

## Konstruksi Konjektur Siswa secara Kolaboratif berbantuan Geogebra

Yanti Nur Rahmadhani<sup>1\*</sup>, Abdul Haris Rosyidi<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v14n2.p460-482>

### Article History:

Received: 9 August 2024

Revised: 8 March 2025

Accepted: 17 March 2025

Published: 13 April 2025

### Keywords:

Construction of conjecture, collaborative, Geogebra

### \*Corresponding author:

yanti.21004@mhs.unesa.ac.id

**Abstract :** Reasoning and proof are part of mathematical activities. One of the activities of reasoning and proof is constructing conjectures. In several studies, students' skills in constructing conjectures are still lacking. Conjecture construction can be maximized through collaborative discussions. Geogebra helps students visualize, construct, and discover concepts. This study aims to describe students' conjecture construction collaboratively assisted by Geogebra on the topic of. This is a qualitative descriptive study. Data were obtained through assignments and interviews. The subjects in this study were 4 groups divided into high homogeneity, medium homogeneity, low homogeneity, and heterogeneity groups. Conjecture construction was analyzed based on the stages of (1) understanding the problem, (2) exploring the problem, (3) formulating conjectures, (4) justifying conjectures, and (5) proving conjectures. The result showed the stage of understanding the problem, all groups can determine what is requested and what is given even though there are still errors. At the problem exploration stage, all groups illustrate problems in Geogebra, and they also explore using tools in Geogebra, the group is highly homogeneous and the medium is having discussions in exploring problems. At the stage of designing the conjecture, they discussed with their group to create a conjecture from the exploration results. Still, the low homogeneity and heterogeneous groups prepared the conjecture without discussion. All groups can explain the reasons for the conjectures that have been made. At the stage of proving the conjecture, only highly homogeneous and moderately homogeneous groups allow the conjecture. At the stage of proving the conjecture, their proof structure was incomplete, they only described one example of the conjecture they made. Suggestions for further research include developing similar research by examining the quality of conjectures made by students in collaborative groups.

## PENDAHULUAN

Penalaran dan pembuktian merupakan bagian dari kegiatan matematika. *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) (2000) merumuskan lima standar proses dalam pembelajaran matematika, salah satunya penalaran dan pembuktian. Penalaran berkaitan dengan proses membuat dan menyelidiki konjektur, sedangkan pembuktian terkait dengan proses mengevaluasi konjektur (Allen et al., 2000). Selain itu, salah satu tujuan pembelajaran matematika di kurikulum merdeka, siswa diharapkan dapat menggunakan penalaran untuk mengamati pola, menyusun dan menyelidiki konjektur, sedangkan pembuktian digunakan untuk menyelidiki kebenaran suatu prinsip, rumus, atau teorema (Kemendikbud, 2022). Berdasarkan uraian tersebut, menyusun dan menyelidiki konjektur merupakan bagian dari kegiatan penalaran dan pembuktian.

Konjektur adalah pernyataan yang terlihat masuk akal, namun belum dapat dipastikan kebenarannya (Mason, J; Burton, L; Stacey, 2010). Astawa et al (2018) menjelaskan, konjektur adalah pernyataan matematis yang bersifat hipotesis, di mana pernyataan tersebut berpotensi benar dan dikonstruksi oleh siswa dengan menggunakan pengetahuannya sendiri berdasarkan informasi atau masalah yang diberikan. Konjektur merupakan suatu pernyataan yang bersifat sementara, belum dapat dipastikan kebenarannya, dan dikonstruksi oleh siswa berdasarkan pengamatan serta pengetahuan yang dimiliki sebelumnya. Konstruksi konjektur adalah aktivitas mental dalam membuat konjektur berdasarkan pengetahuan yang dimiliki (Sutarto et al., 2018). Menurut Astawa et al (2018), terdapat lima proses kognitif siswa dalam konstruksi konjektur yaitu, 1) memahami masalah, 2) mengeksplor masalah, 3) menyusun konjektur, 4) membenarkan dugaan, dan 5) membuktikan dugaan.

Konjektur menjadi tulang punggung berpikir matematika (Mason, J; Burton, L; Stacey, 2010). Dalam mengonstruksi konjektur, siswa diharuskan untuk mengamati, menanya, mencoba, menalar, dan mengomunikasikan sikap, keterampilan, serta pengetahuan secara maksimal (Supriani, 2017). Dengan mendorong siswa untuk mengonstruksi konjektur dan menyempurnakan konjektur, membuat siswa ahli dalam berpikir kritis serta dapat mengkomunikasikan dan meluruskan argumen matematis (Supriani & Sholahudin, 2019). Dengan demikian, konjektur dapat melatih kemampuan berpikir kritis siswa dalam mengamati dan menghubungkan berbagai informasi dan konsep untuk mengonstruksi, membuktikan, serta menyempurnakan konjektur.

Dalam penelitian Warsah et al (2021), Kolaboratif memberi dampak positif dan signifikan pada kemampuan berpikir kritis siswa. Kolaboratif merupakan pendekatan yang melibatkan sekelompok siswa untuk bekerja sama dalam memecahkan masalah, menyelesaikan tugas, atau menciptakan produk baru (Laal & Laal, 2012). Dillenborug (2007) mendefinisikan desain kolaboratif adalah situasi di mana dua orang atau lebih belajar atau berusaha mempelajari sesuatu bersama-sama. Kolaboratif adalah pendekatan yang melibatkan dua orang atau lebih yang berinteraksi dengan bekerja sama untuk mempelajari sesuatu bersama sehingga dapat memecahkan masalah, menyelesaikan tugas, atau menciptakan produk baru.

Dengan teknologi, siswa dapat mengembangkan pemahaman matematika lebih mendalam, mereka juga dapat terbantu dalam menyelidiki semua hal terkait matematika untuk pengambilan keputusan (Allen et al., 2000). Putrawangsah & Hasanah (2018) mengatakan bahwa penerapan teknologi digital yang ideal adalah ketika siswa diberikan kesempatan menggunakan teknologi untuk menduga (*conjecturing*), menguji kebenaran dugaannya tersebut (*justifying*), dan membuat kesimpulan dari dugaannya (*generalizing*). Salah satu teknologi yang memiliki kemampuan untuk menyajikan konten matematika adalah Geogebra.

Geogebra adalah perangkat lunak matematika dinamis untuk pembelajaran, yang mencakup topik geometri, aljabar, dan analisis (Hohenwarter & Hohenwarter, 2011).

Geogebra mendukung banyak topik matematika yang dapat disesuaikan untuk membantu proses pembelajaran. Geogebra dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu untuk visualisasi, konstruksi, dan penemuan konsep (Isman, 2016). Sejalan dengan penelitian Rahmadi et al (2015) bahwa terdapat perbedaan yang cukup meningkat secara signifikan terhadap kemampuan penalaran matematis siswa dari pembelajaran matematika menggunakan GeoGebra dibandingkan dengan siswa yang mendapatkan pembelajaran matematika langsung. Artinya, Geogebra dapat menampilkan konsep matematika yang abstrak menjadi lebih bermakna., sehingga pengguna dapat dengan mudah memahami konsep tersebut.

Beberapa penelitian tentang konstruksi konjektur, seperti yang dilakukan oleh Zuraidha & Rosyidi (2022) yang mendeskripsikan konstruksi konjektur siswa SMP pada topik perbandingan keliling dan luas persegi panjang, Azis & Rosyidi (2021) yang mendeskripsikan tahapan konstruksi konjektur siswa pada masalah analogi klasik terbuka topik fungsi kuadrat, hingga Hapizah et al (2020) yang mendeskripsikan konjektur abstraksi matematika dalam segitiga dan persegi. Selain itu, penelitian yang menggunakan teknologi dalam konstruksi konjektur dilakukan oleh Furinghetti dan Paola (2008) yang menggunakan *cabri* dan penelitian oleh Habre (2010) yang menggunakan *Dynamic Geometry Software (DGS)*. Sementara itu, terdapat penelitian yang melibatkan kolaboratif, namun pada subjek mahasiswa yaitu Habre (2010) yang melakukan penelitian bagaimana proses penalaran sepasang mahasiswa yang menggunakan teknologi cabri dalam menyusun konjektur. Sehingga dalam penelitian ini, peneliti tertarik melakukan penelitian secara kolaboratif pada siswa dengan menggunakan Geogebra sebagai teknologi yang membantu konstruksi konjektur siswa.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif yang bertujuan mendeskripsikan konstruksi konjektur siswa secara kolaboratif berbantuan Geogebra. Subjek penelitian ini adalah 4 kelompok masing-masing kelompok berjumlah 3-4 anggota. Komposisi masing masing kelompok yaitu kelompok homogen kemampuan tinggi dengan semua anggota berkemampuan tinggi, kelompok homogen sedang dengan semua anggota berkemampuan sedang, kelompok homogen rendah dengan semua anggota berkemampuan rendah, dan kelompok heterogen dengan anggota berkemampuan tinggi sedang dan rendah. Penentuan kategori siswa berkemampuan tinggi, siswa berkemampuan sedang, dan berkemampuan rendah ditentukan dari hasil analisis nilai UH I, UH II, dan UTS siswa.

Berdasarkan kemampuan matematika siswa, berikut subjek penelitian ini.

Tabel 2. Subjek Penelitian

Kelompok	Kriteria	Inisial Subjek	Kode Subjek
Homogen Tinggi	Tinggi	RFE	$T_1$
	Tinggi	NNK	$T_2$
	Tinggi	FAH	$T_3$

Kelompok	Kriteria	Inisial Subjek	Kode Subjek
Homogen Sedang	Sedang	GMC	$S_1$
	Sedang	NEOW	$S_2$
	Sedang	BNAM	$S_3$
Homogen Rendah	Rendah	MO	$R_1$
	Rendah	AK	$R_2$
	Rendah	NMSR	$R_3$
	Rendah	NLS	$R_4$
Heterogen	Tinggi	MAKR	$C_t$
	Sedang	MAU	$C_s$
	Rendah	DRP	$C_r$

Instrumen yang digunakan yaitu tes konstruksi konjektur dan pedoman wawancara. Tes konstruksi konjektur sudah diujicobakan keterbacaannya pada siswa. Tes konstruksi konjektur ini nantinya akan ditampilkan pada aplikasi Geogebra dan dikerjakan secara kolaborasi oleh subjek. Berikut tes konstruksi konjektur tersebut.

Diberikan segitiga sama kaki ABC dengan  $AB=AC$ , E adalah titik tengah AB dan D titik tengah AC. Ruas garis EC dan BD berpotongan di titik F. Buatlah dugaan terkait bangun baru yang terbentuk dari garis BD dan CE yang berkaitan dengan sifat, keliling, luas, atau yang lainnya. Informasi apa saja yang diketahui? dan yang diminta pada soal?

1. Informasi apa saja yang diketahui? dan yang diminta pada soal? (Tulis dengan kata-kata mu sendiri)
2. Ilustrasikan gambar tersebut pada geogebra (Kalian dapat menambahkan garis atau titik baru dalam segitiga ABC)
3. Bangun baru apa saja yang terbentuk dari garis BD dan CE?
4. Bagaimana sifat? keliling? luas? perbandingan keliling? perbandingan luas? atau yang lainnya dari bangun baru tersebut? (Kalian dapat menghitung luas, keliling, atau yang lainnya)
5. Buatlah dugaan yang berkaitan dengan sifat, keliling, luas, perbandingan keliling, perbandingan luas, atau yang lainnya dari bangun baru tersebut sebanyak banyaknya!
6. Apakah kalian yakin terkait dugaan tersebut? Mengapa?
7. Coba ubah panjang segitiga sama kakinya, apakah dugaanmu masih berlaku?
8. Apakah dugaan yang kalian buat perlu diperbaiki? Jika iya tuliskan perbaikannya di bawah ini
9. Buktikan dugaan yang kalian buat

**Gambar 1** Tes Konstruksi konjektur yang digunakan

Analisis data dilakukan dengan menganalisis hasil wawancara dan jawaban siswa. Wawancara dilakukan dengan berpedoman pada indikator konstruksi konjektur. Indikator konstruksi konjektur tertera pada Tabel 1 yang mengadaptasi dari indikator konstruksi konjektur menurut Astawa (2018) dengan beberapa penyesuaian secara kolaboratif dan berbantuan Geogebra.

**Tabel 1** Indikator Konstruksi Konjektur yang Digunakan

Tahapan	Kode	Indikator
Memahami masalah	M <sub>1</sub>	Membaca masalah untuk menentukan apa yang diberikan dan apa yang diminta
	M <sub>2</sub>	Menentukan apa yang diberikan dengan menggunakan kata-katanya sendiri
	M <sub>3</sub>	Menentukan apa yang ditanyakan dengan menggunakan kata-katanya sendiri
Mengeksplorasi masalah	E <sub>1</sub>	Menerjemahkan permasalahan ke dalam Geogebra
	E <sub>2</sub>	Memanipulasi suatu permasalahan dengan menggunakan kasus-kasus khusus berbantuan Geogebra.
	E <sub>3</sub>	Menemukan sifat atau pola dengan mengamati perubahan pada gambar atau grafik berbantuan Geogebra.
	E <sub>4</sub>	Melengkapi pengetahuan antar sesama untuk menghubungkan pengetahuan matematika yang relevan dengan mengidentifikasi sifat atau pola yang diamati pada perubahan pada gambar atau grafik.
Merumuskan konjektur	R <sub>1</sub>	Merumuskan konjektur mengacu pada hasil eksplorasi secara kolaboratif
	R <sub>2</sub>	Meyakini bersama rumusuan konjektur dapat dipahami orang lain
Membenarkan konjektur	C <sub>1</sub>	Menjelaskan alasan dugaan dengan menggunakan gambar atau grafik dalam Geogebra dengan menghubungkan pengetahuan matematika yang relevan dengan dugaan yang bersangkutan
	C <sub>2</sub>	Menggeneralisasi konjektur dilakukan dengan mengamati beberapa kasus untuk menemukan <i>counterexample</i> atau kasus khusus lain berbantuan Geogebra.
	C <sub>3</sub>	Mengoreksi bersama konjektur dari kekurangan atau kesalahan rumusan konjektur.
	C <sub>4</sub>	Memperbaiki konjektur jika dibutuhkan
Membuktikan konjektur	B <sub>1</sub>	Mengetahui bahwa kebenaran dugaan harus dibuktikan dan mengungkapkannya secara bertahap
	B <sub>2</sub>	Menyusun pembuktian konjektur

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Subjek yang telah dikelompokkan berdasarkan kemampuan matematika, diberikan tes konstruksi konjektur menggunakan Geogebra serta dikerjakan secara kolaborasi. Setelah itu, dilakukan wawancara berbasis tugas kepada subjek dalam kelompok. Hasil tes konstruksi konjektur dan wawancara selanjutnya dianalisis berdasarkan indikator konstruksi konjektur secara kolaboratif berbantuan Geogebra.

### Konstruksi Konjektur Siswa secara Kolaboratif berbantuan Geogebra Kelompok Homogen Tinggi

#### Memahami Masalah

Dalam tahap memahami masalah, proses berpikir subjek dapat tergambar dari jawaban pertanyaan nomor 1 tugas konstruksi konjektur berikut.

1. Informasi apa saja yang diketahui? dan yang diminta pada soal? (Tulis dengan kata-kata mu sendiri)



Segitiga sama kaki yang memiliki titik E ditengah garis AB dan D ditengah titik AC

**Gambar 2.** Jawaban Memahami Masalah Kelompok Tinggi

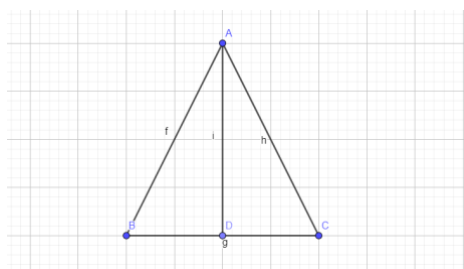
Dari sesi wawancara didapati hasil sebagai berikut.

- P : Pahami dengan apa yang diketahui dan ditanyakan pada soal?  
 T<sub>3</sub>-01 : Pahami kak  
 T<sub>2</sub>-02 : Ini yang diketahui (menunjuk yang diketahui) dan disuruh menduga  
 P : Oke, bagaimana jika dituliskan dengan kata kata mu sendiri?  
 T<sub>2</sub> - 03 : Ini kak (menunjuk jawaban nomor 1)

Kelompok Homogen tinggi membaca masalah secara bersama-sama untuk menentukan apa yang diberikan dan apa yang diminta pada soal [T<sub>3</sub>-01, T<sub>2</sub>-02]. Mereka dapat menentukan informasi menggunakan kata-katanya sendiri yaitu terdapat segitiga sama kaki yang memiliki titik E ditengah garis AB dan D ditengah titik AC [Gambar 2]. Namun, informasi yang dituliskan masih terdapat kesalahan dan kurang lengkap. Mereka menyebutkan bahwa titik D di tengah titik AC, padahal yang dimaksudkan dalam soal ialah titik D di tengah garis AC. Selain itu, informasi bahwa terdapat ruas garis EC dan BD berpotongan di titik F tidak mereka tuliskan.

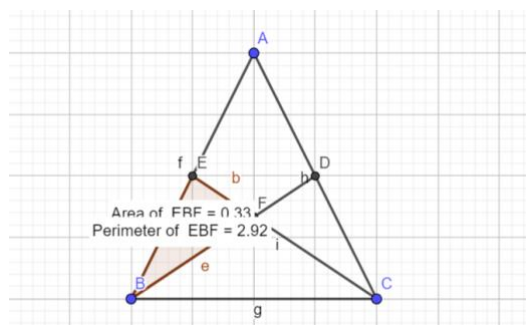
### Mengeksplorasi Masalah

Dalam tahap mengeksplorasi masalah, proses berpikir subjek dapat tergambar saat siswa mengerjakannya pada applet Geogebra yang telah disediakan pada tugas konstruksi konjektur serta hasil wawancara. Berikut ilustrasi awal mereka.



**Gambar 3.** Ilustrasi Masalah Kelompok Tinggi

Pada saat mengilustrasikan masalah, subjek kelompok homogen tinggi kurang tepat dalam menerjemahkan permasalahannya [Gambar 3]. Hal tersebut juga diakibatkan oleh tahapan memahami masalah mereka yang kurang tepat dan kurang lengkap. Sehingga mereka mengulang lagi ke tahap memahami masalah untuk membuat ilustrasi yang sesuai dengan masalah yang diberikan. Berikut ilustrasi baru yang mereka perbaiki.



Gambar 4.. Ilustrasi Baru Masalah Kelompok Tinggi

- P : Bagaimana sifat/keliling/luasnya secara umum?  
 T<sub>2</sub>-04 : Ini kak panjang EB dan DC sama  
 P : Darimana kalian tau kalau itu sama?  
 T<sub>2</sub>-05 : Tadi mengukur panjangnya pake alat mengukur panjang yang diajari kakak itu  
 P : Lalu jika segitiga ukurannya berubah apakah panjang EB dan DC tetap sama?  
 T<sub>2</sub>-06 : Sama kak, kan itu titik tengah. Bener kan yaa  
 T<sub>3</sub>-07 : Iyaa bener

Setelah memperbaiki ilustrasi yang dibuat, kelompok homogen tinggi dapat menerjemahkan permasalahan ke dalam Geogebra dengan tepat [Gambar 4]. Mereka menggunakan Geogebra untuk menemukan sifat dengan mengamati perubahan dan memanipulasi suatu permasalahan menggunakan tools pada Geogebra [T<sub>2</sub>-04, T<sub>2</sub>-05]. Mereka juga melengkapi pengetahuan antar sesama untuk menghubungkan pengetahuan mereka [T<sub>2</sub>-06, T<sub>3</sub>-07 ].

### Merumuskan Konjektur

Dalam tahap merumuskan konjektur, proses berpikir subjek dapat tergambar dari jawaban pertanyaan nomor 5 tugas konstruksi konjektur.

5. Buatlah dugaan yang berkaitan dengan sifat, keliling, luas, perbandingan keliling, pebandingan luas, atau yang lainnya dari bangun baru tersebut sebanyak banyaknya!

Aa π Segitiga BEF dan CDF memiliki panjang sisi kaki yang sama

Gambar 5. Jawaban Merumuskan Konjektur Kelompok Tinggi

Dari sesi wawancara didapati hasil sebagai berikut.

- P : Bagaimana dugaan kalian dari bangun baru tersebut?  
 T<sub>2</sub>-08 : Segitiga BEF dan CDF memiliki panjang kaki yang sama  
 P : Panjang kaki yang sama maksudnya bagaimana?  
 T<sub>2</sub>-09 : Ini kak, kan EB sama DC kan sama, jadi kedua segitiga ini kakinya itu sama. Eh hiya bener kan rek? (bertanya ke kelompok)  
 T<sub>1</sub>-10 : Iyaa bener  
 T<sub>3</sub>-11 : Iyaa bener kan kak

Berdasarkan cuplikan pengerjaan kelompok homogen tinggi, mereka dapat membuat dugaan yaitu segitiga BEF dan CDF memiliki panjang sisi kaki yang sama [T<sub>2</sub>-08, Gambar 5]. Mereka juga memastikan bahwa konjektur yang dibuat benar dan dapat dipahami orang lain [T<sub>2</sub>-09, T<sub>1</sub>-10, T<sub>3</sub>-11]. Kalimat matematika yang mereka gunakan dalam

membuat konjektur masih kurang tepat. Mereka mengartikan EB dan DC adalah kaki segitiga karena garis tersebut berada pada segitiga sama kaki ABC.

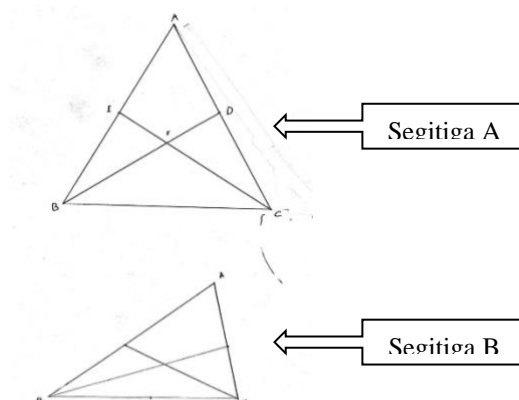
### Membenarkan Konjektur

- P : Apakah benar konsep kaki segitiga seperti itu?  
 T<sub>2</sub>-12 : Ehhh bener ga ya, ehh gimana T<sub>3</sub>  
 T<sub>3</sub>-13 : Emm iya kak bener kan kakinya sama  
 T<sub>2</sub>-14 : Ini kan panjang EB dan panjang DC sama, jadi kakinya sama. emm ohh itu segitignya kongruen maksudnya kak. Jadinya kan nanti luasnya, kelilingnya itu sama soalnya kongruen. Iya kan bener ya rek?  
 P : Apakah kalian yakin kalau kedua segitiga itu kongruen?  
 T<sub>2</sub>-15 : Yakin kak, karena ada titik tengah dan garis bagi.  
 P : Kalau ukuran segitiganya diubah apakah tetap sama?  
 T<sub>2</sub>-16 : Oh iya ya, gatau kak bingung jadinya

Kelompok Homogen Tinggi mengoreksi bersama konjektur yang telah dibuat setelah diberikan pertanyaan oleh peneliti [T<sub>2</sub>-12, T<sub>3</sub>-13]. Mereka memperbaiki konjektur yang semula segitiga BEF dan CDF memiliki panjang sisi kaki yang sama menjadi segitiga BEF dan CDF adalah segitiga kongruen [T<sub>2</sub>-14]. Mereka juga dapat menjelaskan alasan dari dugaan mereka yang membuat kedua segitiga tersebut kongruen karena terdapat titik tengah dan garis bagi [T<sub>2</sub>-15]. Namun, mereka tidak dapat menggeneralisasikan konjektur untuk kasus lain, karena mereka bingung saat mengubah ukuran segitiga. Mereka memindahkan salah satu titiknya sehingga konsep segitiga sama kaki juga berubah. Hal ini membuat luas dan keliling dari kedua segitiga tersebut berubah. Sehingga mereka hanya meyakini konjektur yang telah dibuat untuk satu ukuran segitiga saja.

### Membuktikan Konjektur

Dalam tahap membuktikan konjektur, peneliti meminta subjek untuk menuiskan pembuktiannya pada selembar kertas. Berikut pembuktian yang dituliskan oleh kelompok homogen tinggi.



**Gambar 6.** Pembuktian Konjektur Kelompok Tinggi

Dari sesi wawancara didapati hasil sebagai berikut.

- P : Kalian tau mengapa dugaan itu harus dibuktikan?  
 T<sub>3</sub>-17 : Gatau kak  
 P : Bisa dijelaskan maksud dari gambar ini?



- $T_2-18$  : Ini kak tadi saya buat segitiga sama kaki sesuai informasi yang diberikan (Segitiga A) lalu panjangnya saya ukur dengan penggaris, dan benar kalau  $EB=DC$ ,  $EF=DF$ ,  $BF=FC$ .  
 $P$  : Lalu apakah itu sudah membuktikan kalau segitiga  $EFB$  dan  $DFC$  kongruen?  
 $T_2-19$  : Iya kak yang sisi-sisi-sisi itu  
 $P$  : Oh iya oke, lalu gambar segitiga A ini bagaimana?  
 $T_2-20$  : Ini salah satu titiknya saya ubah, ternyata panjang  $EB$  dan  $DC$  ini ga sama  
 $P$  : Mengapa kamu menggambar ini?  
 $T_2-21$  : Ini kak maksudnya biar sesuai sama yang di Geogebra  
 $P$  : Berarti artinya bagaimana?  
 $T_2-22$  : Gatau kak bingung  
 $P$  : Kenapa pembuktiannya ini tidak dituliskan penjelasannya?  
 $T_3-23$  : Bingung kak

Kelompok Homogen Tinggi tidak mengetahui bahwa dugaan itu harus dibuktikan [ $T_2-17$ ]. Mereka hanya mengerjakan pembuktian sesuai instruksi dalam tugas konstruksi konjektur saja. Pembuktian yang mereka lakukan dengan menggambar satu segitiga sama kaki sesuai informasi masalah dan mengukurnya menggunakan alat penggaris, mereka juga dapat menjelaskan alasan kongruen karena sifat dari segitiga kongruen [ $T_2-18$ , Gambar 6]. Namun, mereka tidak dapat membuktikan secara umum dugaan yang telah dibuat. Selain itu, mereka juga mencoba menggambar segitiga dengan salah satu titik sudut posisinya diubah, padahal dari gambar baru yang telah mereka buat, segitiga yang dibuat bukan merupakan segitiga sama kaki, sehingga dugaan yang telah mereka ajukan tidak berlaku pada segitiga tersebut. Mereka juga kebingungan cara menuliskan pembuktian secara runtut, pembuktian mereka hanya bisa mereka ungkapkan melalui wawancara [ $T_2-19$ ,  $T_2-20$ ,  $T_2-21$ ,  $T_2-22$ ].

## Konstruksi Konjektur Siswa secara Kolaboratif berbantuan Geogebra Kelompok Homogen Sedang

### Memahami Masalah

Dalam tahap memahami masalah, proses berpikir subjek dapat tergambar dari jawaban pertanyaan nomor 1 tugas konstruksi konjektur berikut.

1. Informasi apa saja yang diketahui? dan yang diminta pada soal? (Tulis dengan kata-kata mu sendiri)

Aa  $\pi$  Membuat bangun baru yang berkaitan dengan sifat.

**Gambar 7.** Jawaban Memahami Masalah Kelompok Sedang

Dari sesi wawancara didapati hasil sebagai berikut.

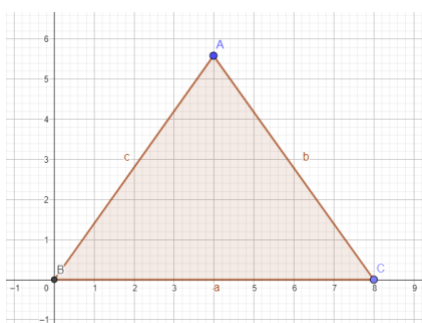
- $P$  : Apa yang diketahui?  
 $S_1-01$  : Ini segitiga sama kaki  
 $P$  : Apa yang diminta pada soal?  
 $S_1-02$  : Membuat bangun baru yang berkaitan dengan sifat  
 $P$  : Apakah benar itu yang diminta?  
 $S_1-03$  : Oh ini kak buatlah dugaan terkait bangun baru

Kelompok Homogen Sedang mengetahui apa yang diketahui dan apa yang diminta. Namun, ketika mereka diminta untuk menentukan apa yang diketahui menggunakan kata-

katanya sendiri, mereka hanya menyebutkan bahwa yang diketahui adalah segitiga sama kaki [S<sub>1</sub>-01]. Selain itu, ketika diminta untuk menyebutkan apa yang diminta pada soal, mereka menyebutkan bahwa perintah soal adalah bangun baru yang berkaitan dengan sifat. Mereka kurang teliti dalam membaca bahwa yang diminta adalah membuat dugaan terkait bangun baru [S<sub>1</sub>-02]. Setelah diminta untuk membaca ulang, mereka baru dapat memperbaikinya [S<sub>1</sub>-03].

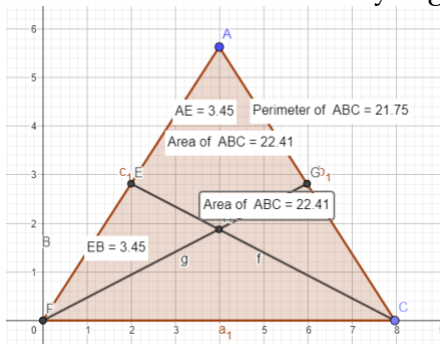
### Mengeksplorasi Masalah

Dalam tahap mengeksplorasi masalah, proses berpikir subjek dapat tergambar saat siswa mengerjakannya pada applet Geogebra yang telah disediakan pada tugas konstruksi konjektur serta hasil wawancara. Berikut ilustrasi awal mereka.



Gambar 8. Ilustrasi Masalah Kelompok Sedang

Pada saat mengilustrasikan masalah, subjek kelompok homogen sedang kurang tepat dalam menerjemahkan permasalahannya [Gambar 8]. Hal tersebut juga diakibatkan dari tahapan memahami masalah mereka yang kurang tepat dan kurang lengkap. Sehingga mereka mengulang lagi ke tahap memahami masalah untuk membuat ilustrasi yang sesuai dengan masalah yang diberikan. Berikut ilustrasi baru yang mereka perbaiki.



Gambar 8. Ilustrasi Baru Masalah Kelompok Sedang

- P : Bagaimana kamu menemukan sifat? keliling? luasnya? secara umum?
- S<sub>1</sub>-04 : Tadi kita cari panjang masing masing ruas garis ini pake tools ini
- S<sub>3</sub>-05 : Terus didapatkan bahwa EB sama AC panjangnya selalu sama

Setelah memperbaiki ilustrasi yang dibuat, kelompok homogen sedang dapat menerjemahkan permasalahan ke dalam Geogebra dengan tepat [Gambar 8]. Mereka menghitung keliling, luas, panjang dari bangun baru yang terbentuk menggunakan tools yang ada pada Geogebra [S<sub>1</sub>-04]. Dari kegiatan tersebut, mereka dapat menemukan sifat

panjang EB dan AC selalu sama [ $S_3-05$ ]. Mereka juga melengkapi pengetahuan antar sesama dalam menemukan sifat dari bangun tersebut.

### Merumuskan Konjektur

Dalam tahap merumuskan konjektur, proses berpikir subjek dapat tergambar dari jawaban pertanyaan nomor 5 tugas konstruksi konjektur.

5. Buatlah dugaan yang berkaitan dengan sifat, keliling, luas, perbandingan keliling, perbandingan luas, atau yang lainnya dari bangun baru tersebut sebanyak banyaknya!

Aa  $\pi$  EB dan AC panjang nya selalu sama

**Gambar 9.** Jawaban Merumuskan Konjektur Kelompok Sedang

- P* : Kamu bisa merumuskan konjektur ini darimana?  
*S<sub>1</sub>-06* : Tadi kak dicoba pake tools ini, terus ukurannya juga diubah ubah.  
*P* : Okee, kamu yakin dengan dugaan ini?  
*S<sub>1</sub>-07* : Iyaa, bener kan ya rekk  
*S<sub>3</sub>-08* : Iyaa bener kak, tadi sudah diamati, diubah posisi titiknya, kalau panjang EB dan AC itu selalu sama.

Berdasarkan cuplikan pengerjaan kelompok homogen sedang, mereka dapat membuat dugaan yaitu EB dan AC panjangnya selalu sama [Gambar 9]. Mereka menggunakan Geogebra untuk menemukan konjektur [ $S_1-06$ ]. Dalam Geogebra, mereka juga mengubah-ubah ukuran segitiganya, sehingga dapat yakin dengan konjektur yang dibuat. Mereka juga memastikan dengan teman satu kelompoknya bahwa dugaan yang telah dibuat sudah benar dan dapat dipahami orang [ $S_1-07$ ,  $S_3-08$ ].

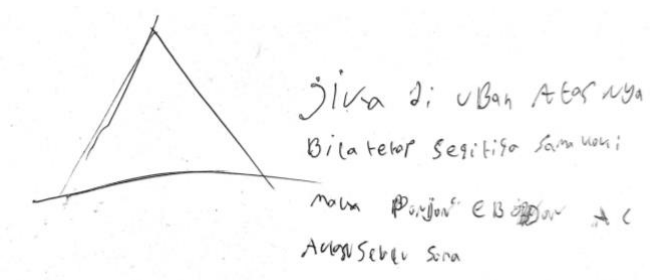
### Membenarkan Konjektur

- P* : Kalian yakin dengan dugaan yang telah kalian buat?  
*S<sub>1</sub>-09* : Yakin kak, tadi kami juga sudah cek secara ulang  
*P* : Kalau misal ukuran segitiga ini berubah apakah dugaanmu tetap berlaku?  
*S<sub>1</sub>-10* : Iya kak berlaku, tadi kami sudah mengubah ubah titiknya, hasilnya tetap sama panjangnya  
*P* : Apakah dugaan yang telah dibuat perlu diperbaiki?  
*S<sub>1</sub>-11* : (Mengamati gambar) Oh salah huruf  
*P* : Berarti apakah dugaanya perlu diperbaiki?  
*S<sub>1</sub>-12* : Iya kak diubah hurufnya aja AC diganti DC

Kelompok Homogen Sedang, dapat menjelaskan bahwa alasan mereka yakin dalam membuat dudan tersebut karena mereka telah mengecek secara ulang panjang garis yang dimaksud [ $S_1-09$ ]. Mereka juga sudah mengamati untuk beberapa kasus lain apakah dugaanya masih berlaku [ $S_1-10$ ]. Ketika mereka diminta untuk memperbaiki dugaan, mereka menyadari bahwa dugaan yang mereka buat terdapat kesalahan [ $S_1-11$ ]. Sehingga mereka membenarkan konjektur yang telah dibuatnya, yang semula EB dan AC panjangnya selalu sama, diperbaiki menjadi EB dan DC panjangnya selalu sama [ $S_1-12$ ].

### Membuktikan Konjektur

Dalam tahap membuktikan konjektur, peneliti meminta subjek untuk menuiskan pembuktiannya pada selembar kertas. Berikut pembuktian yang dituliskan oleh kelompok homogen tinggi.



Gambar 10. Pembuktian Konjektur Kelompok Sedang

- P : Kamu tau mengapa dugaan itu dibuktikan?  
 S<sub>1</sub>-13 : Gatau kak, ini pembuktiannya  
 P : Bisa dijelaskan bagaimana ini maksudnya?  
 S<sub>3</sub>-24 : Intinya itu kak jika titik A ini diubah ubah ke atas, dan tetap membentuk segitiga sama kaki maka panjang EB dan DC itu tetap sama

Kelompok Homogen Sedang tidak mengetahui alasan dugaan harus dibuktikan [S<sub>1</sub>-13]. Mereka dapat membuktikan dugaan yang telah mereka buat, namun pembuktian yang mereka ungkapkan tidak secara runtut dan bertahap. Mereka hanya menjelaskan saja bahwa ketika segitiga tersebut ukurannya berubah dengan syarat segitiga tersebut sama kaki maka panjang EB dan DC selalu sama [S<sub>3</sub>-14, Gambar ].

### Konstruksi Konjektur Siswa secara Kolaboratif berbantuan Geogebra Kelompok Homogen Rendah

#### Memahami Masalah

Dalam tahap memahami masalah, proses berpikir subjek dapat tergambar dari jawaban pertanyaan nomor 1 tugas konstruksi konjektur berikut.

1. Informasi apa saja yang diketahui? dan yang diminta pada soal? (Tulis dengan kata-kata mu sendiri)

Aa π Disuruh membuat kaki ABC dan membuat dugaan terkait bangun baru

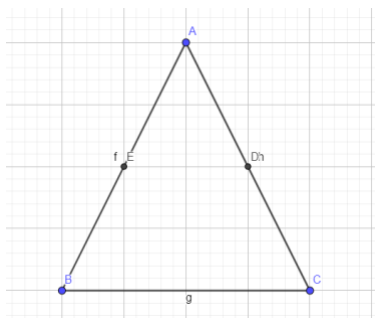
Gambar 11. Jawaban Memahami Masalah Kelompok Rendah

- P : Apa yang diketahui dan apa yang diminta?  
 R<sub>1</sub>-01 : Itu kak sudah saya tuliskan (Gambar 4.11). Mungkin dari R<sub>2</sub> ada tambahan?  
 R<sub>2</sub>-02 : Ini kak AB=AC, Ruas garis EC dan BD berpotongan di titik F

Kelompok Homogen Rendah dapat menentukan apa yang diberikan dalam soal yaitu membuat kaki ABC, AB=AC, ruas garis EC dan BD berpotongan di titik F [R<sub>1</sub>-01, R<sub>1</sub>-02]. Mereka juga dapat menentukan apa yang ditanyakan pada soal yaitu membuat dugaan terkait bangun baru [Gambar 11].

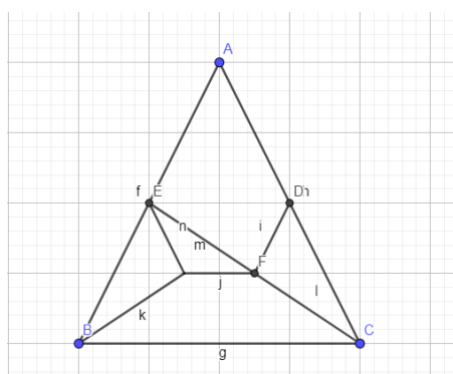
### Mengeksplorasi Masalah

Dalam tahap mengeksplorasi masalah, proses berpikir subjek dapat tergambar saat siswa mengerjakannya pada applet Geogebra yang telah disediakan pada tugas konstruksi konjektur serta hasil wawancara. Berikut ilustrasi mereka.



Gambar 12. Ilustrasi Masalah Kelompok Rendah

Pada saat mengilustrasikan masalah, subjek kelompok homogen rendah kurang tepat dalam menerjemahkan permasalahannya [Gambar 4.12]. Hal tersebut diakibatkan karena dalam kelompok ini tidak terlihat adanya dikusi. Subjek  $R_1$  mengerjakannya secara individu. Sehingga tidak ada ide dari anggota kelompok rendah. Ketika diberikan masukan, subjek  $R_1$  baru dapat membuat ilustrasi sesuai informasi yang tersedia. Mereka mengulang lagi ke tahap memahami masalah untuk membuat ilustrasi yang sesuai dengan masalah yang diberikan. Berikut ilustrasi baru yang mereka perbaiki.



Gambar 13. Ilustrasi Baru Masalah Kelompok Rendah

- $R_1$ -03 : Gini kak gambarnya?  
 P : Iyaa, mengapa ilustrasinya seperti ini?  
 $R_1$ -04 : Gatau kak, otakku sudah panas  
 P : Kalau dari anggota yang lain ini bagaimana?  
 $R_2$ -05 : Gatau kak tadi dia yang mengerjakan

Setelah memperbaiki ilustrasi yang dibuat, kelompok homogen rendah dapat menerjemahkan permasalahan ke dalam Geogebra [Gambar 4.13]. Namun ketika di wawancarai lebih lanjut mengenai gambar yang dibuat, subjek  $R_1$  enggan untuk menjawab dan diserahkan ke anggota kelompoknya, sedangkan anggota kelompoknya tidak dapat menjawab karena bukan mereka yang mengerjakan. Ketika di analisis dari gambar yang telah dibuat, kelompok rendah kurang teliti dalam membaca informasi yang tersedia.

Dalam informasi dikatakan bahwa titik F merupakan titik potong dari ruas garis EC dan BD, namun subjek membuat titik F sebagai titik tengah EC. Kesalahan informasi tersebutlah yang membuat ilustrasi tidak sesuai dengan informasi yang diberikan.

### Merumuskan Konjektur

Dalam tahap merumuskan konjektur, proses berpikir subjek dapat tergambar dari jawaban pertanyaan nomor 5 tugas konstruksi konjektur.

5. Buatlah dugaan yang berkaitan dengan sifat, keliling, luas, perbandingan keliling, pebandingan luas, atau yang lainnya dari bangun baru tersebut sebanyak banyaknya!

Aa  $\pi$  Kedua sisi sama panjang dan satu sisi berbeda panjangnya, Jenis segitiga yg berbeda, keliling dan luas yang berbeda

#### Gambar 14. Jawaban Merumuskan Konjektur Kelompok Rendah

P : Mengapa dugaan kalian ini?

R<sub>2</sub>-06 : Yaa dari dugaan saya kak, gatau kak bingung

Berdasarkan cuplikan pengerjaan kelompok homogen rendah, mereka dapat membuat dugaan yaitu segitiga sama kaki yang dibentuk memiliki sisi sama panjang dan satu sisi berbeda panjangnya, segitiga baru yang terbentuk memiliki jenis yang berbeda, sehingga keliling dan luasnya juga berbeda [Gambar 4.14]. Mereka merumuskan dugaan dari tebakan mereka [R<sub>2</sub>-06]

### Membenarkan Konjektur

P : Kamu yakin dengan konjektur yang kamu buat? mengapa?

R<sub>2</sub>-07 : Yakin kak, Ini kan tadi segitiga sama kaki, sifatnya itu kan dua sisi ini sama panjang, satu nya berbeda panjangnya. Lalu dari garis EC dan BD kan terbentuk segitiga baru, nah segitiganya kan memiliki jenis berbeda, karena jenisnya beda sehingga keliling dan luasnya juga berbeda.

P : Kalau ukuran segitiga sama kaki ini diubah ubah apakah dugaanmu tetap berlaku?

R<sub>2</sub>-08 : Iya kak kalau tetap segitiga sama kaki kan sifatnya sama

P : Apakah sudah yakin dugaan yang dibuat tidak memiliki kekurangan/kesalahan?

R<sub>2</sub>-09 : Yakin kak yakin otakku sudah panas

P : Hehehe oke, mau diperbaiki?

R<sub>2</sub>-10 : Engga kak, sudah itu aja

Kelompok Homogen Rendah menjelaskan alasan dugaan yang telah dibuat yaitu karena sifat dari segitiga sama kaki dan segitiga baru yang telah dibuat [R<sub>2</sub>-07]. Namun, mereka tidak menggeneralisasi dugaan dengan mengamati beberapa kasus, mereka hanya menduga saja jika ukurannya diubah akan tetap sama karena sesuai sifat dari segitiga tersebut [R<sub>2</sub>-08]. Selain itu, kelompok homogen rendah tidak mengoreksi bersama konjektur yang telah dibuat karena mereka mengeluh capek berpikir [R<sub>2</sub>-09]. Mereka juga tidak memperbaiki konjektur yang telah dibuat [R<sub>2</sub>-10].

### Membuktikan Konjektur

P Pembuktiannya mana?

R<sub>2</sub>-11 *Belum kak gatau bingung*

Kelompok Homogen Rendah tidak menuliskan pembuktian dari dugaan yang telah dibuat. Ketika diminta berusaha untuk membuktikan, mereka tidak mau membuktikan karena tidak bisa [R<sub>2</sub>-11].

## Konstruksi Konjektur Siswa secara Kolaboratif berbantuan Geogebra Kelompok Heterogen

### Memahami Masalah

Dalam tahap memahami masalah, proses berpikir subjek dapat tergambar dari jawaban pertanyaan nomor 1 tugas konstruksi konjektur berikut.

1. Informasi apa saja yang diketahui? dan yang diminta pada soal? (Tulis dengan kata-kata mu sendiri)



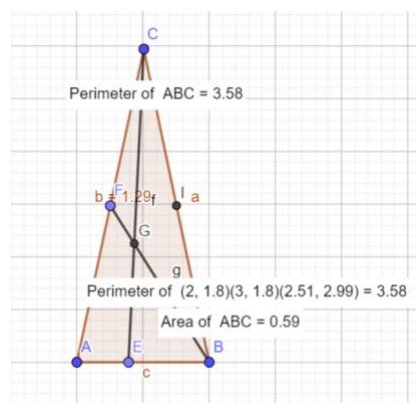
Kita diberikan segitiga sama kaki ABC dengan  $AB=AC$ , E adalah titik tengah AB dan D titik tengah AC. Ruas garis EC dan BD berpotongan di titik F. Buatlah dugaan terkait bangun baru yang terbentuk dari garis BD dan CE yang berkaitan dengan sifat, keliling, luas, atau yang lainnya.

Gambar 15. Jawaban Memahami Masalah Kelompok Heterogen

Kelompok Heterogen membaca masalah untuk menentukan apa yang diberikan dan apa yang diminta pada soal. Mereka dapat menentukan informasi dalam soal. Namun mereka hanya menuliskan ulang informasi yang diberikan dan diminta pada soal [Gambar 4.15].

### Mengeksplorasi Masalah

Dalam tahap mengeksplorasi masalah, proses berpikir subjek dapat tergambar saat siswa mengerjakannya pada applet Geogebra yang telah disediakan pada tugas konstruksi konjektur serta hasil wawancara. Berikut ilustrasi mereka.



Gambar 16. Ilustrasi Masalah Kelompok Heterogen

P : Apa yang kamu amati untuk menemukan dugaanya?

C<sub>t</sub>-01 : Ini kak kelilingnya

Kelompok Heterogen dapat membuat ilustrasi masalah [Gambar 16]. Namun, subjek kurang teliti dalam membuat, terdapat nama titik pada segitiga yang kurang sesuai, seperti titik B sebagai puncak, padahal yang seharusnya sebagai puncak adalah titik A. Hal tersebut mengakibatkan penempatan titik lain juga mengalami kesalahan. Subjek memanipulasi suatu permasalahan untuk menemukan sifat seperti keliling dari bangun baru yang terbentuk [ $C_t$ -01]. Mereka tidak melengkapi pengetahuan antar sesama dalam mengidentifikasi pola atau sifat. Hal tersebut terlihat sari subjek  $C_t$  yang mengeksplorasi Geogebra sendiri.

### Merumuskan Konjektur

Dalam tahap merumuskan konjektur, proses berpikir subjek dapat tergambar dari jawaban pertanyaan nomor 5 tugas konstruksi konjektur.

5. Buatlah dugaan yang berkaitan dengan sifat, keliling, luas, perbandingan keliling, pebandingan luas, atau yang lainnya dari bangun baru tersebut sebanyak banyaknya!

Aa  $\pi$  Jika titik B diperpanjang maka panjang AC tetap sama

**Gambar 17.** Jawaban Merumuskan Konjektur Kelompok Heterogen

- P : Jika titik B diperpanjang itu maksudnya bagaimana?  
 $C_t$ -02 : Ini kak B nya di geser geser kesini  
 P : Oh ini dugaanya beda dengan keliling tadi ya?  
 $C_t$ -03 : Iya kak yang keliling tadi bingung, jadi saya coba amati dari panjangnya AC  
 P : Kamu bisa menduga itu bagaimana?  
 $C_t$ -04 : Tadi saya coba ngukur panjang AC ini, terus B nya tak ubah ubah, terus bisa nemu dugaan kalau jika titik B diperpanjang maka panjang AC tetap sama

Berdasarkan cuplikan pengerjaan kelompok heterogen, mereka dapat membuat dugaan yaitu Jika titik B diperpanjang maka panjang AC tetap sama [Gambar 17]. Dugaan yang mereka buat tidak sama seperti sifat yang mereka temukan saat proses eksplorasi, ketika masuk dalam proses merumuskan dugaan, mereka tidak bisa merumuskan dugaan dari hasil eksplorasi sebelumnya. Sehingga kelompok heterogen mengulang lagi tahapan eksplorasi masalah. Ia mencoba kembali menggunakan Geogebra dengan mengubah ubah titik B lalu mereka dapat mengamati bahwa ketika titik B diubah-ubah maka ruas garis AC tetap sama.

### Membenarkan Konjektur

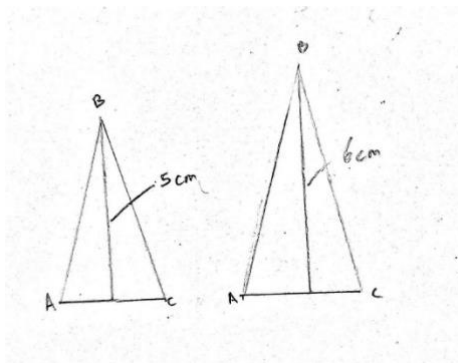
- P : Kalian yakin dengan dugaan yang telah kalian buat? mengapa?  
 $C_t$ -05 : Yakin, karena itu fakta  
 P : Faktanya gimana?  
 $C_t$ -06 : Tadi saya sudah coba ubah ubah terus saya ukur hasilnya tetap sama  
 P : Mau diperbaiki konjekturnya barangkali ada kekurangan atau kesalahan?  
 $C_t$ -07 : Engga kak sudah cukup, otak saya sudah panas wkwkwk

Kelompok Heterogen menjelaskan alasan membuat dugaan tersebut yaitu karena merupakan fakta [ $C_t$ -05]. Mereka juga telah mengamati beberapa kasus untuk menggeneralisasi dugaan yang telah dibuat [ $C_t$ -06]. Mereka tidak memperbaiki konjektur yang dibuat karena merasa sudah tidak mampu [ $C_t$ -07].



### Membuktikan Konjektur

Dalam tahap membuktikan konjektur, peneliti meminta subjek untuk menuiskan pembuktiannya pada selembar kertas. Berikut pembuktian yang dituliskan oleh kelompok homogen tinggi.



**Gambar 18.** Pembuktian Konjektur Kelompok Heterogen

P : Kamu tau kenapa dugaan itu harus dibuktikan?

$C_t$ -08 : Gatau kak

P : Bisa dijelaskan pembuktian yang kamu tulis ini?

$C_t$ -09 : Jadi ini itu kak meskipun titik B nya dipanjangkan, panjang AC nya tetap sama

Kelompok Heterogen tidak mengetahui bahwa kebenaran dugaan harus dibuktikan.

Pembuktian yang mereka susun merupakan gambar dua segitiga dengan letak titik B yang berbeda jarak dari alasnya. Ketika diwawancara, mereka baru menjelaskan jika titik B tersebut jaraknya dipanjangkan, maka panjang garis AC tetap sama [ $C_t$ -13]. Gambar yang mereka buat pada pembuktian merupakan salah satu contoh dari konjektur yang mereka buat. Mereka menggambarannya sesuai dari gambar yang ada pada Geogebra.

### Pembahasan

Pada tahap memahami masalah, terdapat tiga indikator tahapan. Pertama, membaca masalah untuk menentukan apa yang diberikan dan apa yang diminta. Dalam hal ini, semua kelompok dapat membaca masalah sehingga dapat menentukan apa yang diberikan dan apa yang diminta, namun kelompok homogen sedang awalnya tidak memahami soal, ketika diminta untuk membaca ulang, mereka baru memahaminya. Hal ini sejalan dengan penelitian Ma'rifah et al (2020) bahwa siswa melakukan kesalahan dalam membaca informasi yang disebabkan siswa kurang teliti dan terburu-buru membaca soal sehingga mengakibatkan kesulitan memahami masalah dalam soal. Kedua, menentukan apa yang diberikan menggunakan kata-katanya sendiri. Ketiga, menentukan apa yang diminta menggunakan kata-katanya sendiri. Kelompok homogen dapat menuliskan apa yang diberikan dan apa yang diminta menggunakan kata-katanya sendiri, namun kurang lengkap dan tepat. Mereka menuliskannya belum sesuai dengan informasi dalam soal (Yuwono, Supanggih, dan Ferdiani 2018). Pada kelompok heterogen, mereka tidak dapat menuliskannya menggunakan kata-katanya sendiri, ia menuliskan ulang informasi pada soal. Kesalahan kelompok tersebut yaitu kesalahan menuliskan apa yang diketahui dan

ditanya karena dianggap lebih cepat mengerjakan (Sulistyaningsih dan Rakhmawati 2017). Pada kelompok homogen tinggi mereka saling membantu pemahaman satu sama lain, sedangkan kelompok lain hanya satu anggota saja yang memahami masalah.

Pada tahap mengeksplorasi masalah kelompok homogen awalnya kurang tepat dalam menerjemahkan masalah, sehingga mereka mengulang kembali tahapan memahami masalah. Tahap memahami masalah memang menentukan kesuksesan dalam memperoleh solusi masalah, setiap masalah harus dibaca berulang kali agar informasi dalam masalah dapat dipahami (Ginanjar 2019). Setelah memahami masalah kembali, mereka dapat menerjemahkan masalah dengan tepat. Pada kelompok heterogen, meskipun mereka tidak mengulang kembali ke tahap memahami masalah, namun ilustrasi yang mereka buat kurang tepat, masih memiliki kesalahan dalam menerjemahkan masalah. Selain menerjemahkan masalah, indikator pada tahap ini adalah memanipulasi suatu permasalahan dengan menggunakan bantuan Geogebra. Semua kelompok melakukan bagian tersebut untuk menemukan sifat atau pola pada grafik yang telah dibuat menggunakan Geogebra. Teknologi membantu siswa dalam fase eksplorasi, membuat siswa lebih kreatif (Furinghetti & Paola, 2008). Namun kelompok homogen rendah tidak melakukan bagian ini karena mereka mengaku tidak bisa. Hal ini sesuai dengan penelitian Febriana (2015) bahwa siswa berkemampuan rendah memiliki kesulitan dalam membayangkan bentuk objek dari perspektif berbeda. Indikator lain yaitu menemukan sifat atau pola dengan mengamati perubahan pada gambar berbantuan Geogebra. Kelompok homogen tinggi, sedang, dan heterogen dapat menemukan sifat atau pola dari hasil manipulasi permasalahan sebelumnya menggunakan Geogebra. Namun, pada kelompok homogen rendah tidak menemukannya karena mereka tidak melakukan manipulasi masalah. Indikator terakhir pada tahap eksplorasi masalah adalah melengkapi pengetahuan antar sesama untuk menghubungkan pengetahuan matematika dengan difat atau pola yang diamati. Kelompok homogen tinggi dan sedang bertukar pikiran dengan anggota kelompoknya. Sementara itu, kelompok homogen rendah dan heterogen bekerja secara mandiri dalam penyelesaian tugas. Padahal, diskusi kolaboratif akan berhasil jika setiap individu dalam kelompok menyelesaikan tugas secara berkelompok daripada individu (Fitriasari, Apriansyah, dan Antika 2020).

Pada tahap merumuskan konjektur, siswa seharusnya dapat mengonstruksi konjektur berdasarkan tahap eksplorasi sebelumnya. Pada kelompok homogen tinggi dan sedang, mereka mendiskusikan bersama dalam merumuskan konjektur berdasarkan pola yang ditemukan pada tahap eksplorasi masalah. Namun, kelompok homogen rendah merumuskan konjektur secara individu dengan mengarang konjekturnya, ia membuat konjektur dari dugaan pada dirinya, karena ia kurang memahami konsep masalah yang diberikan. Sesuai dengan hasil penelitian Hapizah et al (2020) bahwa meskipun konjektur memiliki kemungkinan benar dan salah, konjektur yang baik harus didukung oleh teori dan konsep yang mendasarinya, siswa yang tidak memiliki konsep dasar seringkali tidak dapat membuat konjektur. Pada kelompok heterogen, mereka mengulang kembali ke tahap

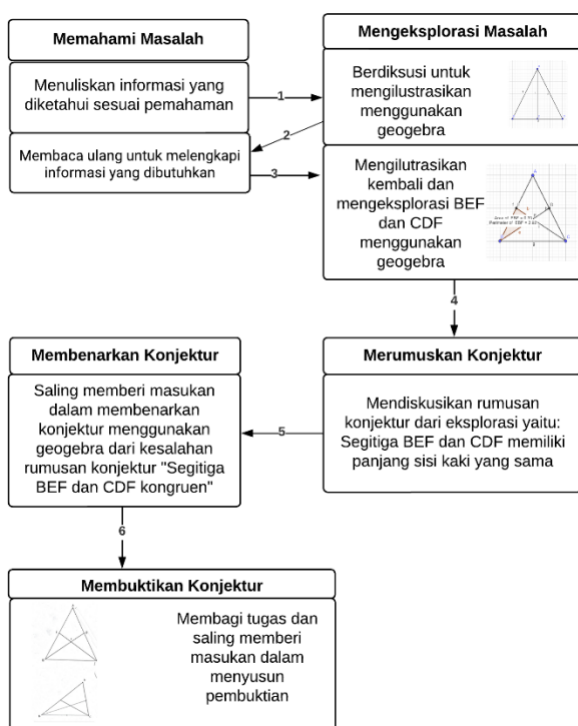
eksplorasi masalah dengan mengamati kembali gambar dengan bantuan Geogebra, karena mereka tidak dapat membuat rumusan konjektur dari hasil eksplorasi awal. Hal ini berarti keterampilan siswa dalam merumuskan konjektur perlu dilatih lagi (Zuraidha dan Rosyidi 2022). Karena sebelumnya, mereka belum pernah membuat konjektur atau dugaan dalam pembelajaran matematika. Selain itu, pada tahap ini terdapat indikator meyakini bersama rumusan konjektur agar dapat dipahami orang lain. Hanya 2 dari 4 kelompok yang melakukan bagian ini, yaitu kelompok homogen tinggi dan sedang. Sedangkan kelompok homogen rendah dan heterogen tidak melakukannya karena mereka bekerja secara individu dan merasa yakin bahwa konjektur yang dibuat dapat dipahami.

Pada tahap membenarkan konjektur, semua kelompok dapat menjelaskan alasan konjektur yang telah dibuat. Hal ini berarti mereka mempunyai alasan sebelum membuat konjektur. Berbanding terbalik dari pernyataan Delima dan Fitriza (2017) bahwa siswa lebih mudah menemukan konjektur dibandingkan memberi alasan bahwa konjektur yang ditemukan benar. Dalam menggeneralisasikan konjektur untuk menemukan counterexample, kelompok homogen tinggi dan rendah tidak melakukannya, karena menganggap sama dengan tahapan pada eksplorasi masalah. Sedangkan pada kelompok homogen sedang dan heterogen melakukannya dan meyakini bahwa konjektur yang dibuat berlaku untuk semua. Counterexample diartikan sebagai contoh yang bukan memberikan ilustrasi, melainkan menunjukkan bahwa suatu dugaan bernilai salah (Yohanes 2020). Pada bagian mengoreksi bersama konjektur, kelompok homogen rendah dan heterogen tidak melakukannya karena mereka merasa konjektur yang telah dibuat sudah benar, selain itu mereka juga mengaku sudah capek mengerjakan. Kelompok homogen tinggi dan sedang mengoreksi konjektur dan menemukan kesalahan pada konjektur mereka, sehingga mereka memperbaiki konjektur yang dibuat. Kelompok homogen tinggi memperbaiki konjektur karena terdapat kesalahan konsep dalam konjektur yang dibuat. Sedangkan kelompok homogen sedang memperbaiki konjektur karena terdapat kesalahan penulisan dalam konjektur yang dibuat. Konjektur yang telah dibuat, perlu disempurnakan secara terus menerus sehingga memiliki argumen yang kuat tentang konjektur mereka (Delima dan Fitriza 2017).

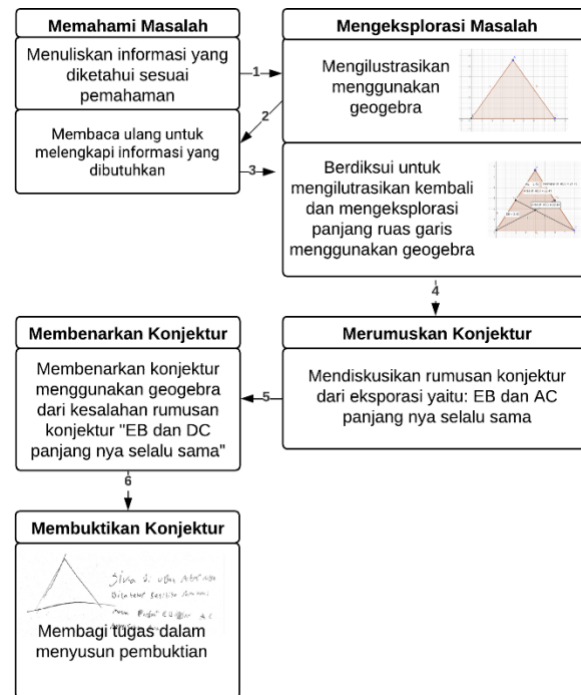
Pada tahap membuktikan konjektur terdapat dua indikator yaitu mengetahui kebenaran dugaan harus dibuktikan dan menyusun pembuktian konjektur. Dalam mengetahui kebenaran dugaan, semua kelompok menyatakan tidak mengetahui mengapa dugaan harus dibuktikan. Pada menyusun pembuktian, kelompok homogen rendah tidak menuliskan pembuktiannya karena mereka mengaku tidak bisa membuktikan. Ketika siswa tidak meyakini atau mempercayai kemampuan dirinya dalam membuktikan, maka mereka cenderung malas dalam melakukan pembuktian (Yanti dan Yunita 2020). Pada kelompok homogen tinggi, homogen sedang, dan heterogen, mereka membagi tugas dalam menuliskan pembuktiannya. Pembuktian yang mereka susun kurang lengkap, mereka hanya menggambarkan seperti perubahan pada Geogebra. Hal ini serupa dengan temuan Azis dan Rosyidi (2021) bahwa subjek memberikan bukti yang kurang tepat karena bukti

yang diberikan hanya fokus pada keadaan tertentu saja, jadi bukti tersebut belum cukup untuk membuktikan konjektur. Kelompok heterogen hanya menggambarkan salah satu contoh konjekturnya saja. Serupa dengan penelitian Rosyidi dkk. (2024), siswa memvalidasi konjektur hanya terbatas pada penggunaan contoh lain. Sedangkan, pada kelompok homogen sedang hanya menuliskan kembali konjektur yang telah dibuat dengan beberapa kata tambahan, kelompok homogen tinggi hanya menggambarkan segitiga yang akan mereka buktikan tanpa ada penjelasannya, mereka menjelaskannya secara lisan. Faktor-faktor yang menjadi penyebab kelemahan pembuktian adalah kurang berpengalaman melakukan pembuktian, tidak terbiasa menuliskan alasan setiap langkah, dan kurang menguasai metode pembuktian (Yohanes 2022). Selain itu, semua kelompok tidak ada yang menggunakan Geogebra sebagai alat bantu pembuktian. Sehingga diperlukan strategi untuk menyatukan teknologi dalam proses konstruksi dan pembuktian, sehingga siswa dapat menghasilkan bukti yang formal (Habre, 2010).

Berdasarkan analisis dan pembahasan, dapat dilihat diagram alir konstruksi konjektur beserta keterampilan sosial siswa tiap kelompok dalam tiap tahapannya sebagai berikut.

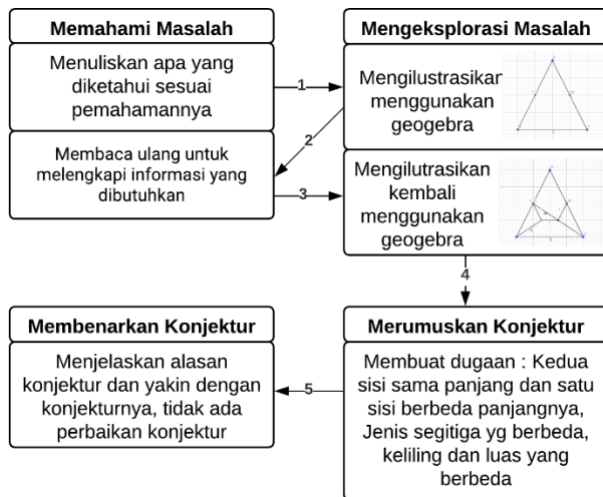


Gambar 19. Diagram Alir Homogen Tinggi

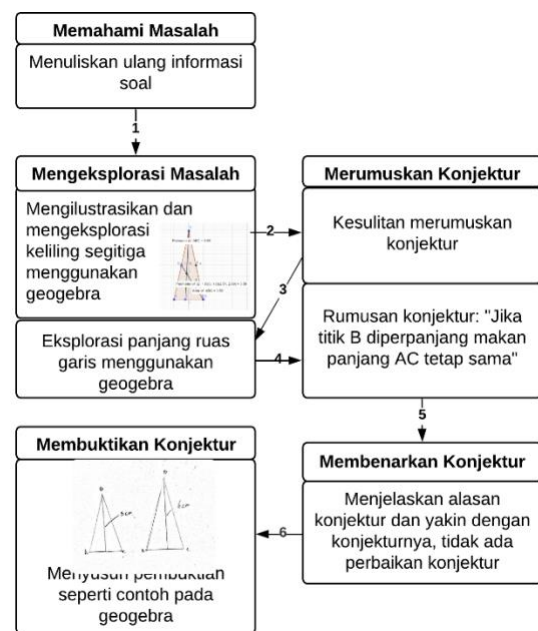


Gambar 20. Diagram Alir Homogen Sedang

Berdasarkan diagram tersebut, proses konstruksi konjektur kelompok homogen tinggi dan sedang relatif sama. Namun, terdapat keterampilan sosial yang berbeda diantara dua kelompok tersebut. Semua anggota dalam kelompok homogen tinggi ikut berkontribusi dalam penyelesaian tes konstruksi konjektur, mereka juga aktif berdiskusi dan saling memberi masukan antar anggota.



Gambar21 . Diagram Alir Homogen Rendah



Gambar22. Diagram Alir Heterogen

Sementara kelompok homogen sedang, hanya dua anggota yang aktif berdiskusi dalam kelompok, anggota lain hanya mempertahankan kehadiran saja. Proses konstruksi konjektur dalam kelompok rendah juga sama, namun pada kelompok rendah, mereka tidak melakukan tahapan pembuktian konjektur. Penyelesaian tugas dalam kelompok rendah juga dilakukan dengan membagi tugas dan diselesaikan secara individu antar anggota. Sedangkan proses konstruksi konjektur pada kelompok heterogen berbeda dari kelompok homogen. Sementara jika dilihat dari keterampilan sosial, tidak ada diskusi dalam penyelesaian tugas, hanya satu anggota yang menyelesaikan tugas tes konstruksi konjektur.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, konstruksi konjektur siswa secara kolaboratif berbantuan Geogebra dapat disimpulkan dalam setiap tahap. Pada tahap memahami masalah, semua kelompok dapat menentukan apa yang diminta dan apa yang diberikan meskipun masih terdapat kesalahan. Pada tahap mengeksplorasi masalah, kelompok homogen kembali ke tahap memahami masalah karena memahami informasi soal kembali. Semua kelompok mengilustrasikan soal pada Geogebra, mereka juga mengeksplorasi menggunakan tools pada Geogebra untuk menemukan sifat dari gambar, kelompok homogen tinggi dan sedang melakukan diskusi dalam mengeksplorasi masalah untuk melengkapi pengetahuan antar sesama. Pada tahap merumuskan konjektur, mereka

berdiskusi dengan kelompoknya untuk membuat konjektur dari hasil eksplorasi, namun kelompok homogen rendah dan heterogen merumuskan konjektur tanpa diskusi. Semua kelompok dapat menjelaskan alasan konjektur yang telah dibuat. Pada tahap membuktikan konjektur, hanya kelompok homogen tinggi dan homogen sedang saja yang membenarkan konjektur. Pada tahap membuktikan konjektur, pembuktian yang mereka susun kurang lengkap, mereka hanya menggambarkan salah satu contoh dari konjektur yang mereka buat.

Berdasarkan hasil penelitian, peneliti menyarankan bahwa perlu pembiasaan dalam membuat konjektur dan membuktikannya dalam pembelajaran matematika, karena kemampuan siswa dalam mengonstruksi konjektur masih rendah. Selain itu, komposisi kelompok homogen rendah tidak dijadikan satu kelompok, kelompok dapat disusun dengan dominan kemampuan tinggi atau sedang. Sementara itu, keterampilan kolaboratif seperti diskusi dapat ditingkatkan dalam kelompok, karena kelompok dengan diskusi yang aktif dapat melewati setiap tahapan konstruksi dengan baik. Untuk penelitian lebih lanjut, dapat mengembangkan penelitian sejenis dengan mengkaji kualitas konjektur yang dibuat siswa dalam kelompok kolaboratif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allen, C. E., Froustet, M. E., LeBlanc, J. F., Payne, J. N., Priest, A., Reed, J. F., Worth, J. E., Thomason, G. M., Robinson, B., & Payne, J. N. (2000). National Council of Teachers of Mathematics. *The Arithmetic Teacher*, 29(5), 59. <https://doi.org/10.5951/at.29.5.0059>
- Astawa, I. W. P., Budayasa, I. K., & Juniati, D. (2018). The Process of Student Cognition in Constructing Mathematical Conjecture. *Journal on Mathematics Education*, 9(1), 15–26.
- Azis, M. A., & Rosyidi, A. H. (2021). Konjektur Siswa Pada Masalah Analogi Klasik Terbuka Topik Fungsi Kuadrat. *MATHEdunesa*, 10(2), 254–265. <https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v10n2.p254-265>
- Dillenbourg, P. (2007). What do you mean by collaborative learning? What do you mean by “collaborative learning”? *Collaborative Learning: Cognitive and Computational Approaches*, 1(March), 1–19. <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00190240>
- Furinghetti, F., & Paola, D. (2008). To Produce Conjectures and To Prove Them Within a Dynamic Environment: a Case Study. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2, 397–404. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED500859.pdf>
- Habre, S. (2010). Reproduced with permission of the copyright owner . Further reproduction prohibited without. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 130(2), 556. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaci.2012.05.050>
- Hapizah, Tiurma Ade Riana, S., Susanti, E., Simarmata, R. H., & Nurhasanah, F. (2020). Conjecture in Completing Creative Problem-Solving Question as a Part of Development. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 513, 673–680. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.201230.180>
- Hohenwarter, M., & Hohenwarter, J. (2011). *Introduction to GeoGebra 4*. [https://research.shu.ac.uk/geogebra/GIS\\_Guides/Introduction to GeoGebra.pdf](https://research.shu.ac.uk/geogebra/GIS_Guides/Introduction%20to%20GeoGebra.pdf)
- Isman, M. N. (2016). Pemanfaatan Program Geogebra Dalam Pembelajaran Matematika. *Delta-Pi : Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 5(1), 10–19.
- Kemendikbud. (2022). Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Matematika Fase A - Fase F. *Kemendikbud Pendidikan Dan Kebudayaan Riset Dan Teknologi Republik Indonesia*, 1–36.

- Laal, M., & Laal, M. (2012). Collaborative learning: What is it? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31(2011), 491–495. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.092>
- Mason, J; Burton, L; Stacey, K. (2010). Thinking mathematically. In *Pearson Education Limited* (Vol. 15, Issue 2). Henry Ling Ltd.
- Putrawangsa, S., & Hasanah, U. (2018). Integrasi Teknologi Digital Dalam Pembelajaran Di Era Industri 4.0. *Jurnal Tatsqif*, 16(1), 42–54. <https://doi.org/10.20414/jtq.v16i1.203>
- Rahmadi, A. Z., Sari, N. P., Juliana, S., & Rahman, B. (2015). Studi Literatur : Pembelajaran Matematika Menggunakan GeoGebra dalam Meningkatkan Kemampuan Penalaran Matematis Siswa. *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika UNY*, 49–56.
- Rosyidi, A. H., Sa'dijah, C., Subanji, S., & Sulandra, I. M. (2024). Students' Conjectures on Open Classical Analogy Problem: Expanding or Narrowing? *Jurnal Pendidikan Progresif*, 14(1), 249–263. <https://doi.org/10.23960/jpp.v14.i1.202419>
- Supriani, Y. (2017). Urgenitas Kemampuan Memformulasikan Konjektur Matematis pada Penerapan Kurikulum 2013. *Seminar Nasional Riset Terapan, November*, 251–254.
- Supriani, Y., & Sholahudin, U. (2019). Mengembangkan Kemampuan Memformulasikan Konjektur Siswa melalui Experiential Learning. *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)*, 4(2), 173. <https://doi.org/10.30998/jkpm.v4i2.3885>
- Sutarto, Nusantara, Subanji, S. (2016). Local conjecturing process in the solving of pattern generalization problem. *Educational Reserach and Review*, 11(8), 732–742. <https://doi.org/10.5897/ERR2016.2719>
- Sutarto, S., Nusantara, T., Subanji, S., Dwi Hastuti, I., & Dafik, D. (2018). Global conjecturing process in pattern generalization problem. *Journal of Physics: Conference Series*, 1008(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1008/1/012060>
- Warsah, I., Morganna, R., Uyun, M., Hamengkubuwono, H., & Afandi, M. (2021). The Impact of Collaborative Learning on Learners' Critical Thinking Skills. *International Journal of Instruction*, 14(2), 443–460. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14225a>
- Zuraidha, F. N., & Rosyidi, A. H. (2022). Students' Construction of Conjectures for the Solution of Circumference and Area of Rectangle Task Konstruksi Konjektur Siswa SMP Topik Perbandingan Keliling dan Luas Persegi Panjang. *Jurnal Riset Pendidikan Dan Inovasi Pembelajaran Matematika*, 6(1), 15–31.