

Analisis kesalahan siswa SMA kelas XI dalam menyelesaikan soal persamaan trigonometri

Lailatul Badriyah, Edy Bambang Irawan*

Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

*Penulis korespondensi, Surel: edy.bambang.fmipa@um.ac.id

Paper received: 01-10-2021; revised: 15-10-2021; accepted: 31-10-2021

Abstrak

Hasil observasi membuktikan bahwa banyak siswa kelas XI di SMAN 1 Gondanglegi mengalami kesulitan saat belajar persamaan trigonometri. Kesulitan siswa belajar akan menyebabkan kesalahan dalam menyelesaikan soal. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kesalahan yang dilakukan siswa SMA kelas XI dalam menyelesaikan soal persamaan trigonometri menggunakan analisis kesalahan Watson. Hasil dari penelitian ini yaitu: 1) siswa tidak mengenal beberapa simbol matematika dalam persamaan trigonometri dengan baik, 2) siswa tidak dapat menyebutkan apa yang ditanyakan pada soal dengan tepat, 3) siswa tidak mengerti maksud simbol-simbol yang ada pada materi persamaan trigonometri, 4) siswa tidak dapat memilih rumus penyelesaian persamaan trigonometri dengan tepat karena tidak ingat, 5) siswa dengan kemampuan rendah menuliskan proses penyelesaian yang tidak sesuai dengan penyelesaian persamaan trigonometri, 6) siswa tidak melanjutkan langkah menyelesaikan persamaan trigonometri yang diberikan dengan lengkap, 7) siswa sudah menggunakan operasi yang tepat tetapi tidak dapat menyelesaikan operasi dengan akurat, 8) siswa menuliskan jawaban akhir yang tidak sesuai dengan jawaban yang benar atau menuliskan jawaban akhir yang tidak lengkap, 9) siswa memberikan jawaban yang salah dalam tes keseluruhan kelas tapi memberikan jawaban yang benar pada saat wawancara.

Kata kunci: analisis kesalahan; Ivan Watson; persamaan trigonometri

1. Pendahuluan

Trigonometri merupakan bagian matematika yang mulai diajarkan di sekolah menengah atas sejak kelas X sampai kelas XII dan berlanjut hingga perguruan tinggi. Trigonometri merupakan cabang matematika yang mempelajari hubungan antara sisi dan sudut segitiga (Corral, 2009). Trigonometri menjadi cabang matematika yang masih dianggap sulit untuk dipahami oleh banyak siswa, karena terdapat banyak rumus yang sulit untuk diingat dan dipelajari. Hal ini sesuai dengan hasil observasi peneliti saat melakukan kegiatan praktek lapangan di SMAN 1 Gondanglegi, masih banyak siswa kelas XI yang mengalami kesulitan saat belajar trigonometri materi persamaan trigonometri. Soedjadi, dkk (dalam Moma, 2008) menyatakan kesulitan siswa belajar akan menyebabkan kesalahan. Terbukti saat menyelesaikan soal persamaan trigonometri pada ulangan harian, masih banyak siswa yang melakukan kesalahan. Gambar 1 berikut menunjukkan beberapa kesalahan yang dilakukan oleh siswa dalam menjawab soal "Tentukan nilai x yang memenuhi persamaan $\tan 2x = \sqrt{3}$, untuk $0^\circ \leq x \leq 360^\circ$!".

Gambar 1 Jawaban siswa SMAN 1 Gondanglegi yang menyelesaikan soal persamaan trigonometri

<p>(a) Siswa 1</p>	<p>(b) Siswa 2</p>
---------------------------	---------------------------

Gambar 1 menunjukkan siswa 1 melakukan kesalahan tidak menuliskan satuan sudut yaitu derajat pada setiap besar sudut yang ditulis dan kesalahan dalam melakukan operasi pada rumus penyelesaian yang digunakan, akibatnya jawaban akhir yang dituliskan juga mengalami kesalahan. Sedangkan siswa 2 juga melakukan kesalahan tidak menuliskan satuan sudut yaitu derajat pada setiap besar sudut yang ditulis dan melakukan kesalahan dalam memahami soal yang diberikan, sehingga jawaban akhir yang dituliskan kurang lengkap. Watson (1980) mengatakan jika guru mengetahui alasan siswa membuat kesalahan, maka guru dapat menyesuaikan pembelajaran yang dibutuhkan untuk mengatasi kesalahan yang terjadi. Analisis kesalahan diperlukan agar guru dapat menindaklanjuti kesalahan yang dilakukan siswa dalam menyelesaikan soal, sehingga didapatkan hasil belajar yang lebih baik dan mencegah kesalahan yang akan terjadi lagi.

Kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal dapat dianalisis dengan menggunakan analisis kesalahan Watson. Analisis kesalahan Watson merupakan pengembangan dari analisis kesalahan Newman. Analisis kesalahan Watson yaitu : 1) kemampuan membaca (*reading ability*), yang dibagi menjadi dua : i) pengenalan kata (*word recognition*), dan ii) pengenalan simbol (*symbol recognition*), 2) pemahaman (*comprehension*), yang dibagi menjadi dua : i) mengerti secara umum (*general understanding*), ii) mengerti istilah/symbol tertentu (*understanding of specific terms or symbol*), 3) transformasi (*transformation*), 4) keterampilan proses (*process skills*), yang dibagi menjadi lima bagian : i) asal menjawab (*random respon*), ii) salah operasi (*wrong operation*), iii) salah algoritma/salah langkah (*faulty algorithm*), iv) salah menghitung (*faulty computation*), dan v) tidak ada jawaban (*no respons*), 5) kesimpulan (*encoding*), 6) kecerobohan (*carelessness*), 7) motivasi (*motivation*), dan 8) naskah soal (*question form*).

Berdasarkan uraian di atas, penting untuk dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai analisis kesalahan siswa SMA kelas XI dalam menyelesaikan soal persamaan trigonometri berdasarkan tahapan analisis kesalahan Watson. Kesalahan yang dilakukan siswa dianalisis menggunakan enam tahap dari delapan tahapan analisis kesalahan Watson.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif jenis deskriptif. Penelitian dilakukan di SMAN 1 Gondanglegi. Subjek penelitian ini akan dipilih dari duapuluh tujuh siswa kelas XI

MIA 5 yang telah diajarkan materi persamaan trigonometri sebelumnya. Dari duapuluh tujuh siswa XI MIA 5, akan dipilih lima orang siswa sebagai subjek penelitian dengan menganalisis kesalahan satu orang siswa yang berkemampuan tinggi, dua siswa berkemampuan sedang, dan dua orang siswa berkemampuan rendah.

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah naskah soal tes tulis yang terdapat dua soal persamaan trigonometri dan wawancara. Instrumen penelitian berupa naskah soal tes merupakan soal yang digunakan untuk menentukan subjek penelitian. Soal nomor 1) Carilah himpunan penyelesaian dari $\sin 3x = \frac{1}{2}$, $0^\circ \leq x \leq 360^\circ$ dan 2) Tentukan himpunan penyelesaian dari persamaan $2 \cos(2x - 60^\circ) = \sqrt{3}$ untuk $0^\circ \leq x \leq 180^\circ$. Instrumen penelitian yang berupa wawancara digunakan untuk mengetahui secara jelas kesalahan yang dilakukan siswa dalam menyelesaikan soal yang diberikan.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil tes siswa, dari 27 siswa yang menjawab dengan benar semua soal hanya satu orang, satu orang siswa menjawab benar soal nomor 1 dan melakukan kesalahan dinomor 2, dan 25 siswa melakukan kesalahan dalam menjawab semua soal. Peneliti menskor hasil jawaban 26 siswa kelas XI MIA 5 yang mengalami kesalahan dan selanjutnya mengelompokkan siswa pada kelompok siswa kemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Didapat lima siswa yang dijadikan subjek penelitian berdasarkan rekomendasi dari guru matematika di kelas tersebut yang dapat berkomunikasi dan mengungkapkan pendapatnya dengan baik untuk di wawancara. Lima subjek tersebut terdiri dari subjek pertama (S1) dari kelompok siswa berkemampuan tinggi, subjek kedua (S2) dan subjek ketiga (S3) dari kelompok siswa berkemampuan sedang, subjek keempat (S4) dan subjek kelima (S5) dari kelompok siswa berkemampuan rendah. Kesalahan subjek dalam menyelesaikan soal persamaan trigonometri berdasarkan analisis kesalahan Watson dapat disajikan secara rinci seperti pada tabel 1 berikut.

Tabel 1 Kesalahan Subjek dalam Menyelesaikan Soal

Nomor Soal	Subjek	Reading ability		General understanding	Comprehension Understanding of specific terms or symbol	Transformation	Process Skill			Encoding	Carelessness
		Word recognition	Symbol recognition				Random respon	Wrong operation	Faulty algorithm		
	S1										
	S2		√		√	√			√		√
	S3					√					√
	S4					√			√		√
	S5			√	√				√		√
	S1					√					√
	S2		√		√	√			√		√
	S3				√	√				√	√
	S4					√	√		√		√
	S5			√	√	√		√	√		√

Analisis Kesalahan Kemampuan Membaca (*Reading Ability*)

Subkategori kesalahan *word recognition* tidak terjadi pada penyelesaian soal materi persamaan trigonometri yang diberikan. Subkategori kesalahan *symbol recognition* muncul dalam menyelesaikan soal nomor 1 dan 2. S2 mengalami kesalahan *symbol recognition* pada dua soal tersebut. S2 salah membaca simbol matematika “kurang dari sama dengan (\leq)” menjadi “lebih kecil dari”. Kesalahan pengenalan simbol (*symbol recognition*) ini terjadi dikarenakan S2 tidak dapat mengenal simbol matematika dalam persamaan trigonometri dengan baik. Berikut transkrip wawancara S2.

P : Bacalah soal nomor 1 kepada ibu. Jika kamu tidak mengetahui satu kata, simbol, atau bilangan, maka tinggalkan saja.

S2 : Carilah himpunan penyelesain dari $\sin 3x = \frac{1}{2}$ koma 0° lebih kecil dari x lebih kecil dari 360°

P : Apakah 0° masuk pada interval ini (menunjuk $0^\circ \leq x \leq 360^\circ$) ?

S2 : Sepertinya tidak.

Kesalahan membaca simbol ini akan berpengaruh pada pemahaman simbol (*understanding of specific terms or symbol*) pada *comprehension*. Menurut Fitriani (2014:2) jika siswa memiliki kemampuan membaca dan mengerti makna dari suatu simbol matematika maka pemahaman siswa terhadap simbol-simbol matematika juga akan semakin baik.

Analisis Kesalahan Pemahaman (*Comprehension*)

Satu siswa dengan kemampuan rendah (S5) mengalami kesalahan *general understanding* pada dua soal. S5 tidak dapat menyebutkan apa yang ditanyakan pada soal dengan tepat. Kesalahan *general understanding* ini berpengaruh pada subkategori *comprehension* lainnya yaitu *understanding of specific terms or symbol*. Karena apabila siswa tidak dapat menuliskan atau menyebutkan apa yang ditanyakan pada soal, ada kemungkinan siswa tersebut tidak dapat memahami arti dari kata-kata atau simbol-simbol yang ada pada soal. Berikut transkrip wawancara S5.

P : Apa yang ditanyakan pada soal nomor 1?

S5 : Hmm (sambil berpikir), mencari himpunan penyelesaian bu dari $\sin 3x = \frac{1}{2}$

P : Sudah itu saja?

S5 : Ya bu.

P : Selanjutnya, apakah kamu mengerti maksud dari interval ini (menunjuk $0^\circ \leq x \leq 360^\circ$)? Apakah mengerti hubungannya dengan soal?

5 : Tidak tahu bu (sambil tertawa).

Subkategori *understanding of specific terms or symbol* dialami oleh dua subjek dengan kemampuan sedang (S2 & S3) dan satu subjek dengan kemampuan rendah (S5). S2 tidak

memahami/mengerti simbol matematika " \leq ". Sedangkan S3 tidak memahami/mengerti simbol " $\sqrt{3}$ ". Subjek dengan kemampuan rendah (S5) mengalami *understanding of specific terms or symbol* pada soal nomor 1 dan 2 dimana S5 tidak memahami/mengerti simbol " $\sin 3x = \frac{1}{2}$ $0^\circ \leq x \leq 360^\circ$ ". S5 tidak dapat memahami maksud dari semua simbol yang ada pada soal persamaan trigonometri tersebut. Kesalahan yang dialami S5 membuktikan benar bahwa apabila siswa tidak dapat menuliskan atau menyebutkan apa yang ditanyakan pada soal, maka siswa tersebut tidak dapat memahami arti dari kata-kata atau simbol-simbol yang ada pada soal.

Kesalahan yang terjadi pada *comprehension* banyak terjadi pada subkategori *understanding of specific terms or symbol*. Hal ini dikarenakan subjek yang belum mengerti atau paham simbol-simbol yang ada pada materi persamaan trigonometri. Kemampuan siswa memahami soal berpengaruh tahap selanjutnya *transformation*. Sejalan dengan pendapat Khasanah (2015:7) jika siswa tidak dapat menjelaskan apa yang diketahui dan ditanyakan pada soal yang diberikan dengan detail, maka dapat berakibat pada kesalahan ditahap selanjutnya, seperti kesalahan pada saat mensubstitusikan apa yang diketahui terhadap rumus yang digunakan. Sehingga apabila siswa tidak dapat memahami soal atau tidak dapat memahami simbol-simbol yang ada, kemungkinan siswa tidak dapat mengubah bentuk persamaan trigonometri yang diberikan ke dalam bentuk umum penyelesaian persamaan trigonometri dengan tepat.

Analisis Kesalahan Transformasi (*Transformation*)

Kesalahan *transformation* muncul dalam menyelesaikan soal nomor 1 dan 2. Persentase munculnya kesalahan *transformation* dalam menyelesaikan soal persamaan trigonometri ini berada pada urutan pertama. Tidak ditemukan satupun subjek penelitian yang luput dari kesalahan *transformation*. S1 dan S5 hanya mengalami kesalahan *transformation* dalam menyelesaikan soal nomor 2. Sedangkan S2, S3, dan S4 mengalami kesalahan *transformation* pada soal nomor 1 dan 2.

Kesalahan *transformation* yang terjadi pada soal nomor 1 dominan dikarenakan subjek tidak dapat memilih rumus penyelesaian persamaan trigonometri dengan tepat. Subjek hanya menggunakan rumus penyelesaian persamaan sinus " $x = \alpha^\circ + k.360^\circ$ " dan tidak menggunakan " $x = (180^\circ - \alpha^\circ) + k.360^\circ$ ". Hanya satu subjek dengan kemampuan sedang (S3) yang mengalami kesalahan *transformation* berbeda dalam menyelesaikan soal nomor 1, yaitu S3 tidak dapat mengubah bentuk persamaan trigonometri yang diberikan ke dalam bentuk umum penyelesaian persamaan trigonometri dengan tepat. S3 menyatakan bahwa $\frac{1}{2}$ adalah nilai dari $\sin 60^\circ$. Berikut hasil pekerjaan S3.

Gambar 2 Hasil Pekerjaan S3 Pada Soal Nomor 1

Himpunan penyelesaian dari $\sin 3x = \frac{1}{2}$, $0^\circ \leq x \leq 360^\circ$
 Jawab: $\sin 3x = \sin 60^\circ$

$\Rightarrow 3x = 60^\circ + k \cdot 360^\circ \quad (k=0)$ $3x = 60^\circ$ $x = 20^\circ$ (memenuhi)	$\Rightarrow 3x = (180^\circ - 60^\circ) + k \cdot 360^\circ \quad (k=0)$ $3x = 120^\circ$ $x = 40^\circ$
$\Rightarrow 3x = 60^\circ + k \cdot 360^\circ \quad (k=1)$ $x = \left(\frac{60^\circ}{3}\right) + \left(\frac{360^\circ}{3}\right)$ $x = 20^\circ + 120^\circ$ $x = 140^\circ$	$\Rightarrow 3x = (180^\circ - 60^\circ) + k \cdot 360^\circ \quad (k=1)$ $x = \left(\frac{120^\circ}{3}\right) + \left(\frac{360^\circ}{3}\right)$ $x = 40^\circ + 120^\circ$ $x = 160^\circ$
$\Rightarrow 3x = 60^\circ + k \cdot 360^\circ \quad (k=2)$ $x = \left(\frac{60^\circ}{3}\right) + \left(\frac{720^\circ}{3}\right)$ $x = 20^\circ + 240^\circ$ $x = 260^\circ$	$\Rightarrow 3x = (180^\circ - 60^\circ) + k \cdot 360^\circ \quad (k=2)$ $x = \left(\frac{120^\circ}{3}\right) + \left(\frac{720^\circ}{3}\right)$ $x = 40^\circ + 240^\circ$ $x = 280^\circ$

∴ Hp: $\{20^\circ; 40^\circ; 140^\circ; 160^\circ; 260^\circ; 280^\circ\}$

Kesalahan *transformation* yang terjadi pada soal nomor 2 lebih dominan karena subjek tidak dapat mengubah bentuk persamaan trigonometri yang diberikan ke dalam bentuk umum penyelesaian persamaan trigonometri dengan tepat. Kebanyakan subjek salah dalam melakukan penyederhanaan persamaan " $2 \cos(2x - 60^\circ) = \sqrt{3}$ " sehingga bentuk umum penyelesaian persamaan trigonometri tersebut tidak tepat. Selain itu juga dalam menyelesaikan soal nomor 2 masih ada subjek yang tidak dapat memilih rumus penyelesaian persamaan trigonometri dengan tepat. Subjek mengatakan jika tidak ingat/lupa rumus penyelesaian persamaan kosinus maupun rumus penyelesaian persamaan sinus. Ismail (2010:3838) menyatakan bahwa untuk bisa melewati *transformation* ini, siswa harus mengerti masalah secara benar dan merencanakan penyelesaiannya. Selama merencanakannya, siswa memerlukan pengetahuannya yang terdahulu untuk menentukan hubungan antara informasi dan rumus yang akan digunakan.

Analisis Kesalahan Keterampilan Proses (Process Skill)

Subkategori kesalahan *random respon* muncul dalam menyelesaikan soal nomor 2. Subjek dengan kemampuan rendah (S4) menuliskan proses penyelesaian yang tidak sesuai dengan penyelesaian persamaan trigonometri yang diberikan pada pertanyaan. Hal ini terjadi karena S4 juga mengalami kesalahan *transformation* pada soal nomor 2. Berikut hasil pekerjaan S4.

Gambar 3 Hasil Pekerjaan S4 Pada Soal Nomor 2

2) $2 \cos(2x - 60^\circ) = \sqrt{3}$ untuk $0^\circ \leq x \leq 180^\circ$
 $\cos(2x - 60^\circ) = \frac{\sqrt{3}}{2}$ $\cos 120^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$

a) $\cos 2x = \frac{120^\circ}{2} + k \cdot 360^\circ \quad (k \in \mathbb{I})$
 $x = 70^\circ$

b) $2x = 210^\circ + k \cdot 360^\circ \quad (k \in \mathbb{I})$
 $x = 105^\circ$

Hp = $[70^\circ, 105^\circ]$

Subkategori kesalahan *wrong operation* tidak muncul dalam menyelesaikan soal persamaan trigonometri yang diberikan. Semua subjek tidak salah dalam

memilih/menggunakan operasi dalam menyelesaikan soal nomor 1 dan 2. Persentase munculnya kesalahan subkategori *faulty algorithm* dalam menyelesaikan soal persamaan trigonometri ini berada pada urutan ketiga. 60% subjek penelitian mengalami kesalahan subkategori *faulty algorithm* dalam menyelesaikan soal nomor 1, dimana semua subjek penelitian ini juga mengalami kesalahan *transformation* yang tidak dapat memilih rumus penyelesaian persamaan trigonometri dengan tepat karena tidak ingat. Sehingga subjek tidak melanjutkan langkah menyelesaikan persamaan trigonometri yang diberikan dengan lengkap. Akan tetapi, ada subjek dengan kemampuan rendah (S5) dapat memilih rumus penyelesaian persamaan trigonometri dengan tepat tetapi subjek tersebut tidak dapat melanjutkan langkah penyelesaian karena tidak ingat langkah selanjutnya untuk mensubstitusi k dengan bilangan bulat. Berikut hasil pekerjaan S5.

Gambar 4 Hasil Pekerjaan S5 Pada Soal Nomor 1

$$\textcircled{1} \quad \sin 3\theta = \frac{1}{5}, \quad 0^\circ \leq \theta \leq 360^\circ$$

$$\sin 3\theta = \frac{1}{5}$$

$$3\theta = 30^\circ + k \cdot 360^\circ$$

$$\theta = 10^\circ + k \cdot 120^\circ$$
 atau

$$3\theta = 150^\circ + k \cdot 360^\circ$$

$$\theta = 50^\circ + k \cdot 120^\circ$$

Subkategori kesalahan *faulty algorithm* dialami 60% subjek penelitian, subjek tidak melanjutkan langkah menyelesaikan persamaan trigonometri yang diberikan dengan lengkap dikarenakan tidak dapat memilih rumus penyelesaian persamaan trigonometri dengan tepat sebelumnya karena tidak ingat. Penyelesaian soal nomor 1 dan 2 persamaan trigonometri dalam penelitian ini dibutuhkan penguasaan rumus penyelesaian persamaan trigonometri yang akan digunakan oleh subjek. Menurut Dawkins (2006:2), siswa seharusnya tidak hanya sekedar mengingat rumus saja, tetapi siswa juga harus memahami bagaimana cara menggunakan rumus tersebut.

Subkategori kesalahan *faulty computation* hanya muncul dalam menyelesaikan soal nomor 2. Satu subjek dengan kemampuan tinggi (S1) mengalami kesalahan dalam menghitung nilai dari $\frac{\cos 60^\circ}{2}$ menjadi sama dengan $\cos 30^\circ$. Hal ini dikarenakan subjek tidak mengerti cara menghitung bentuk pecahan trigonometri. Dan satu subjek dengan kemampuan sedang (S3), dimana mengalami kesalahan menghitung nilai dari $\sqrt{3}$ menjadi sama dengan 1. Berikut transkrip wawancara dan hasil pekerjaan S3.

P : Mengapa kamu menuliskan $2 \cos(2x - 60^\circ) = 1$ di lembar jawaban?

S3 : Saya berpikir jika $\sqrt{3}$ sama dengan 1 bu (sambil tertawa).

P : Apakah benar jika $\sqrt{3}$ sama dengan 1?

S3 : Sebenarnya ada komanya bu tapi saya lupa koma berapa, saya tidak bisa menghitung akar 3 jadi sama dengan 1 saja (sambil tertawa)

Gambar 5 Hasil Pekerjaan S3 Pada Soal Nomor 2

$$\begin{aligned}
 & 2. \quad 2 \cos(2x - 60^\circ) = 1 \\
 & \cos(2x - 60^\circ) = \frac{1}{2} \\
 & \cos(2x - 60^\circ) = \cos 60^\circ \\
 & 2x - 60^\circ = 60^\circ \\
 & \text{I} \quad 2x - 60^\circ = 60^\circ + k \cdot 360^\circ \\
 & 2x = 60^\circ + 60^\circ + k \cdot 360^\circ \\
 & 2x = 120^\circ + k \cdot 360^\circ \\
 & k = 0 \rightarrow x = 60^\circ + k \cdot 180^\circ \\
 & \quad \quad \quad = 60^\circ \\
 & k = 1 \rightarrow x = 60^\circ + k \cdot 180^\circ \\
 & \quad \quad \quad = 240^\circ \\
 & \text{II} \quad 2x - 60^\circ = -60^\circ + k \cdot 360^\circ \\
 & 2x = -60^\circ + 60^\circ + k \cdot 360^\circ \\
 & 2x = 0 + k \cdot 360^\circ \\
 & x = 0 + k \cdot 180^\circ \\
 & k = 0 \rightarrow x = 0 \cdot 180^\circ \\
 & \quad \quad \quad = 0^\circ \\
 & k = 1 \rightarrow x = 1 \cdot 180^\circ \\
 & \quad \quad \quad = 180^\circ \\
 & \{0; 60; 180\}
 \end{aligned}$$

Analisis Kesalahan Kesimpulan (*Encoding*)

Persentase munculnya kesalahan *encoding* dalam menyelesaikan soal persamaan trigonometri ini berada pada urutan kedua setelah kesalahan *transformation*. Apabila siswa mengalami kesalahan *transformation* dan *process skill* sebelumnya, besar sekali kemungkinan siswa juga mengalami kesalahan *encoding*. Kesalahan *encoding* dalam menyelesaikan soal nomor 1 dialami oleh S2, S3, S4, dan S5, dari keempat subjek tersebut tiga orang subjek juga mengalami kesalahan *transformation* sebelumnya yaitu S2, S3, dan S4. Pada soal nomor 1 ini subjek menuliskan jawaban akhir yang tidak sesuai dengan jawaban yang benar dan juga ada yang menuliskan jawaban akhir yang tidak lengkap. Hal ini dikarenakan subjek mengalami kesalahan *transformation* sebelumnya, dimana subjek tidak dapat memilih rumus penyelesaian persamaan trigonometri dengan tepat karena tidak ingat dan ada subjek yang tidak dapat mengubah bentuk persamaan trigonometri yang diberikan ke dalam bentuk umum penyelesaian persamaan trigonometri dengan tepat karena tidak ingat nilai trigonometri dari sudut-sudut istimewa. Ini membuktikan bahwa apabila subjek mengalami kesalahan *transformation* sebelumnya, maka subjek juga akan mengalami kesalahan *encoding*. Namun ada subjek yang dapat menunjukkan jawaban benar, tapi dalam langkah penyelesaiannya terdapat kesalahan menghitung.

Pada soal nomor 2 persentase subjek yang mengalami kesalahan *encoding* lebih kecil dari *transformation*, ini menunjukkan bahwa ada subjek yang menunjukkan jawaban benar, tetapi langkah dalam penyelesaiannya salah. Hal ini terjadi karena adanya kesalahan berpikir pseudo. Berpikir pseudo dibagi menjadi dua yaitu pseudo benar dan pseudo salah (Subanji, 2015:19). Pseudo benar terjadi ketika siswa memperoleh jawaban benar tetapi sebenarnya penalarannya salah. Sebagai contoh hal ini terjadi pada S1 dengan kemampuan tinggi dalam menyelesaikan soal nomor 2, dimana S1 mengatakan jika $\sqrt{3}$ merupakan nilai dari $\cos 60^\circ$. Lalu S1 menyederhanakan soal nomor 2 tersebut menjadi $\cos(2x - 60^\circ) = \frac{\cos 60^\circ}{2}$, akan tetapi S1 mengalami kesalahan dalam menghitung bentuk pecahan trigonometri $\frac{\cos 60^\circ}{2}$ menjadi $\cos 30^\circ$. S1 hanya memperhatikan nilai setengah dari 60° tanpa memperhatikan kosinusnya. Sehingga ini menunjukkan bahwa S1 melakukan kesalahan *transformation* dan *faulty computation* yang merupakan subkategori dari *process skill* tetapi S1 dapat memberikan jawaban akhir yang benar. Berikut hasil pekerjaan S1.

Gambar 6 Hasil Pekerjaan S1 Pada Soal Nomor 2

2. $2 \cos (2u - 60^\circ) = \sqrt{3}$ untuk $0^\circ \leq u \leq 180^\circ$
 $2 \cos (2u - 60^\circ) = \cos 60^\circ$
 $\cos (2u - 60^\circ) = \cos 30^\circ$
 $2u - 60^\circ = 30^\circ + k \cdot 360^\circ$
 $2u = 90^\circ + k \cdot 360^\circ$
 $u = 45^\circ + k \cdot 180^\circ$
 $k = 0, \rightarrow 45^\circ$
 $2u - 60^\circ = -30^\circ + k \cdot 360^\circ$
 $2u = 30^\circ + k \cdot 360^\circ$
 $u = 15^\circ + k \cdot 180^\circ$
 $k = 0 \rightarrow 15^\circ$
 Hp $\{15^\circ, 45^\circ\}$
 $2 \cos (2u - 60^\circ) = \cos 60^\circ$
 $\cos (2u - 60^\circ) = \frac{\cos 60^\circ}{2}$

Analisis Kesalahan Kecerobohan (*Carelessness*)

Kesalahan *carelessness* ini hanya muncul pada soal nomor 2 soal persamaan trigonometri. Pesentase kesalahan *carelessness* ini hanya 20% subjek. Kesalahan ini dialami oleh subjek dengan kemampuan rendah. Singh, dkk (2010:267) menyatakan jika seorang siswa memberikan jawaban yang salah dalam tes keseluruhan kelas tapi kemudian memberikan jawaban yang benar pada saat wawancara, maka kesalahan sebelumnya diklasifikasi pada kesalahan *carelessness*. S5 menuliskan $-\sqrt{3}$ pada lembar jawaban tesnya, akan tetapi pada saat wawancara S5 mengatakan jika dia melakukan kesalahan pada tanda negatif di depan $\sqrt{3}$, lalu S5 membenarkan kesalahan tersebut dan mengatakan bahwa seharusnya tidak menggunakan tanda negatif. Berikut transkrip wawancara S5.

P	:	Bagaimana langkah awal kamu mengerjakan soal ini?
S5	:	Oh ya bu saya salah ini tidak ada tanda negatif nya didepan $\sqrt{3}$. Saya salah. Seharusnya langsung dibagi 2 kedua ruas jadinya $\frac{\sqrt{3}}{2}$ tidak $-\frac{\sqrt{3}}{2}$.
P	:	Mengapa ada tanda negatif didepan $\sqrt{3}$ di pengerjaan kamu sebelumnya?
S5	:	Karena akar bu, saya pikir depannya akar ada plus minus nya. Jadinya ada $-\sqrt{3}$ juga.

4. Simpulan

4.1. Simpulan

Berdasarkan analisis kesalahan yang dilakukan pada siswa SMAN 1 Gondanglegi kelas XI MIA 5 dalam menyelesaikan soal persamaan trigonometri berdasarkan analisis kesalahan Watson, dapat disimpulkan kesalahan yang dilakukan siswa adalah sebagai berikut: 1) siswa tidak mengenal beberapa simbol matematika dalam persamaan trigonometri dengan baik, 2) siswa tidak dapat menyebutkan apa yang ditanyakan pada soal dengan tepat, 3) siswa tidak mengerti maksud simbol-simbol yang ada pada materi persamaan trigonometri, 4) siswa tidak dapat memilih rumus penyelesaian persamaan trigonometri dengan tepat karena tidak ingat, 5) siswa dengan kemampuan rendah menuliskan proses penyelesaian yang tidak sesuai

dengan penyelesaian persamaan trigonometri, 6) siswa tidak melanjutkan langkah menyelesaikan persamaan trigonometri yang diberikan dengan lengkap, 7) siswa sudah menggunakan operasi yang tepat tetapi tidak dapat menyelesaikan operasi dengan akurat, 8) siswa menuliskan jawaban akhir yang tidak sesuai dengan jawaban yang benar atau menuliskan jawaban akhir yang tidak lengkap, 9) siswa memberikan jawaban yang salah dalam tes keseluruhan kelas tapi memberikan jawaban yang benar pada saat wawancara.

4.2. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, peneliti dapat memberikan saran sebagai berikut: 1) informasi kesalahan yang ditemukan pada penelitian ini dapat menjadi acuan untuk guru agar dapat memilih metode pembelajaran yang cocok agar siswa dapat lebih memahami materi persamaan trigonometri, 2) analisis kesalahan Watson dapat dijadikan sebagai suatu alternatif dalam menganalisis kesalahan siswa pada materi matematika lainnya, 3) analisis kesalahan siswa menggunakan analisis kesalahan Watson pada materi persamaan trigonometri ini mendeskripsikan mengenai kategori kesalahan: (1) *reading ability*, yang terdiri dari, (i) *word recognition*, dan (ii) *symbol recognition*, (2) *comprehension*, yang terdiri dari, (i) *general understanding*, dan (ii) *understanding of specific terms or symbol*, (3) *transformation*, (4) *process skill*, yang terdiri dari, (i) *random respon*, (ii) *wrong operation*, (iii) *faulty algorithm*, dan (iv) *faulty computation*, (5) *encoding*, dan (6) *carelessness*. Peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian mengenai analisis kesalahan siswa menggunakan analisis kesalahan Watson secara lengkap yaitu menganalisis aspek *no respon* pada kategori *process skill*, kategori *motivation*, dan kategori *question form*.

Daftar Rujukan

- Corral, Michael. (2009). *Trigonometry*. Schoolcraft College, <http://mecmath.net/trig/trigbook.pdf>
- Dawkins, P. (2006). *How to study mathematics* <http://tutorial.math.lamar.edu/terms.aspx>
- Firiani, A. (2014). *Kemampuan membaca, menuli, dan memahami simbol-simbol matematika siswa SMP Studi di Kelas VIII SMP Negeri 2 Suruh*, http://repository.uksw.edu/bitstream/123456789/4992/2/T1_202010097_BAB%20I.pdf
- Fitriyani, Khannatul. (2009). *Analisis kesalahan dalam mengerjakan soal matematika bentuk uraian pada pokok bahasan persamaan dan pertidaksamaan kuadrat kelas X semester 1 SMA Negeri 1 Guntur*. <http://lib.unnes.ac.id/2314/1/4564.pdf>
- Ismail, R. (2010). *Error analysis and the corresponding cognitive activities committed by year five primary students in solving mathematical word problems*. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 2. Malaysia, 3836-3838, www.sciencedirect.com.
- Khasanah, Umami. (2015). *Kesulitan menyelesaikan soal cerita matematika pada siswa SMP* <http://eprints.ums.ac.id/32806/20/10.%20ARTIKEL%20PUBLIKASI.pdf>.
- Maulidah, Rezeqie. (2017). *Analisis kesalahan siswa kelas x sma laboratorium universitas negeri malang dalam menyelesaikan soal fungsi kuadrat*. Tesis. Program Studi Pendidikan Matematika, Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Moma, La. (2008). *Analisis kesalahan siswa kelas vi sd dalam menyelesaikan pengukuran panjang*. Ambon : FMIPA, Universitas Patimura.
- Singh, P., Rahman, A.A., & Sian Hoon, T. (2010). *The newman procedure for analyzing primary four pupils errors on written mathematical task : a malaysian perspective*. *Procedia social and behavioral science* 8 (2010) hal. 264-271. *International Conference on Mathematics Education Research 2010 (ICMER 2010)*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042810021415>.
- Subanji. (2015). *Teori berpikir pseudo penalaran kovariasional*. Malang. UM Press.
- Watson, I. (1980). *Investigating errors of beginning mathematicians*. *Educational*