition*/kesalahan teorema atau definisi, yaitu kesalahan dalam penggunaan suatu aturan, teorema, dan definisi. Contohnya yaitu penggunaan teorema yang tidak sesuai dengan kondisi (Gur, 2009).
5. *Technical mechanical error*/kesalahan teknis, yaitu kesalahan yang berhubungan dengan proses, seperti kesalahan dalam operasi hitung (Gur, 2009).

Menurut penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Mulyani & Muhtadi (2019), kesalahan yang dilakukan oleh siswa dalam menyelesaikan masalah trigonometri adalah kesalahan membaca, kesalahan pemahaman, kesalahan transformasi, kesalahan keterampilan proses, dan kesalahan penulisan. Hal tersebut disebabkan oleh kurangnya ketelitian siswa, adanya rasa tergesa-gesa, lupa konsep serta adanya kesalahan dalam perhitungan (Mulyani & Muhtadi, 2019). Sedangkan penelitian lain yang dilakukan oleh Rachman (2020) juga menyatakan bahwa kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal trigonometri meliputi kesalahan penggunaan data, kesalahan penafsiran bahasa, kesalahan dalam penarikan kesimpulan, kesalahan dalam penggunaan teorema, kesalahan tidak diperiksa kembali, serta kesalahan perhitungan.

Untuk menentukan letak kesalahan siswa, diperlukan suatu instrumen tes diagnostik. Terdapat beberapa jenis tes diagnostik, salah satunya adalah *three tier diagnostic test*. Jenis tersebut merupakan tes diagnostik yang terdiri dari tiga tingkatan. Tingkat pertama dari tes

tersebut berupa soal pilihan ganda dengan jawaban pengecoh dan satu kunci jawaban yang benar. Tingkat kedua berupa lima pilihan alasan mengapa siswa menjawab soal tingkat pertama. Sedangkan tingkat ketiga merupakan pilihan keyakinan jawaban siswa pada tingkat satu dan dua (Mubarak et al., 2016). Interpretasi hasil tes diagnostik *Three Tier Test* disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini.

Tabel 3. Interpretasi Hasil Tes Diagnostik *Three Tier Test*

Kombinasi Jawaban			Klasifikasi jawaban peserta didik
Tingkat 1	Tingkat 2	Tingkat 3	
Benar	Benar	Yakin	Pemahaman Utuh
Benar	Salah	Yakin	Miskonsepsi (+)
Salah	Benar	Yakin	Miskonsepsi (-)
Salah	Salah	Yakin	Miskonsepsi
Benar	Benar	Ragu	Beruntung/Kurang Keyakinan
Benar	Salah	Ragu	Kurang Paham
Salah	Benar	Ragu	Kurang Paham
Salah	Salah	Ragu	Tidak Paham

Mubarak (2016) menjelaskan bahwa tes diagnostic *three tier* memiliki beberapa keunggulan. Pertama, *three tier* dapat digunakan untuk mendiagnosis kesalahan yang terjadi pada siswa secara lebih mendalam. Kedua, dapat menentukan bagian-bagian materi yang membutuhkan lebih banyak penekanan saat pembelajaran. Ketiga, guru dapat merencanakan pembelajaran yang lebih baik sehingga dapat mengurangi miskonsepsi yang terjadi pada siswa. Jadi, menggunakan *three tier diagnostic test*, dapat diidentifikasi mana saja siswa yang mengalami miskonsepsi, hanya menebak, tidak paham konsep, serta siswa yang paham konsep, (Harizah et al., 2017).

Kesulitan siswa dalam menyelesaikan masalah trigonometri dapat dilihat dari kesalahan yang ada dalam jawaban siswa. Kesalahan tersebut bisa diketahui dengan menganalisis jawaban siswa (Fahrudin et al., 2019). Karena kesalahan pada saat menyelesaikan soal trigonometri masih sering terjadi, maka peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian analisis kesalahan penyelesaian masalah trigonometri dan penyebabnya di SMA menggunakan metode *three-tier diagnostic test*.

METODE PENELITIAN

Ditinjau dari jenis datanya pendekatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kualitatif. Penelitian ini merupakan penelitian studi kasus di salah satu SMA di Temanggung. Subjek dari penelitian ini adalah siswa kelas sepuluh program studi MIPA di salah satu SMA di Temanggung. Data diperoleh dari hasil tes diagnostic dan hasil wawancara terhadap 10 siswa.

Sebelum dilakukan penelitian, instrumen penelitian terlebih dahulu diujikan pada kelas uji untuk membuktikan validitas dan mengestimasi reliabilitas. Pembuktian validitas isi dilakukan melalui kesepakatan dari para ahli (*expert judgment*). Penghitungan indeks kesepakatan ahli (*rater agreement*) dilakukan menggunakan indek Aiken V. Rumus Indeks Aiken V adalah sebagai berikut:

$$V = \frac{\sum s}{n(c - 1)}$$

Dengan:

V = indeks kesepakatan rater, s = skor yang ditetapkan setiap rater dikurangi skor terendah dalam kategori yang dipakai, r = skor kategori pilihan rater, n = banyak rater, dan c = banyak kategori yang dipakai rater.

Tabel. Kategori indek kesepakatan rater

Indeks kesepakatan rater	kategori
$V < 0,4$	rendah
$0,4 < V < 0,8$	sedang
$V > 0,8$	tinggi

Dari pembuktian validitas tersebut didapat indeks lebih besar dari 0,8 sehingga instrumen tersebut dapat dikatakan valid.

Selanjutnya, reliabilitas ditunjukkan dalam bentuk koefisien yang besarnya $-1,00 \leq \rho \leq +1,00$. Semakin tinggi koefisien, reliabilitasnya semakin tinggi. Sedangkan semakin rendah koefisien, maka reliabilitasnya akan semakin rendah. Penghitungan reliabilitas untuk instrumen ini menggunakan rumus Cronbach's Alpha, yaitu:

$$\alpha = \left(\frac{k}{k - 1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right)$$

Dengan

α = Koefisien reliabilitas instrumen, k = Banyak butir pertanyaan dalam instrumen, $\sum \sigma_i^2$ = Jumlah varians butir instrumen, dan σ_t^2 = Varians skor total.

Perhitungan reliabilitas dengan rumus tersebut menghasilkan $\alpha = 0,732$, sehingga instrumen dapat diterima.

Teknik analisis data terdiri dari tiga bentuk aktivitas, yaitu reduksi data (*data reduction*), penyajian data (*data display*), serta penarikan kesimpulan (*conclusion*), (Miles & Huberman, 1984). Cara mereduksi data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik Bogdan & Biklen. Kisi-kisi instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 7. Indikator Kesalahan Siswa

Kompetensi Dasar	Indikator
Menggeneralisasi rasio trigonometri untuk sudut-sudut di berbagai kuadran dan sudut-sudut berelasi.	Menentukan nilai rasio trigonometri. Memperkirakan posisi sudut pada kuadran tertentu yang telah diketahui nilai rasio trigonometrinya.
Menyelesaikan masalah kontekstual yang berkaitan dengan rasio trigonometri sudut-sudut di berbagai kuadran dan sudut-sudut berelasi.	Mengorganisasikan rasio trigonometri dari masalah kontekstual Merumuskan solusi suatu masalah rasio trigonometri yang berhubungan dengan segitiga Menentukan nilai rasio trigonometri suatu sudut dalam lingkaran Menyelesaikan masalah kontekstual yang berhubungan dengan rasio trigonometri Memeriksa kebenaran informasi dari masalah yang berkaitan dengan rasio trigonometri

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Hasil *Three-tier Diagnostic Test*

Tabel 6. Hasil analisis *Three-tier Diagnostic Test*

Klasifikasi	Nomor 1	Nomor 2	Nomor 3	Nomor 4	Nomor 5	Nomor 6	Nomor 7
PU	51,33%	71,68%	21,24%	29,2%	9,73%	18,58%	7,96%
M+	5,31%	6,19%	2,65%	1,77%	0%	4,42%	2,65%
M-	9,73%	7,96%	7,96%	14,16%	3,54%	6,19%	0%
M	5,31%	0%	1,77%	8,85%	7,08%	2,65%	15,93%

KK/B	3,54%	0%	0%	1,77%	3,54%	4,42%	7,08%
KP	10,62%	6,19%	15,04%	13,27%	6,19%	9,73%	3,54%
TP	14,16%	7,64%	51,33%	30,97%	69,91%	53,98%	62,83%

Berdasarkan tabel tersebut dapat dilihat bahwa untuk kategori PU (Pemahaman Utuh), urutan presentase dari yang tertinggi adalah nomor 2, selanjutnya disusul oleh nomor 1, 4, 3, 6, 5, dan terakhir 7. Siswa dengan kategori pemahaman utuh berarti siswa dapat menjawab soal dengan alasan yang tepat, dan yakin atas jawaban mereka. Soal nomor 1 dan 2 merupakan soal yang tergolong mudah, yaitu dengan level kognitif mengetahui dan memahami. Sedangkan untuk soal yang berbentuk penerapan seperti nomor 3, 4, 5, 6, dan 7 masih banyak siswa yang salah dalam menjawab. Hal tersebut dapat dilihat dari presentase siswa yang tergolong “tidak paham” lebih besar dari pada presentase siswa yang tergolong dalam “pemahaman utuh”.

Hasil Analisis Kesalahan Siswa

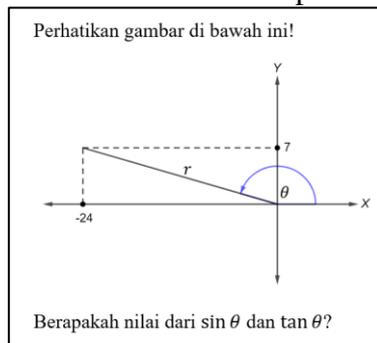
Untuk mengetahui kesalahan yang dilakukan, data yang telah diperoleh dianalisis berdasarkan jenis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal trigonometri menurut Gur. Indikator untuk setiap jenis kesalahan siswa dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Indikator Kesalahan Siswa

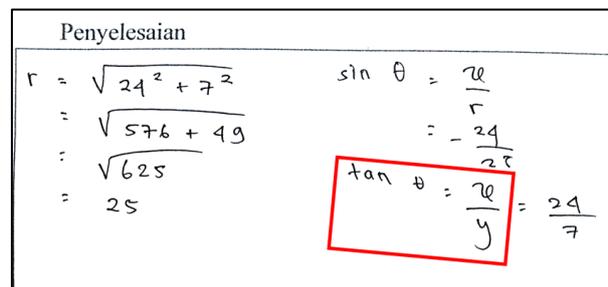
Jenis Kesalahan	Indikator
<i>Misused data</i>	Salah dalam menggunakan informasi dari soal. Menggunakan data yang tidak relevan.
<i>Misinterpreted language</i>	Salah dalam menyalin informasi dari soal. Salah menerjemahkan suatu informasi. Salah menafsirkan simbol
<i>Logically invalid inference</i>	Siswa membuat dugaan yang salah atau tidak logis.
<i>Distorted theorem of definition</i>	Salah dalam penggunaan suatu aturan, teorema, dan definisi.
<i>Technical mechanical error</i>	Salah dalam melakukan perhitungan.

Hasil penelitian menunjukkan jenis jenis kesalahan yang terjadi pada saat siswa mengerjakan soal trigonometri. Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan masalah trigonometri adalah sebagai berikut.

a. Analisis kesalahan siswa pada soal 1



Gambar. Soal nomor 1



Gambar. Contoh jawaban soal nomor 1

Berdasarkan jawaban di atas, pada saat mencari nilai tan siswa salah dalam menggunakan perbandingan trigonometri. Nilai tan θ didapatkan dari $\frac{y}{x}$, dengan y merupakan sisi di depan sudut dan x adalah sisi samping sudut. Jenis kesalahan jawaban tersebut adalah *distorted theorem of definition*.

b. Analisis kesalahan siswa pada soal 2

Jika diketahui $\sin \theta = \frac{12}{20}$, dengan θ berada pada kuadran II, maka berapakah nilai $\cos \theta - \tan \theta$?

Gambar. Soal nomor 2

Penyelesaian

$\sin \theta = \frac{y}{r} = \frac{-12}{20}$, berarti $y = -12$ dan $r = 20$

$x = \sqrt{(20)^2 - (-12)^2} = \sqrt{400 - 144} = 16$

$\tan \theta = \frac{y}{x} = \frac{-12}{16} = -\frac{12}{16}$

$\cos \theta = \frac{x}{r} = \frac{16}{20}$

Gambar. Contoh jawaban soal nomor 2

Kesalahan yang terjadi pada jawaban di atas adalah pada saat menyalin informasi dari soal. Pada soal tertulis $\sin \theta = \frac{12}{20}$ dan berada pada kuadran II, sedangkan pada lembar jawab siswa menuliskan $\sin \theta = -\frac{12}{20}$. Hal tersebut mengakibatkan y bernilai negatif dan θ berada pada kuadran IV, sehingga hasil yang didapatkan siswa salah. Oleh karena itu, jenis kesalahannya termasuk dalam *misused data*.

c. Analisis kesalahan siswa pada soal 3

Nusa dan Agi ingin memasang tali untuk menaikkan bendera pada tiang, karena tali sebelumnya putus. Tiang tidak bisa di tidurkan untuk diukur tingginya secara horizontal. Mereka ingin mengukur tinggi tiang secara vertikal agar perkiraan panjang tali akurat. Kemudian, Nusa berdiri 10m lebih dekat dengan tiang dan memandang ujung tiang dengan sudut elevasi 40° , sedangkan Agi berdiri lebih jauh dari tiang dan memandang ujung tiang sejauh 20° . Apabila tinggi badan Nusa dan Agi 1,7 meter, maka berapakah tinggi tiang bendera tersebut?

	20°	40°
Sin	0,34	0,64
Cos	0,94	0,77
Tan	0,36	0,84

Gambar. Soal nomor 3

Penyelesaian

$x = ?$

$y = 10 \text{ m}$

$\tan 40^\circ = \frac{x}{y} = 0,84 = y \cdot 0,84$

$\tan 20^\circ = \frac{y}{y+10} = 0,36$

~~$y = \frac{10}{0,84} = 11,90$~~

Gambar. Contoh jawaban soal nomor 3

Berdasarkan jawaban di atas, siswa menuliskan $y = 10$ meter, sedangkan nilai y sebenarnya belum diketahui. Selain itu, penggunaan simbol yang siswa gunakan juga kurang tepat, karena siswa menggunakan simbol yang sama untuk menyatakan dua hal yang berbeda. Sehingga kesalahan tersebut termasuk dalam *misinterpreted language*.

d. Analisis kesalahan siswa pada soal 4

Perhatikan gambar di bawah ini!

Berdasarkan gambar di samping, berapakah keliling segitiga BCD?

Gambar. Soal nomor 4

Penyelesaian

Pada $\triangle ABC$:

- $\angle A = 30^\circ$
- $\angle B = 90^\circ$
- $\angle C = (180^\circ - (90^\circ + 30^\circ)) = 60^\circ$

Pada $\triangle BCD$:

- $\angle C = 60^\circ$
- $\angle D = 90^\circ$
- $\angle B = (180^\circ - (90^\circ + 60^\circ)) = 30^\circ$

$\frac{BC}{\sin D} = \frac{BD}{\sin C} \Rightarrow \frac{BC}{\sin 90^\circ} = \frac{6}{\sin 60^\circ} \Rightarrow BC = \frac{6}{\frac{1}{2}\sqrt{3}} = 12\sqrt{3}$

$\frac{DC}{\sin B} = \frac{BC}{\sin D} \Rightarrow \frac{DC}{\sin 30^\circ} = \frac{12\sqrt{3}}{\sin 90^\circ} \Rightarrow DC = 12\sqrt{3} \cdot \frac{1}{2}$

$K = B + C + D$

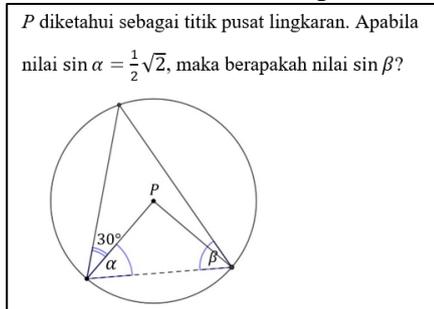
$= 6 + 12\sqrt{3} + 6\sqrt{3} = 12\sqrt{3} + 12$

Gambar. Contoh jawaban soal nomor 4

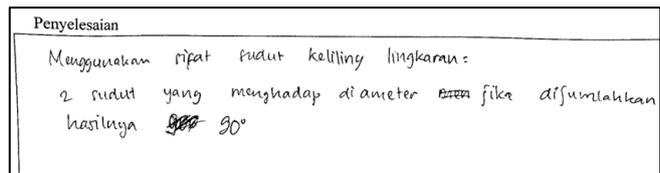
Kesalahan terjadi pada pembagian dengan pecahan. Hasil dari $\frac{6}{\frac{1}{2}\sqrt{3}}$ adalah $4\sqrt{3}$.

Akibatnya, Panjang sisi BC yang didapatkan siswa salah, begitu juga dengan keliling segitiga BCD yang didapat. Jenis kesalahan dari jawaban tersebut adalah **technical mechanical error**.

e. Analisis kesalahan siswa pada soal 5



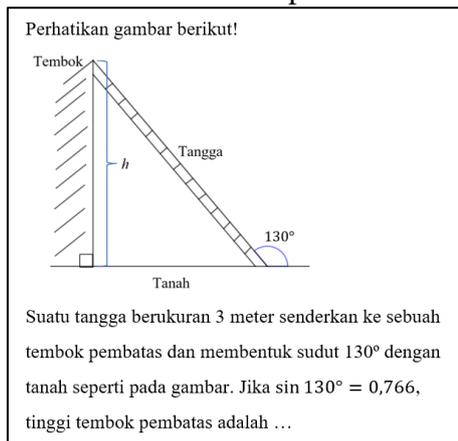
Gambar. Soal nomor 5



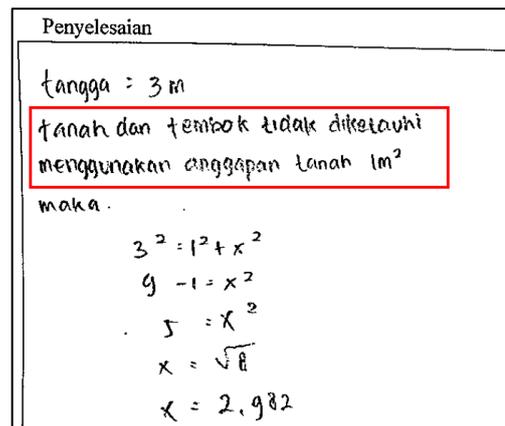
Gambar. Contoh jawaban soal nomor 5

Jawaban di atas menunjukkan bahwa siswa salah dalam menuliskan sifat dari sudut keliling lingkaran. Selain itu, sifat tersebut tidak dibutuhkan untuk menyelesaikan soal nomor 5. Sehingga, jenis kesalahan dari jawaban di atas adalah **distorted theorem of definition**.

f. Analisis kesalahan siswa pada soal 6



Gambar. Soal nomor 6

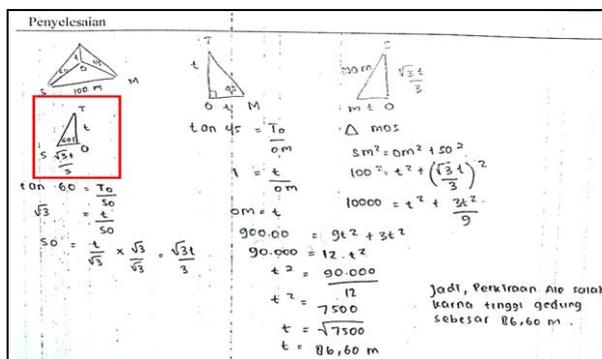


Gambar. Contoh jawaban soal nomor 6

Proses penyelesaian soal dengan menganggap panjang tanah 1 meter bukanlah alasan logis. Masalah tersebut seharusnya diselesaikan dengan menggunakan aturan sinus. Karena tebakan awal siswa salah, maka hasil yang didapatkan juga salah. Jenis kesalahan dari jawaban tersebut adalah **logically invalid inference**.

g. Analisis kesalahan siswa pada soal 7

Dari atap sebuah gedung, Ale melihat mobil sedan diparkir di sebelah barat dengan sudut depresi 60° . Tidak lama kemudian, ia melihat mobil minibus di parkir di sebelah selatan gedung dengan sudut 45° . Jika jarak kedua mobil adalah 100 meter, Ale memperkirakan gedung tersebut memiliki ketinggian 50 meter. Apakah perkiraan Ale tersebut benar?



Gambar. Soal nomor 7

Gambar. Contoh jawaban soal nomor 7

Pada jawaban tersebut siswa salah dalam memahami maksud soal. Bagian yang diberi tanda warna merah menunjukkan letak kesalahan siswa. Sudut yang besarnya 60° adalah sudut *STO*, bukan sudut *OST*. Kesalahan menentukan letak sudut 60° tersebut menyebabkan kesalahan pada hasil akhir. Kesalahan tersebut termasuk dalam *misinterpreted language*.

2. Penyebab Kesalahan Siswa

Tabel 15. Hasil analisis dengan teknik Bogdan & Biklen

Reduksi Data	Tema	Kesimpulan
<p>Guru</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cara guru menjelaskan materi terlalu serius. - Penjelasan dari guru kurang jelas. - Guru tidak menjelaskan materi secara detail. 	<p>Penyampaian materi kurang jelas.</p>	<p>Penyebab kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal trigonometri, yaitu guru kurang jelas dalam menyampaikan materi, adanya pengaruh dari kondisi psikis siswa, siswa belum memahami operasi hitung dasar, masih kurang latihan soal yang bervariasi, serta adanya kesulitan dalam menghafalkan rumus.</p>
<p>Kondisi siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa cepat bosan. - Siswa belum bisa beradaptasi dengan situasi saat ini. 	<p>Adanya pengaruh dari kondisi psikis siswa.</p>	
<p>Keterampilan berhitung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Belum mehamami operasi hitung dasar. 	<p>Kemampuan berhitung siswa masih kurang</p>	
<p>Latihan soal</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa jarang menemukan soal kontekstual - Kurangnya latihan soal yang bervariasi. - Belum mampu menyelesaikan soal yang bervariasi. - Jarang mengerjakan soal cerita. 	<p>Siswa membutuhkan latihan soal yang bervariasi.</p>	
<p>Pemahaman materi</p> <ul style="list-style-type: none"> - Belum familiar terhadap materi. - Mudah lupa terhadap materi yang sudah dijelaskan guru. - Tidak hafal rumus. - Banyak rumus yang harus dihafalkan. - Susah menghafal rumus. 	<p>Kurangnya kemampuan menghafal siswa.</p>	

Data penyebab kesalahan siswa didapatkan dari hasil wawancara terhadap 10 siswa dan dianalisis pada table diatas menggunakan teknik Bogdan & Biklen. Berdasarkan tabel, didapatkan beberapa penyebab kesalahan siswa pada saat menyelesaikan trigonometri, yaitu guru kurang jelas dalam menyampaikan materi, adanya pengaruh dari kondisi psikis siswa, siswa belum memahami operasi hitung dasar, masih kurang latihan soal yang bervariasi, serta adanya kesulitan dalam menghafalkan rumus.

Pembahasan

Kesalahan siswa banyak terjadi pada soal dengan level kognitif C3 hingga C6. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mahmudah (2018) yaitu siswa Indonesia masih kesulitan dalam memahami materi dan menyelesaikan soal yang membutuhkan penalaran. Penelitian tersebut menyatakan bahwa kemampuan penalaran dan kreativitas siswa masih rendah, sehingga siswa kesulitan menyelesaikan soal kontekstual dan memanipulasi ke bentuk aljabar (Mahmudah, 2018). Sedangkan untuk soal dengan level kognitif C1 dan C2, presentase “pemahaman utuh” tergolong tinggi, yaitu 51,33% dan 71,68%.

Pada penelitian ini, siswa mengalami kesalahan yang berbeda-beda. Kesalahan tersebut bisa terjadi akibat beberapa faktor. Kesalahan yang pertama yaitu *misused data*, yang berarti kesalahan pada penggunaan data yang ada dalam soal. Kesalahan ini ditandai dengan adanya kesalahan dalam menggunakan informasi dari soal, penggunaan data yang tidak relevan, serta kesalahan dalam menyalin informasi dari soal. Kesalahan dalam menggunakan informasi juga terjadi dalam penelitian lain, yaitu siswa menuliskan hal yang tidak sesuai dengan yang diminta soal (Mulyani & Muhtadi, 2019). Dalam penelitian tersebut, kesalahan menggunakan informasi termasuk pada tahapan memahami. Sedangkan dalam penelitian ini, *misused data* terjadi akibat siswa salah dalam menggunakan dan menyalin informasi dari soal. Hal tersebut dapat terjadi karena siswa kurang teliti dan tidak mengecek kembali kesesuaian jawaban mereka dengan soal.

Jenis kesalahan yang kedua yaitu *misinterpreted language*, berarti kesalahan dalam mengartikan bahasa. Kesalahan dalam mengartikan bahasa dapat dilihat pada saat terdapat kesalahan dalam menerjemahkan suatu informasi dan menerjemahkan simbol. Jenis kesalahan yang sama juga ditemukan pada penelitian Zain (2017). Kesalahan memahami masalah bisa terjadi akibat kurang cermat dalam membaca soal (Zain, 2017). Menurut Widodo & Sujadi (2017) salah satu indikator dari tidak memahami soal adalah tidak menuliskan apa yang diketahui dari soal. Peserta didik memiliki kebiasaan tidak menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan soal (Widodo, 2016). Kemudian, tidak memahami konsep trigonometri juga menjadi sebab dari gagalnya siswa memahami masalah (Widodo & Sujadi, 2017).

Kesalahan dalam menerjemahkan simbol juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Andriani (2017). Penelitian tersebut menerangkan bahwa kesalahan menerjemahkan simbol terjadi akibat banyaknya simbol dalam trigonometri. Banyaknya simbol dan grafik dapat membuat siswa bingung hingga melakukan kesalahan.

Selanjutnya, kesalahan yang ketiga adalah *logically invalid inference*. Indikator dari kesalahan tersebut adalah siswa membuat dugaan yang salah atau tidak logis. Penyebabnya adalah siswa bingung dalam membuat alasan untuk menyelesaikan soal tersebut (Cahyani & Aini, 2021).

Kesalahan yang keempat yaitu *distorted theorem or definition*. Kesalahan ini terjadi apabila siswa salah dalam penggunaan suatu aturan, teorema, dan definisi. Penelitian lain mengungkapkan adanya kesalahan yang sama dalam penggunaan teorema. Lebih tepatnya, siswa menggunakan teorema atau rumus yang tidak sesuai dengan kondisi (Andriani et al., 2017). Kesulitan dalam menyelesaikan soal trigonometri terjadi karena siswa tidak tahu rumus yang tepat untuk menyelesaikan soal tersebut (Rachman & Saripudin, 2020). Penyebab lain

dari kesalahan tersebut adalah siswa tidak memahami konsep dengan baik (Cahyani & Aini, 2021).

Kemudian, jenis yang terakhir adalah *technical mechanical error*. Indikator dari kesalahan tersebut adalah salah dalam melakukan perhitungan. Kesalahan ini sering terjadi pada saat menyelesaikan soal matematika. Kesalahan tersebut bisa terjadi karena siswa tidak menggunakan aturan operasi dengan benar (Widodo, 2016). Selain itu, siswa kurang teliti saat menghitung juga menjadi penyebab adanya kesalahan perhitungan (Cahyani & Aini, 2021).

Kesalahan siswa dalam mengerjakan soal trigonometri terbagi menjadi 5 jenis, yaitu *misused data* (kesalahan pada penggunaan data), *misinterpreted language* (kesalahan dalam mengartikan bahasa), *logically invalid inference* (dugaan yang tidak valid secara logis), *distorted theorem or definition* (kesalahan teorema atau definisi), dan *technical mechanical error* (kesalahan teknis, yaitu kesalahan yang berhubungan dengan proses).

Berdasarkan tabel hasil analisis penyebab kesalahan siswa, dapat disimpulkan bahwa kesalahan siswa dalam mengerjakan soal trigonometri disebabkan oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal atau faktor yang berasal dari dalam diri siswa meliputi adanya pengaruh dari kondisi psikis siswa, siswa belum memahami operasi hitung dasar, masih kurang latihan soal yang bervariasi, serta adanya kesulitan dalam menghafalkan rumus. Sedangkan faktor eksternal atau faktor yang berasal dari luar adalah guru kurang jelas dalam menyampaikan materi.

Adanyak kesalahan-kesalahan tersebut dapat mengakibatkan kesalahan pada hasil akhir yang didapatkan siswa. Apabila dibiarkan begitu saja, maka siswa dapat melakukan kesalahan yang sama untuk soal yang lain (Ilmiyah et al., 2018). Kesalahan berulang bisa juga terjadi untuk materi yang berbeda. Contohnya, pada saat siswa salah dalam menentukan urutan operasi hitung. Apabila hal tersebut tidak dibenarkan, maka kesalahan tersebut akan terus berulang. Selain itu, apabila siswa sering melakukan kesalahan pada saat menyelesaikan soal, maka capaian hasil belajar siswa juga akan rendah (Daswarman, 2022). Oleh karena itu, guru perlu membantu siswa untuk memperbaiki kesalahan tersebut.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka dapat diambil kesimpulan bahwa sebagian besar siswa belum mampu menyelesaikan soal kontekstual. Sedangkan untuk jenis kesalahan dan penyebab kesalahan siswa adalah sebagai berikut:

1. Jenis kesalahan umum yang dilakukan siswa siswa:
 - a. *Misused data* (Kesalahan pada penggunaan data).
 - b. *Misinterpreted language* (Kesalahan dalam mengartikan bahasa).
 - c. *Logically invalid inference* (Dugaan yang tidak valid secara logis).
 - d. *Distorted theorem or definition* (Kesalahan teorema atau definisi).
 - e. *Technical mechanical error* (Kesalahan teknis).
2. Faktor penyebab kesalahan siswa adalah:
 - a. Guru kurang jelas dalam menyampaikan materi.
 - b. Adanya pengaruh dari kondisi psikis siswa.
 - c. Siswa belum memahami operasi hitung dasar.
 - d. Siswa masih kurang latihan soal yang bervariasi.
 - e. Adanya kesulitan dalam menghafalkan rumus.

Kesalahan siswa perlu dianalisis, sehingga dapat dicari solusi untuk meminimalisasi terjadinya kesalahan tersebut. Apabila dibiarkan begitu saja, maka siswa dapat melakukan kesalahan yang sama untuk soal lain atau materi lain. Selain itu, apabila siswa sering melakukan kesalahan pada saat menyelesaikan soal, maka capaian hasil belajar siswa juga akan rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan artikel ini, banyak pihak yang telah memberikan dukungan kepada penelitian ini. Peneliti menyampaikan terima kasih kepada Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan fasilitas sarana dan prasarana dalam pelaksanaan penelitian, serta kepada Bapak/Ibu Dosen Jurusan Pendidikan Matematika.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, P., Hamid, A., Bernard, M., & Sugandi, A. I. (2017). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Dan Disposisi Matematik Siswa Kelas Xi Sma Putra Juang Dalam Materi Peluang. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 144–153. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v2i1.62>
- Akuba, S. F., Purnamasari, D., & Firdaus, R. (2020). Pengaruh Kemampuan Penalaran, Efikasi Diri dan Kemampuan Memecahkan Masalah Terhadap Penguasaan Konsep Matematika. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 4(1), 44. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v4i1.2827>
- Ananda, R. P., Sanapiah, S., & Yulianti, S. (2018). Analisis Kesalahan Siswa Kelas Vii Smpn 7 Mataram Dalam Menyelesaikan Soal Garis Dan Sudut Tahun Pelajaran 2018/2019. *Media Pendidikan Matematika*, 6(2), 79. <https://doi.org/10.33394/mpm.v6i2.1838>
- Andriani, T., Suastika, I. K., & Sesanti, N. R. (2017). Analisis Kesalahan Konsep Matematika Siswa dalam Menyelesaikan Soal Trigonometri Kelas X TKJ SMKN 1 Gempol Tahun Pelajaran 2016/2017. *Pi: Mathematics Education Journal*, 1(1), 34–39. <https://doi.org/10.21067/pmej.v1i1.1998>
- Cahyani, A., & Aini, I. N. (2021). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal trigonometri berdasarkan kriteria watson. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 4(2), 365–372. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v4i2.365-372>
- Daswarman, D. (2022). Analisis Kesalahan Mahasiswa PGSD dalam Menyelesaikan Soal Matematika. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 1335–1344. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i2.1338>
- Diniyah, A. N., Akbar, P., Nurjaman, A., & Bernard, M. (2018). Analisis Kemampuan Kemampuan Penalaran Dan Self Confidence Siswa Sma Dalam Materi Peluang. *Journal On Education*, 1(1), 14–21.
- Fahrudin, D., Mardiyana, & Pramudya, I. (2019). Profile of students' errors in trigonometry equations. *Journal of Physics: Conference Series*, 1188(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1188/1/012044>
- Gur, H. (2009). Trigonometry Learning. *New Horizons in Education*, 57(1), 67–80.
- Hanafy, M. S. (2014). Konsep Belajar Dan Pembelajaran. *Lentera Pendidikan : Jurnal Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan*, 17(1), 66–79. <https://doi.org/10.24252/lp.2014v17n1a5>
- Harizah, Z., Setyarsih, W., & Mukhayyarotin. (2017). Penggunaan Three-Tier Diagnostic Test untuk Identifikasi Mikonsepsi Siswa pada Materi Teori Kinetik Gas. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 5(3), 174–177.
- Ilmiyah, L., Purnama, S., & Mayangsari, S. N. (2018). Analisis Kesalahan Peserta Didik Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Sistem Persamaan Linear Dua Variabel. *AULADUNA: Jurnal Pendidikan Dasar Islam*, 5(1), 105–115. <https://doi.org/10.24252/auladuna.v5i1a9.2018>
- Kusnadi, F. N., Karlina Rachmawati, T., & Sugilar, H. (2021). Kemampuan Pemahaman Matematis Siswa Pada Materi Trigonometri. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 5(2), 170–178. <https://doi.org/10.35706/sjme.v5i2.5140>
- M. Jainuri, M. P. (2019). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika. *Acamedia*, 1(1), 1–8.

- Mahmudah, W. (2018). Analysis of Student Errors in Solving Hots Type Math Problems Based on Newman's Theory. *Jurnal UJMC*, 4(1), 49–56.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1984). Drawing Valid Meaning from Qualitative Data: Toward a Shared Craft. *Educational Researcher*, 13(5), 20–30. <https://doi.org/10.3102/0013189X013005020>
- Movshovitz-Hadar, N., Zaslavsky, O., & Inbar, S. (2020). An Empirical Classification Model for Errors in High School Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18(1), 3–14. <https://doi.org/10.5951/jresematheduc.18.1.0003>
- Mubarak, S., Susulaningsih, E., & Cahyono, E. (2016). Pengembangan Tes Diagnostik Three Tier Multiple Choice Untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi Peserta Didik Kelas Xi. *Journal of Innovative Science Education*, 5(2), 101–110.
- Mulyani, M., & Muhtadi, D. (2019). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Trigonometri Tipe Higher Order Thinking Skill Ditinjau Dari Gender. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Matematika*, 12(1), 1–16. <https://doi.org/10.30870/jppm.v12i1.4851>
- Muslih. (2022). *PENINGKATAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA MATERI TRIGONOMETRI MELALUI TEKNIK MNEMONIC DEVICE SISWA KELAS X IPS 1 SMA NEGERI 1 SULANG TAHUN PELAJARAN 2019 / 2020*. 8(1), 1–7.
- Novtiar, C., & Aripin, U. (2017). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Dan Kepercayaan Diri Siswa Smp Melalui Pendekatan Open Ended. *Prisma*, 6(2), 119–131. <https://doi.org/10.35194/jp.v6i2.122>
- Pane, A., & Darwis Dasopang, M. (2017). Belajar Dan Pembelajaran. *FITRAH: Jurnal Kajian Ilmu-Ilmu Keislaman*, 3(2), 333. <https://doi.org/10.24952/fitrah.v3i2.945>
- Rachman, A. F., & Saripudin. (2020). ANALISIS KESALAHAN SISWA KELAS XI PADA MATERI TRIGONOMETRI. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 04(01), 126–133. <https://doi.org/10.36513/sigma.v5i2.692>
- Supriyanto. (2020). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Tentang Perbandingan. *PREMIERE: Journal of Islamic Elementary Education*, 1(2), 74–91. <https://doi.org/10.51675/jp.v1i2.81>
- Widjajanti, D. B. (2009). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Mahasiswa Calon Guru Matematika: Apa dan Bagaimana Mengembangkannya. *Seminar Nasioanal FMIPA*, 5, 1–11. http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/131569335/Makalah_5_Desember_UNY_Jadi.pdf
- Widodo, S. A. (2016). Kesalahan Dalam Pemecahan Masalah Divergensi Pada Mahasiswa Matematika. *AdMathEdu: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Ilmu Matematika Dan Matematika Terapan*, 4(1). <https://doi.org/10.12928/admathedu.v4i1.4810>
- Widodo, S. A., & Sujadi, A. . (2017). Analisis Kesalahan Mahasiswa Dalam Memecahkan Masalah Trigonometri. *SOSIOHUMANIORA: Jurnal Ilmiah Ilmu Sosial Dan Humaniora*, 1(1), 51–63. <https://doi.org/10.30738/sosio.v1i1.518>
- Wijaya, A. A., & Masriyah. (2013). Analsis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita pada Materi Sistem Linear Dua Variabel. *MATHEdunesa*, 2(1), 1–7.
- Zain, A. N. (2017). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Materi Trigonometri Kelas X. *Sigma*, 3(1), 12–16. <http://ejournal.unira.ac.id>