

Exploration Mathematical Aesthetics through Logical and Critical Thinking Based on High Mathematical Ability

Eksplorasi Estetika Matematika melalui Berpikir Logis dan Kritis Berdasarkan Kemampuan Matematika Tinggi

Abdillah Khofial Luthfi¹⁾, Miftahul Jannah²⁾, Rachel Aura Azzahra³⁾, Abd Kadir Jaelani^{4*)}, Ilhamuddin⁵⁾, Fathrul Arriah⁶⁾

Universitas Muhammadiyah Makassar

Email: abdillahadil33@gmail.com¹⁾, miftahuljannah9950@gmail.com²⁾, rachelaura83@gmail.com³⁾, abdkadirjaelani@unismuh.ac.id^{4*)}, ilhamuddin@unismuh.ac.id⁵⁾, fatrulariah@unismuh.ac.id⁶⁾

Abstract

This study aims to explore the logical and critical thinking process of junior high school students in solving ill-structured problems based on mathematics ability. The research subject consisted of one student with high mathematics ability.

The supporting instruments for data collection were: 1) Test of Mathematical Ability (TKM) consisting of 10 items in the form of descriptions to select subjects with high mathematical ability, 2) Ill-structured Problem Task (TMI), 3) Interviewing the subject based on the task (TMI).

The data analysed in this study are interview transcript data, document data and field notes. This study used three stages in data analysis, namely data condensation, data display and conclusion drawing and verification. To validate the findings, the author applied method triangulation until consistent data was obtained, i.e. the data was structured and the content was relatively the same. Furthermore, consistent data in this study is categorised as research data.

The results showed that the logical and critical thinking process of high mathematics ability students in solving ill-structured problems consisted of: (1) problem representation; (2) Generating Solution; (3) Justification; and (4) Monitoring and Evaluation. Based on the results of research related to the exploration of mathematical aesthetics through logical and critical thinking, it is recommended as material for further research development in terms of other aspects.

Keywords: *exploration, mathematical aesthetics, logical and critical thinking.*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi proses berpikir logis dan kritis siswa SMP dalam memecahkan masalah *ill-structured* berdasarkan kemampuan matematika. Subjek penelitian terdiri dari satu orang siswa yang berkemampuan matematika tinggi.



JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Abdillah Khofial Luthfi, Miftahul Jannah, Rachel Aura Azzahra,
Abd Kadir Jaelani, Ilhamuddin, Fathrul Arriah

Instrumen pendukung pengumpulan data adalah: 1) Tes Kemampuan Matematika (TKM) yang terdiri dari 10 butir soal berbentuk uraian untuk memilih subjek yang berkemampuan matematika tinggi, 2) Tugas Masalah *ill-structured* (TMI), 3) Mewawancara subjek berdasarkan tugas (TMI).

Data yang dianalisis dalam studi ini adalah data transkrip wawancara, data dokumen dan catatan lapangan. Studi ini menggunakan tiga tahapan dalam analisis data, yaitu *data condensation*, *data display* dan *conclusion drawing and verification*. Untuk memvalidasi temuan, penulis menerapkan triangulasi metode sampai diperoleh data yang konsisten, yaitu datanya terstruktur dan isi yang relatif sama. Selanjutnya data konsisten dalam studi ini dikategorikan sebagai data penelitian.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses berpikir logis dan kritis siswa yang berkemampuan matematika tinggi dalam memecahkan masalah *ill-structured* terdiri dari: (1) *problem representation*; (2) *Generating Solution*; (3) *Justification*; dan (4) *Monitoring and Evaluation*. Berdasarkan hasil penelitian terkait eksplorasi estetika matematika melalui berpikir logis dan kritis direkomendasikan sebagai bahan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut ditinjau dari aspek lainnya.

Kata kunci: eksplorasi, estetika matematika, berpikir logis dan kritis.

1. PENDAHULUAN

Matematika merupakan ilmu yang memegang peranan yang berarti dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, baik sebagai alat terhadap disiplin ilmu lain maupun sebagai alat pengembangan matematika itu sendiri. [25] “..... *mathematics as an abstract body of knowledge/ideas, the organization of that body of knowledge into systems and structures, and a set of methods for reaching conclusions. To mathematics as contextual, ever present, as a lens or language to make sense of the world. And finally to mathematics as a verb (not a noun), a human activity, part of one’s identity.*” Ini bermakna bahwa matematika sering digambarkan ke dalam tiga hal, yaitu (1) matematika merupakan ide abstrak, sistem dan struktur yang terorganisir dan serangkaian metode untuk memperoleh kesimpulan, (2) matematika bersifat kontekstual, sebagai bahasa untuk memahami lingkungan sekitar, dan (3) matematika sebagai kata kerja (bukan kata benda), aktivitas manusia dan bagian dari identitasnya.

Hal tersebut diperkuat oleh pendapat [2] dalam bukunya *Dear Citizen Math*, yang menganggap bahwa matematika adalah alat untuk memikirkan pertanyaan-pertanyaan yang kita hadapi sebagai masyarakat, alat untuk mengeksplorasi pertanyaan-pertanyaan tentang kehidupan nyata, sebuah jendela untuk melihat realitas. Matematika bukanlah kumpulan keterampilan yang harus dihapal, melainkan sebuah prisma untuk melihat lingkungan sekitar (hal. 11). Ani melanjutkan, matematika adalah cara berpikir (hal. 14) dan menyatakan bahwa kita perlu mempertimbangkan keduanya ketika berbicara tentang matematika, matematika sebagai objek yang kita pelajari (abstrak) dan matematika sebagai jendela yang kita gunakan untuk melihat lingkungan sekitar (kontekstual atau sebagai bahasa).

Beberapa pendapat di atas dikatakan bahwa matematika merupakan ide abstrak. Hal tersebut dikarenakan matematika memiliki pola, struktur dan objek yang dapat diamati di lingkungan sekitar. Struktur dan pola tersebut disusun secara sistematis dan menghasilkan sebuah karya, benda bahkan kesepakatan. Matematika kehidupan dan matematika sekolah dapat dipadukan dengan kajian estetika guna mencapai tujuan pembelajaran.

Estetika pada prinsipnya adalah mengkaji suatu objek keindahan, baik keindahan yang diciptakan oleh Allah SWT maupun keindahan yang diciptakan oleh manusia itu sendiri. Karya merupakan hasil dari aktivitas berpikir manusia dan dituangkan dalam wujud objek atau benda, dalam proses pembuatannya dibutuhkan olah pikir disertai penyatuan unsur-unsur lainnya sehingga membentuk sebuah karya dengan konsep dan pola yang terstruktur. Pola ini membentuk objek

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Abdillah Khofial Luthfi, Miftahul Jannah, Rachel Aura Azzahra,
Abd Kadir Jaelani, Ilhamuddin, Fathrul Arriah

bernilai estetis, dan kemampuan menangkap pola itu merupakan esensi dari matematika [18]. Estetika berasal dari Bahasa Yunani, yaitu *aisthetica* dan *aisthesis*. *Aesthetica* adalah segala sesuatu yang dapat diserap oleh panca indera, sedangkan *aisthesis* adalah persepsi inderawi [7].

Penelitian ini membedakan antara keindahan objek matematika dan keindahan representasi visual objek matematika. Representasi visual matematika mungkin terlihat menarik secara estetika baik bagi orang awam maupun ahli matematika. Namun, ketika orang awam hanya memandang tampilan visual dari suatu representasi, bagi seorang matematikawan, representasi visual dari suatu objek matematika dapat dinilai dari keindahan perseptual, keindahan intelektual, atau kombinasi keduanya [23]. Studi ini sedapat mungkin mengeksplorasi estetika matematika tentang objek abstrak, dengan berfokus pada sifat-sifat matematisnya melalui berpikir logis dan kritis. Salah satu upaya tentang objek matematika yang membutuhkan pemikiran yang logis dan kritis adalah pemecahan masalah *ill-structured* sebagai bagian dari nilai-nilai estetika matematika. Hal ini didukung oleh pendapat [9] yang menyatakan bahwa masalah *ill-structured* merupakan masalah yang berasal dari konteks spesifik, menjadikan pembelajaran lebih menarik dan bermakna bagi siswa dan mendorong siswa menemukan keindahan perseptual dan keindahan intelektual. Hal ini dikarenakan masalah *ill-structured* tidak dapat diselesaikan secara langsung karena unsur-unsur masalah tidak disajikan secara jelas, sehingga memungkinkan bagi siswa mendefinisikan masalah sendiri serta menentukan informasi dan teknik yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah.

Studi pendahuluan terkait berpikir logis dan kritis dan kaitannya dengan pemecahan masalah *ill-structured*, peneliti melakukan observasi pada tanggal 9 Maret 2024 di MTs. Sultan Hasanuddin Kabupaten Gowa. Hasil pekerjaan siswa dikumpulkan dan dievaluasi untuk diwawancarai berdasarkan hasil pekerjaan mereka, selanjutnya diambil jawaban dari dua siswa yang diobservasi tanpa melihat jawaban itu benar atau salah.

Berdasarkan jawaban dan kutipan wawancara siswa, peneliti menemukan bahwa siswa mengalami kesulitan ketika menyelesaikan masalah *ill-structured*. Tampak pengerjaan siswa masih ada yang keliru, misal pada penggunaan simbol dan penjabaran untuk setiap langkah penyelesaian. Mereka mengemukakan bahwa merasa bingung saat menyelesaikan permasalahan yang relatif baru (masalah *ill-structured*). Permasalahan tersebut muncul dikarenakan sebagian besar siswa terbiasa menyelesaikan masalah matematika yang terstruktur dengan baik (*well-structured*) dan berfokus kepada informasi yang diperoleh sebelumnya. Menurut [21] menyatakan bahwa permasalahan yang terstruktur dengan baik (*well-structured*) dapat diwakili oleh ruang masalah yang terdiri dari keadaan awal dan keadaan tujuan yang terdefinisi dengan baik. Sebaliknya, keadaan awal, keadaan tujuan, dan keadaan peralihan dari masalah yang tidak terstruktur dengan baik (*ill-structured*) tidak ditentukan secara lengkap. Untuk mengatasi situasi ini, perlu bagi siswa memiliki keterampilan berpikir logis dan kritis agar mampu memecahkan masalah *ill-structured* dengan baik. Sementara pemecahan masalah tidak hanya menjadi tujuan [13], tetapi juga inti dalam pembelajaran matematika ([15], [16], [17], [19], [20]). Pemecahan masalah dalam matematika memerlukan pemikiran yang lebih kritis dan langkah-langkah yang tepat, mencakup mempunyai pandangan dari semua sisi masalah, menentukan pilihan untuk menyelesaikan masalah, dan memilih solusi terbaik [24].

[3] yang dikutip oleh [11] diungkapkan bahwa masalah *ill-structured* merupakan suatu masalah yang berasal dari konteks yang spesifik yang berhubungan dengan kehidupan nyata, yang menjadikan pembelajaran lebih menarik dan bermakna bagi siswa untuk mendefinisikan masalah sendiri serta menentukan informasi dan teknik yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah. Sejalan dengan pendapat Chi & Glaser diungkapkan juga dalam penelitian yang dilakukan oleh [8] bahwa masalah *ill-structured* merupakan masalah yang berasal dari konteks yang tidak jelas yang dibutuhkan siswa untuk dapat mendefinisikan masalahnya dan juga menentukan informasi serta keterampilan untuk menyelesaikan masalah.

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Abdillah Khofial Luthfi, Miftahul Jannah, Rachel Aura Azzahra,
Abd Kadir Jaelani, Ilhamuddin, Fathrul Arriah

Masalah *ill-structured* memiliki sifat tertentu, yaitu bersifat *complexity* dan *openness*. Salah satunya diungkapkan oleh [3] menyatakan bahwa, sifat-sifat dari masalah *ill-structured* terdiri dari: aspek yang berasal dari situasi yang tidak konkret, masalahnya tidak mudah didefinisikan, didasarkan pada situasi kehidupan nyata, dan diperkenalkan dalam situasi kompleks. [27] menyatakan bahwa masalah *ill-structured* mempunyai aturan yang tidak pasti, tujuan yang tidak jelas, dan tidak mempunyai kondisi yang membatasi. [8] menyatakan bahwa, untuk menyajikan *authenticity*, permasalahan harus mengandung konteks yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari dan cukup relevan untuk menyimpulkan bagian yang perlu untuk melengkapi situasi nyata. Kemudian [10] memperlihatkan *complexity* dengan adanya sesuatu yang tidak tentu mengenai konsep, aturan, dan prinsip yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah. Dan menurut [22] menyatakan *openness* sebagai sesuatu yang membolehkan peserta didik untuk menuliskan berbagai macam tafsiran dalam menyelesaikan masalah dan memberikan alasan tentang tafsiran mereka.

Hal ini sesuai dengan beberapa temuan penelitian [5] “Struktur pada masalah *ill-structured* merupakan pusat untuk memecahkan jenis masalah *multi-faceted* yang kompleks.” [14] mengungkapkan bahwa “Karya masa depan harus mengeksplorasi masalah *ill-structured* sebagai strategi pemecahan masalah.”

Berdasarkan dasar pemikiran oleh beberapa ahli dan sifat-sifat masalah *ill-structured* yang telah diuraikan, yang dimaksud pemecahan masalah *ill-structured* dalam penelitian ini adalah suatu masalah yang konteksnya didasarkan dengan adanya sesuatu yang tidak tentu mengenai konsep, aturan, dan prinsip yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah (*complexity*), dan memiliki banyak alternatif penyelesaian atau tidak memiliki solusi sama sekali (*openness*). Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mendorong keterampilan siswa dalam memecahkan masalah matematika yang lebih logis dan kritis dari proses pemecahan masalah *ill-structured* berdasarkan tingkat kemampuan matematika.

Kemampuan matematika dalam penelitian ini adalah kecakapan siswa dalam menyelesaikan masalah *ill-structured*. Kemampuan matematika siswa diperoleh dari instrumen pendukung, yaitu skor tes kemampuan matematika (TKM) yang dijadikan acuan untuk memperoleh subjek penelitian. Berdasarkan TKM ini, siswa dikelompokkan menjadi tiga kelompok. Adapun kriteria pengelompokan siswa tampak pada Tabel 1.1 berikut:

Tabel 1.1. Pengelompokan Kemampuan Matematika Siswa

Tinggi	Sedang	Rendah
$80 \leq x \leq 100$	$60 \leq x \leq 80$	$0 \leq x \leq 60$

Penelitian ini menggunakan tahapan pemecahan masalah *ill-structured* terdiri atas (a) *problem representation*, (b) *generating solution*, (c) *justification*, dan (d) *monitoring and evaluation*. [8], [10], dan [22].

Penelitian tentang *ill-structured* telah banyak dilakukan seperti pada bidang astronomi [22]; pembelajaran [10], multimedia [22], keterampilan pemecahan masalah [3]; [22]; bidang pendidikan matematika yang telah mengeksplorasi pemecahan masalah *ill-structured* untuk mencapai tujuan suatu pembelajaran, misalnya [9]; [11]; [14]. Meskipun beragam penelitian yang telah membahas pemecahan masalah *ill-structured*, akan tetapi penelitian tentang berpikir logis dan kritis dalam memecahkan masalah *ill-structured* dalam hal ini masalah terkait garis bagi sudut masih sangat terbatas. [9] menyatakan bahwa permasalahan *ill-structured* sangat membantu calon guru matematika dalam membangun asumsi pemecahan masalah sehingga dapat menyelesaikan masalah *ill-structured* terkait dalil garis bagi sudut dengan berbagai cara dan memberikan efek positif terhadap berpikir kritis dan kreatif.

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Abdillah Khofial Luthfi, Miftahul Jannah, Rachel Aura Azzahra,
Abd Kadir Jaelani, Ilhamuddin, Fathrul Arriah

Berdasarkan uraian di atas, melalui berpikir logis dan kritis dalam memecahkan masalah *ill-structured*, ada kemungkinan kemampuan matematika siswa akan berbeda pula. Apakah hal ini logis? Tentunya menarik dilakukan penelitian, karena karena itu, peneliti memandang perlu untuk mengetahui eksplorasi estetika matematika melalui berpikir logis dan kritis.

2. METODE

Berdasarkan uraian di atas, melalui berpikir logis dan kritis dalam memecahkan masalah *ill-structured*, ada kemungkinan kemampuan matematika siswa akan berbeda pula. Apakah hal ini logis? Tentunya menarik dilakukan penelitian, karena karena itu, peneliti memandang perlu untuk mengetahui eksplorasi estetika matematika melalui berpikir logis dan kritis.

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian kualitatif dengan menggunakan subyek sebanyak satu orang siswa berkemampuan matematika tinggi. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tes Kemampuan Matematika (TKM)

Peneliti memberikan tes kemampuan matematika terdiri atas 10 butir soal kepada calon subjek penelitian yang telah dikembangkan berdasarkan kurikulum K13. Siswa yang memperoleh nilai (TKM) pada rentang skor $80 \leq x \leq 100$ dikategorikan kemampuan matematika tinggi, siswa yang memperoleh nilai (TKM) pada rentang skor $60 < x < 80$ dikategorikan kemampuan matematika sedang.

2. Tes Pemecahan Masalah *ill-structured* (TMI)

Instrumen ini mencakup instrumen bantu atau pendukung terdiri atas satu butir soal, yaitu tugas pemecahan masalah *ill-structured* yang berkaitan dengan garis bagi sudut dan dikembangkan berdasarkan Kurikulum K13.

3. Wawancara

Eksplorasi estetika matematika siswa dalam memecahkan masalah *ill-structured* tidak semua tampak dalam tulisan dan tidak semua yang ada dalam pikiran siswa tertulis pada lembar jawaban, maka dilakukan wawancara. Pertanyaan-pertanyaan dalam wawancara tidak hanya berdasarkan pada pedoman wawancara, tetapi juga disesuaikan dengan hasil pekerjaan tertulis dan jawaban lisan subjek penelitian saat wawancara berlangsung.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Reduksi Data

Kegiatan yang dilakukan saat reduksi data antara lain:

- a) Membaca kembali catatan dan informasi yang diperoleh pada saat kegiatan penelitian.
- b) Menganalisis hasil wawancara berupa jawaban lisan dari subjek penelitian, termasuk ekspresi dan mimik subjek saat wawancara berlangsung.
- c) Menyederhanakan data atau informasi yang diperoleh dari hasil tes subjek penelitian dan dari hasil wawancara.

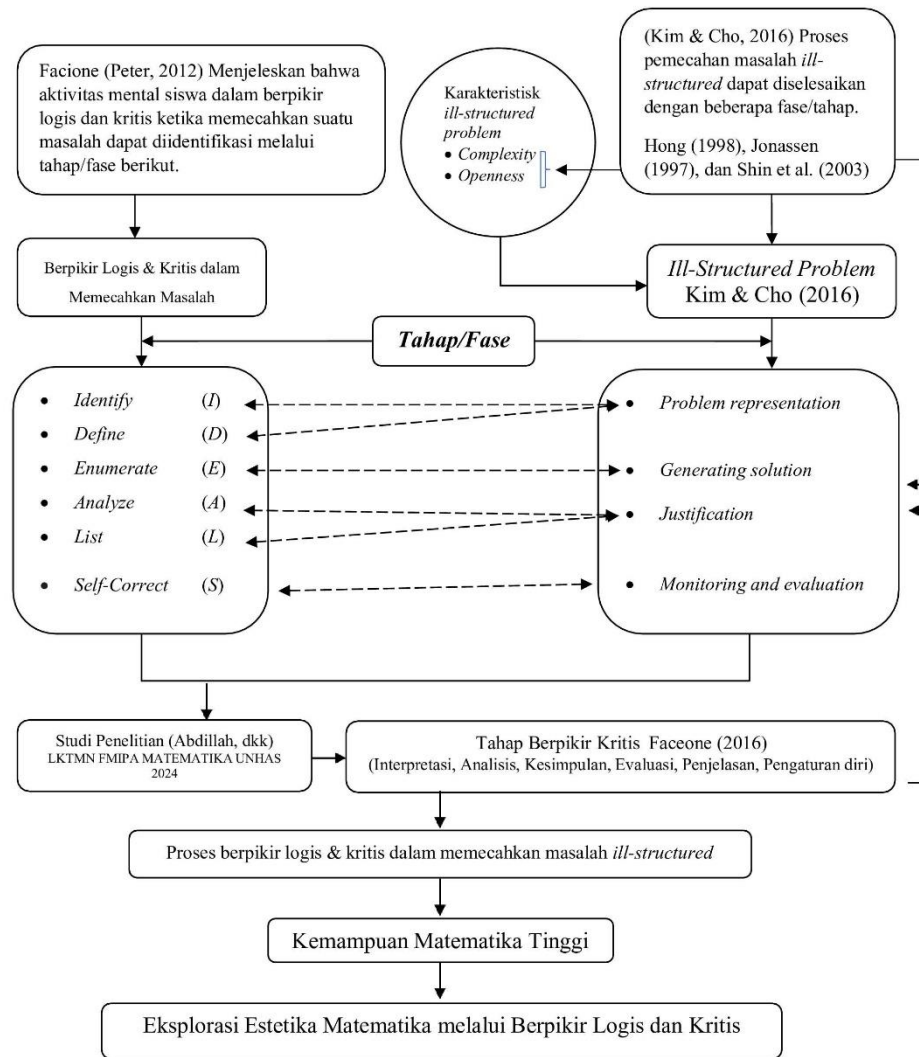
2. Penyajian Data

Berikut adalah kegiatan yang dilakukan pada saat penyajian data:

- a) Melakukan triangulasi metode. Triangulasi metode dilakukan dengan membandingkan hasil tes dengan hasil wawancara.
- b) Mendeskripsikan proses berpikir logis dan kritis yang dimiliki oleh subjek penelitian berdasarkan dari hasil tes (TMI) dalam memecahkan masalah *ill-structured* dan hasil wawancara.

Berikut adalah pedoman (Kerangka Teoritis) keterkaitan pemecahan masalah *ill-structured* dengan keterampilan berpikir logis dan kritis subjek penelitian:

KERANGKA TEORITIS



Gambar 2.1 Kerangka Teoritis

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

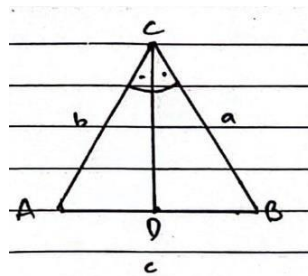
Abdillah Khofial Luthfi, Miftahul Jannah, Rachel Aura Azzahra,
Abd Kadir Jaelani, Ilhamuddin, Fathrul Arriah

3. Hasil

Af merupakan siswa SMP Kelas VIII berkemampuan matematika tinggi, dan mampu berkomunikasi dengan baik. Berikut ini dijelaskan hasil pekerjaan Af dan kutipan wawancara peneliti dengan subjek berdasarkan tahapan pemecahan *ill-structured problems*.

Problem Representation

Af mulai membaca masalah yang diberikan dengan bersuara, kemudian menggambar bidang segitiga ABC sebagai bentuk interpretasinya terkait masalah yang dibacanya seperti tampak pada Gambar 2 berikut.



Gambar 3.1 *Interpreting problems*

Af menunjukkan representasi masalah melalui bahasanya sendiri. Dalam hal ini, Af menggunakan representasi gambar, yaitu gambar segitiga dengan $\overline{AB} = c$, $\overline{AC} = b$, dan $\overline{BC} = a$. Selanjutnya Af menarik garis bagi sudut dari titik C dan berpotongan dengan sisi \overline{AB} di titik D.

Untuk menggali informasi dan kata kunci lain terkait masalah yang diberikan, peneliti melakukan wawancara seperti pada kutipan berikut.

- P : Perhatikan Gambarnya! Apa yang diceritakan oleh desainnya kepada Anda?
 Af : Diam sejenak! Sambil menunjuk gambar, sisi $BC = a$, $AC = b$ dan $AB = c$.
 P : Ada lagi?
 Af : Garis bagi sudut C, dan membagi sudut C menjadi dua bagian sama besar.
 P : Selain membagi sudut C menjadi dua bagian yang sama! Apakah ada hal lain yang Anda ketahui terkait garis bagi?
 Af : Kembali membaca soal! Jumlah dua sisi yang mengapit sudut C sama dengan dua kali sisi yang ketiga.
 P : Boleh ditunjukkan sisi yang Anda maksud?
 Af : Sisi a ditambah sisi b sama dengan dua c.
 P : Boleh dituliskan!
 Af : Boleh Kak, dalam soal juga yang ingin dicari apakah AD sama dengan BD .

$$\frac{a + b = 2c}{\overline{AD} = \overline{BD} ?}$$

Berdasarkan transkrip wawancara di atas, menunjukkan bahwa Af menetapkan tiga kata kunci yang perlu mendapatkan perhatian dalam proses pemecahan masalah. Ketiga kata kunci tersebut, yaitu (a) $a + b = 2c$, (b) garis bagi sudut, (c) $\overline{AD} = \overline{BD}$.

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Abdillah Khofial Luthfi, Miftahul Jannah, Rachel Aura Azzahra,
Abd Kadir Jaelani, Ilhamuddin, Fathrul Arriah

Generating Solution

Af membangun solusi penyelesaian menggunakan pemisalan, yaitu $\overline{AD} = m$, dan $\overline{BD} = n$ sebagaimana tampak pada Gambar 3 berikut.

$$\begin{array}{r}
 \hline
 \text{Misal, } AD = m \\
 \hline
 BD = n \\
 \hline
 m : n = b : a \\
 \hline
 \frac{m}{n} = \frac{b}{a} \\
 \hline
 am = bn \\
 \hline
 \hline
 \end{array}$$

Gambar 3.2 *Generating Solution*

Kemudian dipertegas melalui wawancara sebagai berikut.

- P : Bagaimana Anda bisa memisalkan $AD = m$ dan $BD = n$?
- Af : Diam sejenak! Untuk memudahkan saja Kak, karena di soal diketahui sisi $BC = a$, $AC = b$, dan $AB = c$. Jadi, supaya seragam saya misalkan $AD = m$ dan $BD = n$.
- P : Baik! Dapatkah Anda membandingkan sisi m berbanding n sama dengan sisi b berbanding a ?
- Af : Iya Kak!
- P : Alasannya?
- Af : Karena itu materi yang pernah saya pelajari Kak, kalau garis bagi berbanding dengan sisi di dekatnya.
- P : Bisa dijelaskan maksudnya?
- Af : Sisi yang mengapit sudut C tadi, yaitu sisi a dan sisi b berbanding dengan sisi n dengan sisi m .
- P : Alasannya!
- Af : Diam sejenak! Sisi b dekat dengan sisi m dan sisi a dekat dengan sisi n . Jadi, perbandingan m banding n sama dengan $b : a$.
- P : Langkah selanjutnya?
- Af : Saya langsung kali silang Kak, dan memperoleh am sama dengan bn .

Berdasarkan transkrip wawancara terungkap bahwa pada tahap *Generating Solution* Af membangun solusi dengan membandingkan bagian-bagian sisi depan garis bagi (m dan n) berbanding sebagai sisi-sisi yang berdekatan. Dalam hal ini $m : n = b : a$. Sehingga diperoleh $am = bn$.

Justification

Tahap selanjutnya, yaitu Af mengklaim atau menjustifikasi solusi penyelesaian bahwa panjang sisi c diperoleh dari $m + n$, sehingga $m = c - n$ atau $n = c - m$. Sebagaimana tampak pada Gambar 4 berikut.

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Abdillah Khofial Luthfi, Miftahul Jannah, Rachel Aura Azzahra,

Abd Kadir Jaelani, Ilhamuddin, Fathrul Arriah

Misal, $AD = m$	
$BD = n$	
$m : n = b : a$	
$\frac{m}{n} = \frac{b}{a}$	
$am = bn$	
$a(c-n) = bn$	$c = m+n$
$ac - an = bn$	$m = c-n$
$ac = bn + an$	$n = c-m$
$ac = n(a+b)$	$am = bn$
$n = \frac{ac}{a+b}$	$am = b(c-m)$
$n = \frac{ac}{a+b}$	$am = bc - bm$
$n = \frac{ac}{a+b}$	$am + bm = bc$
$n = \frac{ac}{a+b}$	$m = bc$
$n = \frac{ac}{a+b}$	$m(a+b) = bc$
$n = \frac{ac}{a+b}$	$m = bc$
$n = \frac{ac}{a+b}$	$a+b$
$n = \frac{ac}{a+b}$	$m = \frac{bc}{a+b}$
$n = \frac{1}{2}a$	$\frac{bc}{a+b}$
$n = \frac{1}{2}a$	$m = \frac{1}{2}c$

Gambar 3.3 *Justification*

Kemudian dijelaskan dalam wawancara sebagai berikut.

- P : Boleh dijelaskan! Bagaimana Anda memperoleh nilai $n = \frac{1}{2}a$ dan nilai $m = \frac{1}{2}c$?
- Af : Karena sesuai yang ditanyakan dalam soal Kak, apakah AD atau m sama dengan BD atau n. Jadi, setelah memperoleh hasil $am = bn$ saya ganti nilai m sama dengan $c - n$
- P : Alasannya?
- Af : Karena c sama dengan m ditambah n
- P : Alasannya?
- Af : Karena c sama dengan m ditambah n
- P : Baik! Langkah selanjutnya bagaimana?
- Af : Saya substitusi nilai m sama dengan $c-n$ ke dalam $am=bn$ dan memperoleh nilai n sama dengan ac per $a+b$. karena di soal diketahui $a+b=2c$. jadi saya peroleh nilai $n = \frac{1}{2}a$.
- P : Perhatikan Kembali nilai $m = \frac{1}{2}c$, apakah sudah tepat?
- Af : Diam sejenak! Maaf Kak, saya salah tulis, harusnya di situ $m = \frac{1}{2}b$
- P : Mengapa?
- Af : Karena $m = \frac{bc}{a+b}$

Berdasarkan transkrip wawancara terungkap bahwa pada tahap *Justification* Af dapat menentukan nilai $n = \frac{1}{2}a$ dan nilai $m = \frac{1}{2}b$ meskipun terdapat kekeliruan penulisan pada lembar jawaban Af.

Monitoring and Evaluation

Af memonitoring dan mengevaluasi hasil pekerjaannya berdasarkan justifikasinya sebagaimana tampak pada Gambar 5 berikut.

Jadi, \overline{AD} sama dengan \overline{BD} kalo $a=b$
dan \overline{AD} sama dengan \overline{BD} kalo $a \neq b$

Gambar 3.4 *Monitoring and Evaluation*

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Abdillah Khofial Luthfi, Miftahul Jannah, Rachel Aura Azzahra,
Abd Kadir Jaelani, Ilhamuddin, Fathrul Arriah

Untuk menggali informasi dan proses berpikir Af terkait masalah yang diberikan dalam melakukan monitoring dan evaluasi, peneliti melakukan wawancara sepertipada kutipa berikut.

P : Berdasarkan hasil yang Anda peroleh! Bagaimana Anda berkesimpulan bahwa panjang AD atau m sama dengan panajang BD atau n?

Af : Karena sudah tampak Kak, kalau $n = \frac{1}{2}a$ dan $m = \frac{1}{2}b$. Jadi sudah bisa disimpulkan $m=n$ dengan catatan $a=b$. Demikian pula sebaliknya m tidak sama dengan n kalau a nya juga tidak sama dengan b.

P : Apa yang menjamin bahwa m dengan n sama panjang demikian pula sebaliknya?

Af : Diam sejenak! Sama-sama saya coret nilai $\frac{1}{2}$ nya Kak, sehingga diperoleh $n=a$ dan $m=b$. Jadi, kalau misalnya $a=b$ berarti m dan n juga sama.

Dari kutipan wawancara di atas terungkap bahwa pada tahap *Monitoring and Evaluation* Af mampu memberikan alasan yang logis, yakni $n=a$ dan $m=b$ dan Af menyimpulkan bahwa $m=n$ jika $a=b$ meskipun Af kesulitan mengungkap sifat transitif terkait masalah tersebut.

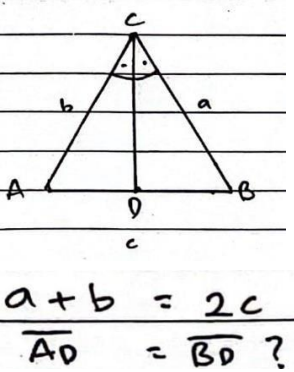
Berdasarkan penjelasan di atas diindikasikan bahwa Af melakukan proses berpikir logis dan kritis dalam memecahkan masalah *ill-structured* meskipun Af kesulitan di tahap awal dalam memahami masalah yang diberikan.

Af mendefinisikan unsur-unsur yang diketahui terkait masalah yang diberikan berdasarkan pengalaman menyelesaikan tugas pemecahan masalah. Sehingga ketika mengidentifikasi informasi yang dibutuhkan, Af terlenbih dahulu menyajikan informasi-informasi yang diketahui dalam bentuk gambar. Masalah *ill-structured* yang diberikan dapat diselesaikan berdasarkan asumsi-asumsi dalil garis bagi bukan sekedar membagi sudut menjadi dua bagian yang kongruen, melainkan membagi sisi di hadapannya berbanding sebagai sisi-sisi yang berdekatan. Strategi yang digunakan, yaitu mensubtitusi nilai $m=c-n$ dan nilai $n=c-m$ ke dalam $am=bn$ dan memperoleh nilai $n = \frac{1}{2}a$ dan $m = \frac{1}{2}b$ sebagai alternatif penyelesaian masalah.

Validasi Data

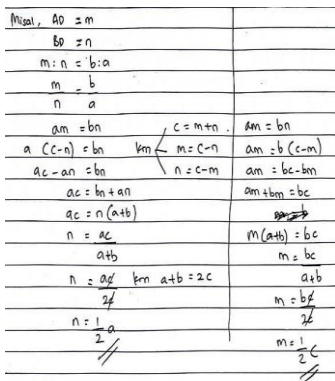
Berdasarkan hasil pekerjaan Af dan transkrip wawancara dipaparkan secara terpisah, selanjutnya untuk keperluan validasi, kedua data disusun bersamaan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Data Hasil Wawancara dan lembar Jawabn Af

Data Lembar Jawaban	Data Wawancara	Kode
	<p>Af menggunakan representasi gambar dan menetapkan tiga kata kunci, yaitu</p> <p>(a) $a + b = 2c$,</p> <p>(b) garis bagi sudut,</p> <p>(c) $\overline{AD} = \overline{BD}$</p>	Pr

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Abdillah Khofial Luthfi, Miftahul Jannah, Rachel Aura Azzahra,
Abd Kadir Jaelani, Ilhamuddin, Fathrul Arriah

$\begin{array}{l} \text{Misal, } AD = m \\ BD = n \\ m : n = b : a \\ \frac{m}{n} = \frac{b}{a} \\ am = bn \end{array}$	<p>Af membangun Solusi penyelesaian menggunakan pemisalan, yaitu $\overline{AD} = m$, dan $\overline{BD} = n$. Af membandingkan bagian-bagian sisi depan garis bagi (m dan n) berbanding sebagai sisi-sisi yang berdekatan. Dalam hal ini $m : n = b : a$, dan memperoleh $am = bn$</p> <p style="text-align: right;">Gs</p>
	<p>Af menklaim atau menjustifikasi Solusi penyelesaian bahwa Panjang sisi c diperoleh dari $m+n$, sehingga $m = c - n$ atau $n = c - m$. Af mensubstitusi nilai $m = c - n$ ke dalam $am = bn$ dan memperoleh nilai $n = \frac{ac}{a+b}$ dan $n = \frac{1}{2}a$</p> <p style="text-align: right;">Jt</p>
$\begin{array}{l} \text{Jadi, } \overline{AD} \text{ sama dengan } \overline{BD} \text{ kalo } a = b \\ \text{dan } \overline{AD} \text{ sama dengan } \overline{BD} \text{ kalo } a \neq b \end{array}$	<p>Af memberikan alasan yang logis, yakni $n = a$ dan $m = b$ dan Af menyimpulkan bahwa $m = n$ jika $a = b$ maupun sebaliknya.</p> <p style="text-align: right;">Me</p>

Berdasarkan perbandingan hasil transkrip wawancara dengan lembar jawaban Af. Meskipun terdapat perbedaan kecil, namun secara substansial tidak ada perbedaan. Oleh sebab itu, data hasil wawancara berbasis tugas (TMI) adalah valid dan dapat digunakan sebagai bahan analisis data.

Analisis Data

Indikator berpikir logis dan kritis dalam memecahkan masalah *ill-structured* yang dimiliki subjek berdasarkan data yang dipaparkan (Kode Pr), yaitu subjek mereview masalah dengan mengungkap definisi garis bagi sudut, yaitu garis yang membagi sudut menjadi dua bagian yang sama atau kongruen. Hal ini sesuai dengan salah satu informasi yang terdapat dalam masalah (CD merupakan garis bagi sudut C). Sedangkan keterkaitan indikator pemecahan masalah *ill-structured* dengan tahapan berpikir kritis (interpretasi & analisis), yaitu menghubungkan informasi-informasi yang diketahui dalam masalah dan menyajikan informasi-informasi tersebut dalam bentuk gambar.

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Abdillah Khofial Luthfi, Miftahul Jannah, Rachel Aura Azzahra,
Abd Kadir Jaelani, Ilhamuddin, Fathrul Arriah

Subjek memiliki indikator pemecahan masalah *ill-structured* dalam merumuskan solusi yang memenuhi banyak kondisi berdasarkan (Kode Gs), yaitu membandingkan bagian-bagian sisi depan garis bagi (m dan n) berbanding sebagai sisi-sisi yang berdekatan. Dalam hal ini $m : n = b : a$. dan memperoleh $am = bn$. Sedangkan keterkaitan indikator pemecahan masalah *ill-structured* dengan tahap berpikir kritis (kesimpulan) dengan cara merumuskan rancangan strategi penyelesaian untuk memperoleh kesimpulan yang beralasan, yaitu untuk menunjukkan bentuk perbandingan $am = n$ subjek tempuh dengan perkalian silang dari bentuk perbandingan $m : n = b : a$.

Subjek memiliki indikator pemecahan masalah *ill-structured* (menurut Kode Jt), yaitu dengan menunjukkan alternatif penyelesaian masalah dalam bentuk tulisan maupun lisan yang disertai dengan penjelasan. Sedangkan keterkaitan indikator pemecahan masalah *ill-structured* dengan tahap berpikir kritis (evaluasi), yaitu subjek mengimplementasikan strategi yang sudah dibuat dan memperoleh hasil $n = \frac{1}{2}a$ dan $m = \frac{1}{2}b$.

Subjek memiliki indikator pemecahan masalah *ill-structured* (menurut Kode Me), yaitu dengan mengemukakan alasan yang logis bahwa $m = n$ jika $a = b$ maupun sebaliknya. Sedangkan keterkaitan indikator pemecahan masalah *ill-structured* dengan tahap berpikir kritis (penjelasan dan regulasi diri), yaitu melakukan proses evaluasi untuk menilai kredibilitas sebuah klaim/*justification* atau informasi dengan meninjau kembali langkah-langkah penyelesaian masalah disertai penjelasan sampai dengan memperoleh hasil sesuai dengan yang ingin ditunjukkan.

4. PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis data diindikasikan bahwa subjek telah melakukan proses berpikir logis dan kritis dalam memecahkan masalah *ill-structured* melalui empat tahap, yaitu *Problem Representation*, *Generating Solution*, *Justification*, serta *Monitoring and Evaluation* yang didasarkan kepada tahapan keterampilan berpikir kritis [6] antara lain:

Interpretasi, Analisis, Kesimpulan, Evaluasi, Penjelasan, dan Pengaturan diri. Akan tetapi, dalam proses berpikir logis dan kritis subjek dalam memecahkan masalah *ill-structured* tersebut terdapat beberapa aktivitas yang unik dan perlu dikaji lebih dalam sebagai temuan penelitian.

Problem Representation

Subjek merepresentasikan masalah melalui bahasanya sendiri. Dalam hal ini, subjek menggunakan representasi gambar dan mendefinisikan garis bagi sudut sebagai “garis yang membagi sudut menjadi dua bagian yang sama besar,” Hal ini sesuai dengan salah satu informasi yang terdapat pada masalah \overline{CD} “adalah garis bagi sudut C .” Pernyataan subjek mengindikasikan bahwa bisektor sudut adalah garis yang membagi sudut menjadi dua sudut yang kongruen, seperti contoh definisi berikut “*the bisector of an angle is the ray that separates the given angle into two congruent angles*” [1]. Jika dieksplorasi kembali dari pengertian sudut “dua sinar berpangkal sama,” maka pengertian garis bagi sudut menjadi tidak tepat, terutama pada kata “*separate*,” yaitu suatu sudut dibagi (*separate*), apakah masih berupa sudut? Karena kelemahan definisi ini, penulis “mengusulkan” definisi bisektor/garis bagi sudut seperti “garis bagi sudut adalah garis yang melalui titik sudut dan daerah dalam sudut itu, sehingga terbentuk dua sudut bersisian (*adjacent angle*) yang kongruen” [1] dan diperkuat oleh pendapat [12] “*Axisymmetric of an Isosceles Triangle*” in different learning style.

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Abdillah Khofial Luthfi, Miftahul Jannah, Rachel Aura Azzahra,
Abd Kadir Jaelani, Ilhamuddin, Fathrul Arriah

Generating Solution

Subjek membandingkan bagian-bagian sisi depan garis bagi (m dan n) berbanding sebagai sisi-sisi yang berdekatan. Dalam hal ini $m : n = b : a$. dan memperoleh $am = bn$. Sedangkan keterkaitan indikator pemecahan masalah *ill-structured* dengan tahap berpikir kritis (kesimpulan) dengan cara merumuskan rancangan strategi penyelesaian untuk memperoleh kesimpulan yang beralasan, yaitu untuk menunjukkan bentuk perbandingan $am=bn$ subjek tempuh dengan perkalian silang dari bentuk perbandingan $m : n = b : a$. Hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh [10] “*Generate possible problem solutions,*” yang berarti bahwa peserta didik (dibaca siswa) mencoba menghasilkan solusi-solusi yang mungkin untuk masalah yang diberikan. Kemudian diperkuat oleh hasil penelitian [11] yang mengemukakan bahwa pada tahap *create*, peserta didik membuat berbagai perencanaan untuk menyelesaikan masalah dan Tugas tidak terstruktur memberikan penekanan kuat pada penggunaan informasi dalam situasi dunia nyata, yang menilai kemampuan transfer siswa [4].

Justification

Subjek menunjukkan alternatif penyelesaian masalah dalam bentuk tulisan maupun lisan yang disertai dengan penjelasan. Sedangkan keterkaitan indikator pemecahan masalah *ill-structured* dengan tahap berpikir kritis (evaluasi), yaitu subjek mengimplementasikan strategi yang sudah dibuat dan memperoleh hasil $n = \frac{1}{2}a$ dan $m = \frac{1}{2}b$. Hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh [10] “*Assess the viability of alternative solutions by constructing arguments and articulating personal beliefs*”, yang berarti bahwa peserta didik mencoba menilai alternatif-alternatif penyelesaian dengan membangun argumen dan mengungkapkan dengan percaya diri. Kemudian diperkuat oleh hasil penelitian [11] yang mengemukakan bahwa pada tahap *Decision-making*, peserta didik dapat menemukan dan menentukan solusi yang paling tepat dari beberapa solusi yang telah didapatkannya.

Monitoring and Evaluation

Subjek mengemukakan alasan yang logis bahwa $m = n$ jika $a = b$ maupun sebaliknya. Sedangkan keterkaitan indikator pemecahan masalah *ill-structured* dengan tahap berpikir kritis (penjelasan dan regulasi diri), yaitu melakukan proses evaluasi untuk menilai kredibilitas sebuah klaim/*justification* atau informasi dengan meninjau kembali langkah-langkah penyelesaian masalah disertai penjelasan sampai dengan memperoleh hasil sesuai dengan yang ingin ditunjukkan. Hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh [10] “*Monitor the problem space and solution options,*” yang berarti bahwa peserta didik mengamati kembali antara masalah dan pilihan solusi. Kemudian diperkuat oleh hasil penelitian [11] yang mengemukakan bahwa pada tahap *Evaluate*, peserta didik menilai proses penyelesaian masalah yang menjadi solusi akhir dan tugas tidak terstruktur memberikan penekanan kuat pada penggunaan informasi dalam situasi dunia nyata, yang menilai kemampuan transfer siswa [21].

4. Penutup

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa, pemecahan masalah *ill-structured* merupakan seni atau keindahan berpikir. Hal ini tampak pada siswa yang menggunakan keterampilan berpikir logis

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Abdillah Khofial Luthfi, Miftahul Jannah, Rachel Aura Azzahra,
Abd Kadir Jaelani, Ilhamuddin, Fathrul Arriah

dan kritis dalam memecahkan masalah *ill-structured*, yaitu membantu siswa membangun asumsi-asumsi mereka sendiri. Meskipun proses menunjukkan bahwa siswa mendefinisikan garis bagi sebagai garis yang membagi sudut menjadi dua bagian yang sama, hal ini tentu bertentangan dengan definisi sudut itu sendiri, yakni dua sinar berpangkal sama. Kesimpulan di atas didukung oleh pendapat [26] yang mengemukakan bahwa tidak semua hal terindah dalam matematika bernilai estetika. Hal ini dikarenakan sifat-sifat dari masalah *ill-structured* terdiri dari aspek yang berasal dari situasi yang tidak konkret, bentuk masalahnya tidak mudah didefinisikan, dan diperkenalkan dalam situasi kompleks. Oleh karena itu, hasil kajian terkait eksplorasi estetika matematika melalui berpikir logis dan kritis memperkaya teori-teori yang berkaitan dengan keterampilan berpikir logis dan kritis dalam pemecahan masalah *ill-structured*. Sebagai saran, berdasarkan hasil penelitian terkait eksplorasi estetika matematika melalui berpikir logis dan kritis direkomendasikan sebagai bahan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut ditinjau dari aspek lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alexander, D. C., & Koeberlein, G. M., 2014. *Elementary Geometry for College Students*. Cengage Learning.
- [2] Ani, K., 2021. *Dear Citizen Math: How Math Class Can Inspire a More Rational and Respectful Society*. Damascus: Damascus Rodeo.
- [3] Chi, M. T., & Glaser, R., 1985. *Problem- Solving Ability*. New York: W. H. Freeman.
- [4] Cho, M. K. & Kim, M. K., 2020. Investigating Elementary Students' Problem Solving and Teacher Scaffolding in Solving an Ill-structured problem. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 8(4), 274-289. doi: 10.12973/eurasia.2016.1246a.
- [5] Dale, S. N., Ogilvie, C. A., & Toy, S., 2013, July 2-5. Solving Ill-Structured Problem: Student Behaviour in an Online Problem-Solving Environment. pp. -..
- [6] Facione, P. A., & Gittens, C. A., 2016. *Think Critically*. Pearson.
- [7] Gie, T. L., 1976. *Garis Besar Estetik: Filsafat Keindahan*. Yogyakarta: Yogyakarta.
- [8] Hong, J. Y., & Kim, M. K., 2016. Mathematical abstraction in the solving of ill- structured problems by elementary school students in Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, Vol 12: 267-281. <http://dx.doi.org/10.12973/eurasia.2016.1204a>.
- [9] Jaelani, A. K., Amin, S. M., & Abadi., 2022. Exploring the Critical Thinking Process of Prospective Teachers with High Mathematics Ability in Solving Ill- Structured Problems. *Proceedings of the Eighth Southeast Asia Design Research (SEA-DR)* (p. 56). Vol 627: 52-58. Surabaya: Atlantis Press. <http://dx.doi.org/10.2991/assehr.k.211229.008>.
- [10] Jonassen, D. H., 1997. Instructional design models for well-structured and III- structured problem-solving learning outcomes. *Educational Technology Research and Development*, Vol 45: 65-94. <https://doi.org/10.1007/BF02299613>.

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

**Abdillah Khofial Luthfi, Miftahul Jannah, Rachel Aura Azzahra,
Abd Kadir Jaelani, Ilhamuddin, Fathrul Arriah**

- [11] Kim, M., & Cho, M., 2016. Pre-Service Elementary Teachers' Motivation and Ill-Structured Problem Solving in Korea. *Eurasia journal of mathematics, science and technology education*, Vol 12: 1569-1587. <https://doi.org/10.12973/EURASIA.2016.1246A>
- [12] Koehler, A.A., Vilarinho-Pereira, D.R., 2023. Using social media affordances to support Ill-structured problem-solving skills: considering possibilities and challenges. *Education Tech Research Dev*, Vol 71: 199–235. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10060-1>.
- [13] Lampiran 3 Peraturan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No 58 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Pertama / Madrasah Tsanawiyah 2014.
- [14] Milbourne, J., & Wiebe, E., 2017. The Role of Content Knowledge in Ill-Structured Problem Solving for High School Physics Students. *Springer*, Vol 48: 165-179. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9564-4>.
- [15] National Council of Teacher of Mathematics. 1989. *Curriculum and evaluation standards for School Mathematics. Curriculum and Evaluation Report*. Reston, VA: NCTM.
- [16] National Council of Teacher of Mathematics. 1999. *Principle and Standards for School Mathematics*. Diunduh tanggal 10 Juli 2018 dari <http://eric.ed.gov/foIH/Ejjo54301.pdf>.
- [17] National Council of Teacher of Mathematics. 2000. *Principle and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- [18] R. Nur, F. U., & D. Muhtadi, E., 2021. *Eстетika Matematis Seni Ukir Jepara*. Jepara.
- [19] Sawyer, W. W., 2007. *Mathematician's delight*. New York: Dover Publications, Inc.
- [20] Schoenfeld, A. H., 1992. Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition and sense-making in mathematics. In D. Grouws (Ed.), *Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 334-370). New York: MacMillan. <http://dx.doi.org/10.1177/002205741619600202>.
- [21] Shi L, Dong L, Zhao W and Tan D., 2023. Improving middle school students' geometry problem solving ability through hands-on experience: An fNIRS study. *Frontiers in Psychology*. Vol 14: 1-10. doi: 10.3389/fpsyg.2023.1126047.
- [22] Shin, N., Jonassen, D. H., & McGee, S., 2003. Predictors of Well-Structured and Ill-Structured Problem Solving in an Astronomy Simulation. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol 40 (1): 6-33. <https://doi.org/10.1002/tea.10058>.
- [23] Starikova, I., 2018. *Aesthetic Preferences in Mathematics: A Case Study*. Oxford University Press.
- [24] Utama Utama, D. F., 2022. Collaborative mathematics learning management: Critical thinking skills in problem solving. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, Vol 11 (3) : 1015-1027. <http://dx.doi.org/10.11591/ijere.v11i3.22193>.
- [25] Thanheiser, E., 2023. What is the Mathematics in Mathematics Education?. *Journal of Mathematical Behavior*, Vol 70 3. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2023.101033>.
- [26] Thomas, R., 2016. Beauty is not all there is to Aesthetics in Mathematics. *Oxford University Press*, Vol 25 (1): 116-127. <http://dx.doi.org/10.1093/phimat/nkw019>.
- [27] Y N Firdausi, I. S., 2021. Students' Creative Thinking Process in Solving Ill-Structured Problem at Eight Grade Students with High Ability. *Journal of Physics: Conference Series*, 2. <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1918/4/042071>.