



## Proses *folding back* siswa dalam menyelesaikan masalah *open-ended* pada materi trigonometri ditinjau berdasarkan resiliensi matematis

Wahyu Widyastuti<sup>1\*</sup>, Dadang Juandi<sup>2</sup>, Aan Hasanah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

\*Correspondence: [wahyuwidyastuti@upi.edu](mailto:wahyuwidyastuti@upi.edu)

### ABSTRAK

Penting bagi pendidik untuk tidak hanya melihat hasil pekerjaan siswa, tetapi juga proses pemahaman matematis saat siswa menyelesaikan masalah. *Folding back* merupakan proses krusial dalam teori Pirie-Kieren tentang *growth of mathematical understanding*. *Folding back* adalah proses ketika siswa kembali ke level pemahaman yang lebih rendah untuk mengembangkan pemahaman matematis mereka. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi gambaran keberagaman proses *folding back* siswa dalam menyelesaikan masalah *open-ended* pada materi trigonometri ditinjau berdasarkan resiliensi matematis siswa. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus di kelas X Tata Busana dengan melibatkan 6 orang subjek penelitian. Terdapat 3 temuan yang dihasilkan dari penelitian ini yaitu; (1) siswa dengan resiliensi matematis yang sangat tinggi dapat lebih banyak melakukan *folding back* secara mandiri; (2) siswa dengan resiliensi matematis sangat tinggi, tinggi, maupun cukup, seringkali mengalami *folding back* ke level *primitive knowing*; serta (3) ada kalanya siswa tidak dapat mencapai level pemahaman yang lebih tinggi atau sama dengan level pemahaman sebelumnya setelah melakukan *folding back*.

### ABSTRACT

*It is important for educators to not only see the results of students' work, but also their mathematics understanding process. Folding back is a crucial process in growth of mathematical understanding theory by Pirie-Kieren. Folding back is a process when students return to a lower level of understanding in order to develop their mathematical understanding. This study aims to identify the diversity of students' folding back processes in solving trigonometry open-ended problems in terms of students' mathematical resilience. The method used in this study was a case study involving 6 participants. There are 3 findings from this study, such as; (1) students with very high mathematical resilience can do more independent folding back; (2) students with both very high, high, and moderate mathematical resilience often do folding back to the primitive knowing level; and (3) there are times when students cannot reach a higher or same level of understanding as the previous one after doing folding back.*

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received: 2023-03-16

Revised: 2023-05-08

Accepted: 2023-05-09

Available online: 2023-05-10

Publish: 2023-05-15

#### Kata Kunci:

*Folding back*

Pirie-Kieren

Resiliensi matematis

*Open-ended*.

#### Keyword:

*Folding back*

Pirie-Kieren

Mathematical resilience

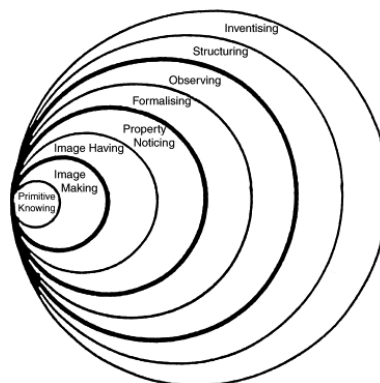
*Open-ended*.



## 1. PENDAHULUAN

Pemahaman matematis merupakan suatu proses yang tidak dapat semata-mata dilihat dari hasil, sehingga penting bagi pendidik untuk menelaah proses pemahaman matematis saat siswa menyelesaikan masalah (Pirie, 1988). Salah satu asesmen yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut yaitu dengan menggunakan masalah matematika berjenis *open-ended*. Masalah *open-ended* adalah masalah matematika yang berfokus pada cara, metode, atau pendekatan yang digunakan siswa untuk menyelesaikan soal tersebut, bukan semata-mata untuk menemukan jawaban atau solusi (Shimada, 1997). Solusi untuk masalah *open-ended* belum tentu dapat ditentukan dengan satu cara, sehingga memungkinkan siswa untuk menemukan hal-hal baru dan berpikir dari sudut pandang baru dengan mengombinasikan pengetahuan dan keterampilan yang sebelumnya sudah dipelajari (Sawada, 1997). Masalah *open-ended* menyediakan “*safe haven*” bagi siswa untuk berkontribusi dan menumbuhkan rasa percaya diri dalam pembelajaran matematika (Varygiannes, 2013), agar siswa dapat mengembangkan dan mengekspresikan pemahaman matematis mereka (Capraro, Capraro, & Cifarelli, 2007).

Proses evaluasi dengan menggunakan masalah *open-ended*, tidak dapat disamakan dengan evaluasi menggunakan soal rutin. Guru perlu menelaah alur berpikir siswa berdasarkan strategi yang digunakan agar dapat menilai pemahaman matematis siswa. Teori Pirie-Kieren merupakan salah satu *framework* paling mendetail yang menjelaskan proses pemahaman matematis siswa. Teori ini mendefinisikan bahwa pengetahuan terbentuk dari suatu proses rekursif tentang persepsi siswa dan bagaimana cara mereka membentuk persepsi tersebut (Sengul & Argat, 2015). Berdasarkan teori Pirie-Kieren, pemahaman matematis terdiri dari delapan level yang nonlinear dan selalu berulang, yakni *Primitive Knowing*, *Image Making*, *Image Having*, *Property Noticing*, *Formalizing*, *Observing*, *Structuring*, dan *Inventing* (Pirie & Kieren, 1989). Ilustrasi *growth of mathematical understanding* disjikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Ilustrasi *growth of mathematical understanding*

*Primitive knowing* mencakup *prior knowledge* dan dasar materi yang digunakan untuk menyelesaikan soal (Pirie & Martin, 2000). *Image making* merupakan proses siswa menyusun gambar atau skema berdasarkan *primitive knowing* sebagai rencana untuk menyelesaikan masalah, lalu pada level *image having* siswa sudah memiliki gambaran mental dari informasi yang diketahui (Pirie & Kieren, 1994a). Level selanjutnya yaitu *property noticing*, ketika siswa mengkombinasikan dan memanipulasi skema untuk mengkonstruksi pemahaman yang ingin dicapai (Pirie & Kieren, 1994a). Pada level *formalizing*, siswa dapat menyelesaikan masalah konkrit dengan menggunakan konsep matematika secara formal, misalnya definisi atau teorema (Pirie & Kieren, 1994a).

Setelah siswa dapat melakukan *formalizing*, selanjutnya siswa melakukan *observing*, yaitu memeriksa kembali kebenaran jawabannya dan membuktikannya jika perlu (Pirie & Kieren, 1994a). *Structuring* terjadi ketika siswa memahami bahwa terdapat beberapa konsep yang berhubungan, kemudian melakukan verifikasi dan membentuk sistem dari konsep-konsep tersebut (Pirie & Kieren, 1989). Level terakhir yaitu *inventing*, ketika siswa menciptakan pertanyaan baru yang memicu munculnya suatu konsep baru (Pirie & Kieren, 1994a). Konsep baru ini merupakan suatu kesatuan yang terstruktur dari pemahaman siswa pada level-level sebelumnya (Pirie & Kieren, 1989). Pada saat siswa mulai memahami konsep baru, proses ini akan kembali berulang. Pemahaman siswa yang sebelumnya sudah dikuasai akan menjadi *primitive knowing* bagi konsep yang akan dikuasai siswa.

Setiap level pada *growth of understanding* bersifat nonlinear, artinya pemahaman siswa tidak selalu bergerak dari dalam menuju ke luar. Ketika siswa hendak menyelesaikan suatu masalah, tetapi tidak dapat menyelesaikannya secara langsung, siswa dapat kembali pada level pemahaman yang lebih rendah untuk menggali lebih banyak informasi yang dibutuhkan (Pirie & Kieren, 1994). Proses inilah yang disebut *folding back*. *Folding back* adalah proses ketika siswa kembali ke level pemahaman yang lebih rendah untuk mengembangkan pemahaman matematis mereka. *Folding back* merupakan metafora untuk menjelaskan secara eksplisit keterkaitan antara *prior knowledge* dengan pemahaman baru, sehingga pemahaman dapat dimaknai sebagai proses yang kompleks dan rekursif (Martin & Towers, 2016a). Seperti halnya melipat pakaian, proses *folding back* membuat pemahaman siswa menjadi lebih “tebal” (Pirie & Kieren, 1994). Artinya, semakin banyak siswa berhasil melakukan *folding back*, maka semakin dalam pemahaman siswa.

Salah satu aspek afektif yang mungkin mempengaruhi proses *folding back* siswa yaitu resiliensi matematis. Resiliensi adalah kemampuan untuk bertahan dan memberikan respon positif ketika menghadapi suatu masalah (Kookken et al., 2016). Resiliensi matematis pada

dasarnya adalah sikap mental yang positif terhadap matematika (Johnston-Wilder & Lee, 2010). Resiliensi matematis dapat diartikan sebagai kualitas siswa untuk menyikapi matematika dengan percaya diri, tekun, dan memiliki kemauan untuk berdiskusi, merefleksikan, dan meneliti. (Lee & Johnston-Wilder, 2017; Chinn, 2014; Attami, Budiyo, & Indriati, 2020). Sementara Hendriana, Rohaeti, & Sumarmo (2017) mendefinisikan resiliensi matematis sebagai daya juang serta sikap tekun dan gigih dalam menghadapi kesulitan atau hambatan belajar matematika.

Siswa dengan resiliensi matematis yang tinggi memiliki sikap tekun dan gigih ketika mengalami kesulitan, dapat bekerjasama, serta mampu mengekspresikan pemahaman mereka atau informasi yang tidak mereka pahami (Johnston-Wilder & Lee, 2010). Lebih lanjut, Zanthy, Kusuma, dan Soemarmo (2019) mengemukakan enam indikator resiliensi matematis siswa, yaitu; 1) menunjukkan sikap tekun, percaya diri, berusaha keras, dan tidak mudah menyerah saat menemukan masalah; 2) menunjukkan keinginan untuk bersosialisasi, mudah memberi bantuan, berdiskusi dengan teman sebaya, dan beradaptasi dengan lingkungan; 3) memunculkan ide/cara baru dan mencari solusi kreatif dalam menghadapi tantangan; 4) menggunakan pengalaman kegagalan untuk membangun motivasi diri; 5) menunjukkan rasa ingin tahu, merefleksi, meneliti, dan memanfaatkan beragam sumber; serta 6) memiliki pengendalian diri dan sadar akan perasaannya.

Penelitian tentang proses *folding back* maupun proses *growth of mathematical understanding* sebelumnya sudah banyak dilakukan. Aspek yang mempengaruhi proses tersebut juga sudah banyak diteliti, seperti gaya kognitif (Nuswantoro, 2020), *adversity quotient* (Hakim, 2019), gender (Amin & Sulaiman, 2021), dan beragam lainnya. Jenis instrumen tes yang diberikan juga beragam, seperti soal cerita kontekstual (Widyastuti & Hasanah, 2020), soal pemecahan masalah (Nopa, Suryadi, & Hasanah, 2019), dan lain sebagainya. Resiliensi matematis merupakan salah satu aspek afektif yang mungkin mempengaruhi proses *folding back* yang masih jarang diteliti, sementara jenis instrumen yang jarang digunakan salah satunya yaitu masalah *open-ended*, terlihat dari tidak adanya referensi terkait hal tersebut. Oleh karena itu, artikel ini hendak menelaah karakteristik proses *folding back* dalam menyelesaikan masalah masalah *open-ended* ditinjau dari resiliensi matematis siswa.

## 2. METODE

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh gambaran proses *folding back* siswa dalam menyelesaikan masalah *open-ended*, sehingga penelitian ini menerapkan penelitian kualitatif

dengan metode studi kasus. Penelitian dilakukan di salah satu SMK Negeri di Kota Jakarta. Subjek yang dipilih dalam penelitian ini ialah enam orang siswa kelas X Tata Busana, yaitu 2 orang siswa dengan resiliensi matematis sangat tinggi, 2 orang siswa dengan resiliensi matematis tinggi, dan 2 orang siswa dengan resiliensi matematis cukup. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini berupa metode tes tertulis melalui instrumen tes dengan 3 butir masalah *open-ended*, metode angket melalui instrumen skala resiliensi matematis, metode wawancara dengan bantuan pedoman wawancara, serta studi dokumentasi berupa foto dan rekaman suara.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi gambaran proses pemahaman matematis subjek penelitian, khususnya proses *folding back* yang dilakukan oleh keenam subjek penelitian. Instrumen tes yang digunakan untuk mengidentifikasi proses *folding back* siswa terdiri dari 2 butir soal berjenis *open-ended* pada materi trigonometri. Butir soal yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Terdapat dua buah pesawat yang sedang lepas landas. Pesawat pertama lepas landas dengan kemiringan  $30^\circ$  dari permukaan tanah dan kecepatan 400 km/jam. Pesawat kedua lepas landas dengan kemiringan  $40^\circ$  dari permukaan tanah dan kecepatan 300 km/jam.
  - A. Menurut kamu, manakah pesawat yang lebih cepat mencapai titik puncak? Jelaskan alasanmu. (Petunjuk:  $\sin 40^\circ = 0,64$ ;  $\cos 40^\circ = 0,98$ ;  $\tan 40^\circ = 0,83$ )
  - B. Buatlah rumus untuk mencari ketinggian pesawat dari permukaan lepas landas jika diketahui sudut kemiringan dan kecepatan pesawat. Tambahkan variabel lain jika perlu.
2. Ari dan Ira hendak mengukur ketinggian sebuah menara menggunakan klinometer. Mula-mula mereka berdiri pada sudut  $30^\circ$  dari puncak menara. Mereka kesulitan mengukur jarak antara tempat mereka berdiri dengan menara karena terlalu jauh. Ari berkata, **“Kalau kita berdiri pada sudut  $60^\circ$  dari puncak menara, jarak kita dengan menara akan menjadi setengah dari jarak kita saat ini.”** Setelah mereka sampai di titik yang ditentukan Ari, mereka berhasil menemukan tinggi menara, yaitu 200 meter.
  - A. Apakah kamu setuju dengan pendapat Ari? Jelaskan alasanmu.
  - B. Misalkan sudut  $A$  adalah sudut mula-mula dan sudut  $B$  adalah sudut setelah Ari dan Ira berpindah. Apabila jarak mereka setelah berpindah adalah setengah dari jarak mula-mula, tentukan hubungan antara sudut  $A$  dengan sudut  $B$ .

Rangkuman dari proses pemahaman matematis subjek penelitian pada ketiga butir instrumen tes tertera pada Tabel 1. Lingkaran dengan 8 lapisan melambangkan proses pemahaman matematis siswa berdasarkan teori *growth of mathematical understanding* dari Pirie-Kieren, garis biru melambangkan pemahaman matematis yang bergerak maju, garis hijau melambangkan proses *folding back* secara mandiri, sedangkan garis merah melambangkan

proses *folding back* dengan bantuan dari peneliti pada saat wawancara. Berdasarkan tabel tersebut, dapat disusun beberapa temuan dari penelitian ini.

Pertama, siswa dengan resiliensi matematis yang sangat tinggi dapat lebih banyak melakukan *folding back* secara mandiri saat menyelesaikan soal *open-ended*. Hal ini terlihat dari garis-garis hijau pada bagan proses pemahaman matematis SP1 dan SP2 pada nomor 1 dan 2. Salah satu temuan yang menarik yaitu jawaban SP1 pada soal nomor 1, yang dapat dilihat pada Gambar 2.

SP1 memulai penyelesaian dari langkah *image having*, yaitu dengan menuliskan unsur-unsur yang diketahui dan menghubungkannya dengan konsep segitiga pada trigonometri. SP1 sudah mengetahui bahwa kecepatan berada pada sisi miring dan tinggi berada pada sisi depan, tanpa perlu membuat sketsa. Langkah berikutnya, SP1 justru melakukan *folding back* menuju *image making*, yaitu dengan membuat sketsa. SP1 mengatakan bahwa ia membuat gambar berdasarkan unsur-unsur yang telah diidentifikasi sebelumnya. Hal ini menarik, karena mayoritas siswa lainnya menjawab soal nomor 1 dari level *image making* terlebih dahulu.

Berbeda dengan SP1 yang melakukan *folding back* untuk mengembangkan jawabannya, SP2 melakukan *folding back* untuk mengoreksi jawaban yang ia tuliskan sebelumnya. Berdasarkan hasil jawaban SP2 yang dapat dilihat pada Gambar 3, SP2 memulai pekerjaannya dari level *image making*, yaitu dengan pembuatan sketsa. SP2 dapat menjawab hingga level *formalizing*, walaupun jawaban yang diberikan masih belum tepat. Kemudian, SP2 melakukan *folding back* ke level *image making*. Berdasarkan wawancara, SP2 mengatakan bahwa ia menyadari sketsa yang dibuatnya salah, yaitu bagian miring yang diisi dengan besar sudut, sehingga jawaban selanjutnya salah. Setelah proses *folding back*, *image making* kedua yang dilakukan SP2 sudah menghasilkan sketsa yang tepat.

Diketahui : Kecepatan = miring = 400 g  
Kemiringan = sudut = 30° } 1

Miring = 300 g  
Sudut = 40° } 2

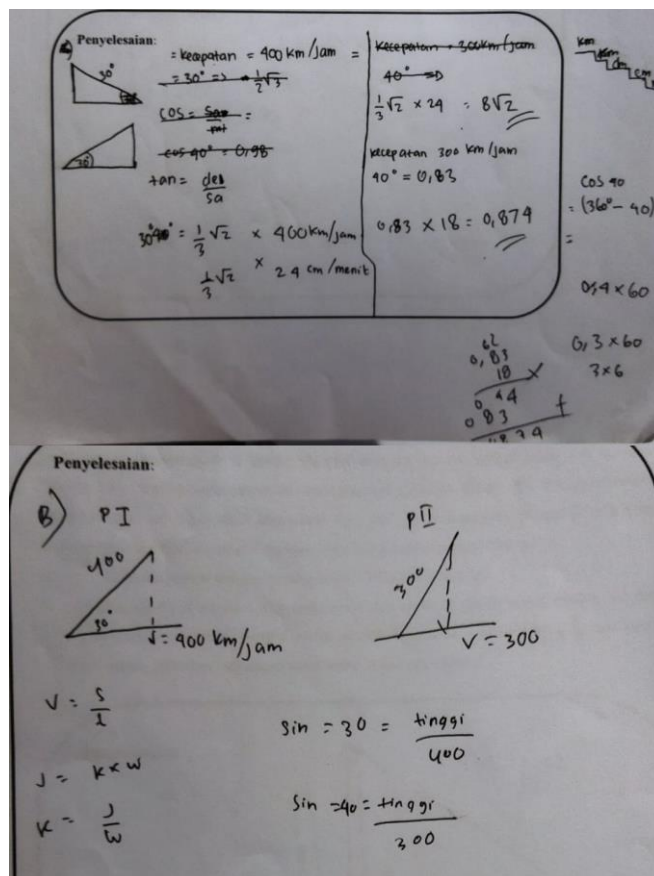
Ditanya: tdk puncak = depan : ?

A. Pesawat 1:  $\sin 30^\circ = \frac{x_1}{400}$   
 $\frac{1}{2} = \frac{x_1}{400}$   
 $x_1 = \frac{400 \cdot 2}{2} = 200 \text{ km}$

Pesawat 2:  $\sin 40^\circ = \frac{x_2}{300}$   
 $0,64 = \frac{x_2}{300}$   
 $x_2 = 0,64 \times 300 = 192 \text{ km}$

Jadi, tdk puncak pesawat 1 lebih tinggi dari tdk puncak pesawat 2. Jadi, pesawat 1 lebih cepat.

**Gambar 2.** Jawaban SP1 pada Soal Nomor 1

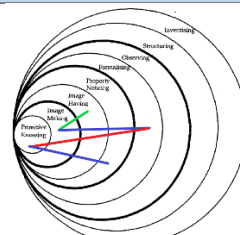
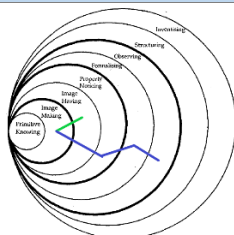


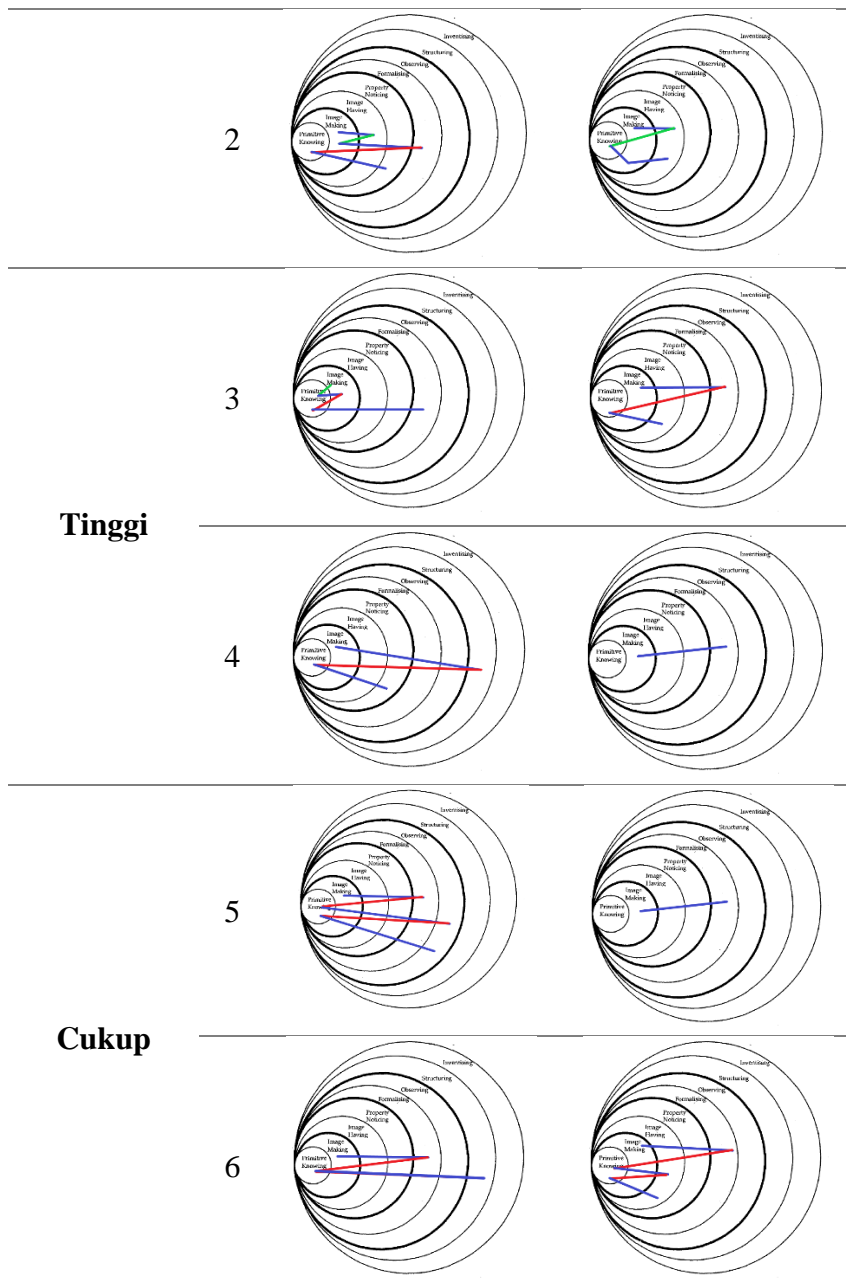
Gambar 3. Jawaban SP2 pada Soal Nomor 1

Hasil penelitian ini sejalan dengan pernyataan Hendriana, Rohaeti, & Sumarmo (2017) bahwa resiliensi matematis digambarkan sebagai daya juang serta sikap tekun dalam menghadapi kesulitan atau hambatan belajar matematika. Di sisi lain, resiliensi matematis juga dapat diartikan sebagai kualitas siswa untuk bersikap tekun dan mau merefleksikan pekerjaannya (Lee & Johnston-Wilder, 2017; Chinn, 2014). Artinya, pada saat siswa mengalami hambatan, siswa mau terus berusaha mencari jalan keluar, salah satunya dengan merefleksikan pekerjaannya. Proses tersebut yang pada akhirnya memicu siswa dengan resiliensi sangat tinggi untuk dapat melakukan *folding back* secara mandiri.

Tabel 1. Perbandingan Proses Pemahaman Matematis Subjek Penelitian

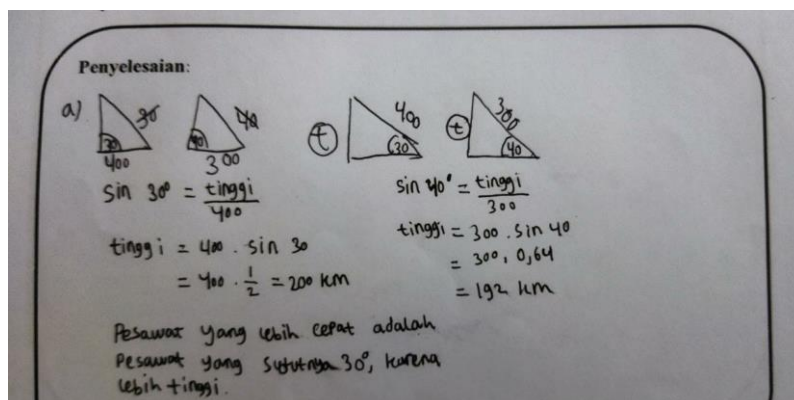
Kategori Resiliensi Matematis	Nomor Soal	
	SP 1	2
Sangat Tinggi	1	2





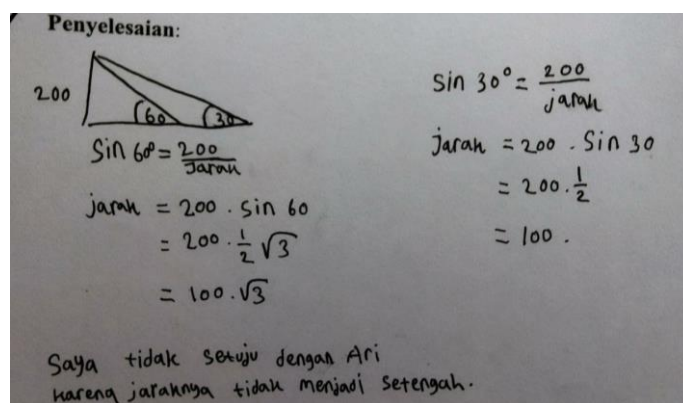
Kedua, banyaknya garis merah menuju level *primitive knowing* menunjukkan bahwa siswa seringkali masih mengalami kesulitan pada konsep-konsep dasar. Salah satu temuan yang menggambarkan hasil ini terdapat pada jawaban SP3 pada soal nomor 1 yang tertera pada Gambar 4. Berdasarkan gambar tersebut, dapat dilihat bahwa SP3 memulai pekerjaannya dari level *image making* melalui pembuatan sketsa. Pada saat peneliti melakukan inspeksi keliling, ditemui bahwa terdapat kesalahan pada sketsa yang dibuat oleh SP3, yaitu sudut  $30^\circ$  dan  $40^\circ$  yang diletakkan pada sudut siku-siku. Peneliti memberikan apersepsi dengan menanyakan berapa besar sudut siku-siku. SP3 memahami kesalahannya, lalu membuat sketsa yang baru. Setelah SP3 memperbaiki sketsanya, ia dapat menjawab hingga level *formalizing* dengan benar, yang ditandai dengan memberikan perhitungan matematis serta kesimpulan yang tepat.





**Gambar 4.** Jawaban SP3 pada Soal Nomor 1

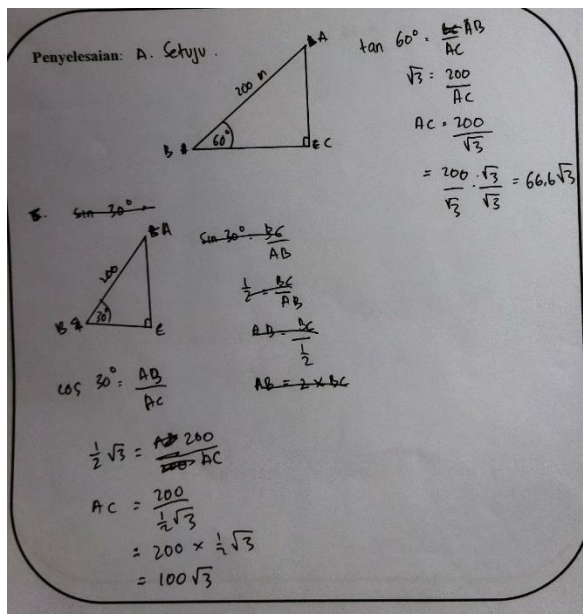
Pengetahuan sebelumnya (*prior knowledge*) tentang konsep-konsep yang harus diketahui sebelum dapat menyelesaikan masalah sangat mempengaruhi proses *folding back* siswa. Siswa tidak dapat menyelesaikan soal dengan tepat walaupun sudah melakukan *folding back* jika tidak memiliki *prior knowledge* yang menjadi prasyarat dalam mengerjakan soal (Nopa, Suryadi, & Hasanah, 2019; Susiswo, et.al., 2019). Kurangnya *prior knowledge* menyebabkan *folding back* yang dilakukan oleh siswa tidak maksimal, karena siswa masih kekurangan informasi untuk menyelesaikan soal. Salah satu cara yang dapat dilakukan guru untuk membantu siswa pada saat pembelajaran yaitu dengan memberikan apersepsi berisi konsep-konsep dasar yang dibutuhkan siswa untuk menyelesaikan masalah yang sedang dikerjakan.



**Gambar 5.** Jawaban SP3 pada Soal Nomor 2

Ketiga, masih berkaitan seputar *prior knowledge*, ada kalanya siswa tidak dapat mencapai level pemahaman yang lebih tinggi atau sama dengan level pemahaman sebelumnya setelah melakukan *folding back*. Terlihat dari informasi pada tabel, setelah garis merah dilanjutkan dengan garis biru yang terhenti pada level lebih rendah. Salah satu kasusnya terdapat pada jawaban SP3 pada soal nomor 2 yang tercantum pada Gambar 5. SP3 sudah dapat mengerjakan hingga level *formalizing*, tetapi terdapat kesalahan konsep pada persamaan yang digunakan.

Peneliti memberikan apersepsi berupa menanyakan ulang persamaan sinus dan tangen. SP3 kemudian dapat menjawab dengan tepat bahwa persamaan yang digunakan seharusnya adalah persamaan tangen. SP3 sudah mendapat gambaran yang tepat, yang artinya memasuki level *image having*, tetapi tidak melanjutkan pekerjaannya.



**Gambar 6.** Jawaban SP6 pada Soal Nomor 2

Gambar 6 menunjukkan hasil pekerjaan SP6 dengan proses *folding back* yang tidak jauh berbeda dengan SP3. SP6 sudah selesai hingga level *formalizing*, tetapi konsep yang digunakan masih banyak terdapat kesalahan. Peneliti memberikan apersepsi dengan cara menanyakan rumus sinus, cosinus, dan tangen, juga menanyakan apakah tinggi menara berada pada sisi miring. SP6 segera mengetahui kesalahan pada jawabannya dan mendapat gambaran yang tepat, tetapi tidak sempat melanjutkan. Dengan kata lain, proses pemahaman SP6 berhenti pada level *image having*.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Nopa, Suryadi, & Hasanah (2019) yang menyebutkan bahwa *folding back* tidak selalu menjamin jawaban siswa menjadi benar. Terkadang, walaupun siswa sudah melakukan *folding back*, siswa tidak mendapat informasi yang diperlukan, sehingga terjadi *pseudo-folding back* (Susiswo, et.al., 2019) atau *folding back* semu. Siswa memiliki pemahaman yang berbeda-beda sesuai dengan *prior knowledge* masing-masing, sehingga *folding back* yang dilakukan siswa juga berbeda-beda (Martin & Towers, 2016b).

#### 4. KESIMPULAN

Terdapat 3 temuan yang dihasilkan dari penelitian ini yaitu; 1) siswa dengan resiliensi matematis yang sangat tinggi dapat lebih banyak melakukan *folding back* secara mandiri saat menyelesaikan soal *open-ended*; 2) siswa dengan resiliensi matematis sangat tinggi, tinggi, maupun cukup, seluruhnya seringkali mengalami *folding back* ke level *primitive knowing*; 3) ada kalanya siswa tidak dapat mencapai level pemahaman yang lebih tinggi atau sama dengan level pemahaman sebelumnya setelah melakukan *folding back*; serta 4) terdapat siswa yang melakukan *folding back* ke level *formalizing* setelah level *inventing*, guna membangun level pemahaman matematis yang lebih tinggi. Tidak terdapat adanya hubungan yang signifikan antara resiliensi matematis siswa dengan proses *folding back* yang dilakukan siswa.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Attami, D., Budiyo, B., & Indriati, D. (2020). The mathematical problem-solving ability of junior high school students based on their mathematical resilience. *Journal of Physics: Conference Series*, 1469(1), 012152.
- Capraro, M., Capraro, R., & Cifarelli, V. (2007). What are students thinking as they solve open-ended mathematics problems. *Proceedings of the ninth international conference of Mathematics Education in a Global Community* (pp. 124-128). Charlotte: University of North Carolina.
- Chinn, S. (2014). Mathematical resilience: what is it and why is it important? In S. Chinn, *The Routledge International Handbook of Dyscalculia and Mathematical Learning Difficulties* (pp. 365-373). Oxfordshire: Routledge.
- Hafiz, M., & Dahlan, J. (2017). Comparison of mathematical resilience among students with problem based learning and guided discovery learning model. *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1), 012098.
- Haryanti, M., Herman, T., & Prabawanto, S. (2019). Analysis of students' error in solving mathematical word problems in geometry. *Journal of Physics*, 1157(4), 042084.
- Johnston-Wilder, S., & Lee, C. (2010). Mathematical Resilience. *Mathematics Teaching*, 218, 38-41.
- Johnston-Wilder, S., Brindley, J., & Dent, P. (2014). *A survey of mathematics anxiety and mathematical resilience among existing apprentices*. London: The Gatsby Charitable Foundation.
- Kookan, J., Welsh, M., McCoach, D., Johnston-Wilder, S., & Lee, C. (2016). Development and validation of the mathematical resilience scale. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 49(3), 217-242.
- Lee, C., & Johnston-Wilder, S. (2017). The construct of mathematical resilience. *Understanding emotions in mathematical thinking and learning*, 269-291.
- Martin, L., & Towers, J. (2016a). Folding Back and Growing Mathematical Understanding: A Longitudinal Study of Learning. *International Journal for the Lesson and Learning Studies*, 5(4), 281-294.
- Martin, L., & Towers, J. (2016b). Folding back, thickening and mathematical met-befores. *Folding back, thickening and mathematical met-befores*, 43(2), 89-97.
- Nopa, J., Suryadi, D., & Hasanah, A. (2019). The 9th Grade Students' Mathematical Understanding in Problem Solving Based on Pirie-Kieren Theory. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(1), 042122.
- Pirie, S. (1988). Understanding: Instrumental, relational, intuitive, constructed, formalised...? How can we know? *For the Learning of Mathematics*, 8(3), 2-6.
- Pirie, S., & Kieren, T. (1989). A Recursive Theory of Mathematical Understanding. *For the Learning of*

*Mathematics*, 9(3), 7-11.

- Pirie, S., & Kieren, T. (1994a). Growth in Mathematical Understanding: How Can We Characterise It and How Can We Represent It? *Learning Mathematics*, 61-86.
- Pirie, S., & Kieren, T. (1994b). Beyond Metaphor: Formalising in Mathematical Understanding Within Constructivist Environments. *For the Learning of Mathematics*, 4(1), 39-43.
- Sawada, T. (1997). Developing Lesson Plans. In J. Becker, & S. Shimada, *The Open-Ended Approach: A New Proposal for Teaching Mathematics* (pp. 23-35). Reston: National Council of Teachers of Mathematics.
- Sengul, S., & Argat, A. (2015). The Analysis of Understanding Factorial Concept Processes of 7th Grade Students who have Low Academic Achievements with Pirie Kieren Theory. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197, 1263-1270.
- Shimada, S. (1997). The Significance of an Open-Ended Approach. In J. Becker, & S. Shimada, *The Open-Ended Approach: A New Proposal for Teaching Mathematics* (pp. 1-9). Reston: National Council of Teachers of Mathematics.
- Susiswo, Subanji, Chandra, T., Purwanto, & Sudirman. (2019). Folding Back and Pseudo-Folding Back of the Student when Solving the Limit Problem. *Journal of Physics: Conference Series*, 1227(1), 012014.
- Varygiannes, D. (2013). The impact of open-ended tasks. *Teaching children mathematics*, 20(5), 277-280.
- Zanthy, L., Kusuma, Y., & Soemarmo, U. (2019). Mathematical resilience analysis of senior high school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1315(1), 012074.