



**PROSES BERPIKIR ALJABAR MAHASISWA DALAM MENYELESAIKAN
MASALAH TRANSFORMASI FUNGSI KOMPLEKS DITINJAU DARI
KECERDASAN VISUAL SPASIAL**

**Maskanur Rezky^{1,a}, Lucy Maryeni^{2,b}, Ninik Diah Wulandari^{3,c}, Sukoriyanto^{4,d},
Mochammad Hafizh^{5,e}**

1,2,3,4,5) Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Malang

a) maskanur.rezky.2003118@students.um.ac.id

b) lucy.maryeni.2003118@students.um.ac.id

c) ninik.diah.2003118@students.um.ac.id

d) sukoriyanto.fmipa@um.ac.id

e) moch.hafizh.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini ialah untuk mendeskripsikan proses berpikir aljabar terhadap kemampuan visualisasi geometri mahasiswa pada materi transformasi fungsi kompleks. Pendekatan penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif jenis deskriptif. Penelitian ini dilaksanakan pada mata kuliah fungsi kompleks program studi S1 Pendidikan Matematika Universitas Negeri Malang. Subjek dalam penelitian ini adalah tiga mahasiswa yang masing-masing memiliki kemampuan tinggi, sedang dan rendah yang dipilih berdasarkan hasil pekerjaan mengenai soal transformasi bilinear fungsi kompleks. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa subjek yang memiliki kemampuan tinggi mampu memenuhi keseluruhan indikator proses berpikir aljabar sehingga dapat membuat visualisasi hasil transformasi secara geometris yang menunjukkan kecerdasan visual spasial yang baik. Subjek yang memiliki kemampuan sedang belum bisa memenuhi keseluruhan indikator proses berpikir aljabar, sehingga kecerdasan visual spasialnya masih perlu dioptimalkan. Subjek yang memiliki kemampuan rendah dalam proses berpikir aljabar belum dapat memenuhi keseluruhan indikator, masih perlu dioptimalkan proses berpikir aljabarnya agar bisa melakukan representasi geometris.

Kata kunci: proses berpikir aljabar, kecerdasan visual spasial

PENDAHULUAN

Proses berpikir merupakan suatu hal yang pasti terjadi selama proses pembelajaran, salah satunya dalam mempelajari aljabar dalam bidang matematika. Naziroh [1] mengungkapkan bahwa pentingnya seseorang berpikir aljabar dalam mempelajari matematika jika ditinjau dalam konten matematika memiliki kaitan erat dalam upaya mengembangkan dan mengomunikasikan pengetahuan baik dalam bilangan, aljabar, geometri ataupun statistik dan peluang. Sementara itu, dalam konteks ilmu lainnya, proses

berpikir aljabar memiliki urgensi dikarekan dapat menyelesaikan masalah pada konteks ilmu lainnya, fisika, komputasi, bisnis dan masalah kehidupan sehari-hari [2]. Proses berpikir aljabar juga dapat membantu seseorang dalam menyelesaikan masalah sehari-hari dengan memanfaatkan simbol-simbol atau alat dan kemampuannya dalam bermatematika [3].

Berpikir aljabar adalah proses berpikir dalam memecahkan masalah dengan alatnya berupa simbol aljabar untuk dianalisa secara kuantitatif yang memperhatikan struktur perubahan, pemodelan matematika, kemampuan memprediksi dan membuat generalisasi serta digunakan dalam berbagai bentuk representasi secara terstruktur untuk menyelesaikan masalah [4]. Jika pendidik dapat memahami proses berpikir aljabar peserta didiknya maka akan dapat melihat kesalahan yang terjadi pada peserta didik sehingga dapat memperbaikinya berdasarkan indikator berpikir aljabar [5]. Adapun indikator berpikir aljabar yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan adaptasi [6] meliputi:

Tabel 1.1 Indikator Berpikir Aljabar dalam Materi Transformasi Fungsi Kompleks

No.	Indikator	Keterangan
1.	Generalisasi	Mahasiswa mampu menentukan bentuk umum dari fungsi aljabar yang diberikan
2.	Abstraksi	Mahasiswa mampu mengidentifikasi kecukupan sumber informasi pada soal
3.	Berpikir analitis	Mahasiswa mampu menyelesaikan bentuk aljabar untuk dibuat dalam fungsi kompleks
4.	Berpikir dinamis	Mahasiswa mampu melakukan manipulasi secara dinamis dari bentuk kompleks yang didapat sebelumnya.
5.	Pemodelan	Mahasiswa mampu memodelkan dan merepresentasikan masalah matematika menggunakan bentuk aljabar
6.	Organisasi	Mahasiswa mampu mengomunikasikan bentuk aljabar ke dalam bidang geometris

Menurut [7], kemampuan dalam memahami pola dan hubungan, membuat analisa dan pemecahan dalam masalah matematika mampu menggunakan simbol-simbol serta model-model matematika dan menganalisa berbagai kasus dalam matematika merupakan komponen yang wajib dimiliki dalam proses berpikir aljabar. Berpikir aljabar melibatkan dua proses pengorganisasian yang utama meliputi kemampuan pemecahan masalah dan kemampuan representasi dan komunikasi. Dalam proses berpikir aljabar, tidak hanya menekankan pada manipulasi simbol, melainkan mendorong peserta didik dalam membuat ide-ide eksplisit, mengonstruksi, merepresentasikannya dan mengomunikasikan secara sistematis [8].

Penelitian yang berkaitan dengan proses berpikir aljabar belum banyak dilakukan. Penelitian terkait hal tersebut masih dilakukan oleh peneliti-peneliti dari luar Indonesia misalnya, [9] terkait progres pembelajaran anak dalam berpikir aljabar, dan [10] terkait perkembangan pemikiran aljabar siswa. Selain itu, beberapa hasil temuan dari penelitian sebelumnya juga mengemukakan kesulitan mahasiswa dalam proses berpikir aljabar. Menurut [11] faktor penghambat mahasiswa dalam berpikir aljabar adalah kurangnya

kemampuan mahasiswa dalam merepresentasikan hal yang diketahui kedalam model matematika (baik dalam persamaan ataupun gambar). Penelitian lain mengenai proses berpikir aljabar pada mahasiswa semester dua dan enam sebagai calon guru matematika dilakukan oleh [12], memberikan kesimpulan bahwa walaupun sebagian besar mahasiswa mampu menyelesaikan soal tersebut dengan berpikir aljabar, tetapi belum sepenuhnya memakai pendekatan pemecahan masalah. Proses berpikir seseorang salah satunya dalam berpikir aljabar berbeda-beda salah satunya ditentukan berdasarkan kecerdasan yang dimiliki. Secara umum tiap orang akan memiliki delapan kecerdasan dasar yang meliputi: kecerdasan linguistik, kecerdasan logika matematis, kecerdasan musikal, kecerdasan kinestetik, kecerdasan intrapersonal dan interpersonal, kecerdasan eksistensial dan kecerdasan visual spasial [13]. Pada penelitian ini, peneliti akan memfokuskan pada kecerdasan visual spasial yang dimiliki oleh seseorang dalam melakukan transformasi fungsi kompleks.

Kecerdasan visual spasial adalah kemampuan seseorang dalam melakukan representasi atau membuat ilustrasi yang ada dalam gagasannya dengan melibatkan hubungan geometris, memperesentasikan serta membuat transformasi dari informasi yang bersifat simbolik. Selain itu, kecerdasan visual spasial dapat dimaknai sebagai proses untuk merepresentasikan dari sesuatu hal yang dipelajari sesuai dengan perkembangan seseorang serta berkaitan dengan garis, warna, bentuk dan ruang [14]. Berikutnya, [15] juga menjelaskan bahwa kecerdasan visual spasial merupakan kemampuan yang mencakup kemampuan berpikir dalam gambar, serta kemampuan untuk menyerap, mengubah dan menciptakan kembali berbagai macam aspek dunia visual. Kecerdasan visual spasial merupakan hal yang penting karena peserta didik dengan tipe kecerdasan spasial mampu meningkatkan prestasi belajar pada bidang geometri [16].

Menurut [17] menyatakan bahwa untuk mengetahui mahasiswa memiliki kecerdasan visual spasial maka perlu melihat indikator yaitu: 1) proses imajinasi, yaitu mampu memberikan informasi atau ilustrasi berdasarkan masalah yang diberikan secara relevan, 2) pembentukan konsep, yaitu mampu membuat konsep berdasarkan materi yang diberikan, 3) pemecahan masalah, yaitu mampu memberikan solusi atas masalah yang disajikan berdasarkan strategi yang telah ditetapkan dan 4) penemuan pola, yaitu mampu menyelesaikan masalah soal geometri melalui proses penemuan pola yang telah terbentuk.

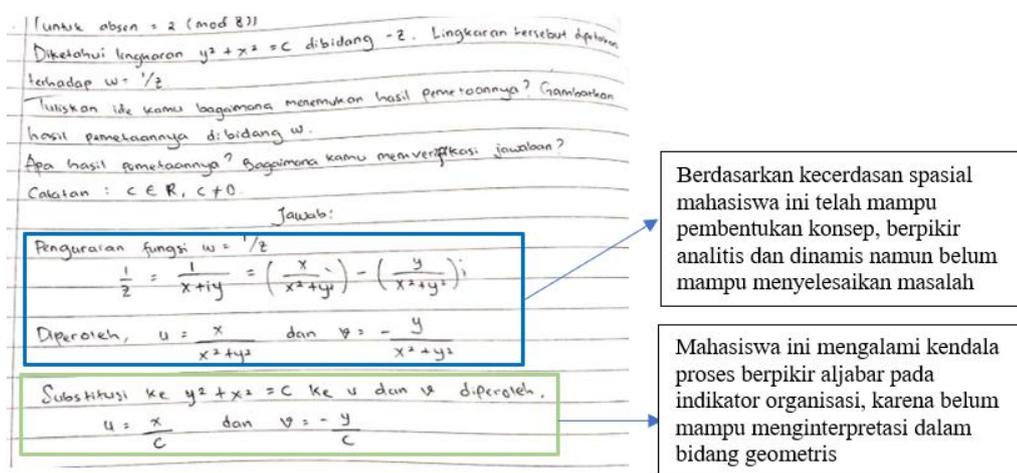
Kecerdasan spasial visual berkaitan dengan erat dan memiliki hubungan positif dengan bidang geometri [18]. Peserta didik masih sering mengalami kesulitan dalam belajar geometri. Hal ini sejalan dengan [5] yang menyatakan bahwa kemampuan geometri siswa di Indonesia masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan materi matematika lainnya. Penelitian lain juga menegaskan bahwa pemahaman dan penalaran peserta didik tentang geometri masih rendah yang disebabkan oleh kurangnya tingkat kemampuan visualisasi objek dalam pikiran siswa [19].

Jika dikaitkan dengan mata kuliah fungsi kompleks yang diharapkan mampu memberikan kemudahan dalam pemahaman dan penalaran di bidang geometris. Namun kenyataannya, kemampuan pemahaman dan penalaran mahasiswa masih belum optimal khususnya pada bilangan kompleks dikarenakan mahasiswa masih mengalami beberapa kesalahan dan tidak memahami konsep terutama pada materi transformasi fungsi kompleks [20]. Penelitian lain yang dilakukan oleh [21] mengungkapkab hawa pada materi transformasi bilinear fungsi kompleks mahasiswa masih mengalami kesulitan

dalam memanipulasi aljabar sehingga salah dalam melakukan transformasinya.

Selanjutnya, peneliti juga melakukan studi pendahuluan untuk mengetahui proses berpikir aljabar mahasiswa di Offering B Pendidikan Matematika semester V Universitas Negeri Malang yang berjumlah 35 mahasiswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 35 mahasiswa tersebut ternyata hanya 14,28% mahasiswa yang mampu menyelesaikan masalah transformasi fungsi kompleks tersebut. Berikut ini disajikan soal dan hasil pekerjaan mahasiswa di kelas tersebut:

Diketahui lingkaran $y^2 + x^2 = c$ di bidang $-z$. Lingkaran tersebut dipetakan terhadap $w = 1/z$.
Tuliskan ide kamu bagaimana menemukan hasil pemetaannya? Gambarkan hasil pemetaannya di bidang w .
Apa hasil pemetaannya? Bagaimana kamu memverifikasi jawaban?
Catatan: $c \in \mathbb{R}, c \neq 0$.



Untuk absen = 2 (mod 8)
Diketahui lingkaran $y^2 + x^2 = c$ di bidang $-z$. Lingkaran tersebut dipetakan terhadap $w = 1/z$.
Tuliskan ide kamu bagaimana menemukan hasil pemetaannya? Gambarkan hasil pemetaannya di bidang w .
Apa hasil pemetaannya? Bagaimana kamu memverifikasi jawaban?
Catatan: $c \in \mathbb{R}, c \neq 0$.

Jawab:

Penguraian fungsi $w = 1/z$

$$\frac{1}{z} = \frac{1}{x+iy} = \left(\frac{x}{x^2+y^2} \right) - \left(\frac{y}{x^2+y^2} \right)i$$
Diperoleh, $u = \frac{x}{x^2+y^2}$ dan $v = -\frac{y}{x^2+y^2}$

Substitusi ke $y^2 + x^2 = c$ ke u dan v diperoleh,

$$u = \frac{x}{c} \quad \text{dan} \quad v = -\frac{y}{c}$$

Berdasarkan kecerdasan spasial mahasiswa ini telah mampu pembentukan konsep, berpikir analitis dan dinamis namun belum mampu menyelesaikan masalah

Mahasiswa ini mengalami kendala proses berpikir aljabar pada indikator organisasi, karena belum mampu menginterpretasi dalam bidang geometris

Gambar 1. Soal dan Hasil Pekerjaan Mahasiswa

Berdasarkan hasil pengerjaan mahasiswa tersebut telah memenuhi indikator abstraksi dengan memahami kecupukan informasi pada soal, berpikir analitis dengan menyelesaikan bentuk aljabar dan berpikir dinamis untuk memisahkan antara bagian dari bilangan real dan bagian dari bilangan imajiner dalam bentuk u dan v . Pemodelan yang ditunjukkan dengan operasi pada fungsi kompleks juga sudah tepat, akan tetapi dari segi indikator berpikir aljabar lainnya yaitu generalisasi dan organisasi belum diselesaikan. Hal ini diindikasikan karena mahasiswa tersebut mengalami kesulitan saat mengolah bentuk $u = \frac{x}{c}$ dan $v = \frac{y}{c}$ untuk menghasilkan persamaan lingkaran yang baru setelah ditransformasi oleh $w = \frac{1}{z}$. Dikarenakan mahasiswa tersebut belum menyelesaikan proses aljabarnya, tentu akan berpengaruh terhadap kecerdasan visual spasial yang belum melakukan proses imajinasi, memecahkan masalah dan pembentukan pola sehingga belum dihasilkan gambar pada bidang $-w$ sebagai hasil setelah ditransformasi.

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan mengenai pentingnya proses berpikir aljabar dan permasalahan yang terjadi pada mahasiswa yang belum optimal terutama jika dikaitkan dengan kecerdasan visual spasial dalam menginterpretasikannya ke bidang

geometris, serta pentingnya mata kuliah fungsi kompleks maka perlu dilihat kemampuan mahasiswa yang berkategori tinggi, sedang dan rendah dalam kemampuan berpikir aljabarnya. Oleh karena itu perlunya dilakukan penelitian mengenai hal tersebut yang berkaitan dengan Proses Berpikir Aljabar Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Masalah Transformasi Fungsi Kompleks Ditinjau dari Kemampuan Visual Spasial.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif jenis deskriptif. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses berpikir aljabar terhadap kemampuan visualisasi geometri mahasiswa pada materi transformasi fungsi kompleks. Penelitian ini dilaksanakan di Offering B mata kuliah fungsi kompleks program studi Pendidikan Matematika S1 FMIPA Universitas Negeri Malang sebanyak 35 mahasiswa. Pemilihan subjek dalam penelitian ini didasarkan pada kategori kemampuan mahasiswa yang tinggi, sedang dan rendah dengan masing-masing kategori diambil satu orang mahasiswa berdasarkan hasil tes yang dianalisa melalui proses berpikir aljabar dan kecerdasan visual spasialnya.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini dalam bentuk kualitatif. Data diperoleh berdasarkan hasil tes siswa dan wawancara untuk mengkaji lebih mendalam proses berpikir aljabar mahasiswa. Soal-soal tersebut telah disesuaikan dengan indikator yang telah dibuat. Setelah data diperoleh, data dianalisis dengan memperhatikan proses berpikir aljabar dari hasil lembar tes mahasiswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum berdasarkan analisa pengerjaan soal yang dilakukan oleh 35 mahasiswa penelitian pada mata materi Transformasi Bilinear Fungsi Kompleks, persentase proses berpikir aljabar berdasarkan indikator yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil Pekerjaan Mahasiswa Berdasarkan Indikator Proses Berpikir Aljabar

No.	Indikator	Persentase Pencapaian Mahasiswa
1.	Generalisasi	8,57%
2.	Abstraksi	28,57%
3.	Berpikir analitis	45,71%
4.	Berpikir dinamis	45,71%
5.	Pemodelan	17,14%
6.	Organisasi	35,71%

Berdasarkan hasil yang ditampilkan pada tabel di atas mengenai persentase pencapaian per indikator, menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa belum menguasai proses berpikir aljabar secara menyeluruh. Bagian indikator membuat generalisasi, mahasiswa masih belum mampu memberikan bentuk umum hasil dari transformasi bilinear fungsi kompleks. Hal ini diindikasikan akibat mereka juga belum menguasai proses abstraksi, berpikir analitis, berpikir dinamis serta melakukan pemodelan sebagai proses yang harus dilalui dalam berpikir aljabar. Melalui proses berpikir analitis dan berpikir dinamis, mahasiswa diharapkan mampu melakukan

manipulasi aljabar sehingga mampu mengabstraksi fungsi menjadi lebih sederhana untuk membuat pemodelan sebagai hasil komposisinya. Apabila serangkaian proses berpikir aljabar melalui indikator yang ditetapkan tersebut belum dikuasai secara optimal, maka hal ini tentu juga berakibat mereka tidak mampu mengorganisasikan hasil dari transformasi fungsi bilinear untuk diinterpretasikan dalam bidang- w berdasarkan kecerdasan visual spasialnya. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh [22; 23] yang mengungkapkan bahwa jika seseorang dapat menggunakan proses berpikir aljabarnya untuk memecahkan masalah dengan memperoleh selesaian untuk selanjutnya direpresentasikan dalam beragam bentuk secara matematis, dalam hal ini ke bidang geometri.

Melalui hasil pengerjaan yang dilakukan oleh 35 subjek penelitian, maka peneliti mengelompokan tipe mahasiswa dalam melakukan proses berpikir aljabar, yakni mahasiswa dengan kemampuan tinggi, sedang dan rendah. Berikut ini diberikan soal dan hasil pekerjaan subjek yang memiliki kategori tersebut mengenai proses berpikir aljabar dikaitkan dengan kecerdasan visual spasial. Soal yang diberikan mengenai masalah transformasi bilinear fungsi kompleks sebagai berikut:

Diketahui $w = \frac{3iz+6}{2z-i}$

- Bagaimanakah komposisi fungsi w yang tepat ?
- Tentukan hasil pemetaan garis $y = k$ yang ditransformasikan oleh fungsi w . Gambarkan hasil pemetaannya di bidang w . (hanya untuk absen genap)
- Tentukan hasil pemetaan garis $x = h$ yang ditransformasikan oleh fungsi w . Gambarkan hasil pemetaannya di bidang w . (hanya untuk absen ganjil)

Gambar 2. Soal Transformasi Bilinear fungsi Kompleks

Berikut ini disajikan hasil dan analisa jawaban dari subjek penelitian yang berkategori tinggi:

The image shows a student's handwritten solution to the problem in Gambar 2. The work is annotated with several boxes and arrows indicating different types of mathematical thinking:

- Berpikir Analitis**: Points to the algebraic manipulation of the function $w = \frac{3iz+6}{2z-i}$ to find its composition.
- Berpikir Dinamis**: Points to the process of finding the image of the line $y=k$ in the w -plane.
- Abstraksi**: Points to the transformation of the complex plane.
- Organisasi**: Points to the graphical representation of the image of the line $y=k$.
- Generalisasi**: Points to the final conclusion about the composition of functions.
- Pemodelan**: Points to the final simplified form of the function.

The student's work includes the following steps:

- Diketahui $w = \frac{3iz+6}{2z-i}$
- a. Bagaimanakah komposisi fungsi w yang tepat ?
- Jawab:
- $w = \frac{3iz+6}{2z-i}$
- $w = \frac{\frac{3}{2}i \left(\frac{3iz+6}{2z-i} \right)}{\frac{3}{2}i}$
- $w = \frac{1}{\frac{3}{2}i} \left(\frac{3iz+6}{2z-i} \right)$
- $w = \frac{3i}{2} \left(\frac{2iz+4-3+3}{2iz+1} \right)$
- $w = \frac{3i}{2} \left(\frac{2iz+1}{2iz+1} + \frac{3}{2iz+1} \right)$
- $w = \frac{3i}{2} \left(1 + \frac{3}{2iz+1} \right)$
- $w = \frac{3i}{2} \left(1 + 3 \left(\frac{1}{2iz+1} \right) \right)$
- diperoleh $w_1 = 2iz+1$
- $w_2 = \frac{1}{w_1}$
- $w_3 = 3(w_2)$
- $w_4 = 1 + w_3$
- $w_5 = \frac{3i}{2}(w_4)$
- Sehingga komposisi fungsi w yang tepat adalah $w = w_5 \circ w_4 \circ w_3 \circ w_2 \circ w_1 = w$

Gambar 3. Hasil Pengerjaan Subjek Berkategori Tinggi

Berdasarkan hasil pengerjaan subjek penelitian yang memiliki kemampuan tinggi tersebut, subjek tersebut telah menguraikan fungsi $f(z) = \frac{3iz+6}{2z-i}$ menjadi bentuk fungsi yang lebih sederhana melalui pemikiran analitis dan dinamis yang dimilikinya dan

memberikan pemodelan berupa bentuk komposisi fungsi hingga memperoleh generalisasi berupa hasil transformasi bilinear yang diharapkan. Proses abstraksi yang disajikan melalui bentuk aljabar itu juga telah mampu diorganisasikan dalam wujud sketsa grafik hiperbolik dalam bidang geometri oleh subjek tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa proses berpikir aljabar telah mampu diinterpretasikan dalam bentuk visual melalui kecerdasan visual spasial subjek tersebut.

Temuan yang dapat diamati ialah bahwa dengan melakukan representasi dalam bentuk geometri, mahasiswa dapat melihat kebenaran hasil yang diperoleh melalui transisi dari berpikir aljabar ke bidang geometri melalui kecerdasan visual spasialnya. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [24] yang mengungkapkan bahwa bentuk geometri akan membantu seseorang dalam melihat kembali proses perhitungan yang dilakukan sehingga menjadi tantangan tersendiri untuk meyakinkan kebenaran dari proses berpikir aljabar yang dilalui seseorang.

Berdasarkan hasil wawancara dengan subjek tersebut, mengungkapkan bahwa untuk menginterpretasikan bentuk aljabar sebagai upaya mendapatkan hasil transformasinya yaitu dengan memasukan beberapa nilai ke dalam fungsi yang diberikan serta kemudian menghubungkan titik-titik yang didapat sehingga diperoleh hasil transformasi pada bidang $-w$. Jika ditinjau dari aspek kecerdasan visual spasial maka subjek tersebut telah mampu menemukan pola untuk diinterpretasikan dalam bidang $-w$, melalui proses imajinasinya mampu memberikan ilustrasi yang tepat dengan berdasarkan pembentukan konsep sebagai hasil transformasi bilinear.

Selanjutnya, peneliti melakukan analisa hasil pengerjaan subjek penelitian yang berkategori sedang sebagai berikut:

The image shows handwritten mathematical work on a grid background. It includes several steps of algebraic manipulation and a geometric interpretation. Annotations in pink boxes identify different thinking processes:

- Berpikir Analitis:** Points to the initial algebraic manipulation of the function $w = \frac{-3z + 6i}{2iz + 1}$.
- Berpikir Dinamis:** Points to the substitution of $z = \frac{x+iy}{x-iy}$ and the resulting complex expression.
- Abstraks:** Points to the table of domain and range for the function, showing the mapping of points $(1,0)$, $(1,1)$, and $(1,2)$ in the z -plane to points in the w -plane.
- Organisasi:** Points to the final geometric interpretation, including a graph of the function in the x - y plane and a sketch of the resulting hyperbola in the w -plane.

Gambar 4. Hasil Pengerjaan Subjek Berkategori Sedang

Secara keseluruhan, subjek tersebut telah melakukan proses berpikir aljabar yang meliputi indikator: berpikir analitis, berpikir dinamis, abstraksi dan organisasi. Meskipun keempat indikator tersebut telah ditunjukkan melalui pengerjaannya, namun mahasiswa tersebut masih mengalami kesalahan dalam berpikir dinamis, karena masih melibatkan

variabel z dalam penguraian fungsi yang lebih sederhana pada w_2 dan w_3 . Hal ini mengindikasikan subjek tersebut masih mengalami kesalahan dalam memahami fungsi komposisi. Selanjutnya, hasil dari transformasi bilinear yang disajikan dalam bidang- w masih belum tepat. Hal ini disebabkan subjek tersebut tidak membuat generalisasi dari hasil transformasi bilinear yang diharapkan, sehingga terjadi proses transisi yang salah dalam membuat visualisasi melalui kecerdasan visual spasialnya. Jika ditinjau dari kecerdasan visual spasialnya maka subjek tersebut masih belum mampu menerapkan konsep yang didapat, membuat visualisasi gambar yang tepat baik menggunakan pola atau kemampuan pemecahan masalah yang dimiliki.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [25] yang mengungkapkan bahwa pemecahan masalah yang melibatkan proses transfer simbolik dalam hal ini bentuk aljabar maka mengharuskan seseorang berpikir kreatif dan kritis untuk menghasilkan kecerdasan visual spasial yang mereka gambarkan dalam bidang geometri. Ketika, mereka mengalami kendala dalam melakukan perancangan, penerapan ide dan pengaitan konsep, maka akan mengalami kesulitan atau kesalahan dalam kecerdasan visual spasial mereka yakni untuk membuat ilustrasi secara geometris.

Berikutnya disajikan hasil pengerjaan subjek penelitian dengan kategori rendah sebagai berikut:

(3) Fungsi $W = \frac{-3z + 6i}{2iz - 1}$
 a) Berdasarkan komposisi Fungsi yang tepat?
 b) Tentukan hasil pemetaan garis $y = k$ yang dibantu Formasi dan oleh w . Gambarkan hasil pemetaan pada bidang w .
 Jawaban:
 a) $\frac{-3z + 6i}{2iz - 1} \times \frac{2i}{2i} = \frac{-6iz - 12}{-4z - 2i}$
 $\frac{-6iz - 12}{-4z - 2i} = \frac{-6iz + 3 - 15}{2i(2iz - 1)} = \frac{-6iz + 3}{2i(2iz - 1)} - \frac{15}{2i(2iz - 1)}$
 $= \frac{-3}{2i} - \frac{15}{2i(2iz - 1)}$
 $\left(\frac{-3}{2i} - \frac{15}{2i(2iz - 1)}\right) \cdot i = \frac{3i}{2} + \frac{15i}{2(2iz - 1)}$
 $w_1 = 2iz - 1$
 $w_2 = \frac{1}{2iz - 1} = \frac{1}{w_1}$
 $w_3 = \frac{15i}{2(2iz - 1)} = \frac{15i}{2} \cdot w_2$
 $w_4 = \frac{3i}{2} + \frac{15i}{2(2iz - 1)} = \frac{3i}{2} + w_3$
 Komposisi Fungsinya adalah $w = w_4 \circ w_3 \circ w_2 \circ w_1$ → Pemodelan

Berpikir Analitis: Mahasiswa telah melakukan proses manipulasi aljabar dengan cukup baik walaupun masih terdapat kesalahan penulisan.

Berpikir Dinamis: Proses pemecahan fungsi menjadi lebih sederhana telah mampu dilakukan.

Pemodelan: Pemodelan ini tidak dilanjutkan dalam generalisasi dan abstraksi untuk mendapatkan generalisasi sebagai hasil transformasi.

Gambar 5. Hasil Pengerjaan Subjek Berkategori Rendah

Melalui hasil pengerjaan subjek tersebut menunjukkan bahwa sudah mampu untuk melakukan berpikir analitis dengan membuat manipulasi aljabar, meskipun masih mengalami *process skills error* jika ditinjau berdasarkan kesalahan Newman, yaitu kesalahan penulisan yang seharusnya -12 tetapi dituliskan iz . Subjek penelitian tersebut juga sudah membuat pemodelan komposisi berdasarkan hasil pemikiran dinamisnya, Akan tetapi, subjek tersebut tidak melakukan abstraksi yakni proses memahami transformasi yang terjadi sehingga tidak memperoleh generalisasi sebagai hasil transformasinya dan tidak bisa mengorganisasi yang dikaitkan dengan kecerdasan visual spasial untuk merepresentasikan dalam bidang- w . Berdasarkan hasil wawancara terhadap subjek tersebut mengungkapkan bahwa belum memahami cara untuk menggambarkan hasil transformasi yang dilakukan setelah memperoleh fungsi komposisi

bilinear tersebut. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [26] yang menunjukkan bahwa siswa yang kurang mengoptimalkan kecerdasan visual spasialnya, akan mengalami kesulitan dalam menerapkan pengetahuan yang telah dimiliki dalam memodifikasi dan menginterpretasi secara geometris dalam hal ini melakukan visualisasi hasil transformasi pada bidang $-w$.

Secara keseluruhan, penelitian ini mengungkap bahwa pentingnya proses berpikir aljabar pada materi transformasi fungsi kompleks dalam melakukan interpretasi secara geometris sebagai hasil transformasi dari bidang $-z$ ke bidang $-w$. Interpretasi geometris ini memerlukan kecerdasan visual spasial yang dimiliki oleh mahasiswa. Temuan yang menarik pada penelitian ini ialah untuk memperoleh sketsa geometris maka mahasiswa harus melakukan manipulasi aljabar yang melibatkan serangkaian proses berpikir aljabarnya dan juga akan ditentukan berdasarkan kecerdasan visual spasial yang dimiliki. Ketika mahasiswa telah menyelesaikan proses aljabarnya, maka perlu ditinjau juga dari segi kecerdasan visual spasialnya tentang proses imajinasi yang dilakukan, pembentukan konsep dan pemecahan masalah serta penemuan pola untuk menggambar hasil transformasi pada bidang $-w$. Terdapat kesulitan yang dialami mahasiswa saat melakukan visualisasi secara geometris untuk menunjukkan hasil transformasinya. Hal ini bisa diatasi salah satunya dengan menggunakan *software* komputer. Sejalan dengan penelitian yang dikemukakan oleh [27; 28] yang mengungkapkan bahwa dalam mengatasi kesulitan kecerdasan visual spasial maka perlunya merancang pembelajaran matematika untuk bisa melibatkan penggunaan teknologi yang berkembang salah satunya program komputer sehingga mendukung proses interpretasi geometri.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisa yang dilakukan dari pekerjaan subjek penelitian mengenai transformasi bilinear fungsi kompleks menunjukkan bahwa: 1) subjek yang memiliki kemampuan tinggi mampu memenuhi keseluruhan indikator proses berpikir aljabar sehingga bisa membuat visualisasi hasil transformasi geometri yang menunjukkan kecerdasan visual spasial yang baik, 2) subjek yang memiliki kemampuan sedang belum bisa memenuhi keseluruhan indikator proses berpikir aljabar, serta juga masih melakukan beberapa kesalahan dalam pemahaman interpretasi geometrisnya, sehingga kecerdasan visual spasialnya masih perlu dioptimalkan dan 3) subjek yang memiliki kemampuan rendah dalam proses berpikir aljabar masih perlu mengoptimalkan proses berpikir aljabarnya serta masih mengalami kesalahan dan belum bisa melakukan representasi geometris. Hal ini mengindikasikan bahwa proses berpikir aljabar akan menentukan kemampuan kecerdasan visual spasial seseorang, dengan kata lain proses berpikir aljabar serta kecerdasan visual spasial sangat diperlukan untuk menyelesaikan masalah transformasi fungsi kompleks.

Rekomendasi penelitian yang dilakukan selanjutnya sebagai upaya mengoptimalkan proses berpikir aljabar perlu dilakukan pengembangan model pembelajaran atau assesmen yang mampu melatih keterampilan proses berpikir aljabar dan mampu mendukung kecerdasan visual spasial peserta didik. Penelitian berikutnya juga bisa menganalisa korelasi antara kemampuan proses berpikir aljabar seseorang terhadap kecerdasan visual spasialnya. Selain itu, diperlukannya penerapan atau pengembangan media pembelajaran yang bisa memfasilitasi kecerdasan visual spasial pembelajar.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Naziroh, I. A., Suharto, S., Yudianto, E., Hobri, H., & Murtikusuma, R. P. (2018). Proses Berpikir Aljabar Siswa Dalam Memecahkan Permasalahan Matematika Berdasarkan Kemampuan Aljabar Dan Gender. *Kadikma*, 9(2), 136-144.
- [2] Saputro, G. B., & Mampouw, H. L. (2018). Profil Kemampuan Berpikir Aljabar Siswa Smp Pada Materi Persamaan Linear Satu Variabel Ditinjau Dari Perbedaan Gender. *Numeracy*, 5(1), 77-90.
- [3] Toheri, T. (2012). Analisis Keterampilan Berpikir Aljabar Mahasiswa Semester IV Tahun Ajaran 2011–2012 Iain Syekh Nurjati Cirebon. *EduMa*, 2(2), 54757.
- [4] Kieran, C. (2004). Algebraic Thinking in The Early Grades: What Is It. *The Mathematics Educator*, 8(1), 139-151.
- [5] Hadi, S., & Novaliyosi. (2019). TIMSS Indonesia (Trends in International Mathematics and Science Study). Prosiding Seminar Nasional & Call for Papers.
- [6] Lew, H[7]–[10]. (2004). Developing Algebraic Thinking in Early Grades: Case Study of Korean Elementary School Mathematics 1. *The Mathematics Educator*, 8(1), 88–106.
- [7] Kusumaningsih, W., Mustoha, A., & Rahman, F. (2018). Pengaruh Strategi Multiple Representasi Pada Pembelajaran Realistik Matematik Terhadap Kemampuan Berpikir Aljabar Siswa. *JIPMat*, 3(1), 75-81.
- [8] Tagle, J., Belecina, R. R., & Ocampo Jr, J. M. (2016). Developing algebraic thinking skills among grade three pupils through pictorial models. *EDUCARE*, 8(2).
- [9] Blanton, M., Stephen, A., Knuth, E., Gardiner, A., & Isler, I. (2014). Progressions of Learning in Children’s Algebraic Thinking. Manuscript In Preparation
- [10] Blanton, M., Stephen, A., Knuth, E., Gardiner, A., & Isler, I., & Kim, J.-S. (2015). The Development of Children’s Algebraic Thinking: The Impact of Comprehensive Early Algebra Intervention in Third Grade. *Journal for Research in Mathematics Education*, 46(1), 39-87
- [11] Cahyanintyas, Novita. Dian, Toto. (2018). Analisis Proses Berpikir Aljabar. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 6(1), 51-60.
- [12] Nur’aeni, Epon & Apriani, Ika Fitri. (2016). Analisis Proses Berpikir Aljabar Siswa Sekolah Dasar, Guru Sekolah Dasar dan Mahasiswa Calon Guru Sekolah Dasar pada Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar. *Jurnal Pembelajaran Matematika*, 3(1).69-78
- [13] Armstrong, T. (2003). *The Multiple Intelligence of Reading and Writing: Making the Words Come Alive* (pp.13-14). Alexandria. Virginia USA
- [14] Qurniyawati, Q., & Tasu'ah, N. (2020). Geometry Mosaic to Improve Spatial-Visual Intelligence of Children Age 5-6 Years. *BELIA: Early Childhood Education Papers*, 9(2), 73-79.
- [15] Nasution, E. Y. P. (2017). Meningkatkan Kemampuan Spasial Siswa Melalui Pembelajaran Geometri Berbantuan Cabri 3D. *Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 2(2), 179–194.
- [16] M. U. Fauzi, “Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Berdasarkan Kecerdasan Visual Spasial,” Universitas Muhammadiyah Jember, 2020.
- [17] Muljo, A. (2014). Korelasi Kecerdasan Visual Spasial dan Kecerdasan Logis Matematis dengan Kemampuan Berpikir Kreatif di SMA Negeri 1 Kejuruan Muda.

In IAIN Langsa.

- [18] S. Mananeke, J. Wenas, and O. Sambuaga, “Hubungan Kecerdasan Visual-Spasial dengan Hasil Belajar Matematika Siswa pada Materi Geometri,” *Jurnal Sains, Matematika & Edukasi*, vol. 5, no. 1, 2017.
- [19] V. D. Librianti, “Kecerdasan Visual Spasial dan Logis Matematis dalam Menyelesaikan Masalah Geometri Siswa Kelas VIII A SMP Negeri 10 Jember,” Universitas Jember, 2015.
- [20] I. Wahyuni and N. I. Karimah, “Analisis Kemampuan Pemahaman dan Penalaran Matematis Mahasiswa Tingkat IV Materi Sistem Bilangan Kompleks pada Mata Kuliah Analisis Kompleks,” *Jurnal Nasional Pendidikan Matematika*, vol. 1, no. 2, 2017.
- [21] Karimah, N. I., & Setiyani, S. (2019). Penerapan Lesson Study Pada Mata Kuliah Fungsi Peubah Kompleks. *WACANA AKADEMIKA: Majalah Ilmiah Kependidikan*, 3(2), 199-208.
- [22] Nurcholifah, S., Purwoko, R. Y., & Kurniawan, H. (2020). Analisis Kemampuan Berpikir Aljabar Dalam Menyelesaikan Masalah Matematika Berbasis Open-Ended. *Maju: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 7(2), 44-52.
- [23] Faranita, S. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Aljabar Siswa SMP yang Bergaya Kognitif Impulsif – Reflektif Ditinjau dari Gender Reflective Cognitive Ability as Viewed From gender). 1, 49–60.
- [24] Apsari, R. A., & Putri, R. I. I. (2020). Geometry Representation to Develop Algebraic Thinking: A Recommendation for a Pattern Investigation in Pre-Algebra Class. *Journal on Mathematics Education*, 11(1), 45-58.
- [25] Novitasari, D., Triutami, T. W., Wulandari, N. P., Rahman, A., & Alimuddin, A. (2020). Students’ Creative Thinking in Solving Mathematical Problems Using Various Representations. In 1st Annual Conference on Education and Social Sciences (ACCESS 2019) (pp. 99-102). Atlantis Press.
- [26] Triutami, T. W., Hariyanti, U., Novitasari, D., Tyaningsih, R. Y., & Junaidi, J. (2021). High Visual-Spatial Intelligence Students’ Creativity in Solving PISA Problems. *JTAM (Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika)*, 5(1), 36-49.
- [27] Ochkov, V. F., & Bogomolova, E. P. (2015). Teaching mathematics with mathematical software. *Journal of Humanistic Mathematics*, 5(1), 265-285.
- [28] Zaldívar-Colado, A., Alvarado-Vázquez, R. I., & Rubio-Patrón, D. E. (2017). Evaluation Of Using Mathematics Educational Software for The Learning of First-Year Primary School Students. *Education Sciences*, 7(4), 79.