

PENILAIAN BERPIKIR KOMPUTASI SEBAGAI KECAKAPAN BARU DALAM LITERASI MATEMATIKA

Tri Fauji¹
Pinta Deniyanti Sampoerno²
Lukman El Hakim³

1,2,3Universitas Negeri Jakarta

e-mail: trifauji93@gmail.com

ABSTRACT

One of the 21st century skills that need to be developed in the world of education is computational thinking. Improving computational thinking skills can be used as a way to improve mathematical literacy. To find out how students' computational thinking skills are needed, an assessment of computational thinking is needed. Understanding the components of computational thinking is important before conducting an assessment of computational thinking. This study aims to find the important components of computational thinking that will be used as a reference for assessing computational thinking. The method in this research is literature review. Based on the literature review, the authors found four important components that can be used as a reference for evaluating computational thinking, namely: decomposition, pattern recognition and generation, abstraction, and algorithmic thinking. The four components can be used as a reference in the assessment of computational thinking. In this article, the author will discuss the notion of mathematical literacy, the notion of computational thinking, the relationship between mathematical literacy and computational thinking, and the assessment of computational thinking in mathematics. Suggestions for further research, it is necessary to conduct further research on the development of computational thinking and assessment of computational thinking in various fields of study, especially mathematics.

Keywords: Computational thinking, mathematical literacy, assessment

ABSTRAK

Salah satu kemampuan abad 21 yang perlu dikembangkan dalam dunia pendidikan adalah berpikir komputasi. Meningkatkan kemampuan berpikir komputasi dapat dijadikan sebagai salah satu cara untuk meningkatkan literasi matematika. Untuk mengetahui bagaimana kemampuan berpikir komputasi siswa diperlukan penilaian berpikir komputasi. Memahami komponen-komponen berpikir komputasi merupakan hal yang penting sebelum melakukan penilaian berpikir komputasi. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan komponen-komponen penting berpikir komputasi yang akan digunakan sebagai acuan penilaian berpikir komputasi. Metode dalam penelitian ini adalah *literatur review*. Berdasarkan kajian literatur, penulis menemukan empat komponen penting yang dapat dijadikan acuan untuk melakukan penilaian berpikir komputasi, yaitu: dekomposisi, pengenalan pola dan generaisasi, abstraksi, dan berpikir algoritma. Keempat komponen tersebut dapat dijadikan acuan dalam penilaian berpikir komputasi. Dalam artikel ini penulis akan membahas mengenai pengertian literasi matematika, pengertian berpikir komputasi, hubungan literasi matematika dan berpikir komputasi, dan penilaian berpikir komputasi dalam matematika. Saran untuk penelitian berikutnya, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut

mengenai pengembangan berpikir komputasi dan penilaian berpikir komputasi dalam berbagai bidang studi, khususnya matematika.

Kata Kunci: Berpikir komputasi, literasi matematika, penilaian

1) PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan sarana yang dapat membantu meningkatkan kualitas hidup manusia secara berkelanjutan. Salah satu tujuan pendidikan adalah membentuk manusia yang dapat menyelesaikan permasalahan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari. Dengan pendidikan yang baik akan terbentuk manusia yang siap menyongsong masa depan. Untuk itu pendidikan diharapkan mampu mengembangkan siswa untuk berfikir kreatif, fleksibel, memecahkan masalah, keterampilan berkolaborasi dan inovatif yang dibutuhkan untuk sukses dalam pekerjaan maupun kehidupan.

Untuk mengetahui bagaimana kualitas pendidikan diperlukan suatu penilaian. Penilaian juga dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi untuk memperbaiki proses pendidikan berikutnya. Salah satu bentuk penilaian internasional yang rutin diadakan adalah PISA yang diinisiasi oleh OECD. PISA mengevaluasi sistem pendidikan dari 72 negara di seluruh dunia dilakukan 3 tahun sekali dengan subjek penilaian adalah siswa yang berusia 15 tahun dan yang menjadi objek penilaian yaitu membaca (*reading literacy*), matematika (*mathematics literacy*), pemecahan masalah (*problem solving*) dan sains (*science*) serta keuangan (*financial*) (OECD, 2013).

PISA mengungkapkan salah satu objek penting terhadap penilaian pendidikan adalah matematika. Tuntutan kemampuan siswa dalam matematika tidak sekedar memiliki kemampuan berhitung saja, tetapi kemampuan bernalar yang logis dan kritis dalam pemecahan masalah. Pemecahan masalah ini tidak semata-mata masalah yang berupa soal rutin, tetapi lebih kepada permasalahan yang dihadapi sehari-hari. Kemampuan matematis yang demikian dikenal sebagai kemampuan literasi matematika. Seseorang yang memiliki literasi matematika yang baik tidak sekedar paham tentang matematika tetapi juga mampu menggunakannya dalam pemecahan masalah sehari-hari.

Selain kemampuan matematika, Barr & Stephenson (2011) mengatakan saat ini siswa akan melanjutkan menjalani kehidupan yang sangat dipengaruhi oleh komputasi, dan banyak yang akan bekerja di bidang yang melibatkan atau dipengaruhi oleh komputasi. Untuk menghadapi tantangan abad 21 ini, perlu diperhatikan peningkatan berpikir komputasi dalam sekolah. Hal ini juga sesuai dengan draft kerangka kerja PISA 2021 yang memasukkan aspek penilaian berpikir komputasi sebagai aspek dari literasi matematika. Sneider et al (2014) menyatakan bahwa berpikir komputasi dan berpikir matematis sebagai sesuatu yang berhubungan (beririsan), keduanya mempunyai komponen yang sama yaitu: pemecahan masalah; pemodelan; analisis dan interpretasi data; dan statistika dan peluang. Hu (2011) menyatakan meningkatkan kemampuan berpikir komputasi

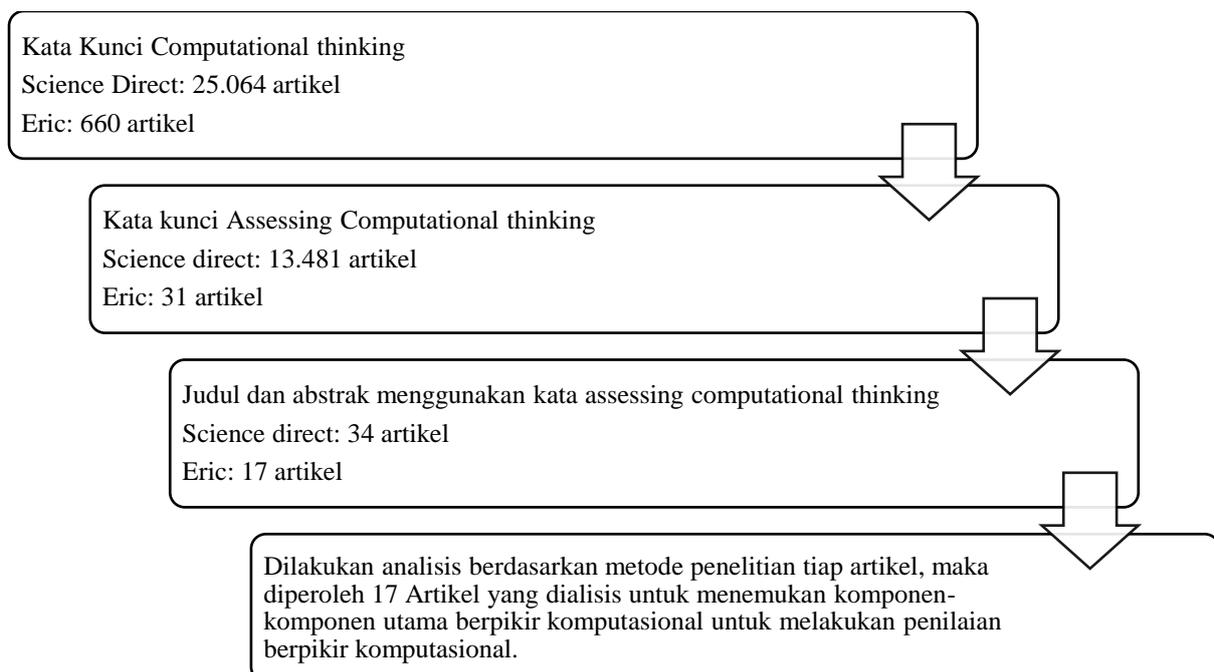
merupakan cara yang logis untuk meningkatkan kualitas dalam berpikir matematis. Jadi, berpikir komputasi merupakan kemampuan penting yang dapat menunjang peningkatan literasi matematika siswa.

Penilaian merupakan bagian penting dalam pendidikan untuk melihat bagaimana pencapaian siswa terhadap tujuan pembelajaran dan dapat dijadikan evaluasi untuk perbaikan kedepannya. Oleh karena itu, diperlukan suatu penilaian berpikir komputasi dalam matematika demi pengembangan kemampuan berpikir komputasi dalam pendidikan, khususnya pelajaran matematika. Dalam artikel ini akan dibahas mengenai pengertian literasi matematika, pengertian berpikir komputasi, hubungan matematika dan berpikir komputasi, dan penilaian kemampuan berpikir komputasi dalam matematika.

2) METODE

Metode penelitian dalam artikel ini adalah *literatur review*. Semua artikel yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Science Direct, Eric, dan Google Scholar dengan kata kunci *assessing computational thinking*. Tahapan *literatur review* dapat dilihat pada Bagan 1. Tahapan dimulai dengan mencari di Science Direct dan Eric dengan kata kunci Computational Thinking, dilanjutkan dengan kata kunci yang dipersempit, yaitu Assessing Computational Thinking.

Figur 1. Tahapan *Literatur Review*



Artikel ini sangat mendepankan prinsip kebaruan, sehingga sebagian besar artikel atau buku yang digunakan merupakan terbitan 10 tahun terakhir dan merupakan jurnal internasional. Artikel Wing (2006) dan Wing (2008) tetap dimasukkan sebagai rujukan karena merupakan artikel utama yang mempopulerkan berpikir komputasi dan banyak dirujuk dalam penelitian berpikir komputasi. Kajian

dalam artikel ini lebih menitikberatkan pada penentuan komponen utama dalam berpikir komputasi, yang selanjutnya akan digunakan dalam pembuatan indikator penilaian berpikir komputasi dalam matematika.

3) PEMBAHASAN

Pengertian Literasi Matematika

Matematika merupakan suatu alat penting bagi manusia yang dapat membantu menyelesaikan masalah dan tantangan dalam aspek pribadi, pekerjaan, sosial, dan ilmiah dalam kehidupan manusia. Oleh karena itu penting untuk memiliki pemahaman tentang sejauh mana siswa siap untuk menerapkan matematika dalam memahami masalah-masalah penting dan memecahkan masalah yang bermakna. OECD melalui PISA telah melakukan penelitian terkait hal tersebut pada siswa berumur 15 tahun dari beberapa negara sejak tahun 2003 sampai 2018. OECD menggunakan istilah literasi matematika sebagai kemampuan atau kecakapan matematika siswa.

Literasi matematika adalah kapasitas individu untuk merumuskan, menggunakan, dan menafsirkan matematika dalam berbagai konteks. Ini termasuk penalaran matematis dan menggunakan konsep, prosedur, fakta dan alat matematika untuk menggambarkan, menjelaskan dan memprediksi fenomena. Ini membantu individu untuk mengenali peran yang dimainkan matematika di dunia dan untuk membuat penilaian dan keputusan yang beralasan yang dibutuhkan oleh warga negara yang konstruktif, terlibat, dan reflektif (OECD, 2013). Literasi matematika mengacu pada pengetahuan dan kemampuan siswa untuk mengambil dan menerapkan pengetahuan matematika dan keterampilan yang diperoleh dari kelas untuk pengalaman kehidupan nyata mereka dan memahami situasi yang melibatkan matematika (Genc & Erbas, 2019; Sumirattana et al., 2017). Literasi matematika juga dapat membantu siswa untuk mengenali peran yang dimainkan matematika di dunia dan dalam membantu mereka membuat jenis penilaian dan keputusan yang beralasan (OECD, 2019). Literasi matematika tidak hanya pada kemampuan berhitung dan penguasaan materi saja akan tetapi hingga kepada penggunaan penalaran, konsep, fakta dan alat matematika dalam pemecahan masalah sehari-hari.

Pengertian Berpikir Komputasi

Istilah berpikir komputasi pertama kali diperkenalkan oleh Seymour Papert pada tahun 1996 dan dipopulerkan oleh Jeanette Wing pada tahun 2006. Wing (2006) memberikan konsep berpikir komputasi sebagai berpikir seperti ilmuwan komputer dalam menghadapi masalah. Lebih lanjut Wing (2006) mendefinisikan pemikiran komputasi sebagai pemikiran yang melibatkan penyelesaian masalah, merancang sistem, dan memahami perilaku manusia, dengan menggambar pada konsep-konsep dasar untuk ilmu komputer. Wing (2008) menyatakan pemikiran komputasi didefinisikan sebagai “Pemikiran komputasional adalah proses pemikiran terlibat dalam merumuskan masalah dan

solusi mereka sehingga solusi diwakili dalam bentuk yang dapat secara efektif dilakukan oleh agen pemrosesan informasi.

Kuo & Hsu (2020) mengatakan berpikir komputasi sebagai kemampuan abad 21. Hal ini juga diperkuat oleh Barr & Stephenson (2011) yang mengatakan semua siswa hari ini akan melanjutkan untuk menjalani kehidupan yang sangat dipengaruhi oleh komputasi, dan banyak yang akan bekerja di bidang yang melibatkan atau dipengaruhi oleh komputasi. Cansu & Cansu (2019) menyatakan komputer dan perangkat pintar telah menjadi makanan pokok di mana-mana dalam kehidupan kita. Komputer dan perangkat yang dikendalikan komputer digunakan di semua industri mulai dari kedokteran hingga teknik, dan produksi tekstil. Secara eksplisit dapat kita simpulkan bahwa berpikir komputasi merupakan hal yang penting untuk dikembangkan dalam pendidikan saat ini.

Beberapa peneliti mengatakan berpikir komputasi erat kaitannya dengan penggunaan komputer atau pemrograman. Kemampuan berpikir komputasi pada dasarnya adalah serangkaian keterampilan yang diperlukan untuk mengubah masalah dunia nyata yang kompleks, berantakan, sebagian didefinisikan ke dalam bentuk yang dapat ditangani oleh komputer yang tidak berpikiran tanpa bantuan lebih lanjut dari manusia. (Cansu & Cansu, 2019; Haseski et al., 2018). Selanjutnya Berland dan Wilensky (2015) mendefinisikan berpikir komputasi sebagai kemampuan untuk berpikir dengan komputer sebagai alat dan menyarankan menggunakan perspektif komputasi sebagai alternatif untuk menekankan bahwa berpikir komputasi dapat dibatasi oleh konteks. Selain itu, Israel et al (2015) mendefinisikan berpikir komputasi sebagai siswa menggunakan komputer untuk memodelkan ide-ide mereka dan mengembangkan program.

Di sisi lain beberapa peneliti berpendapat berpikir komputasi tidak harus melibatkan penggunaan komputer. Wing (2008) menyatakan berpikir komputasi sebagai proses berpikir yang mencakup perumusan masalah sebagai komputer dapat secara efektif melakukan dan mengekspresikan solusi. Ada banyak pendekatan alternatif yang dapat diadopsi untuk mendorong kompetensi berpikir komputasi siswa. Kuo & Hsu (2020) menyarankan siswa dapat mengalami dan bekerja sama dengan satu sama lain, memecahkan masalah, dan berpikir kreatif, dimana membuat studi konsep ilmu komputer konkret dan sederhana, dan dapat digunakan untuk memperkuat kemampuan berpikir komputasi daripada menggunakan alat komputer. Selanjutnya Barr dan Stephenson (2011) menyatakan tujuan akhir seharusnya bukan untuk mengajar semua orang untuk berpikir seperti seorang ilmuwan komputer, tetapi untuk mengajarkan mereka untuk menerapkan elemen-elemen umum ini untuk memecahkan masalah dan menemukan pertanyaan baru yang dapat dieksplorasi di dalam dan di semua disiplin ilmu.

Pada tahun 2014, pemerintah Inggris memasukkan materi pemrograman ke dalam kurikulum sekolah dasar dan menengah, tujuannya bukan untuk mencetak pekerja software (programmer) namun untuk mengenalkan berpikir komputasi sejak dini kepada siswa. Menurut pemerintah Inggris, berpikir komputasi dapat membuat siswa lebih cerdas dan membuat mereka lebih cepat memahami teknologi

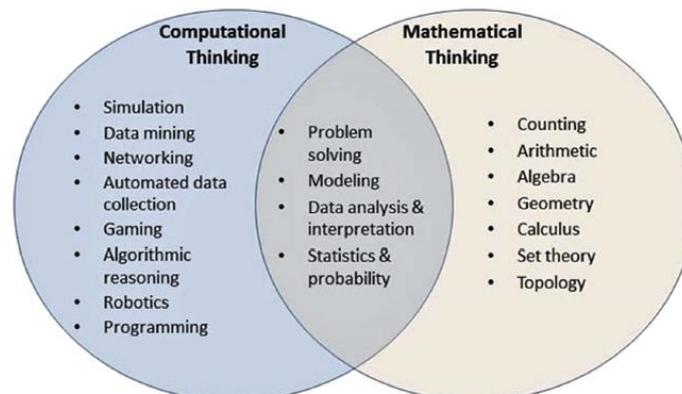
yang ada di sekitar mereka. berpikir komputasi juga dapat melatih otak agar terbiasa berpikir secara logis, terstruktur dan kreatif (Csizmadia et al., 2015). Terlepas dari perbedaan pendapat yang muncul mengenai definisi berpikir komputasi, dalam artikel ini penulis mendefinisikan berpikir komputasi sebagai kemampuan berpikir untuk pemecahan masalah yang tidak harus melibatkan penggunaan komputer.

Hubungan Literasi Matematika dan Berpikir komputasi

Peran komputer dan alat komputasi semakin meningkat dan berkembang dalam kehidupan sehari-hari dan dalam konteks pemecahan masalah. Hal ini tercermin dalam kerangka kerja PISA 2021 yang menyatakan siswa harus memiliki dan mampu menunjukkan keterampilan berpikir komputasi saat menerapkan dalam matematika sebagai bagian dari praktik pemecahan masalah mereka. Lebih lanjut OECD (2018) menyatakan teknologi akan memainkan peran yang terus berkembang dalam kehidupan siswa, literasi matematika juga harus mencakup hubungan sinergis dan timbal balik antara pemikiran matematika dan pemikiran komputasi. Peran pemikiran komputasi dalam matematika termasuk bagaimana topik matematika tertentu berinteraksi dengan topik komputasi tertentu, dan bagaimana penalaran matematika melengkapi pemikiran komputasi. Sifat pemikiran komputasi dalam matematika dikonseptualisasikan sebagai mendefinisikan dan menguraikan pengetahuan matematika yang dapat diekspresikan oleh pemrograman, yang memungkinkan siswa untuk secara dinamis memodelkan konsep dan hubungan matematika (OECD, 2018).

Taksonomi praktik berpikir komputasi yang diarahkan khusus untuk pembelajaran matematika dan sains mencakup praktik data, praktik pemodelan dan simulasi, praktik penyelesaian masalah komputasi, dan praktik pemikiran sistem (Weintrop et al., 2016). Hal ini juga diperkuat oleh Sneider et al (2014) yang menggambarkan terdapat irisan berpikir komputasi dan berpikir matematis, keduanya memiliki komponen yang sama, yaitu: pemecahan masalah; pemodelan; analisis dan interpretasi data; dan statistika dan peluang. seperti pada gambar 1.

Figur 2. Diagram Venn Berpikir Komputasi dan Berpikir Matematis
Sumber: Sneider et al., (2014)



Kombinasi matematika dan berpikir komputasi tidak hanya menjadi penting untuk secara efektif mendukung pengembangan pemahaman konseptual siswa tentang domain matematika, tetapi juga untuk mengembangkan konsep dan keterampilan berpikir komputasi mereka, memberikan pandangan peserta didik yang lebih realistis tentang bagaimana matematika dipraktikkan dalam dunia profesional dan digunakan di dunia nyata dan mempersiapkan mereka untuk mengejar karir di bidang terkait (Basu et al., 2016; Beheshti et al., 2017; Hemmendinger, 2010). selanjutnya Hu (2011) menyatakan meningkatkan kemampuan berpikir komputasi tampaknya merupakan cara yang logis untuk meningkatkan kualitas dalam berpikir matematis. Hal ini berarti, kemampuan matematis dan berpikir komputasi saling memengaruhi satu sama lain.

Penilaian Berpikir Komputasi dalam Matematika

Tidak ada definisi yang jelas untuk berpikir komputasi dan ketegangan utama dalam upaya untuk mendefinisikan berpikir komputasi ada hubungannya dengan mendefinisikan kompetensi inti berpikir komputasi (Haseski et al., 2018; Hemmendinger, 2010; Voogt et al., 2015). Oleh karena itu, untuk menemukan komponen atau kompetensi utama dari berpikir komputasi, dilakukan penelitian kajian literatur ini. Hasil analisis komponen berpikir komputasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen berpikir komputasi di literature

Sumber	Komponen Berpikir Komputasi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Yadav et al (2016)				✓	✓	✓	✓								
Weintrop et al (2016)		✓	✓	✓	✓	✓									
Shute et al (2017)	✓	✓	✓	✓	✓	✓					✓				
ISTE (2016)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓							
Selby & Woollard (2014)				✓	✓	✓		✓		✓					
Angeli et al (2016)				✓	✓	✓		✓		✓					
Wing (2006) dan Wing (2008)				✓	✓	✓	✓	✓							
Basu et al (2016)			✓	✓	✓										✓
Csizmadia et al (2015)				✓	✓	✓		✓		✓					✓
Hadad et al (2020)				✓	✓	✓		✓							✓
Kong & Wang (2021)					✓	✓				✓	✓	✓			
Fronza et al (2017)					✓						✓	✓			
Relkin et al (2020)			✓			✓					✓	✓			
Polat et al (2021)						✓						✓	✓	✓	✓
Guggemos et al (2019)				✓	✓	✓	✓	✓		✓					
Fagerlund et al (2020)				✓	✓	✓		✓				✓			
Yadav et al (2014)						✓								✓	✓

Keterangan Kompenen Berpikir Komputasi:

- | | | |
|------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| 1. Pengumpulan data | 6. Algoritma dan prosedur | 11. Modularisasi |
| 2. Analisis data | 7. Otomatisasi | 12. Kreatifitas |
| 3. Representasi data | 8. Pengenalan pola dan Generalisasi | 13. Kolaborasi |
| 4. Dekomposisi masalah | 9. Paralelisasi | 14. Pemecahan Masalah |
| 5. Abstraksi | 10. Debugging dan Evaluasi | 15. Kritis |

Komponen atau kompetensi dalam kemampuan berpikir komputasi berdasarkan kajian artikel meliputi:

a. Pengumpulan, analisis, representasi data

Mengumpulkan data atau informasi yang paling relevan dan penting dari berbagai sumber, menggunakan alat digital untuk menganalisisnya, dan menggunakan histogram, diagram lingkaran, diagram batang untuk merepresentasikan data; gunakan set, daftar, grafik, untuk memuat data dalam berbagai cara untuk memfasilitasi penyelesaian masalah (Barr & Stephenson, 2011; ISTE, 2016; Shute et al., 2017). Pada PISA 2018 kemampuan ini sudah menjadi bagian dalam proses matematika. Karena artikel ini berfokus pada kemampuan baru dalam literasi matematika, maka kemampuan tersebut tidak penulis bahas lebih dalam.

b. Dekomposisi

Ketika dihadapkan dengan tugas kompleks yang besar atau mendesain sistem kompleks, maka diperlukan dekomposisi dalam berpikir komputasi (Wing, 2006). Dekomposisi adalah cara berpikir tentang persoalan dalam hal bagian komponennya. Bagian-bagian kemudian dapat dipahami, dipecahkan, dikembangkan dan dievaluasi secara terpisah. Ini membuat masalah rumit lebih mudah untuk dipecahkan, situasi baru lebih mudah dipahami dan sistem besar lebih mudah dirancang (Angeli et al., 2016; Csizmadia et al., 2015; Shute et al., 2017; Voogt et al., 2015; Yadav et al., 2016). Metode ini juga dikenal sebagai "Divide and Conquer" (Csizmadia et al., 2015). Selanjutnya dekomposisi dapat diartikan sebagai memecah masalah menjadi bagian-bagian kecil, mengekstrak informasi kunci, dan mengembangkan model deskriptif untuk memahami sistem yang kompleks atau memfasilitasi penyelesaian masalah (ISTE, 2016).

Menurut Csizmadia et al (2015), Berikut hal yang dapat diamati di kelas berkaitan dengan dekomposisi:

- Memecah permasalahan atau soal menjadi bagian-bagian penyusun untuk membuatnya lebih mudah untuk dikerjakan.
- Memecah masalah menjadi versi yang lebih sederhana dari masalah yang sama yang dapat diselesaikan dengan cara yang sama.

c. Pengenalan pola dan generalisasi

Pengenalan pola merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk menentukan suatu pola yang sesuai dan tepat terkait konteks masalah yang disajikan. Dengan mengenali pola atau karakteristik yang sama akan membantu siswa dalam memecahkan persoalan dan membantu dalam membangun penyelesaian persoalan yang disajikan (ISTE, 2016). Dengan mengenali pola juga maka efisiensi waktu dan berpikir akan berkurang dan juga siswa lebih kritis dan kreatif jika dibiasakan dalam rangkaian pembelajaran dalam konteks kelas. Generalisasi dapat dikaitkan dengan mengidentifikasi pola, persamaan dan koneksi, dan mengeksplorasi bagian tersebut. Ini adalah cara cepat memecahkan masalah baru berdasarkan solusi sebelumnya untuk masalah, dan membangun pengalaman sebelumnya (Csizmadia et al., 2015; Selby & Woollard, 2014). Mengajukan pertanyaan seperti "Apakah ini mirip dengan masalah yang sudah saya pecahkan?" dan "Apa bedanya?" penting di sini, seperti proses mengenali pola baik dalam data yang digunakan dan proses atau strategi yang digunakan Csizmadia et al (2015).

Csizmadia et al (2015) mengungkapkan beberapa perilaku pengenalan pola dan generalisasi yang dapat diamati di ruang kelas, yaitu:

- Identifikasi pola dan kesamaan dalam persoalan.
- Menyesuaikan solusi, atau bagian dari solusi, sehingga mereka berlaku untuk seluruh bagian masalah serupa.
- Mentransfer gagasan dan solusi dari satu bidang masalah ke masalah lain.

d. Abstraksi

Abstraksi adalah kemampuan mengurangi atau mengabaikan detail informasi yang tidak diperlukan dan menyoroti detail informasi yang diperlukan dalam penyelesaian masalah yang lebih mudah (Angeli et al., 2016; Csizmadia et al., 2015; Shute et al., 2017). Selanjutnya Lee et al (2011) mengatakan Abstraksi adalah "proses generalisasi dari contoh spesifik." Dalam pemecahan masalah, abstraksi dapat berupa pengupasan masalah menjadi apa yang diyakini sebagai esensi dasarnya. Abstraksi juga secara umum didefinisikan sebagai penangkapan karakteristik umum atau tindakan ke dalam satu set yang dapat digunakan untuk mewakili yang lainnya.

Csizmadia et al (2015) mengungkapkan beberapa perilaku keterampilan Abstraksi yang dapat diamati di dalam kelas:

- Mengurangi kompleksitas dengan menghapus detail yang tidak perlu.
- Memilih cara untuk mewakili persoalan, untuk memungkinkannya dimanipulasi dengan cara yang bermanfaat.
- Menyembunyikan kompleksitas penuh persoalan (menyembunyikan kompleksitas fungsional).
- Menyembunyikan kompleksitas dalam data, misalnya dengan menggunakan struktur data.
- Mengidentifikasi hubungan antara abstraksi.
- Memfilter informasi saat mengembangkan solusi.

e. Berpikir Algoritma

Berpikir Algoritma adalah keterampilan pemecahan masalah yang berkaitan dengan merancang langkah demi langkah solusi untuk masalah (ISTE, 2016; Selby & Woollard, 2014). Berpikir algoritma sangat dibutuhkan pada konteks masalah yang sama muncul kembali dalam dimensi waktu yang berbeda. Dalam konteks ini, proses repetisi atau pengulangan akan terjadi dan hal itulah yang akan menjadi kunci bahwa siswa telah mampu melakukan proses berpikir komputasi dari dimensi berpikir algoritma. (Csizmadia et al., 2015). Selanjutnya Csizmadia et al (2015) mengungkapkan perilaku berpikir algoritma yang dapat diamati di dalam kelas, sebagai berikut:

- Merumuskan instruksi untuk mencapai solusi yang diinginkan.
- Merumuskan instruksi yang harus diikuti dalam urutan (urutan) tertentu.
- Merumuskan instruksi yang menggunakan operasi aritmatika dan logis.
- Menulis urutan instruksi yang menyimpan, memindahkan, dan memanipulasi data (variabel dan tugas)
- Instruksi penulisan yang mengulangi kelompok instruksi konstituen (loop / iterasi).
- Mengelompokkan dan memberi nama kumpulan instruksi yang melakukan tugas yang terdefinisi dengan baik untuk membuat instruksi baru (subrutin, prosedur, fungsi, metode).
- Instruksi penulisan yang melibatkan subrutin yang menggunakan salinan dirinya sendiri (rekursi).

- Menggunakan notasi yang sesuai untuk menulis kode untuk mewakili hal-hal di atas.
- Membuat algoritma untuk menguji hipotesis.
- Membuat algoritma yang memberikan solusi berbasis pengalaman (heuristik).
- Membuat deskripsi algoritmik dari proses dunia nyata agar lebih memahaminya (pemodelan komputasi).
- Merancang solusi algoritmik yang memperhitungkan kemampuan, keterbatasan, dan keinginan yang akan menggunakannya.

f. Otomatisasi

Lee et al (2011) menyatakan otomatisasi adalah proses penghematan tenaga kerja dimana komputer diinstruksikan untuk melakukan serangkaian tugas yang berulang dengan cepat dan efisien dibandingkan dengan kekuatan pemrosesan manusia. Dalam artikel ini, otomatisasi tidak dimasukkan ke dalam berpikir komputasi dalam matematika karena penyusunan penilaian berpikir komputasi dalam matematika tidak dibatasi pada penggunaan komputer saja.

g. Paralelisasi

Membagi data atau tugas sedemikian rupa untuk diproses secara paralel. Sebagai contoh: memecahkan sistem persamaan linier menggunakan perkalian matriks (Barr & Stephenson, 2011). Kemampuan ini sudah menjadi bagian dalam penilaian PISA 2018 yaitu, memilih strategi dan menggunakan matematika untuk penyelesaian masalah.

h. *Debugging* dan evaluasi

Debugging adalah mendeteksi dan mengidentifikasi kesalahan, dan kemudian memperbaiki kesalahan, ketika solusi tidak berfungsi sebagaimana mestinya (Shute et al., 2017). Lebih lanjut Angeli et al (2016) menyatakan *debugging* sebagai keterampilan untuk mengenali ketika tindakan tidak sesuai dengan instruksi, dan keterampilan untuk memperbaiki kesalahan. Csizmadia et al (2015) menyatakan evaluasi adalah proses memastikan bahwa solusi, apakah algoritma, sistem, atau proses, adalah solusi yang baik: bahwa solusi tersebut sesuai untuk tujuan. Berbagai sifat solusi perlu dievaluasi. Ini merupakan bagian yang penting dalam proses pemecahan masalah.

Berdasarkan hasil *literatur review* di atas, penulis memilih empat komponen utama yang akan digunakan pada penilaian berpikir komputasi dalam matematika, yaitu: dekomposisi masalah, abstraksi, algoritma dan prosedur, dan pengenalan pola. Komponen lainnya juga merupakan hal penting dalam berpikir komputasi, namun tidak semua dimasukkan karena beberapa komponen sudah menjadi bagian penilaian literasi matematika PISA 2018 dan beberapa komponen terbatas pada penggunaan komputer. Untuk memudahkan melakukan penilaian, penulis menyarankan untuk membuat tabel indikator penilaian kemampuan berpikir komputasi, sebagai contoh lihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Indikator Kemampuan berpikir komputasi

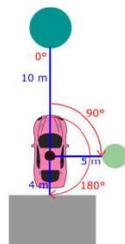
Kemampuan Berpikir komputasi	Indikator
------------------------------	-----------

Dekomposisi	<ul style="list-style-type: none"> a. Siswa mampu mengidentifikasi informasi yang diketahui dan ditanyakan dari permasalahan yang diberikan. b. Siswa mampu memecah masalah menjadi bagian-bagian kecil agar lebih mudah untuk dikerjakan.
Pengenalan pola dan generalisasi	<ul style="list-style-type: none"> a. Siswa mampu mengidentifikasi pola dan kesamaan dalam suatu persoalan. b. Siswa mampu menyesuaikan solusi, atau bagian dari solusi, sehingga berlaku untuk masalah lain yang serupa. c. Siswa mampu mentransfer gagasan dan solusi dari satu bidang masalah ke masalah lain.
Abstraksi	<ul style="list-style-type: none"> a. Siswa mampu mengurangi kompleksitas persoalan dengan mengabaikan detail yang tidak perlu dan fokus pada detail yang diperlukan. b. Siswa mampu memilih cara untuk mewakili persoalan, untuk memungkinkan dimanipulasi dengan cara yang bermanfaat.
Berpikir algoritma	<ul style="list-style-type: none"> a. Siswa mampu membuat deskripsi algoritmik dari proses dunia nyata agar lebih mudah memahaminya b. Siswa mampu merumuskan dan menuliskan langkah-langkah penyelesaian masalah

Sebagai contoh identifikasi penggunaan komponen atau kemampuan berpikir komputasi dalam matematika dapat dilihat dalam contoh soal berikut ini (diambil dari Bebras (2018)):

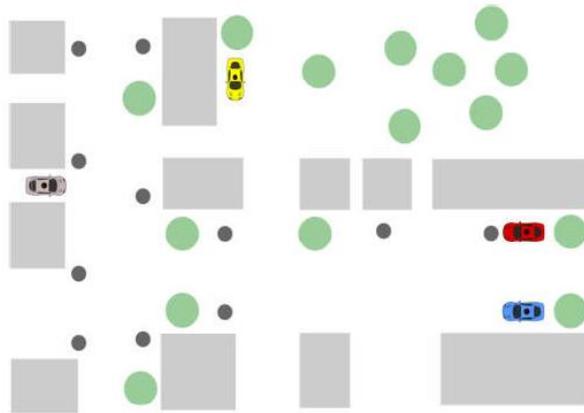
Soal:

Celaka! Sebuah mobil tanpa pengemudi tidak dapat kembali ke garasinya karena terhenti di sebuah lokasi di kota sebab baterainya habis. Sebelum baterai habis, berkat sensornya, mobil tersebut menemukan sebuah tempat parkir dan mengirimkan posisi objek yang ada di sekitarnya. Setiap objek mempunyai 2 nilai, yaitu sudut dan jarak dari mobil. Sudut diukur 360° menggunakan sensor di atas atap mobil. Sudut 0° adalah sisi depan mobil - lihat gambar.



Pada contoh, hasil sensor adalah $[(0,10),(90,5),(180,4)]$.

Sebuah mobil yang hilang mengirimkan hasil sensornya sebagai berikut: $[(0, 5), (90, 4), (180, 5), (270, 12)]$



Mobil manakah yang hilang berdasarkan hasil sensor ini?

- Mobil warna kuning
- Mobil warna merah
- Mobil warna biru
- Mobil warna abu-abu

Jawaban:

Jawaban yang tepat adalah mobil warna merah. Mobil yang hilang memiliki benda 5m di depannya, benda 4m di sisi kanannya, benda 5m di belakangnya, dan benda dengan jarak 12m di sisi kirinya.

Soal tersebut merupakan soal yang menguji salah satu kemampuan berpikir yaitu pengenalan pola dan kemampuan abstraksi. Siswa yang memiliki kemampuan pengenalan pola yang baik akan mencoba menerapkan pola contoh pada pola pertanyaan. Kemampuan abstraksi membuat siswa dapat memilih objek yang diperlukan, yaitu objek disekitar mobil (depan, kanan, kiri, dan belakang) dan mengabaikan objek lain yang tidak diperlukan.

Sebagai salah satu kemampuan abad 21, berpikir komputasi sebaiknya mulai diperhatikan dalam pendidikan, termasuk dalam matematika. Hu (2011) menyatakan peningkatan berpikir komputasi dapat dijadikan cara untuk peningkatan literasi matematika. Untuk menunjang pengembangan berpikir komputasi dalam pendidikan tentu tidak terlepas dari penilaian berpikir komputasi, kami menyarankan penilaian terhadap berpikir komputasi meliputi: dekomposisi, pengenalan pola dan generaisasi, abstraksi, dan berpikir algoritma. Saran untuk penelitian berikutnya, perlu dilakukan penelitian terkait pengembangan berpikir komputasi dan penilaian berpikir komputasi dalam pendidikan.

4) KESIMPULAN

Literasi matematika mengacu pada pengetahuan dan kemampuan siswa untuk mengambil dan menerapkan pengetahuan matematika dan keterampilan yang diperoleh dari kelas untuk pengalaman

kehidupan nyata mereka dan memahami situasi yang melibatkan matematika. PISA secara rutin mengadakan penilaian literasi matematika untuk beberapa negara. Berdasarkan kerangka kerja PISA 2021, terdapat satu kecakapan baru yang akan menjadi penilaian literasi matematika, yaitu berpikir komputasi.

Berpikir komputasi dan literasi matematika mempunyai hubungan yang saling mempengaruhi. Menurut Hu (2011), pengembangan literasi matematika dapat dilakukan dengan mengembangkan kemampuan berpikir komputasi. Lebih lanjut Sneider et al (2014) menyatakan terdapat irisan antara berpikir komputasi dan berpikir matematis, keduanya memiliki komponen yang sama, yaitu: pemecahan masalah; pemodelan; analisis dan interpretasi data; dan statistika dan peluang.

Banyak peneliti yang memberikan definisi berpikir komputasi, ada yang mengaitkan dengan penggunaan komputer atau pemrograman, namun ada juga yang mengaitkannya dengan kompetensi berpikir. Terlepas dari perbedaan pendefinisian berpikir komputasi, penulis melakukan kajian terhadap beberapa artikel untuk menemukan komponen utama dari berpikir komputasi. Penulis menyimpulkan empat komponen penting dalam berpikir komputasi, yaitu: dekomposisi, pengenalan pola dan generalisasi, abstraksi, dan berpikir algoritma. Keempat komponen tersebut disarankan dapat digunakan dalam penyusunan indikator penilaian berpikir komputasi.

Melihat pentingnya berpikir komputasi dan literasi matematika untuk mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan abad 21, maka penulis menyarankan perlu dilakukan penelitian terkait pengembangan berpikir komputasi. Salah satu aspek penting dalam pengembangan pendidikan adalah proses evaluasi atau penilaian. Oleh karena itu, penulis juga menyarankan dilakukan penelitian terkait penilaian berpikir komputasi dalam bidang pendidikan, khususnya pelajaran matematika.

REFERENSI

- Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., & Zagami, J. (2016). A K-6 computational thinking curriculum framework: Implications for teacher knowledge. *Educational Technology and Society*.
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is The Role of The Computer Science Education Community? *ACM Inroads*. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>
- Basu, S., Biswas, G., Sengupta, P., Dickes, A., Kinnebrew, J. S., & Clark, D. (2016). Identifying middle school students' challenges in computational thinking-based science learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*. <https://doi.org/10.1186/s41039-016-0036-2>
- Bebras. (2018). *Tantangan Bebras Indonesia 2018*. NBO Bebras Indonesia. <http://bebras.or.id/v3/wp-content/uploads/2019/09/BukuBebras2018 SMP v.5.pdf>
- Beheshti, E., Weintrop, D., Swanson, H., Orton, K., Horn, M. S., & Wilensky, U. (2017). Computational thinking in practice: How STEM professionals use CT in their work. *Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA)*. <https://doi.org/10.302/1184747>

- Berland, M., & Wilensky, U. (2015). Comparing virtual and physical robotics environments for supporting complex systems and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9552-x>
- Cansu, F. K., & Cansu, S. K. (2019). An overview of computational thinking. *International Journal of Computer Science Education in Schools*. <https://doi.org/10.21585/ijcses.v3i1.53>
- Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2015). *Computational thinking: A guide for teachers*.
- FAGERLUND, J., HÄKKINEN, P., VESISENAHU, M., & VIIRI, J. (2020). Assessing 4th Grade Students' Computational Thinking through Scratch Programming Projects. *Informatics in Education*, 19(4), 611–640. <https://doi.org/10.15388/INFEDU.2020.27>
- Fronza, I., El Ioini, N., & Corral, L. (2017). Teaching computational thinking using agile software engineering methods: A framework for middle schools. *ACM Transactions on Computing Education*, 17(4). <https://doi.org/10.1145/3055258>
- Genc, M., & Erbas, A. K. (2019). Secondary mathematics teachers' conceptions of mathematical literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*.
- Guggemos, J., Seufert, S., & Román-González, M. (2019). Measuring computational thinking - Adapting a performance test and a self-assessment instrument for German-speaking countries. *16th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age, CELDA 2019*. https://doi.org/10.33965/celda2019_2019111023
- Hadad, R., Thomas, K., Kachovska, M., & Yin, Y. (2020). Practicing Formative Assessment for Computational Thinking in Making Environments. *Journal of Science Education and Technology*, 29(1). <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09796-6>
- Haseski, H. I., Ilic, U., & Tugtekin, U. (2018). Defining a new 21st century skill-computational thinking: concepts and trends. *International Education Studies*. <https://doi.org/10.5539/ies.v11n4p29>
- Hemmendinger, D. (2010). A plea for modesty. *ACM Inroads*, 1(2), 4–7. <https://doi.org/10.1145/1805724.1805725>
- Hu, C. (2011). Computational thinking - What it might mean and what we might do about it. *ITiCSE'11 - Proceedings of the 16th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science*, 223–227. <https://doi.org/10.1145/1999747.1999811>
- Israel, M., Pearson, J. N., Tapia, T., Wherfel, Q. M., & Reese, G. (2015). Supporting all learners in school-wide computational thinking: A cross-case qualitative analysis. *Computers and Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.11.022>
- ISTE. (2016). *ISTE Standards For Students 2016*. ISTE.
- Kong, S. C., & Wang, Y. Q. (2021). Item response analysis of computational thinking practices: Test characteristics and students' learning abilities in visual programming contexts. *Computers in Human Behavior*, 122. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106836>
- Kuo, W. C., & Hsu, T. C. (2020). Learning computational thinking without a computer: How computational participation happens in a computational thinking board game. *Asia-Pacific Education Researcher*. <https://doi.org/10.1007/s40299-019-00479-9>

- Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., Malyn-Smith, J., & Werner, L. (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 2(1), 32–37. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929902>
- OECD. (2013). PISA 2012 assessment and analytical Framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy. In *OECD Report*. <https://doi.org/10.1787/9789264190511-en>
- OECD. (2018). Pisa 2021 mathematics framework(Draft). *Journal of Chemical Information and Modeling*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- OECD. (2019). PISA 2018 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy. In *OECD Report*.
- Polat, E., Hopcan, S., Kucuk, S., & Sisman, B. (2021). A comprehensive assessment of secondary school students' computational thinking skills. *British Journal of Educational Technology*, 52(5). <https://doi.org/10.1111/bjet.13092>
- Relkin, E., de Ruiter, L., & Bers, M. U. (2020). TechCheck: Development and Validation of an Unplugged Assessment of Computational Thinking in Early Childhood Education. *Journal of Science Education and Technology*, 29(4). <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09831-x>
- Selby, C. C., & Woollard, J. (2014). Refining an Understanding of Computational Thinking. In *Author's original*.
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. In *Educational Research Review*. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>
- Sneider, C., Stephenson, C., Schafer, B., & Flick, L. (2014). Computational thinking in high school science classrooms. *The Science Teacher*. https://doi.org/10.2505/4/tst14_081_05_53
- Sumirattana, S., Mekanong, A., & Thipkong, S. (2017). Using realistic mathematics education and the DAPIC problem-solving process to enhance secondary school students' mathematical literacy. *Kasetsart Journal of Social Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.kjss.2016.06.001>
- Tang, X., Yin, Y., Lin, Q., Hadad, R., & Zhai, X. (2020). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers and Education*, 148(July), 103798. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103798>
- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-015-9412-6>
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. In *Communications of the ACM* (Vol. 49, Issue 3, pp. 33–35). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>

- Yadav, A., Hong, H., & Stephenson, C. (2016). Computational thinking for all: Pedagogical approaches to embedding 21st century problem solving in K-12 classrooms. *TechTrends*. <https://doi.org/10.1007/s11528-016-0087-7>
- Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2014). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(1). <https://doi.org/10.1145/2576872>