

ANALISIS KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI PADA PEWARNAAN TOTAL ANTIAJAIB P_4 -DEKOMPOSISI SUPER GRAF PRISMA

Erwinda Viantasari¹, Dafik², Arif Fatahillah²

Program Studi (S1) Pendidikan Matematika, Jurusan Pendidikan MIPA, FKIP

Universitas Jember

E-mail: erwindaviantasari@gmail.com

Abstract: The high order thinking skills on this research based on revised Bloom's Taxonomy which includes Remembering, Understanding, Applying, Analysing, Evaluating, and Creating. Super \mathcal{H} -decomposition antimagic total labeling on a graph $G(V, E)$ is a bijective function $f: V \cup E \rightarrow \{1, 2, 3, \dots, |V| + |E|\}$ that fulfills for every two neighboring isomorphic subgraphs (just share vertex elements and minimumly share one vertex) H_i and H_j , $w(H_i) \neq w(H_j)$, where for each H_i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$, H_i is a subgraph of graph G that contains vertices v_k and edges e_l , $k = 1, 2, 3, \dots, |V(H_i)|$, $l = 1, 2, 3, \dots, |E(H_i)|$, $w(H_i) = f(v_k) + f(e_l)$. Next, it is called coloring if many of different weights is at its minimum. The purpose of this article is to analyze the high order thinking skills in finding super P_4 -decomposition antimagic total on Prism graph.

Keywords: High Order Thinking Skills, Super P_4 -Decomposition Antimagic Total Coloring, and Prism Graph

PENDAHULUAN

Permasalahan sehari-hari yang semakin kompleks dan tantangan jaman menuntut manusia untuk mampu menyelesaikannya secara logis. Usaha manusia dalam menemukan penyelesaian tersebut mendorong berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi. Matematika sebagai *Queen of Science* menyumbang kontribusi yang besar terhadap berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, sehingga penguasaan matematika penting bagi penerus bangsa. Salah satu pentingnya matematika juga diungkapkan oleh NRC [1] dengan pernyataan "*Mathematics is the key to opportunity*".

Matematika adalah pola pikir; pola mengorganisasikan; pembuktian yang logis; atau bahasa yang didefinisikan secara cermat, jelas, dan akurat, dengan representasi berupa simbol [2]. NRC [1] menyatakan bahwa "*Mathematics is a science of patterns*

¹ Mahasiswa S-1 Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember

² Dosen Prodi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember

and order”. Matematika adalah cabang ilmu yang sering digunakan dalam berbagai ilmu pendidikan dan merupakan ilmu universal yang mendasari perkembangan teknologi modern [19]. Terdapat sekitar 60 sampai 70 cabang matematika yang berbeda [3], salah satunya adalah matematika diskrit yang termuat di dalamnya teori graf. Salah satu kajian dalam teori graf tersebut adalah dekomposisi. Konsep mengenai dekomposisi graf berasal dari konsep selimut (*covering*) yang pertama kali diperkenalkan oleh Gutiérrez dan Lladló [4]. Suatu graf G dengan subgraf \mathcal{H} memiliki keluarga subgraf $\mathcal{H} = \{\mathcal{H}_1, \mathcal{H}_2, \mathcal{H}_3, \dots, \mathcal{H}_n\}$ dengan setiap sisi di G termuat sekurang-kurangnya pada satu subgraf \mathcal{H}_i untuk suatu $i = \{1, 2, 3, \dots, n\}$ disebut dengan selimut (*covering*). Suatu graf G dikatakan memuat selimut- \mathcal{H} (\mathcal{H} -*covering*) jika setiap sisi pada $E(G)$ termuat pada sedikitnya satu subgraf dari G yang isomorfik dengan \mathcal{H} [5]. Gutiérrez dan Lladló [4] memperkenalkan pelabelan total H -ajaib dengan menggunakan konsep selimut- \mathcal{H} . Selanjutnya, pelabelan total \mathcal{H} -ajaib yang terkait dengan selimut- \mathcal{H} dinamakan pelabelan selimut- \mathcal{H} ajaib. Jika tidak terdapat pemakaian sisi bersama, maka graf tersebut memiliki pelabelan selimut sempurna atau pelabelan dekomposisi.

Graf-graf yang dapat di- \mathcal{H} -dekomposisikan adalah graf yang memiliki keteraturan bentuk sehingga dapat dijadikan subgraf-subgraf isomorfik yang disjoint sisi, salah satunya adalah graf Prisma. Graf Prisma D_n untuk $n \geq 3$ adalah graf yang memuat lingkaran dalam $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ dan lingkaran luar $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ serta himpunan n jeruji $x_i y_i, i = 1, 2, 3, \dots, n$ [6].

Pada teori graf juga dipelajari mengenai pelabelan. Pelabelan sebuah graf G adalah fungsi yang memetakan beberapa himpunan elemen graf G ke himpunan bilangan bulat bukan negatif [20]. Pewarnaan adalah suatu pelabelan namun dengan aturan tertentu, yaitu sebuah warna atau label digunakan secara optimal sebelum warna atau label selanjutnya.

Penentuan pewarnaan \mathcal{H} -dekomposisi pada sebuah graf memerlukan suatu proses kognitif yaitu berpikir. Berpikir adalah proses yang membentuk representasi mental baru melalui transformasi informasi ke dalam interaksi kompleks dari aktivitas mental yang mencakup pertimbangan, pengabstrakan, penalaran, penggambaran, pemecahan masalah logis, dan pembentukan konsep [7]. Sehingga berpikir melibatkan kegiatan memanipulasi dan mentransformasi informasi dalam memori [8]. Berpikir

dimulai apabila seseorang dihadapkan pada suatu masalah dan menghadapi sesuatu yang menghendaki adanya jalan keluar. Situasi yang menghadapi adanya jalan keluar tersebut mengundang yang bersangkutan untuk memanfaatkan pengetahuan, pemahaman, atau keterampilan yang sudah dimilikinya. Kemudian terjadi suatu proses tertentu di otak sehingga ia mampu menemukan sesuatu yang tepat dan sesuai digunakan untuk mencari jalan keluar terhadap masalah yang dihadapinya. Dengan demikian yang bersangkutan melakukan proses yang dinamakan berpikir [9]. Menurut Lewis dan Smith [10] berpikir tingkat tinggi terjadi saat seseorang mengambil informasi baru, mengaitkan dengan informasi yang telah tersimpan dalam memori, menata ulang, dan memperluas informasi tersebut untuk mencapai suatu tujuan atau menemukan kemungkinan jawaban dalam situasi yang membingungkan.

Kemampuan berpikir setiap orang berbeda-beda sehingga terdapat dua klasifikasi tingkat berpikir yaitu keterampilan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skills*) dan keterampilan berpikir tingkat rendah (*lower order thinking skills*). Kemampuan berpikir tingkat rendah merupakan kemampuan berpikir yang hanya menuntut seseorang untuk mengingat, memahami, dan mengaplikasikan. Sedangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi adalah keterampilan mengingat, memahami, mengaplikasikan, menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta. Secara teoritis keterampilan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skills*) berkaitan langsung dengan taksonomi yang diajukan oleh Bloom [11].

Keterampilan berpikir tingkat tinggi merupakan kemampuan menghubungkan, memanipulasi, dan mentransformasi, pengetahuan serta pengalaman yang sudah dimiliki untuk berpikir secara kritis dan kreatif dalam upaya menentukan keputusan dan memecahkan masalah pada situasi baru [21]. Keterampilan berpikir tingkat tinggi adalah kegiatan berpikir yang melibatkan level kognitif hierarki taksonomi yang diajukan Bloom [12]. Krathwohl [13] menyatakan bahwa Taksonomi Bloom dianggap sebagai dasar berpikir tingkat tinggi, pemikiran ini didasarkan bahwa beberapa jenis pembelajaran memerlukan proses kognisi yang lebih daripada yang lain, tetapi memiliki manfaat-manfaat lebih umum. Bloom mengklasifikasi ranah kognitif menjadi enam tingkatan yaitu pengetahuan (*knowledge*), pemahaman (*comprehention*), penerapan (*application*), analisis (*analysis*), sintesis (*synthesis*), dan evaluasi (*evaluation*). Setelah

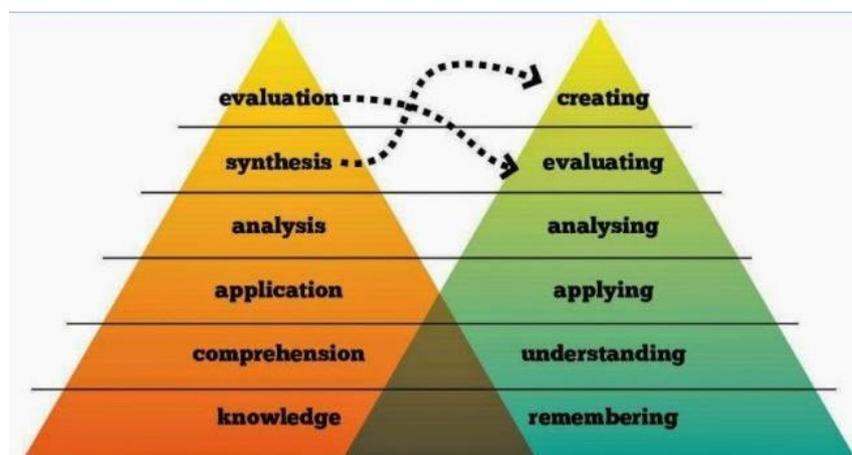
direvisi, Taksonomi Bloom memuat enam level tingkatan berpikir, yaitu mengingat (*remembering*), memahami (*understanding*), menerapkan (*applying*), menganalisis (*analysing*), mengevaluasi (*evaluating*), dan mencipta (*creating*).

Kemampuan berpikir tingkat tinggi merupakan suatu kemampuan yang tidak dapat diperoleh secara instan. Untuk mencapai setiap level harus menguasai level berpikir yang ada di bawahnya terlebih dahulu, artinya untuk sampai pada level berpikir mencipta, maka seseorang harus menguasai semua level berpikir di bawahnya yaitu mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi (site pak arif). Berikut ini adalah penjelasan dan pilihan kata kerja kunci dari ranah kognitif yang telah direvisi [14]:

- 1) mengingat adalah kemampuan menyebutkan kembali informasi atau pengetahuan yang tersimpan di dalam ingatan. Kata kerja kuncinya: mendefinisikan, menyusun daftar, menjelaskan, mengingat, mengenali, menemukan kembali, menyatakan, mengulang, mengurutkan, menamai, menempatkan, menyebutkan;
- 2) memahami adalah kemampuan memahami instruksi dan menegaskan pengertian atau makna ide atau konsep yang telah diajarkan baik dalam bentuk lisan, tertulis, maupun grafik atau diagram. Kata kerja kuncinya: menerangkan, menjelaskan, menerjemahkan, menguraikan, mengartikan, menafsirkan, menginterpretasikan, mendiskusikan, menyeleksi, mendeteksi, melaporkan, menduga, mengelompokkan, memberi contoh, merangkum, menganalogikan, mengubah, memperkirakan. Selain itu, terdapat kata kunci lain yaitu membangun, menggambarkan, dan mendemonstrasikan [15];
- 3) menerapkan adalah kemampuan melakukan sesuatu dan mengaplikasikan konsep dalam situasi tertentu. Kata kerja kuncinya: memilih, menerapkan, melaksanakan, menggunakan, mendemonstrasikan, memodifikasi, menunjukkan, membuktikan, menggambarkan, memprogramkan, mempraktekkan;
- 4) menganalisis adalah kemampuan memisahkan konsep ke dalam beberapa komponen dan menghubungkan satu sama lain untuk memperoleh pemahaman atas konsep tersebut secara utuh. Kata kerja kuncinya: mengkaji ulang,

membedakan, membandingkan, memisahkan, menghubungkan, menunjukkan hubungan antara variabel, memecah menjadi beberapa bagian, menyisihkan menjadi beberapa bagian, mengorganisir, mengkerangkakan;

- 5) mengevaluasi adalah kemampuan menetapkan derajat sesuatu berdasarkan norma, kriteria atau patokan tertentu. Kata kerja kuncinya: menilai, mengevaluasi, menjustifikasi, mengecek, mengkritik, memprediksi, membenarkan, menyalahkan, menyeleksi;
- 6) mencipta adalah kemampuan memadukan unsur-unsur menjadi suatu bentuk yang utuh dan koheren, atau membuat sesuatu yang orisinal. Kata kerja kuncinya: merakit, merancang, menemukan, menciptakan, memperoleh, mengembangkan, memformulasikan, membangun, membentuk, membuat, melakukan inovasi, mendesain, menghasilkan karya.



Gambar 1. Tingkatan Berpikir Taksonomi Bloom Sebelum dan Setelah Revisi

Pada sebuah taksonomi, satu kontinum terdiri atas beberapa kategori. Taksonomi Bloom sebelum revisi hanya terdiri atas satu dimensi yaitu dimensi pengetahuan, sedangkan Taksonomi Bloom yang telah direvisi mempunyai dua dimensi yakni dimensi proses kognitif dan dimensi pengetahuan. Dimensi proses kognitif terdiri atas enam kategori yaitu mengingat, memahami, mengaplikasikan, menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta. Kontinum yang mendasari dimensi proses kognitif dianggap sebagai tingkat-tingkat kognisi yang kompleks, misalnya memahami dianggap merupakan tingkat kognisi yang lebih kompleks ketimbang mengingat. Adapun dimensi pengetahuan terdiri atas pengetahuan Faktual, Konseptual, Prosedural, dan Metakognitif. Kategori ini dianggap merupakan kontinum dari yang konkret

(Faktual) sampai yang abstrak (Metakognitif). Kategori-kategori Konseptual dan Prosedural mempunyai tingkat keabstrakan, misalnya pengetahuan prosedural lebih konkret ketimbang pengetahuan konseptual yang paling abstrak [16].

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis keterampilan berpikir tingkat tinggi yang mengacu pada Taksonomi Bloom revisi dalam menemukan pewarnaan total antiajaib P_4 -dekomposisi super pada graf Prisma.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksploratif dan terapan. Penelitian eksploratif yaitu penelitian yang bertujuan untuk menggali hal-hal yang ingin diketahui dan hasil penelitian dapat digunakan sebagai dasar penelitian selanjutnya. Penelitian terapan adalah penelitian yang digunakan untuk menerapkan hasil penemuan untuk pemecahan masalah tertentu, bertujuan untuk memberikan solusi atas permasalahan tertentu secara praktis, dilaksanakan secara hati-hati, sistematis, dan terus menerus.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deduktif aksiomatik dan pendeteksian pola (*pattern recognition*). Metode deduktif aksiomatik adalah metode penelitian yang menggunakan prinsip-prinsip pembuktian deduktif yang berlaku dalam logika matematika dengan menggunakan aksioma atau teorema yang telah ada untuk pemecahan masalah. Metode pendeteksian pola yaitu metode pencarian pola untuk mendapatkan pewarnaan total antiajaib \mathcal{H} -dekomposisi super pada graf Prisma sedemikian hingga diperoleh banyak pewarnaan minimal. Tahapan penemuan bilangan kromatik χ_{Hat} mengacu pada tahapan berpikir Taksonomi Bloom yang telah direvisi yaitu mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta.

Pada penelitian ini juga dilakukan uji validasi instrumen keterampilan berpikir tingkat tinggi oleh dua orang dosen yang ahli pada topik yang dibahas dan dua alumni Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Jember yang memahami topik tersebut. Kevalidan instrumen mengikuti Tabel 1 di bawah.

Instrumen dapat digunakan jika telah memenuhi kriteria valid atau sangat valid sesuai tabel di atas. Apabila instrument masih dikategorikan cukup, kurang, atau tidak valid, maka harus dilakukan revisi sesuai saran validator [17].

Tabel 1. Tingkat Kevalidan Instrumen

Nilai V_a	Tingkat Kevalidan
$V_a = 5$	Sangat Valid
$4 \leq V_a < 5$	Valid
$3 \leq V_a < 4$	Cukup Valid
$2 \leq V_a < 3$	Kurang Valid
$1 \leq V_a < 2$	Tidak Valid

Prosedur penelitian yang dilakukan dalam menentukan pewarnaan total antiajaib P_4 -dekomposisi super pada graf Prisma berdasarkan tahapan berpikir Taksonomi Bloom dijabarkan sebagai berikut.

- 1) Mengingat adalah kemampuan menyebutkan kembali informasi atau pengetahuan yang tersimpan di dalam ingatan. Kata kerja operasional yang dipilih pada tahapan berpikir ini adalah mengingat dan mengenali. Indikator yang diajukan terdiri atas mengingat kembali terminologi dasar graf, mengingat kembali mengenai pengertian graf khusus beserta contohnya, dan mengenali karakteristik graf yang akan diteliti. Sehingga, kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah menentukan graf yang akan diteliti.
- 2) Memahami adalah kemampuan memahami instruksi dan menegaskan pengertian atau makna ide atau konsep yang telah diajarkan baik dalam bentuk lisan, tertulis, maupun grafik atau diagram. Kata kerja operasional yang dipilih pada tahapan berpikir ini adalah membangun, menjelaskan, dan menduga. Indikator yang diajukan terdiri atas membangun kardinalitas graf Prisma, menjelaskan konsep pewarnaan total antiajaib P_4 -dekomposisi super pada graf, dan menduga pewarnaan total antiajaib P_4 -dekomposisi super pada graf serta banyak pewarnaan minimumnya. Sehingga, kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah menentukan kardinalitas graf yang diteliti dan menentukan dugaan pewarnaan serta banyak pewarnaan minimum yang mungkin.
- 3) Menerapkan adalah kemampuan melakukan sesuatu dan mengaplikasikan konsep dalam situasi tertentu. Kata kerja operasional yang dipilih pada tahapan berpikir ini adalah menerapkan. Indikator yang diajukan adalah menerapkan pewarnaan total antiajaib P_4 -dekomposisi super pada graf Prisma. Sehingga,

kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah menentukan pola pelabelan total antiajaib P_4 -dekomposisi super pada graf Prisma.

- 4) Menganalisis adalah kemampuan memisahkan konsep ke dalam beberapa komponen dan menghubungkan satu sama lain untuk memperoleh pemahaman atas konsep tersebut secara utuh. Kata kerja operasional yang dipilih pada tahapan berpikir ini adalah mengkaji ulang. Indikator yang diajukan adalah mengkaji ulang nilai bobot setiap subgraf sehingga tidak terdapat bobot dua subgraf bersebelahan yang sama. Indikator tersebut dipecah menjadi dua aktivitas yaitu menghitung bobot setiap subgraf dan menganalisis nilai bobot sehingga tidak terdapat bobot dua subgraf bersebelahan yang sama.
- 5) Mengevaluasi adalah kemampuan menetapkan derajat sesuatu berdasarkan norma, kriteria atau patokan tertentu. Kata kerja operasional yang dipilih pada tahapan berpikir ini adalah mengecek. Indikator yang diajukan terdiri atas mengecek kebenaran pola pelabelan ketika dilakukan pada graf yang digeneralisasi dengan cara menentukan fungsi pelabelan dan fungsi bobot subgrafnya, serta mengecek keoptimalan banyak pewarnaan pada graf Prisma dan subdivisi graf Prisma. Sehingga, kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah menentukan fungsi pelabelan total antiajaib P_4 -dekomposisi super dan fungsi bobotnya, serta mengecek keoptimalan banyak pewarnaan tersebut.
- 6) Mencipta adalah kemampuan memadukan unsur-unsur menjadi suatu bentuk yang utuh dan koheren, atau membuat sesuatu yang orisinal. Kata kerja operasional yang dipilih pada tahapan berpikir ini adalah menciptakan. Indikator yang diajukan terdiri atas mencipta teorema baru mengenai pewarnaan total antiajaib P_4 -dekomposisi super pada graf Prisma. Sehingga, kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah menciptakan teorema mengenai pewarnaan total antiajaib P_4 -dekomposisi super pada graf Prisma dan subdivisinya.

Sehingga, prosedur penelitian yang dilakukan mengikuti langkah-langkah berikut.

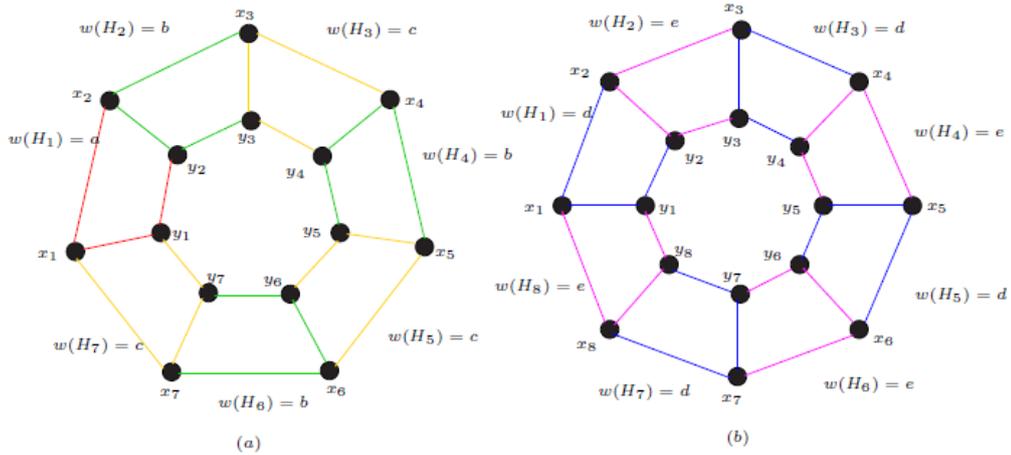
1. Menentukan graf yang akan diteliti (Tahapan Mengingat).
2. Menentukan kardinalitas graf (Tahapan Memahami I).
3. Menentukan dugaan pewarnaan dan banyak pewarnaan minimum yang mungkin (Tahapan Memahami II).

4. Menentukan pola pelabelan total antiajaib \mathcal{H} -dekomposisi super (Tahapan Menerapkan).
5. Menghitung bobot setiap subgraf (Tahapan Menganalisis).
6. Menentukan fungsi pelabelan total antiajaib \mathcal{H} -dekomposisi super dan fungsi bobotnya (Tahapan Mengevaluasi I).
7. Membuktikan optimasi banyak pewarnaan total antiajaib \mathcal{H} -dekomposisi super (Tahapan Mengevaluasi II).
8. Menciptakan teorema (Tahapan Mencipta).

HASIL PENELITIAN

Hasil analisis tahapan berpikir tingkat tinggi dalam menemukan pewarnaan total antiajaib P_4 -dekomposisi super pada graf Prisma dijabarkan sebagai berikut.

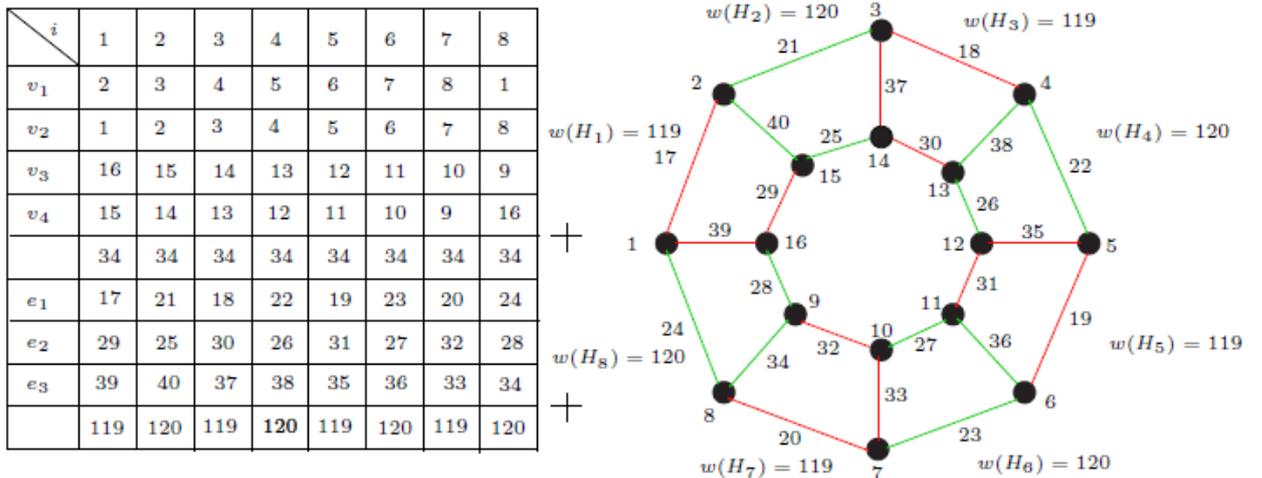
1. Tahapan pertama adalah mengingat. Hal-hal yang dilakukan meliputi mengingat terminologi dasar graf, mengingat graf khusus, serta mengenali karakteristik graf yang akan diteliti sehingga dapat ditentukan graf yang akan diteliti. Graf yang diteliti adalah graf Prisma karena bentuknya teratur sehingga dapat di- \mathcal{H} -dekomposisikan. Graf Prisma D_n adalah untuk $n \geq 3$ adalah graf yang memuat lingkaran dalam $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ dan lingkaran luar $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ serta himpunan n jeruji $x_i y_i, i = 1, 2, 3, \dots, n$ [18].
2. Tahapan kedua adalah memahami. Hal-hal yang dilakukan meliputi membangun kardinalitas graf Prisma, memahami konsep pewarnaan total antiajaib \mathcal{H} -dekomposisi super, dan menentukan dugaan pewarnaan serta batas bawah bilangan kromatiknya. Graf Prisma $D_n, n \geq 3$ memiliki himpunan titik $V(D_n) = \{x_i, y_i, 1 \leq i \leq n\}$ dan himpunan sisi $E(D_n) = \{x_i y_i, 1 \leq i \leq n\} \cup \{x_i x_{i+1}, y_i y_{i+1}, 1 \leq i \leq n - 1\} \cup \{x_1 x_n, y_1 y_n\}$. Sehingga, $|V(D_n)| = 2n$ dan $|E(D_n)| = 3n$. Dugaan pewarnaan pada graf Prisma adalah sebagai berikut.



Gambar 2. Dugaan Pewarnaan Total Antiajaib P_4 -Dekomposisi Super pada Graf Prisma D_7 dan D_8

Berdasarkan Gambar 2., maka batas bawah bilangan kromatik χ_{Hat} graf Prisma D_n adalah 2 untuk n genap dan 3 untuk n ganjil.

- Tahapan ketiga adalah menerapkan. Pada tahapan ini, dicari pola pelabelan total antiajaib \mathcal{H} -dekomposisi super pada graf Prisma sehingga banyak bobot berbeda adalah minimal. Pelabelan dilakukan pada semua titik lalu pada sisi. Berikut adalah pola pelabelan yang diterapkan.



Gambar 3. Pola Pelabelan Total Antiajaib P_4 -Dekomposisi Super pada Graf Prisma D_8

Pada penerapannya, tahap ketiga ini terintegrasi dengan dengan tahapan keempat yaitu tahapan menganalisis.

4. Tahapan keempat adalah menganalisis. Pada tahapan menganalisis, dihitung bobot setiap subgraf serta dilakukan proses analisis apakah nilai bobot dari setiap dua subgraf yang bersebelahan adalah berbeda dan banyak bobot berbeda minimum. Jika masih belum memenuhi, maka diterapkan pola pelabelan yang berbeda sampai memenuhi.
5. Tahapan kelima adalah mengevaluasi. Hal yang dilakukan adalah menentukan fungsi pelabelan dan fungsi bobot. Cara menentukan fungsi pelabelan adalah sebagai berikut.

i	1	2	3	4	5	...	n
$f(y_i)$	$2n$	$2n - 1$	$2n - 2$	$2n - 3$	$2n - 4$...	$n + 1$

$i = a + (n - 1)b$ $\Leftrightarrow i = 1 + (l - 1)1$ $\Leftrightarrow i = 1 + l - 1$ $\Leftrightarrow i = l$	$u_i = a + (i - 1)b$ $\Leftrightarrow u_i = 2n + (i - 1) \cdot (-1)$ $\Leftrightarrow u_i = 2n - i + 1$
---	---

(a)

i	1	3	5	7	9	...	$n - 2$
$f(x_i x_{i+1})$	$2n + 1$	$2n + 2$	$2n + 3$	$2n + 4$	$2n + 5$

$i = a + (n - 1)b$ $\Leftrightarrow i = 1 + (l - 1)2$ $\Leftrightarrow i = 1 + 2l - 2$ $\Leftrightarrow i = 2l - 1$ $\Leftrightarrow i + 1 = 2l$ $\Leftrightarrow 0.5(i + 1) = l$	$u_i = a + (i - 1)b$ $\Leftrightarrow u_i = 2n + 1 + (0.5(i + 1) - 1) \cdot (1)$ $\Leftrightarrow u_i = 2n + 1 + 0.5i + 0.5 - 1$ $\Leftrightarrow u_i = 2n + 0.5(i + 1)$
---	--

(b)

Gambar 4. (a) Cara Menentukan Fungsi Titik $f(y_i)$ pada Graf Prisma D_n ;
 (b) Cara Menentukan Fungsi Sisi $f(x_i x_{i+1})$, i Ganjil pada Graf Prisma D_n

Selanjutnya, fungsi bobot didapat berdasarkan fungsi pelabelan. Jika pola yang diperoleh pada tahap ketiga dapat digeneralisasi, maka fungsi pelabelan akan sesuai dan fungsi bobot akan menunjukkan batas atas bilangan kromatik χ_{Hat} . Hasil penelitian menunjukkan bahwa batas bawah dan batas atas bilangan kromatik χ_{lHat} adalah sama, sehingga pewarnaan telah optimum.

6. Tahap terakhir adalah mencipta. Pada tahapan ini, hal yang dilakukan adalah menciptakan teorema baru mengenai bilangan kromatik dari pewarnaan total antiajaib P_4 -dekomposisi super pada graf Prisma. Teorema yang diperoleh menyatakan bahwa bilangan kromatik total antiajaib P_4 -dekomposisi super $\chi_{Hat}(D_n)$ adalah 2 untuk n genap dan 3 untuk n ganjil.

Selama proses penelitian, dilakukan refleksi dan evaluasi diri terhadap munculnya proses berpikir tingkat tinggi, sehingga dilakukan penilaian oleh empat orang validator untuk mengetahui kevalidan instrumen berpikir tingkat tinggi yang diterapkan dalam menemukan pewarnaan total antiajaib P_4 -dekomposisi super pada graf Prisma. Validator adalah dua orang dosen yang ahli pada topik yang dibahas dan dua alumni Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Jember yang memahami topik tersebut. Selanjutnya, dilakukan analisis validasi terhadap hasil penilaian tersebut. Skor setiap tahapan berpikir yang diperoleh adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Capaian Skor Validasi Tahapan Berpikir Tingkat Tinggi

Aspek Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi	Skor	Presentase
Mengingat	4,67	93,34%
Memahami	4,92	98,34%
Menerapkan	5,00	100%
Menganalisis	4,88	97,50%
Mengevaluasi	4,38	87,50%
Mencipta	4,50	90,00%

Berdasarkan Tabel 1. di atas, maka instrumen keterampilan berpikir pada penelitian ini adalah valid.

KESIMPULAN DAN SARAN

Tahapan berpikir tingkat tinggi dalam menemukan pewarnaan total antiajaib P_4 -dekomposisi super pada graf Prisma meliputi tahapan mengingat yang terdiri atas mengingat terminologi dasar graf dan mengingat graf khusus, serta mengenali karakteristik graf yang akan diteliti; tahapan memahami yang terdiri atas membangun kardinalitas graf yang diteliti, memahami konsep pewarnaan total antiajaib \mathcal{H} -dekomposisi super, dan menentukan dugaan pewarnaan serta batas bawah bilangan

kromatiknya; tahapan menerapkan yaitu mencari pola pelabelan total antiajaib \mathcal{H} -dekomposisi super pada graf yang diteliti sehingga banyak bobot berbeda adalah minimal; tahapan menganalisis yang terdiri atas menghitung bobot setiap subgraf serta menganalisis apakah nilai bobot dari setiap dua subgraf yang bersebelahan adalah berbeda dan banyak bobot berbeda minimum; tahapan mengevaluasi yaitu mencari fungsi pelabelan dan fungsi bobot; dan tahapan mencipta yaitu menciptakan teorema mengenai pewarnaan total antiajaib \mathcal{H} -dekomposisi super pada graf Prisma. Teorema yang diperoleh menyatakan bahwa bilangan kromatik total antiajaib P_4 -dekomposisi super $\chi_{Hat}(D_n)$ adalah 2 untuk n genap dan 3 untuk n ganjil. Berdasarkan penilaian dari keempat validator, diperoleh rata-rata skor skor $V_a = 4,72$, sehingga instrumen berpikir tersebut valid.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah dengan mencari pewarnaan total antiajaib \mathcal{H} -dekomposisi super pada graf lainnya serta mengaitkan penemuan tersebut dengan keterampilan berpikir tingkat tinggi atau keterampilan berpikir lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] NRC, *Everybody Counts. A Report to the Nation on the Future of Mathematics Education*. Washington DC: National Academy Press, 1989.
- [2] E. Suwaningsih, *Model Pembelajaran Matematika*. Bandung: UPI Press Gedung Penerbitan dan Percetakan Universitas Pendidikan Indonesia, 2006.
- [3] J. De Lange, *Mathematical Literacy for Living from OECD-PISA Perspective*. Paris: OECD-PISA, 2004.
- [4] A. Gutierrez, A. Lladlo, "Magic Covering," *J. Comb. Math Comb. Comput.* 55, p.4356, 2005
- [5] Dafik dkk, "Cycle-Super Antimagicness of Connected and Disconnected Tensor," in *Procedia Computer Science* 74, 2015, pp. 93–99.
- [6] Slamini, *Desain Jaringan Pendekatan Teori Graf*. Jember: Universitas Jember, 2009.
- [7] S. Binastuti dkk, " Super (a,d)-Face Antimagic Total Labelling dari Graf Shackle (C_5, e, n) dalam Kaitannya Mengasah Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi," *Journal of Mathematics and Application*.
- [8] J. Santrock, *Psikologi Pendidikan*. Jakarta: Salemba Humani, 2008.
- [9] Kowiyah, "Kemampuan Berpikir Kritis," *J. Pendidik. Dasar*, p. 175, 2012.
- [10] A. Lewis and D. Smith, *Defining High Order Thinking Theory into Practice Collage of Education*. Ohio: The Ohio State University, 1993.
- [11] Dafik, *Teori Graf, Aplikasi, dan Tumbuhnya Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi*. Jember: Universitas Jember, 2015.
- [12] B. S. (Ed.) Bloom, M. D. Engelhart, E. J. Furst, W. H. Hill, *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals (Handbook 1: Cognitive Domain)*. New York: David McKay, 1956.

- [13] Krathwohl, *A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview-Theory into Practice*. Ohio: Ohio State University, 2002.
- [14] R. Utari, *Taksonomi Bloom Apa dan Bagaimana Menggunakannya*. Pusat Diklat KNPk, 2012.
- [15] L. W. Anderson dkk, *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assesing: A Revision of Blooms Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman, 2001.
- [16] S. Wahyuni, "Development Test System Based on Linear Equation Two Variable Revised Taxonomy Bloom to Measure High Order Thinking Skills at Studentclass VIII SMPN Sungguminasa Gowa," *J. Daya Mat.*, 2017.
- [17] Hobri, *Metodologi Penelitian Pengembangan Aplikasi pada Penelitian Pendidikan Matematika*. Jember: Pena Salsabila, 2010.
- [18] Slamin, M. Baca, Y. Lin, M. Miller, R. Simanjutak, "Edge-Magic Total Labelling of Wheels, Fans, and Friendship Graphs," *Bull. ICA*, vol. 35, pp. 89–98, 2002.
- [19] D. Amelia, Susanto, A. Fatahillah, "Analisis Hasil Belajar Matematika Siswa pada Pokok Bahasan Himpunan Berdasarkan Ranah Kognitif Taksonomi Bloom Kelas VII-A di SMPN 14 Jember," *Jurnal Edukasi Unej* II(1). p.1-4, 2015.
- [20] Dafik, M. Miller, J. Ryan, M. Baca, "On Super (a,d)-Edge-Antimagic Total Labeling of Disconnected Graphs", *Discrete Mathematics Journal* 309, p.4910, 2009.
- [21] H. Setiawan, Dafik, N. D. S. Lestari, "Soal Matematika dalam PISA Kaitannya dengan Literasi Matematika dan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi", *Prosiding Seminar Nasional Matematika UNEJ*, 2014.