

Pewarnaan simpul graf untuk melatih kemampuan berpikir kritis

Laurensius Ian Setiawan*
Universitas Sanata Dharma Yogyakarta

*Penulis Korespondensi: setiawan.ian@gmail.com

Abstract. Indonesia is currently implementing the 2013 curriculum, where the learning activities should be centered to the students. In the 2013 curriculum, one of the skill that should be exercised by the students is critical thinking. This research investigates the student's critical thinking skill using an activity in graph vertex coloring. The research is a descriptive study of five students. The result of the study is that the students are able to think critically with the test scores of 89.1. Based on the interview with the students, the students confess that this activity is able to improve their skill in working carefully, analyzing, and creating.

Keywords: critical thinking; vertex graph coloring

1. Pendahuluan

Saat ini, Indonesia menggunakan kurikulum 2013. Kurikulum ini diluncurkan pemerintah Indonesia untuk menaikkan kualitas SDM dan menambah daya saing bangsa serta berekspansi ilmu pengetahuan, teknologi dan seni (Retnawati, 2015). Lebih jauh, tujuan penerapan kurikulum ini adalah menumbuhkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (Azizah, Joko & Nyai, 2018). Salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi yaitu keterampilan berpikir kritis (*critical thinking*).

Decision making, strategic planning, scientific process, problem solving mempunyai arti yang sama dengan berpikir kritis (Ayu, 2019). Berpikir kritis harus dilakukan secara mandiri serta mempunyai makna proses penilaian atau pengambilan keputusan yang penuh pertimbangan (Ayu, 2019). Berdasarkan hal di atas, berpikir kritis merupakan proses ilmiah dalam pemecahan masalah, dilaksanakan mandiri serta mempunyai makna proses penilaian yang selalu mempertimbangkan segala hal.

Pada artikel yang dituliskan oleh Krathwohl (2002), taksonomi Bloom merupakan esensi dari keterampilan berpikir tingkat tinggi. Menurut Bloom, ada enam tingkat proses kognitif, yaitu mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan. Tiga tingkat pertama dikenal sebagai keterampilan berpikir tingkat rendah (LOT'S), sedangkan tiga tingkat terakhir adalah keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOT'S).

Dalam literatur, ada banyak definisi pemikiran kritis, meskipun mereka menjelaskan lebih kurang realitas yang sama. Menurut Pithers dan Soden (2000), "berpikir kritis melibatkan kemampuan dalam mengenali masalah & asumsi yang terkait; menguraikan & memfokuskan masalah; menelaah, memahami dan menggunakan kesimpulan, logika induktif dan deduktif, serta menilai *validity* & reabilitas asumsi, sumber data atau informasi yang tersedia." Sejalan dengan definisi tersebut, Pott (Ayu Suatini, 2009) mengusulkan beberapa karakteristik penting siswa yang dapat berpikir kritis, yaitu menyelidiki pernyataan atau pertanyaan yang jelas; mencari dasar pernyataan; mendapatkan informasi terbaru; menggunakan dan menyebutkan sumber yang dapat dipercaya; mempertimbangkan situasi sepenuhnya; mencoba untuk menjadi relevan dengan materi pelajaran; mengingat pertimbangan awal; mencari alternatif; bersikap terbuka; mengambil posisi atau mengubah posisi ketika bukti dan fondasi dibuat. cukup baginya untuk menentukan posisi mereka; mencari akurasi; berurusan dengan bagian-bagian untuk mencapai keseluruhan; menggunakan keterampilan kritis mereka sendiri; peka terhadap tingkat pengetahuan orang lain; dan menggunakan keterampilan berpikir kritis orang lain.

Teori graf adalah cabang matematika yang memiliki banyak aplikasi, termasuk pewarnaan simpul. Graf memiliki simpul dan sisi. Graf dimanfaatkan untuk mewakili objek diskrit dan koneksi antara objek-objek ini (Daswa & Riyadi, 2017). Penggunaan teori graf sebagai kegiatan di sekolah dasar dan

menengah telah diusulkan oleh Santoso (2018). Penelitian ini hanya berfokus pada pewarnaan simpul graf.

Graf G merupakan pasangan terurut $(V(G), E(G))$, terdiri dari kumpulan simpul $V(G)$ dan himpunan sisi $E(G)$ yang tidak kosong. Dua simpul $u, v \in V(G)$ dikatakan bertetangga jika dan hanya jika $uv = e \in E(G)$. Dengan kata lain simpul u pada graf G bertetangga dengan v jika ada sisi e pada G yang menghubungkan kedua simpul. Jika $uv = e \in E(G)$ maka simpul u dan v disebut bersisian (*incident*) dengan sisi e . Definisi dan konsep lain dalam teori grafik yang digunakan dalam makalah ini diambil dari Chartrand & Zhang (2011).

Pewarnaan simpul pada graf G merupakan sebuah pemetaan dari himpunan simpul $V(G)$ ke himpunan warna $W = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$. Dengan kata lain, pewarnaan simpul dari graf G adalah menempatkan satu warna untuk setiap simpul sehingga masing-masing dua simpul bertetangga harus memiliki warna berbeda (Chartrand & Zhang, 2009). Dengan mempelajari konsep pewarnaan dalam teori graf, siswa diharapkan memiliki kemampuan berpikir kritis

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan pewarnaan simpul dari graf untuk meningkatkan pemikiran kritis siswa. Penelitian ini ingin mengetahui apakah siswa mampu mewarnai graf yang diberikan dan apakah kegiatan ini dapat meningkatkan pemikiran kritis mereka.

2. Metode

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan studi kasus. Subjek penelitian adalah lima siswa sekolah menengah atas. Data untuk penelitian dikumpulkan menggunakan tes, kuesioner, dan wawancara. Media komunikasi untuk melakukan kegiatan penelitian menggunakan media *google hangout*, *google classroom*, dan *google document*.

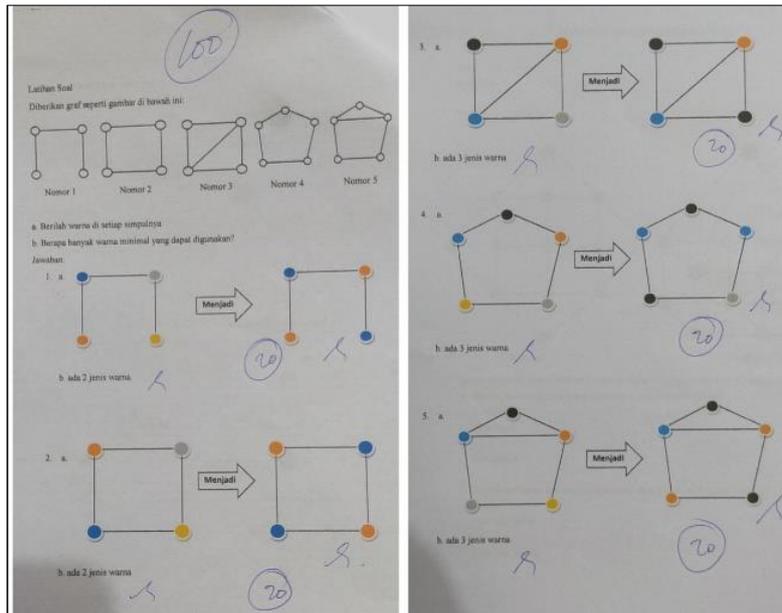
3. Hasil dan Pembahasan

Karena penelitian ini dilakukan selama pandemi Covid-19, maka penelitian dilakukan menggunakan media pembelajaran online. Proses pembelajaran dilakukan menggunakan *Google Hangout* digunakan untuk panggilan video, *Google Classroom* digunakan untuk mengirim modul dan menerima hasil dari subjek penelitian. *Google Document* digunakan untuk mengetahui proses pewarnaan graf.

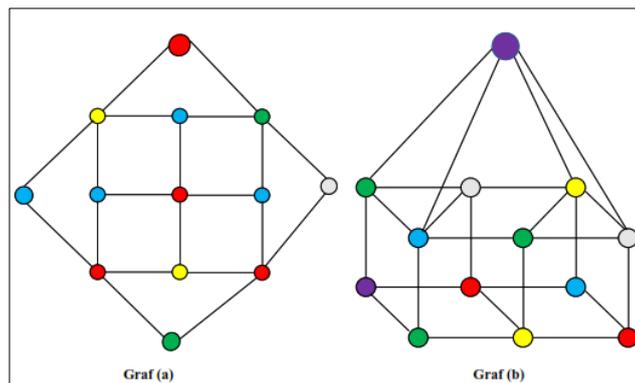
Sebelum melakukan penelitian, peneliti membuat modul sederhana yang berkaitan dengan pewarnaan graf untuk memperkenalkan topik pada subjek. Modul ini berisi pengantar graf, pewarnaan graf, dan beberapa contoh pewarnaan simpul graf yang benar dan salah.

Subjek terlihat mengalami kendala dalam memahami modul. Secara bergantian subjek menanyakan terkait kendala yang dihadapinya. Peneliti langsung memberikan penjelasan terkait isi materi dari modul lewat media *google hangout*. Setelah peneliti menjelaskan materi yang ada di modul, subjek diberi kesempatan untuk membuat sembarang graf untuk diwarnai di setiap simpulnya hingga menemukan warna minimal yang dipakai. Peneliti memberikan waktu 15 menit untuk melakukan eksplorasi pengetahuan terkait pewarnaan graf. Ketika subjek diminta melakukan eksplorasi, peneliti mengamati beberapa graf yang dibuat oleh subyek melalui media *google document*. Subjek tampak cepat dalam menangkap materi yang telah dijelaskan oleh peneliti. Setelah melakukan eksplorasi, peneliti memberikan beberapa latihan untuk membantu mereka dalam tingkat mengingat, memahami, dan menerapkan. Gambar 1 menunjukkan jawaban oleh subjek.

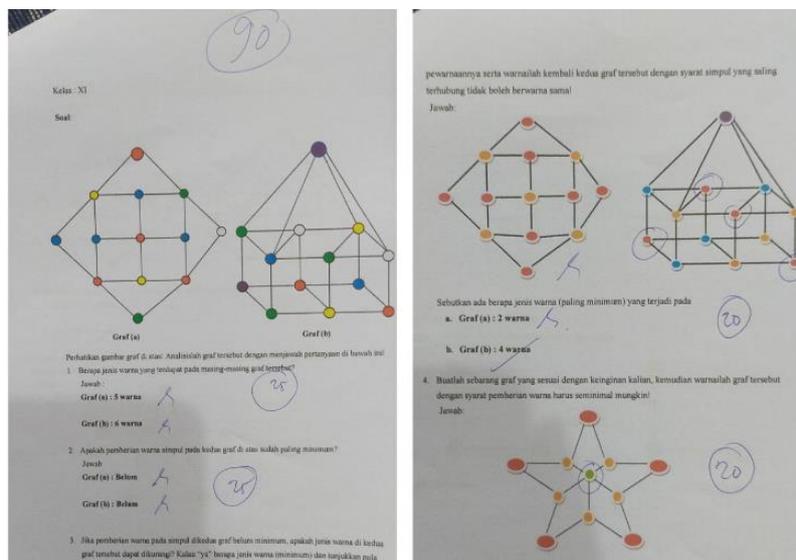
Setelah subjek melakukan latihan, peneliti kemudian memberikan tes menggunakan *Google Classroom* untuk mengetahui pemahaman mereka tentang konsep yang baru saja mereka pelajari. Tes terdiri dari empat pertanyaan yang terkait dengan keterampilan mereka dalam menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan. Masalahnya menyajikan dua graf yang telah diwarnai. Dalam pertanyaan nomor 1 dan nomor 2, subjek diminta untuk mengevaluasi apakah warna yang digunakan dalam dua graf adalah minimum. Dalam pertanyaan nomor 3, subjek diminta untuk menggambar dan mewarnai ulang graf menggunakan jumlah warna yang lebih sedikit. Kemudian pada pertanyaan nomor 4, subjek diminta membuat graf lalu membuat pewarnaan simpul dengan warna minimum.



Gambar 1. Hasil Latihan Pewarnaan Simpul Graf

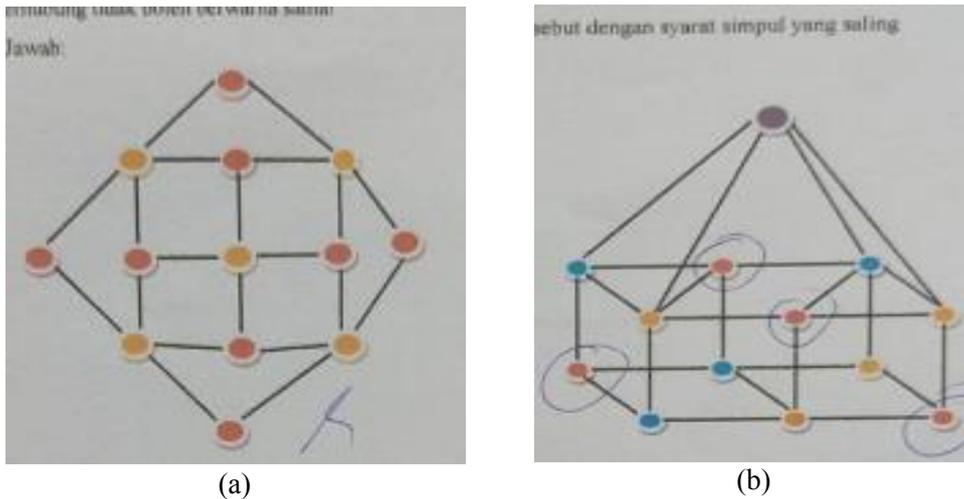


Gambar 2. Graf digunakan untuk tes



Gambar 3. Jawaban tes subjek

Gambar 2 menunjukkan graf yang digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir subjek dalam menganalisis dan mengevaluasi. Gambar 3 menunjukkan jawaban subjek. Berdasarkan hasil tes, ada beberapa kesalahan dalam menemukan pewarnaan minimum untuk graf yang diberikan. Pada Gambar 4(a), subjek benar dalam pewarnaan graf hanya menggunakan dua warna. Pada Gambar 4(b), subjek menggunakan empat warna yang bukan warna minimum. Warna minimum graf (a) adalah dua sedangkan warna minimum untuk graf (b) adalah tiga.



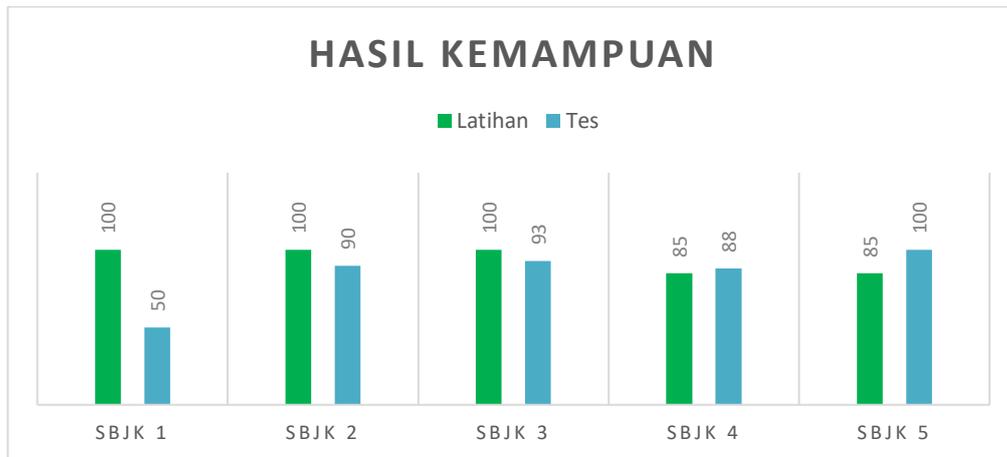
Gambar 4. Jawaban Subjek

Pada pertanyaan nomor 4, subjek diminta untuk membuat graf, tetapi mereka masih bingung untuk menemukan pewarnaan simpul minimal. Gambar 5 menunjukkan graf yang dibuat oleh subjek dapat diwarnai dengan dua warna, tetapi subjek mewarnai graf menggunakan tiga warna.



Gambar 5. Graf yang dibuat oleh subjek

Berikut ini adalah hasil tes. Hasil berwarna hijau adalah latihan yang dilakukan oleh subjek, sedangkan warna hasil biru adalah hasil dari tes.



Gambar 6. Hasil tes

Berdasarkan data di atas, skor rata-rata adalah 89,1. Menggunakan kategori pada Tabel 1, skor rata-rata sangat baik.

Rentang skor	Predikat
$85 \leq x \leq 100$	Sangat Baik
$70 \leq x < 85$	Baik
$55 \leq x < 70$	Kurang Baik
$x < 55$	Tidak Baik

Setelah melakukan tes, peneliti memberikan kuesioner kepada subjek. Hasil kuesioner mendapatkan skor 190. Menurut kriteria yang ditunjukkan pada Tabel 2, skor kuesioner adalah baik.

Rentang Skor	Kategori skor
$201 \leq x \leq 240$	Sangat Baik
$141 \leq x < 201$	Baik
$81 \leq x < 141$	Kurang Baik
$x < 81$	Tidak Baik

Setelah subjek menjawab kuesioner, peneliti melakukan wawancara untuk mendapatkan informasi lebih lanjut berdasarkan jawaban mereka dalam kuesioner. Berikut ini adalah hasil wawancara.

No	Pertanyaan	Respon subjek
1	Apakah anda mengerti tentang pewarnaan graf dan pewarnaan minimal?	Mengerti Pak
2	Kesulitan-kesulitan apa yang kamu alami dalam mewarnai graf?	Kesulitan dalam memasang-masangkan warna yang simpulnya terhubung dengan garis, <i>pas dapet</i> graf yang susah
3	Apa yang kamu rasakan ketika melakukan aktivitas mencari warna minimal graf yang diberikan? Mengapa?	Seneng sih pak, dapet materi baru yang lebih menarik daripada materi di sekolah

4	Dari kegiatan ini, kemampuan apa yang kamu dapatkan?	Hmm.. menurutku aku bisa lebih menganalisis, membuat graf sendiri yang diberi warna itu, sama teliti juga sih pak
5	Menurutmu apakah kegiatan ini meningkatkan kemampuanmu dalam berpikir kritis? Mengapa?	Bisa pak, karena aku jadi bisa lebih mengingat, memahami, menganalisis, terus bisa lebih teliti juga sama dapet tantangan lebih karena bisa membuat graf sendiri dan diberi warna sendiri
6	Bagaimana pendapatmu jika materi ini diterapkan pada pembelajaran di sekolah? Mengapa?	Menurutku cocok <i>sih</i> pak, karena materinya <i>gak</i> susah terus lebih menarik daripada materi yang lainnya terus siswa jadi bisa berpikir lebih keras

Menurut wawancara, subjek merasakan dampak yang baik dari pembelajaran ini. Subjek senang, memahami materi yang dibahas, mampu meningkatkan keterampilan berpikir terutama dalam teliti, menganalisis, dan menciptakan. Namun, subjek juga mengalami kesulitan dalam mewarnai graf yang kompleks. Selain itu, subjek juga setuju bahwa topik pewarnaan graf cocok dan sangat baik diterapkan di sekolah, karena akan melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi.

4. Penutup

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, subjek mampu berpikir kritis. Ini ditunjukkan oleh hasil tes yang sangat baik, serta hasil kuesioner, dan respon yang baik dari subyek berdasarkan wawancara. Dari wawancara, subjek merasa bahwa kegiatan ini meningkatkan kemampuan untuk teliti, dalam menganalisis dan menciptakan

Daftar Pustaka

- Ayu Suatini, N. K. (2019). Langkah-langkah Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Siswa. *Kamaya: Jurnal Ilmu Agama*, 2(1), 41-50.
- Azizah, M., Sulianto, J., & Cintang, N. (2018). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar pada Pembelajaran Matematika Kurikulum 2013. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 35(1), 61-70.
- Chartrand, G & P. Zhang. (2009). *Chromatic graph theory of a graph*. USA: CRC Press
- Chartrand, G, & P. Zhang. (2011). *Discrete Mathematics*. Long Grove: Eaveland Press.
- Daswa, D., & Riyadi, M. (2017). Aplikasi Pewarnaan graf pada Masalah Penyusunan Jadwal Perkuliahan di Universitas Kuningan. *Jurnal Edukasi dan Sains Matematika (JES-MAT)*, 3(2), 217-226.
- Krathwohl, David R. (2002). A revision of Bloom's Taxonomy. *An Overview-Theory into Practice*. Ohio: Ohio State University.
- Pithers, R. T., & Soden, R. (2000). Critical thinking in education: A review. *Educational research*, 42(3), 237-249.
- Retnawati, H. (2015). Hambatan guru matematika sekolah menengah pertama dalam menerapkan kurikulum baru. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 34(3).
- Santoso, E. B. (2018). Mathematics Classroom Activities Based On Some Topics In Graph Theory To Develop Critical Thinking Of Primary And Secondary School Students. *International Journal of Indonesian Education and Teaching (IJIET)*, 2(2), 154-160.