

# ANALISIS KESALAHAN SISWA DALAM MENYELESAIKAN SOAL PERSAMAAN DAN IDENTITAS TRIGONOMETRI BERDASARKAN KRITERIA WATSON DI KELAS X SMA AL-AZHAR PALU

Miftha Huljannah

*Email: mifthajn37@gmail.com*

Gandung Sugita

Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Tadulako

*Email: gandungplw@yahoo.co.id*

Anggraini

Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Tadulako

*Email: anggiplw@yahoo.co.id*

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan jenis-jenis kesalahan yang dilakukan oleh siswa kelas X dalam menyelesaikan soal persamaan dan identitas trigonometri berdasarkan kriteria Watson. Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif. Subjek penelitian diambil tiga siswa dari 80 siswa yang terdiri dari satu siswa berkemampuan tinggi, satu siswa berkemampuan sedang, dan satu siswa berkemampuan rendah. Hasil penelitian ini adalah (1) Jenis kesalahan yang dilakukan oleh subjek berkemampuan tinggi dalam menyelesaikan soal persamaan trigonometri adalah prosedur tidak tepat dan masalah hirarki keterampilan. Sedangkan pada soal identitas trigonometri jenis kesalahan yang dilakukan adalah prosedur tidak tepat dan masalah hirarki keterampilan. (2) Jenis kesalahan yang dilakukan oleh subjek berkemampuan sedang dalam menyelesaikan soal persamaan trigonometri adalah data hilang, prosedur tidak tepat, manipulasi tidak langsung dan masalah hirarki keterampilan. Sedangkan pada soal identitas trigonometri jenis kesalahan yang dilakukan adalah prosedur tidak tepat dan masalah hirarki keterampilan. (3) Jenis kesalahan yang dilakukan oleh subjek berkemampuan rendah dalam menyelesaikan soal persamaan trigonometri adalah kategori lainnya. Sedangkan pada soal identitas trigonometri jenis kesalahan yang dilakukan adalah prosedur tidak tepat dan masalah hirarki keterampilan.

**Kata Kunci:** Analisis Kesalahan, Persamaan dan Identitas Trigonometri, Kriteria Watson

**Abstract:** *The purpose of this study was to describe the types of errors made by the students of X grade in solving equations and identity of trigonometry based on criteria of Watson. The research is a qualitative research. Subjects were taken three students from 80 students with criteria one student that has high capability, one student that has medium capability and one student that has low capability. The results of this study were (1) Types of errors made by a subject that has high capability in solving trigonometric equations are inappropriate procedure and skill hierarchy problem. Types of errors made in identity of trigonometry are inappropriate procedure and skill hierarchy problem. (2) The types of errors made by the subject that has medium capability in solving trigonometric equations are omitted data, inappropriate procedure, undirected manipulation and skill hierarchy problem. Types of errors made in identity of trigonometry are inappropriate procedure and skill hierarchy problem. (3) The types of errors made by the subject that has low capability in solving trigonometric equations is skill hierarchy problem. Types of errors made in identity of trigonometry are inappropriate procedure, skill hierarchy problem and inappropriate procedure.*

**Keywords:** *Error Analysis, Equations and Identity of Trigonometry, Criteria of Watson*

Pembelajaran matematika sangat diperlukan karena matematika sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan merupakan ilmu penunjang dari ilmu lainnya. Hudojo (2005) menyatakan bahwa matematika dapat mengembangkan cara berfikir, sehingga matematika perlu dibekalkan kepada siswa sejak dasar. Pada pembelajaran matematika guru memiliki peranan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di kelas seperti menerapkan strategi yang

cocok, media yang tepat dan fasilitas pendukung lainnya. Berkaitan dengan hal itu guru harus memahami siswa dalam tahap perkembangan, kemampuan, keunggulan dan kekurangan hambatan yang dihadapi serta faktor-faktor dominan yang mempengaruhinya.

Berdasarkan kurikulum KTSP, satu diantara materi yang dipelajari siswa di tingkat SMA adalah trigonometri. Dalam pembelajaran di kelas seringkali dijumpai beberapa siswa yang mengalami kesulitan belajar termasuk pada materi trigonometri yang disebabkan oleh ketidakpahaman siswa terhadap konsep matematika. Menurut Aqillah (2012) trigonometri merupakan materi yang dianggap sulit oleh siswa khususnya pada pembuktian identitas trigonometri yang membutuhkan pemahaman konsep yang tepat dan ketelitian yang tinggi. Menurut Yulandari (2012) trigonometri adalah materi yang dianggap sulit oleh sebagian besar siswa dalam mata pelajaran matematika sehingga siswa mengalami kebingungan dalam penerapannya.

Terkait dengan hal itu peneliti melakukan wawancara dengan guru matematika di SMA Al-Azhar Palu dan diperoleh informasi bahwa materi matematika yang dianggap sulit oleh siswa adalah trigonometri khususnya pada subbab persamaan dan identitas trigonometri. Akibatnya siswa sering melakukan kesalahan dalam menyelesaikan soal. Jika keadaan ini terus terjadi maka besar kemungkinan kesalahan lainnya akan terjadi yang pada akhirnya menyebabkan rendahnya hasil belajar siswa. Oleh karena itu kesalahan perlu dianalisis dan diketahui hal yang menjadi penyebabnya agar guru dapat dengan mudah memilih solusi yang tepat untuk digunakan dalam pembelajaran di kelas.

Kriteria yang digunakan untuk menganalisis kesalahan-kesalahan siswa yaitu kriteria Watson yang meliputi: (1) data tidak tepat (dtt), (2) prosedur tidak tepat (ptt), (3) data hilang (dh), (4) kesimpulan hilang (kh), (5) konflik level respons (klr), (6) manipulasi tidak langsung (mtl), (7) masalah hirarki keterampilan (mhk), (8) kategori lainnya (kl).

Selanjutnya, peneliti melakukan tes identifikasi kepada siswa di SMA Al-Azhar yang telah mempelajari materi persamaan dan identitas trigonometri. Soal yang diberikan, yaitu: (1) tentukan himpunan penyelesaian dari  $2 \sin^2 x = -\sin x + 1$  untuk  $0^\circ \leq x \leq 360^\circ$ , dan (2) buktikan bahwa  $\frac{\sec \alpha - \operatorname{cosec} \alpha}{\sec \alpha + \operatorname{cosec} \alpha} = \frac{-1 + \tan \alpha}{1 + \tan \alpha}$ . Hasil pekerjaan siswa sebagaimana Gambar 1:

(i)

$$2 \sin^2 x = -\sin x + 1$$

$$2 \sin x^2 = -\sin x + 1$$

$$2 \sin x^2 + \sin x = 1$$

$$\sin (2x^2 + x) = 1$$

$$\sin = \frac{1}{2x^2 + x}$$

(ii)

$$\frac{\sec \alpha - \operatorname{cosec} \alpha}{\sec \alpha + \operatorname{cosec} \alpha} = \frac{-1 + \tan \alpha}{1 + \tan \alpha}$$

$$\frac{\frac{1}{\cos} \alpha - \frac{1}{\sin} \alpha}{\frac{1}{\cos} \alpha + \frac{1}{\sin} \alpha} = \frac{-1 + \frac{\sin}{\cos} \alpha}{1 + \frac{\sin}{\cos} \alpha}$$

$$\left( \frac{1}{\cos} \alpha - \frac{1}{\sin} \alpha \right) \times \left( \frac{\cos}{\alpha} + \frac{\sin}{\alpha} \right) = \frac{-1 + \frac{\sin}{\cos} \alpha}{1 + \frac{\sin}{\cos} \alpha}$$

$$\left( \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} + \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} - \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha} \right) = \frac{-1 + \frac{\sin}{\cos} \alpha}{1 + \frac{\sin}{\cos} \alpha}$$

$$\frac{\sin}{\cos} - \frac{\cos}{\sin} = \frac{-1 + \frac{\sin}{\cos} \alpha}{1 + \frac{\sin}{\cos} \alpha}$$

Gambar 1. Jawaban siswa pada soal tes identifikasi

Data yang diperoleh dari hasil tes identifikasi adalah pada soal persamaan trigonometri seperti Gambar 1(i) siswa melakukan kesalahan prosedur tidak tepat dan pada soal identitas trigonometri seperti Gambar 1(ii) siswa melakukan kesalahan prosedur tidak tepat dan masalah hirarki keterampilan.

Penelitian yang relevan dengan penelitian ini yaitu (1) penelitian Aqilah (2012) yang menyimpulkan jenis kesalahan yang dilakukan siswa dalam menyelesaikan soal pembuktian identitas trigonometri adalah kesalahan pemahaman soal, kesalahan merencanakan, kesalahan dalam mengerjakan rencana dan kesalahan tidak mengecek kembali pekerjaannya. Penyebab kesalahan ini antara lain karena kurang terampilnya peserta didik dalam pengoperasian aljabar, kurangnya penguasaan konsep identitas dengan baik, dan tidak memahami maksud soal sehingga menyebabkan kegagalan dalam mengerjakan soal. Keterkaitan penelitian Aqilah dengan penelitian ini pada fokus penelitian yaitu analisis kesalahan dan materi trigonometri kelas X, (2) penelitian Mutmainnah (2013) yang menyimpulkan bahwa jenis-jenis kesalahan yang dilakukan siswa dalam menyelesaikan soal persamaan garis lurus ditinjau dari kriteria Watson antara lain: siswa yang berkemampuan tinggi dan sedang melakukan kesalahan dalam penggunaan data yang tidak tepat dan prosedur yang tidak tepat, dan siswa yang berkemampuan rendah terdapat pada penggunaan data yang tidak tepat, prosedur yang tidak tepat dan keterampilan dalam memahami konsep. Keterkaitan penelitian Mutmainnah dengan penelitian ini pada analisis kesalahan dan kriteria Watson.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan jenis-jenis kesalahan yang dilakukan oleh siswa dalam menyelesaikan soal persamaan dan identitas trigonometri berdasarkan kriteria Watson di kelas X SMA Al-Azhar Palu.

## **METODE PENELITIAN**

Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas X SMA Al-Azhar Palu sebanyak 80 siswa yang terdiri dari 50 siswa berkemampuan tinggi, 28 siswa berkemampuan sedang dan dua siswa berkemampuan rendah. Pengelompokan ketiga kategori tersebut mengacu pada skala penilaian yang ditetapkan oleh Arifin (2009), yaitu: (1) kemampuan matematika tinggi jika  $80 \leq \text{nilai} \leq 100$ , (2) kemampuan matematika sedang jika  $60 \leq \text{nilai} < 80$ , (3) kemampuan matematika rendah jika  $0 < \text{nilai} < 60$ . Pemilihan subjek berdasarkan beberapa pertimbangan, yaitu: (1) siswa yang paling banyak melakukan kesalahan, (2) kesediaan siswa menjadi subjek, dan (3) kemampuan siswa dalam berkomunikasi dan mengungkapkan pendapat.

Instrumen utama pada penelitian ini adalah peneliti sendiri. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah tes dan wawancara. Data yang diperoleh dengan tes adalah kesalahan yang dilakukan siswa. Data yang diperoleh dengan wawancara adalah jenis dan letak kesalahan yang dilakukan siswa serta penyebab terjadinya. Teknik pemeriksaan keabsahan data yang digunakan adalah triangulasi metode. Triangulasi metode dilakukan dengan membandingkan data hasil tes dan data hasil wawancara. Analisis data yang digunakan mengacu pada analisis data menurut Miles dan Huberman (1992) yakni reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan.

## **HASIL PENELITIAN**

Peneliti memberikan tes kepada 80 siswa kelas X mengenai materi persamaan dan identitas trigonometri. Tes yang diberikan terdiri dari dua butir soal, yaitu: (1) tentukan himpunan penyelesaian dari  $4 \sin^2 2x + \sin^2 x = 4 - \cos^2 x$ , untuk  $0^\circ \leq x \leq 360^\circ$ , (2) buktikan bahwa  $\frac{\sec \alpha (\operatorname{cosec} \alpha + 1)}{\operatorname{cosec} \alpha} = \frac{\cos \alpha}{1 - \sin \alpha}$ . Hasil tes menunjukkan 16 siswa yang jawabannya benar dan 64 siswa yang melakukan kesalahan yang terdiri dari 35 siswa berkemampuan tinggi, 27 siswa berkemampuan sedang dan dua siswa berkemampuan rendah. Kemudian dipilih siswa yang

paling banyak melakukan kesalahan yaitu tujuh siswa yang terdiri dari tiga siswa berkemampuan tinggi, dua siswa berkemampuan sedang dan dua siswa berkemampuan rendah. Peneliti melakukan wawancara kepada tujuh siswa. Namun, karena beberapa pertimbangan peneliti hanya memilih tiga siswa sebagai subjek. Berikut adalah pertimbangannya: (1) dua siswa dari tiga siswa berkemampuan tinggi menyadari kesalahan yang mereka perbuat pada saat peneliti menanyakan jawaban mereka sehingga peneliti memilih satu siswa sebagai subjek berkemampuan tinggi, (2) siswa kedua pada kemampuan sedang memberikan informasi yang sama dengan siswa pertama sehingga peneliti memilih satu siswa sebagai subjek berkemampuan sedang, (3) siswa pertama pada kemampuan rendah kurang komunikatif dalam menyampaikan alasannya dibandingkan dengan siswa kedua sehingga peneliti memilih satu siswa sebagai subjek berkemampuan rendah. Ketiga subjek tersebut berinisial ST yaitu subjek berkemampuan tinggi, SS yaitu subjek berkemampuan sedang dan SR yaitu subjek berkemampuan rendah.

Analisis kesalahan subjek berkemampuan tinggi pada soal nomor 1 dipaparkan sebagaimana Gambar 2:

$$\begin{aligned}
 & 4 \sin^2 2x + \sin^2 x = 4 - \cos^2 x \\
 & = 2 \sin^2 x + \sin^2 \frac{x}{2} = 2 - \cos^2 \frac{x}{2} \quad \text{ST1 HT 001} \\
 & = 2 \sin^2 x + \sin^2 \frac{x}{2} - 2 + \cos^2 \frac{x}{2} = 0 \\
 & =
 \end{aligned}$$

Gambar 2. Jawaban ST untuk soal nomor 1

Berdasarkan Gambar 2, ST menuliskan  $4 \sin^2 2x + \sin^2 x = 4 - \cos^2 x \rightarrow 2 \sin^2 x + \sin^2 \frac{x}{2} = 2 - \cos^2 \frac{x}{2}$  (ST1 HT 001). Pada saat ST melakukan pembagian pada koefisien, ia juga melakukan pembagian pada sudutnya. Seharusnya ST tidak melakukan pembagian pada sudutnya sehingga  $4 \sin^2 2x + \sin^2 x = 4 - \cos^2 x \rightarrow 2 \sin^2 2x + \sin^2 x = 2 - \cos^2$ . Kemudian ST tidak dapat melanjutkan jawabannya dikarenakan sudah melakukan kesalahan diawal dan tidak mampu melakukan manipulasi (ST1 HT 002). Seharusnya langkah selanjutnya setelah melakukan pembagian koefisien adalah menjumlahkan ruas kiri dan kanan dengan  $\cos^2 x$  sehingga  $2 \sin^2 2x + \sin^2 x = 2 - \cos^2 x \rightarrow 2 \sin^2 2x + \sin^2 x + \cos^2 x = 2$ .

Untuk memperoleh informasi lebih lanjut tentang kesalahan ST pada nomor 1, peneliti melakukan wawancara dengan ST sebagaimana transkrip berikut ini:

P1 001 : sekarang jelaskan kenapa langkah pertamamu seperti ini?

ST1002 : ini langsung saya bagi 2 semua kak setelah itu saya pindah ruaskan.

P1 003 : termasuk sudutnya?

ST1004 : iya kak.

P1 005 : kenapa semuanya dibagi 2?

ST1006 : saya mau sederhanakan  $2x$  nya ini jadi saya bagi 2 tinggal  $x$ .

P1 007 : kenapa begitu?

ST1008 : karena kalau sudah jadi  $x$  sudah gampang.

P1 009 : setelah itu kenapa tidak dilanjutkan?

ST1010 : karena saya sudah tidak tau lagi cara melanjutkannya kak.

Hasil wawancara menunjukkan bahwa subjek tidak memahami prinsip dalam pengoperasian aljabar sehingga subjek salah dalam menggunakan prosedur yang ditandai dengan kesalahannya dalam melakukan operasi aljabar (ST1002 dan ST1004). Selain itu karena telah melakukan kesalahan operasi aljabar pada awal pengerjaan dan tidak mampu melakukan manipulasi sehingga ST tidak dapat melanjutkan jawabannya (ST1010).

Selanjutnya peneliti melakukan triangulasi metode. Data valid kesalahan yang dilakukan ST pada soal nomor 1 adalah (1) kesalahan prosedur dalam menyelesaikan operasi aljabar yang disebabkan oleh ketidakpahaman subjek terhadap prinsip operasi aljabar, (2) ST tidak mampu melakukan manipulasi aljabar sehingga ST tidak dapat melanjutkan jawabannya dan tidak mendapatkan jawaban yang benar.

Analisis kesalahan subjek berkemampuan tinggi pada soal nomor 2 dipaparkan sebagaimana Gambar 3:

The image shows a student's handwritten solution for a trigonometric problem. The student starts with the equation  $\sec \alpha (\csc \alpha + 1) = \frac{\cos \alpha}{1 - \sin \alpha}$ . They then incorrectly rewrite  $\sec \alpha$  as  $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$  (labeled ST2 HT 001) and  $\csc \alpha$  as  $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$  (labeled ST2 HT 002). The work continues with several steps of algebraic manipulation, including canceling terms and simplifying fractions, leading to an incorrect final result (labeled ST2 HT 003 and ST2 HT 004).

Gambar 3. Jawaban ST untuk soal nomor 2

Berdasarkan Gambar 3, ST menuliskan  $\sec \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$ ,  $\csc \alpha = \frac{\sec \alpha}{\sin \alpha}$  (ST2 HT 001) sehingga ST melakukan kesalahan mengubah identitas trigonometri dasar. Jawaban seharusnya adalah  $\sec \alpha = \frac{1}{\cos \alpha}$ ,  $\csc \alpha = \frac{1}{\sin \alpha}$ . Kemudian ST mengoperasikan  $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \sin \alpha \times \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$  (ST2 HT 002). Seharusnya  $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \times \frac{1}{\sin \alpha}$ . Selain itu ST mengoperasikan  $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \times (\sin^2 \alpha + \cos \alpha) = \frac{\sin \alpha \times \sin^2 \alpha + \sin \alpha \cos \alpha}{\cos \alpha} = \sin \alpha \times \frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha}$  (ST2 HT 003), hal yang demikian dikatakan bahwa ST melakukan kesalahan pada pengoperasian aljabar. Seharusnya  $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \times (\sin^2 \alpha + \cos \alpha) = \frac{\sin^3 \alpha + \sin \alpha \cos \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\sin^3 \alpha}{\cos \alpha} \times \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$ . ST tidak dapat melanjutkan jawaban karena telah melakukan kesalahan di awal pengerjaan dan tidak mampu melakukan manipulasi (ST2 HT 004).

Untuk memperoleh informasi lebih lanjut tentang kesalahan ST pada nomor 2, peneliti melakukan wawancara dengan ST sebagaimana transkrip berikut ini:

P2 001 : dijawabkan kamu, mengapa kamu mengubah  $\sec \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$  dan  $\csc \alpha = \frac{\sec \alpha}{\sin \alpha}$ ?

ST2002 : seingatku memang seperti itu perubahannya kak.

P2 003 : kamu yakin?

ST2004 : iya kak.

P2 005 : lanjutkan penjelasanmu.

ST2006 : setelah itu  $\frac{\sec \alpha}{\sin \alpha}$  saya ubah lagi jadi  $\frac{\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}}{\sin \alpha}$ .

ST2007 : kemudian saya operasikan  $\frac{\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}}{\sin \alpha} = \sin \alpha \times \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$  dan 1 saya ubah menjadi  $\frac{\cos \alpha}{\cos \alpha}$ .

P2 008 : kenapa  $\frac{\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}}{\sin \alpha} = \sin \alpha \times \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$  ?

ST2009 : kalau dibagikan kan berarti dibalik kak.

P2 010 : sudah benar begitu?

ST2011 : iya kak.

P2 012 : dilangkah terakhir, kenapa  $\frac{\sin \alpha \times \sin^2 \alpha + \cos \alpha}{\cos \alpha} = \sin \alpha \times \frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha}$  ?

ST2013 :  $\frac{\sin \alpha \times \sin^2 \alpha + \cos \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\sin \alpha \times \sin^2 \alpha}{\cos \alpha} + \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha}$ .

ST2014 :  $\frac{\cos \alpha}{\cos \alpha}$  nya habis dicoret kak.

P2 015 : inikan belum sama, kenapa tidak dilanjutkan?

ST2016 : hanya sampai disitu yang saya bisa kerjakan.

Hasil wawancara menunjukkan bahwa ST keliru dalam mengubah identitas trigonometri dasar (ST2002 dan ST2004). Selain itu, ST juga salah dalam pengoperasian aljabar bentuk pecahan (ST2006, ST2007 dan ST2011). Selanjutnya subjek juga salah dalam mengoperasikan aljabar (ST2013). Karena subjek telah melakukan kesalahan dari saat mengingat identitas trigonometri dan karena tidak mampu melakukan manipulasi dan keliru dalam melakukan operasi aljabar dan pecahan maka ia tidak dapat melanjutkan pekerjaannya sehingga identitas trigonometri tidak terbukti (ST2016). Selanjutnya peneliti melakukan triangulasi metode. Data valid kesalahan yang dilakukan ST pada soal nomor 2 adalah: (1) melakukan kesalahan dalam mengubah identitas trigonometri dasar. (2) salah dalam menggunakan prosedur dalam menjawab soal dengan melakukan operasi pecahan dan operasi aljabar yang tidak tepat yang disebabkan oleh ketidakpahaman subjek mengenai prinsip operasi pada pecahan dan pada aljabar.

Analisis kesalahan subjek berkemampuan sedang pada soal nomor 1 dipaparkan sebagaimana Gambar 4:

Gambar 4. Jawaban SS untuk soal nomor 1

Berdasarkan Gambar 4, SS menuliskan  $4 \sin^2 2x = 3 \rightarrow 2 \sin^2 x = \frac{3}{2}$  (SS1 HT 001). Pada saat SS melakukan pembagian pada koefisien, ia juga melakukan pembagian pada sudutnya. Seharusnya SS tidak melakukan pembagian pada sudutnya maka  $\sin^2 2x = 3 \rightarrow \sin^2 2x = \frac{3}{4}$ . SS juga mengoperasikan  $2 \sqrt{\sin^2 x} = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \sqrt{\sin^2 x} = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 2$  (SS1 HT 002). Seharusnya  $2 \sqrt{\sin^2 x} = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \sqrt{\sin^2 x} = \frac{\sqrt{3}}{2} \times \frac{1}{2}$ . Kemudian SS menjawab  $2 \sin^2 x = \frac{3}{2} \rightarrow$

$2\sqrt{\sin^2 x} = \frac{\sqrt{3}}{2}$  (SS1 HT 003), hal ini dikatakan bahwa SS melakukan pencabutan akar yang tidak tepat. Seharusnya SS mengalikan kedua ruas dengan  $\frac{1}{2}$  dahulu kemudian mengakarkannya,  $\sin^2 x = \frac{3}{4} \rightarrow \sin x = \pm\sqrt{\frac{3}{4}} \rightarrow \sin x = \pm\frac{1}{2}\sqrt{3}$ . Selanjutnya SS menuliskan  $\sqrt{\sin^2 x} = \sqrt{3} \rightarrow \sin x = \frac{1}{2}\sqrt{3}$  (SS1 HT 004), SS menggunakan alasan yang tidak logis dalam memperoleh jawabannya. SS kehilangan sebuah data dalam soal yaitu  $0^\circ \leq x \leq 360^\circ$  dan tidak mampu memanipulasi sehingga tidak dapat melanjutkan jawaban (SS1 HT 005).

Untuk memperoleh informasi lebih lanjut tentang kesalahan SS pada nomor 1, peneliti melakukan wawancara dengan SS sebagaimana transkrip berikut ini:

P1 001 : pada langkah ke-4, mengapa  $4\sin^2 2x = 3$  menjadi  $2\sin^2 x = \frac{3}{2}$ ?

SS1002 : saya sederhanakan dengan membagi semuanya dengan 2.

P1 003 : termasuk sudutnya?

SS1004 : iya kak.

P1 005 : yakin sudah benar seperti itu?

SS1006 : iya kak.

P1 007 : lanjutkan penjelasannya.

SS1008 : setelah itu  $\sin^2 x$  dan 3 saya akarkan.

P1 009 : kenapa yang diakarkan hanya  $\sin^2 x$ ? kenapa 2 di  $\sin^2 x$  tidak ikut diakarkan juga?

SS1010 : karena tujuanku hanya untuk menghilangkan pangkat 2 di  $\sin^2 x$  kak jadi yang 2 didepannya tidak saya akarkan.

SS1011 : karena ruas kiri diakarkan maka ruas kanan juga diakarkan kak.

SS1012 : kemudian 2 yang didepan  $\sin^2 x$  dipindahkan ke ruas kanan jadi dikalikan  $\frac{\sqrt{3}}{2}$ .

P1 013 : kalau seperti ini bukannya dibagi ya?

SS1014 : iya kak seharusnya dibagi tapi saya tidak tau kenapa jadi dikali, dipikiranku langsung tertuju nanti didapatkan  $\frac{1}{2}\sqrt{3}$ .

P1 015 : kenapa seperti itu?

SS1016 : saya sudah terburu-buru kak jadi langsung tulis saja  $\frac{1}{2}\sqrt{3}$  karena saya yakin mengarah kesana.

P1 017 : jadi himpunan penyelesaiannya hanya  $60^\circ$ ? Apakah tidak ada lagi  $x$  yang memenuhi selain  $60^\circ$ ?

SS1018 : tidak ada kak.

Berdasarkan hasil wawancara diperoleh data kesalahan yang dilakukan SS adalah melakukan prosedur yang tidak tepat yaitu salah dalam mengoperasikan aljabar di langkah ke-4 (SS1004, SS1006, SS1012 dan SS1014) dan salah dalam melakukan pengakaran (SS1008 dan SS1010) yang disebabkan karena subjek tidak memahami prinsip operasi aljabar dan akar kuadrat. Selain itu ST terlihat memaksakan cara yang ia gunakan untuk memperoleh jawaban dengan alasan yang tidak logis, hal ini disebabkan karena subjek terburu-buru pada saat pengerjaan soal (SS1014 dan SS1016). Selanjutnya subjek tidak mampu memanipulasi dan tidak memahami sepenuhnya data-data yang diketahui dalam soal sehingga tidak dapat melanjutkan pekerjaannya (SS1018). Selanjutnya peneliti melakukan triangulasi metode. Data valid kesalahan yang dilakukan SS pada soal nomor 1 adalah: (1) salah dalam melakukan operasi aljabar dan akar kuadrat, hal ini disebabkan oleh kurangnya pemahaman subjek mengenai prinsip operasi aljabar dan akar kuadrat. (2) SS memaksakan cara yang ia gunakan

untuk memperoleh jawaban dengan alasan yang tidak logis. (3) kehilangan data dalam soal yaitu  $0^\circ \leq x \leq 360^\circ$ . (4) tidak mampu melakukan manipulasi aljabar.

Analisis kesalahan subjek berkemampuan sedang pada soal nomor 2 dipaparkan sebagaimana Gambar 5:

$$\frac{\sec \alpha (\operatorname{cosec} \alpha + 1)}{\operatorname{cosec} \alpha} = \frac{\cos \alpha}{1 - \sin \alpha}$$

$$\frac{\sec \alpha \left( \frac{1}{\sin \alpha} + 1 \right)}{\frac{1}{\sin \alpha}} = \frac{\cos \alpha}{1 - \sin \alpha}$$

$$\frac{\frac{1}{\cos \alpha} (\sin \alpha)}{\sin \alpha - 1} = \frac{\cos \alpha}{1 - \sin \alpha}$$

Gambar 5. Jawaban SS untuk soal nomor 2

Berdasarkan Gambar 5, SS menjawab  $\frac{\sec \alpha \left( \frac{1}{\sin \alpha} + 1 \right)}{\frac{1}{\sin \alpha}} = \frac{\frac{1}{\cos \alpha} (\sin \alpha)}{\sin \alpha - 1}$  (SS2 HT 001). Pada jawaban tersebut SS memindahkan  $\frac{1}{\sin \alpha} + 1$  kepenyebut dan mengubahnya menjadi  $\sin \alpha - 1$ , kemudian memindahkan  $\frac{1}{\sin \alpha}$  ke pembilang dan mengubahnya menjadi  $\sin \alpha$ . Jawaban seharusnya adalah  $\frac{\sec \alpha \left( \frac{1}{\sin \alpha} + 1 \right)}{\frac{1}{\sin \alpha}} = \frac{\frac{1}{\cos \alpha} \left( \frac{1 + \sin \alpha}{\sin \alpha} \right)}{\frac{1}{\sin \alpha}} = \frac{1}{\cos \alpha} \left( \frac{1 + \sin \alpha}{\sin \alpha} \right) \sin \alpha = \frac{1 + \sin \alpha}{\cos \alpha}$ . SS tidak mampu melakukan manipulasi sehingga tidak dapat melanjutkan jawaban (SS2 HT 002).

Untuk memperoleh informasi lebih lanjut tentang kesalahan SS pada nomor 1, peneliti melakukan wawancara dengan SS sebagaimana transkrip wawancara sebagai berikut:

P2 001 : bagaimana cara membuktikannya?

SS2002 : saya melakukan perubahan di ruas kiri tanpa mengubah ruas kanannya.

SS2003 :  $\sec \alpha$  saya ubah menjadi  $\frac{1}{\cos \alpha}$  dan  $\operatorname{cosec} \alpha$  menjadi  $\frac{1}{\sin \alpha}$ .

SS2004 : kemudian  $\frac{\frac{1}{\cos \alpha} \left( \frac{1}{\sin \alpha} + 1 \right)}{\frac{1}{\sin \alpha}} = \frac{\frac{1}{\cos \alpha} (\sin \alpha)}{\sin \alpha - 1}$ .

SS2005 : setelah itu saya operasikan sehingga dapat  $\frac{\tan \alpha}{\sin \alpha - 1}$ .

P2 006 : kenapa  $\frac{\frac{1}{\cos \alpha} \left( \frac{1}{\sin \alpha} + 1 \right)}{\frac{1}{\sin \alpha}} = \frac{\frac{1}{\cos \alpha} (\sin \alpha)}{\sin \alpha - 1}$  ?

SS2007 : posisi  $\frac{1}{\sin \alpha}$  saya pindahkan kepenyebut menjadi  $\sin \alpha$ .

SS2008 : selanjutnya posisi  $\frac{1}{\sin \alpha} + 1$  saya pindahkan ke pembilang menjadi  $\sin \alpha$  dan 1 pindah ke bawah jadi -1, maka jadinya  $\sin \alpha - 1$ .

SS2009 : kemudian saya operasikan jadi  $\frac{1}{\cos \alpha} (\sin \alpha) = \tan \alpha$ .

P2 010 : apakah jawaban itu benar?

SS2011 : iya kak.

P2 012 : setelah itu kenapa tidak dilanjutkan?

SS2013 : saya tidak tahu bagaimana cara melanjutkannya lagi kak.



Berdasarkan hasil wawancara SS melakukan kesalahan pada pengoperasian pecahan bentuk aljabar yang disebabkan oleh kurangnya pemahaman subjek mengenai prinsip operasi pecahan bentuk aljabar (SS2004, SS2007, SS2008 dan SS2011). Selain itu subjek tidak mampu melakukan memanipulasi sehingga tidak dapat melanjutkan jawabannya (SS2013). Selanjutnya peneliti melakukan triangulasi metode. Data valid kesalahan yang dilakukan SS pada soal nomor 2 adalah: (1) melakukan kesalahan dalam mengoperasikan aljabar bentuk pecahan yang disebabkan oleh kurangnya pemahaman subjek mengenai prinsip operasi aljabar bentuk pecahan. (2) tidak mampu memanipulasi sehingga ia gagal membuktikan identitas trigonometri.

Analisis kesalahan subjek berkemampuan rendah pada soal nomor 1 dipaparkan sebagaimana Gambar 6:

$$4 \sin^2 2x + \sin^2 x = 4 - \cos^2 x, \quad 0^\circ \leq x \leq 360^\circ \quad \text{SR1 HT 001}$$

Gambar 6. Jawaban SR untuk soal nomor 1

Berdasarkan Gambar 6, SR tidak memberikan jawaban atau tidak merespon. Hal ini disebabkan SR tidak memahami soal (SR1 HT 001). Untuk memperoleh informasi lebih lanjut tentang kesalahan SR pada nomor 1, peneliti melakukan wawancara dengan SR sebagaimana transkrip berikut ini:

P1 001 : mengapa tidak menjawab soal ini?

SR1002 : saya tidak tahu bagaimana cara menjawabnya kak.

P1 003 : apa sebenarnya yang diinginkan oleh soal ini?

SR1004 : menyamakan kedua ruas ini kak yaitu jawaban diruas kiri disamadengankan dengan ruas kanan seperti soal nomor 2.

P1 005 : yang ditanyakan disoal inikan himpunan penyelesaiannya, berarti yang dicari adalah  $x$  nya, iya?

SR1006 : tidak kak, soal nomor 1 ini saya pikir menyamakan kedua ruasnya atau membuktikannya. Jadi, saya bingung bagaimana menyamakan makanya saya tidak mengerjakan.

Berdasarkan wawancara peneliti dengan SR diperoleh data bahwa SR salah dalam memahami apa yang ditanyakan oleh soal. Dia menganggap bahwa maksud dari soal nomor 1 adalah menyamakan ruas kanan dan ruas kiri sehingga ia tidak dapat mengerjakan soal dengan baik (SR1004 dan SR1006). Selanjutnya peneliti melakukan triangulasi metode. Data valid kesalahan yang dilakukan SR pada soal nomor 1 adalah tidak memberikan jawaban dari soal yang diberikan karena SR salah dalam memahami perintah soal. SR beranggapan bahwa maksud dari soal nomor 1 ialah menyamakan antara ruas kanan dan ruas kiri.

Analisis kesalahan subjek berkemampuan tinggi pada soal nomor 2 dipaparkan sebagaimana Gambar 7:

$$\frac{\sec \alpha (\csc \alpha + 1)}{\csc \alpha} = \frac{\cos \alpha}{1 - \sin \alpha}$$

$$\frac{\frac{\cos \alpha}{1} (\frac{\sin \alpha}{1} + 1)}{\frac{\sin \alpha}{1}} = \frac{\cos \alpha}{1 - \sin \alpha}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha (\sin \alpha + 1)} = \frac{\cos \alpha}{1 - \sin \alpha}$$

$$\sin \alpha \cdot \cos \alpha (\sin \alpha - 1) = \frac{\cos \alpha}{1 - \sin \alpha}$$

SR2 HT 001

SR2 HT 002

Gambar 7. Jawaban SR untuk soal nomor 2

Berdasarkan Gambar 7, SR menuliskan  $\sec \alpha = \frac{\cos \alpha}{1}$ ,  $\csc \alpha = \frac{\sin \alpha}{1}$  (SR2 HT 001). Hal ini dikatakan bahwa SR melakukan kesalahan dalam mengubah identitas trigonometri dasar. Seharusnya  $\sec \alpha = \frac{1}{\cos \alpha}$ ,  $\csc \alpha = \frac{1}{\sin \alpha}$ . Kemudian SR mengoperasikan  $\frac{\frac{\cos \alpha}{1} \left( \frac{\sin \alpha}{1} + 1 \right)}{\frac{\sin \alpha}{1}} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha (\sin \alpha + 1)}$ . SR memindahkan  $\frac{\cos \alpha}{1} \left( \frac{\sin \alpha}{1} + 1 \right)$  kepenyebut dan mengubahnya menjadi  $\cos \alpha (\sin \alpha + 1)$ , kemudian memindahkan  $\frac{\sin \alpha}{1}$  kepembilang dan mengubahnya menjadi  $\sin \alpha$  (SR2 HT 002).

Untuk memperoleh informasi lebih lanjut tentang kesalahan SR pada nomor 1, peneliti melakukan wawancara dengan SR sebagaimana transkrip wawancara sebagai berikut:

P2 001 : bagaimana cara membuktikan soal ini?

SR2002 : saya mengubah ruas kiri dan ruas kanan tetap.

SR2003 :  $\sec \alpha$  saya ubah menjadi  $\frac{\cos \alpha}{1}$  dan  $\csc \alpha$  menjadi  $\frac{\sin \alpha}{1}$ .

P2 004 : apa perubahannya sudah benar?

SR2005 : iya kak.

SR2006 : setelah itu saya balik kak, posisi  $\frac{\sin \alpha}{1}$  yang dibawah saya pindahkan kepenyebut menjadi  $\sin \alpha$  dan  $\frac{\cos \alpha}{1} \left( \frac{\sin \alpha}{1} + 1 \right)$  saya pindahkan kepembilang menjadi  $\cos \alpha (\sin \alpha + 1)$ .

P2 007 : apa itu sudah benar?

SR2008 : iya kak, yang saya tahu seperti itu.

SR2009 : setelah itu  $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha (\sin \alpha + 1)}$  saya operasikan jadi  $\sin \alpha \times \cos \alpha (\sin \alpha + 1)$ .

P2 010 : kenapa seperti itu?

SR2011 : seperti itu yang saya tahu kak. Kalau posisi di penyebut dipindahkan ke pembilang tanda operasinya berubah jadi kali.

P2 012 : setelah itu kenapa tidak dilanjutkan?

SR2013 : saya tidak tahu lagi kak. Hanya sampai disitu kemampuanku.

Berdasarkan hasil wawancara diperoleh data bahwa SR salah dalam mengubah identitas trigonometri dasar (SR2003 dan SR2005). Selain itu, SR salah dalam mengoperasikan aljabar bentuk pecahan karena tidak memahami prinsip operasi aljabar bentuk pecahan (SR2006, SR2008, SR2009 dan SR2011). Karena beberapa kesalahan di atas dan tidak mampu memanipulasi sehingga subjek tidak dapat melanjutkan pekerjaannya (SR2013). Selanjutnya peneliti melakukan triangulasi metode. Data valid kesalahan yang dilakukan SR pada soal nomor 2 yaitu: (1) melakukan kesalahan dalam mengubah identitas trigonometri dasar. (2) salah dalam mengoperasikan aljabar bentuk pecahan yang disebabkan oleh ketidakpahaman subjek mengenai prinsip operasi pada aljabar bentuk pecahan.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan pemaparan pada hasil penelitian, diperoleh bahwa kesalahan menurut kriteria Watson yang dilakukan oleh subjek berkemampuan tinggi, sedang maupun rendah dalam menyelesaikan soal tentang persamaan trigonometri adalah data hilang, prosedur tidak tepat, masalah hirarki keterampilan, manipulasi tidak langsung dan kategori lainnya.

Kesalahan data hilang dilakukan oleh subjek berkemampuan sedang, hal ini ditandai dengan subjek yang tidak memahami soal sehingga subjek tidak mendapatkan data atau

informasi yang terdapat dalam soal yang mengakibatkan penyelesaian soal tidak lengkap. Hasil ini sejalan dengan pernyataan dari Aqillah (2012) bahwa peserta didik melakukan kesalahan dalam pemahaman soal dalam menyelesaikan soal trigonometri.

Kesalahan prosedur tidak tepat dilakukan oleh subjek berkemampuan tinggi, sedang dan rendah. Prosedur tidak tepat ini berupa: (1) kesalahan subjek berkemampuan tinggi, sedang dan rendah dalam mengoperasikan bentuk aljabar. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Marsetyorini (2012) bahwa kesalahan-kesalahan siswa dalam mengerjakan soal aljabar terletak pada cara mengoperasikan bentuk aljabar. (2) kesalahan subjek berkemampuan sedang dalam melakukan pengakaran kuadrat yaitu hanya menuliskan satu akar kuadrat seharusnya sesuai dengan teori akar kuadrat bahwa bilangan positif mempunyai dua akar kuadrat yaitu positif dan negatif (Purcell, 2010). Kedua kesalahan itu disebabkan oleh ketidakpahaman subjek mengenai prinsip operasi pada aljabar dan akar kuadrat. Sejalan dengan ini Octaviano (2012) menyatakan bahwa kesalahan dalam menyelesaikan operasi bentuk aljabar terjadi akibat ketidakpahaman siswa mengenai prinsip yang berkaitan dengan operasi aljabar.

Kesalahan masalah hirarki keterampilan dilakukan oleh subjek berkemampuan tinggi dan sedang yaitu tidak mampu manipulasi dalam menyelesaikan soal persamaan trigonometri sehingga penyelesaian menjadi tidak lengkap. Hasil ini sejalan dengan Sari (2013), Sahriah (2012) bahwa kesalahan dalam menyelesaikan soal matematika yaitu tidak mampu memanipulasi. Selain itu, Lado (2012) menyatakan bahwa kesalahan siswa dalam memanipulasi bentuk aljabar yaitu kesalahan dalam memanipulasi bentuk trigonometri.

Kesalahan manipulasi tidak langsung dilakukan oleh subjek berkemampuan sedang. Kesalahan manipulasi tidak langsung ini berupa mendapatkan jawaban tanpa didasari alasan atau menggunakan cara yang tidak logis yang digunakan subjek untuk yang disebabkan karena subjek terburu-buru dalam mengerjakan soal dengan kata lain subjek tidak teliti. Hasil ini sejalan dengan Sari (2012) bahwa kesalahan yang dilakukan siswa dalam mengerjakan soal aljabar yaitu kesalahan karena mendapatkan jawaban tanpa didasari alasan. Kesalahan kategori lain dilakukan oleh subjek berkemampuan rendah. Kategori lain ini berupa tidak memberikan respon atau tidak menjawab soal yang diberikan yang disebabkan oleh kurang teliti dalam membaca soal sehingga siswa salah dalam menafsirkan maksud soal. Sejalan dengan itu, Sahriah (2012) menyatakan bahwa kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal matematika adalah tidak menjawab soal. Selain itu, Agninditya (2014) berpendapat kesalahan yang dilakukan siswa dalam mengerjakan soal trigonometri adalah salah dalam membaca soal yang disebabkan kurangnya ketelitian.

Selanjutnya berdasarkan pemaparan kesalahan-kesalahan dalam menyelesaikan soal tentang identitas trigonometri, diperoleh bahwa kesalahan menurut kriteria Watson yang dilakukan oleh subjek berkemampuan tinggi, sedang maupun rendah adalah prosedur tidak tepat dan masalah hirarki keterampilan.

Kesalahan prosedur tidak tepat dilakukan oleh subjek berkemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Prosedur tidak tepat ini berupa kesalahan siswa dalam melakukan operasi aljabar dan operasi aljabar bentuk pecahan. Hal ini sejalan dengan pernyataan dari Aqillah (2012) bahwa kesalahan yang dilakukan siswa dalam membuktikan identitas trigonometri adalah pada saat melakukan operasi aljabar, menjabarkan dan melakukan operasi aljabar bentuk pecahan. Hal ini disebabkan karena ketidakpahaman subjek mengenai prinsip operasi pada aljabar dan operasi aljabar bentuk pecahan yang seharusnya sudah dikuasai oleh subjek.

Kesalahan masalah hirarki keterampilan yang dilakukan oleh subjek tinggi dan rendah adalah kesalahan dalam mengganti identitas trigonometri dasar sehingga identitas trigonometri tidak dapat terbukti. Sesuai dengan pendapat dari Aqillah (2012) bahwa kesalahan yang dilakukan peserta didik dalam membuktikan identitas trigonometri adalah

salah dalam mengganti identitas trigonometri yang ada dengan identitas yang lain sehingga langkah pada pembuktiannya juga salah. Kesalahan ini disebabkan karena subjek tidak mampu melakukan manipulasi dalam membuktikan identitas trigonometri.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka jenis-jenis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal persamaan adalah sebagai berikut: (1) subjek yang berkemampuan tinggi melakukan kesalahan prosedur tidak tepat yaitu salah dalam melakukan operasi aljabar dan masalah hirarki keterampilan yaitu kurangnya keterampilan yang dimiliki subjek. (2) subjek yang berkemampuan sedang melakukan kesalahan prosedur tidak tepat yaitu salah dalam melakukan operasi aljabar dan penarikan akar kuadrat, kesalahan data hilang yaitu tidak memahami sepenuhnya soal yang diberikan sehingga subjek tidak mendapatkan data dari soal, kesalahan manipulasi tidak langsung yaitu alasan subjek yang tidak logis dalam memperoleh jawaban dan kesalahan masalah hirarki keterampilan yaitu kurangnya keterampilan yang dimiliki subjek. (3) kesalahan yang dilakukan oleh subjek berkemampuan rendah dalam menyelesaikan soal persamaan trigonometri adalah kesalahan kategori lain yaitu tidak memberikan jawaban.

Jenis-jenis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal identitas trigonometri yaitu: (1) subjek berkemampuan tinggi melakukan kesalahan prosedur tidak yaitu salah dalam melakukan operasi aljabar bentuk pecahan dan operasi aljabar dan masalah hirarki keterampilan yaitu salah dalam mengubah identitas trigonometri dasar. (2) subjek berkemampuan sedang melakukan kesalahan prosedur tidak tepat yaitu salah mengoperasikan pecahan bentuk aljabar dan masalah hirarki keterampilan yaitu tidak mampu memanipulasi. (3) subjek berkemampuan rendah melakukan prosedur tidak tepat yaitu salah mengoperasikan aljabar bentuk pecahan dan masalah hirarki keterampilan yaitu salah dalam mengubah identitas trigonometri dasar.

## SARAN

Saran yang peneliti berikan kepada guru untuk mengurangi kesalahan siswa pada materi persamaan trigonometri dan pembuktian identitas trigonometri adalah hendaknya guru menekankan pada pemahaman konsep bentuk trigonometri dan memilih metode yang tepat untuk digunakan dalam pembelajaran di kelas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agninditya, F. (2014). *Analisis Kesalahan dan Kesulitan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Uraian Pokok Bahasan Trigonometri Kelas X.IIS di SMA N 1 Rembang*. Prosiding Mathematics and Sciences Forum 2014. [Online]. Tersedia: <http://prosiding.upgrismg.ac.id/index.php/masif2014/masif2014/paper/viewFile/509/458> [20 Agustus 2015]
- Aqilah. (2012). *Analisis Kesalahan Peserta Didik dalam Menyelesaikan Soal Pembuktian Identitas Trigonometri Kelas X.1 SMA Islam Sultan Agung 1 Semarang*. [Online]. Tersedia: <http://library.walisongo.ac.id/digilib/files/disk1/141/jtptiain--aqilah083-7004-1-skripsi-h.pdf> [7 Januari 2015].
- Arifin, Z. (2009). *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Hudojo, H. (2005). *Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran Matematika*. Malang: IKIP Malang

- Lado, A.O. (2012). *Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Manipulasi Bentuk Aljabar pada Soal-Soal Integral Program Studi Matematika Tahun Ajaran 2011/2012*. [Online]. Tersedia: <http://repository.uksw.edu/handle/123456789/2572> [20 Agustus 2015]
- Marsetyorini. (2012). *Diagnosis Kesulitan Belajar Siswa dan Pembelajaran Remedial dalam Materi Operasi pada Pecahan Bentuk Aljabar di Kelas VIII SMPN 2 Jetis Bantul*. Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika FMIPA UNY, 10 November 2012. [Online]. Tersedia: <http://eprints.uny.ac.id/7493/1/P%20-%207.pdf> [21 Agustus 2015]
- Miles, M.B & Huberman, A.M. (1992). *Analisis Data Kualitatif: Buku Sumber Tentang Metode-metode Baru*. Terjemahan oleh Tjetjep Rohendi Rohidi. Jakarta: UI-Press.
- Mutmainnah. (2013). *Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Persamaan Garis Lurus Ditinjau dari Kriteria Watson dan Objek Kajian Matematika di SMP Negeri 20 Makassar*. Tesis Program Pascasarjana Universitas Negeri Makassar: tidak diterbitkan.
- Octaviano, Y. (2012). Upaya Perbaikan Kesalahan Siswa Menyederhanakan Operasi Bentuk Aljabar dengan Pembelajaran Kontektual. *Jurnal Online Universitas Negeri Malang* [Online]. Vol.1, No.3, 8 halaman. Tersedia: <http://jurnal-online.um.ac.id/data/artikel/artikelA90DF8706F516869143C286C86A3902B.pdf> [21 Agustus 2015]
- Purcell, E. (2010). *Kalkulus*. Edisi Kesembilan Jilid 1. Jakarta: Erlangga
- Sahriah, S. (2012). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Matematika Materi Operasi Pecahan Bentuk Aljabar Kelas VIII SMP Negeri 2 Malang. *Jurnal Online Universitas Negeri Malang* [Online]. Vol.1, No.1, 10 halaman. Tersedia: <http://jurnal-online.um.ac.id/data/artikel/artikel9EEC8FEB3F87AC825C375098E45CB689.pdf> [21 Agustus 2015]
- Sari, L.A. (2013). *Diagnosis Kesalahan Siswa Sekolah Menengah Pertama dalam Menyelesaikan Masalah Faktorisasi Bentuk Aljabar*. Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika FMIPA UNY, 9 November 2013. [Online]. Tersedia: <http://eprints.uny.ac.id/10774/1/P%20-%2051.pdf> [21 Agustus 2015]
- Yulandari, T.I. (2012). Pengembangan Lembar Kerja Siswa Materi Trigonometri untuk Siswa SMA Kelas X dengan Metode Penemuan Terbimbing. *Jurnal Online Universitas Negeri Malang* [Online]. Vol.1, No.2, 10 halaman. Tersedia: <http://jurnal-online.um.ac.id/article/do/detail-article/1/31/935> [1 Agustus 2015]