

KARAKTERISTIK WAYS OF THINKING (WOT) DAN WAYS OF UNDERSTANDING (WOU) SISWA BERDASARKAN TEORI HAREL

Hani Nurhasanah¹, Turmudi², Al Jupri²

¹SMAT Krida Nusantara, Jln. Desa Cipadung, Pasir Biru, Cipadung, Kota Bandung, 40614, Jawa Barat, Indonesia

^{1,2}Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudi No. 229, Kota Bandung, 40154, Jawa Barat, Indonesia

Corresponding Author: Hanimathe@upi.edu

Abstrak

Proses berpikir tiap siswa dalam menyelesaikan masalah matematis cenderung berbeda dan unik. Proses berpikir yang unik tidak terlepas dari pemahaman dari masing-masing siswa terhadap suatu konsep. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis karakteristik cara berpikir (*ways of thinking*) dan cara memahami (*ways of understanding*) siswa dalam menyelesaikan masalah vektor berdasarkan Teori Harel. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan data yaitu studi pendahuluan, observasi, pemberian tugas, dan wawancara klinis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik *ways of thinking* dan *ways of understanding* siswa dalam menyelesaikan masalah terkait vektor saling berhubungan. Cara berpikir siswa dalam menyelesaikan masalah terkait vektor dipengaruhi oleh cara memahami konsep yang telah siswa pelajari. Cara memahami konsep yang salah atau tidak utuh menghasilkan cara berpikir yang tidak logis atau salah. Begitu pun sebaliknya, pemahaman yang baik mengenai operasi vektor, perbandingan vektor, vektor posisi, vektor yang sama dan vektor yang berlawanan, panjang suatu vektor, dan konsep vektor lainnya menghasilkan penyelesaian dari cara berpikir yang sistematis, logis, dan efektif. Hal ini menunjukkan bahwa Teori Harel mengenai *duality principle* berlaku terhadap siswa dalam menyelesaikan masalah terkait vektor yaitu siswa mengembangkan cara berpikir hanya melalui konstruksi cara-cara memahami, dan cara-cara memahami yang mereka hasilkan ditentukan oleh cara berpikir yang dimiliki.

Kata kunci: *ways of thinking, ways of understanding, teori Harel, duality principle*

Abstract

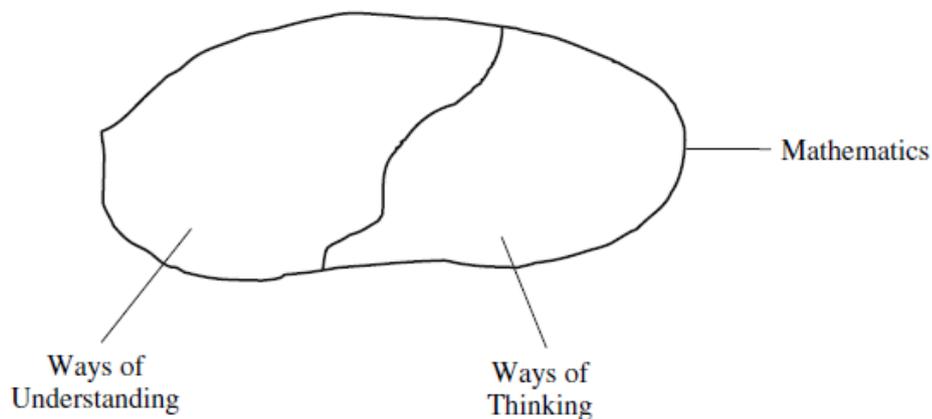
The thinking process of each student in solving mathematical problems tends to be different and unique. The unique thinking process cannot be separated from the understanding of each student of a concept. This study aims to analyse the characteristics of students' ways of thinking and ways of understanding in solving vector problems based on Harel's Theory. The research method used is descriptive qualitative research with data collection techniques, namely preliminary studies, observation, assignments, and clinical interviews. The results showed that the characteristics of students' ways of thinking and ways of understanding in solving vector-related problems were interrelated. The way students think in solving problems related to vectors is influenced by understanding the concepts that students have learned. How to understand wrong or incomplete concepts results in illogical or wrong ways of thinking. Vice versa, a good understanding of vector operations, vector comparisons, position vectors, the same vector and the opposite vector, the length of a vector, and other vector concepts result in the solution of a systematic, logical, and practical way of thinking. It shows that Harel's theory of the duality principle applies to students in solving vector-related problems; namely, students develop ways of thinking only through understanding ways of understanding. The ways of understanding they produce are determined by way of thinking they have.

Keywords: ways of thinking, ways of understanding, Harel's theory, duality principle

1. Pendahuluan

Berpikir merupakan aktivitas yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Salah satu aspek berpikir yang khusus adalah berpikir matematis [1] Seseorang dapat disebut sebagai pemikir ketika dia melakukan aktivitas mental [2]. Aktivitas mental yang dilakukan seperti mewakili, menafsirkan, mendefinisikan, menghitung, menduga, menyimpulkan, membuktikan, menyusun, melambangkan, mengubah, generalisasi, menerapkan, pemodelan, menghubungkan, memprediksi, merumuskan, mengklasifikasikan, mencari, mengantisipasi, dan pemecahan masalah [3]. Ketika siswa telah mampu membentuk cara berpikir maka memungkinkan siswa membentuk kemampuan untuk memahami konsep dalam tindakan mental memecahkan masalah matematis [4]. Pemahaman merupakan landasan penting untuk berpikir melihat hubungan antar setiap unsur dalam situasi permasalahan yang melibatkan proses mental yang dinamis. Pemahaman tersebut merupakan suatu proses ber-matematika yang harus dimiliki setiap siswa. Harel menyebutkan bahwa cara pemahaman dan cara berpikir merupakan kategori pengetahuan [3] yang merupakan tujuan dari belajar matematika pada proses pembelajaran di kelas.

Harel [5] menyebutkan bahwa terdapat dua kategori pengetahuan yang saling memengaruhi dalam pengetahuan matematika yaitu *ways of understanding* dan *ways of thinking* seperti pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Matematika Sebagai Gabungan Dua Kategori Pengetahuan *WoU* dan *WoT* (Harel, 2008a)

Berdasarkan Gambar 1, *WoU* dan *WoT* saling memengaruhi satu sama lain. Kategori pertama yaitu *ways of understanding* (*product/hasil khusus*) terdiri dari aksioma tertentu, definisi, teorema, bukti, masalah, dan solusi. Sedangkan kategori kedua yaitu *ways of thinking* (*character/ciri khusus*) merupakan tindakan mental yang hasilnya berupa kategori pertama yaitu *ways of understanding*. Pemahaman matematis merupakan kompetensi dasar dalam belajar matematika meliputi kemampuan menyerap suatu materi, mengingat rumus dan konsep matematika, serta menerapkannya dalam kasus sederhana atau dalam kasus serupa, memperkirakan

kebenaran suatu pernyataan, dan menerapkan rumus dan teorema dalam penyelesaian masalah [6]. Oleh karena itu proses berpikir dan memahami merupakan suatu yang saling berhubungan [3, 5].

Proses berpikir siswa dapat berbeda-beda karena dipengaruhi oleh tingkat kemampuan matematika siswa, skema yang terbentuk, dan pemahaman terhadap suatu konsep [7]. Peran guru pada saat proses pembelajaran di kelas pada dasarnya sangat penting untuk memahami proses berpikir siswa yang unik [8]. Kompetensi matematika siswa akan tumbuh lebih optimal jika guru kompeten dalam mengelola proses pembelajaran, baik dari materi pembelajaran maupun meningkatkan aktivitas siswa dalam belajar matematika. Namun, selain peran penting dari guru, dalam studi pendahuluan ditemukan kesulitan siswa dalam menyelesaikan permasalahan matematis, khususnya vektor, dengan permasalahan siswa yang tidak mampu menerapkan konsep vektor [9]. Kesulitan lain juga terungkap yaitu kesulitan dalam *mathematization* dan dalam menghubungkan berbagai konsep matematika [10]. Penelitian lain juga mengungkapkan mengenai kesulitan dalam menyelesaikan masalah vektor yaitu kebanyakan siswa melakukan kesalahan dalam menggambar bentuk grafis komponen vektor [9]. Pratama, dkk. [11] juga mengungkapkan bahwa kesulitan yang dialami oleh siswa melibatkan beberapa topik yang dasar yaitu seperti nilai dan arah vektor, penjumlahan dan pengurangan vektor, komponen vektor, dan vektor satuan. Dengan demikian konsep vektor yang dipelajari siswa tersebut hendaknya membutuhkan pemahaman yang lengkap dan mendasar.

Dari uraian pendapat para ahli mengenai *ways of thinking* dan *ways of understanding* dan kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah vektor, maka peneliti melakukan penelitian, yaitu menganalisis bagaimana karakteristik dari *WoT* dan *WoU* siswa dalam menyelesaikan masalah matematis khususnya materi vektor berdasarkan Teori Harel yaitu prinsip pembelajaran.

2. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif yang melibatkan 50 siswa SMA kelas 10. Peneliti mengelompokkan 50 siswa tersebut menjadi tiga kelompok sesuai dengan karakteristik kemampuan kognitif yaitu diantaranya 12 siswa tergolong kemampuan kognitif tinggi, 23 siswa tergolong kemampuan kognitif sedang, dan 15 siswa tergolong kemampuan kognitif rendah. Pengelompokkan karakteristik siswa yang digunakan oleh peneliti adalah data analisis kemampuan matematis awal siswa yang dapat membantu peneliti dalam mengkategorikan cara berpikir, cara memahami dan hubungan timbal balik antara keduanya sebagai keterwakilan dari setiap karakter. Peneliti memilih dua subjek dari tiap karakter yang mampu mewakili dan mendeskripsikan jawaban dari siswa yang lain dalam populasi yang dipilih. Karakteristik tersebut dilihat dan dikelompokkan berdasarkan hasil penilaian pengetahuan dan keterampilan siswa pada semester sebelumnya. Selanjutnya, peneliti mengklasifikasikan jawaban siswa ke dalam tiap kategori. Dalam penelitian ini, karakteristik *WoT* dan *WoU* yang dimaksud adalah bagaimana cara berpikir dan cara

memahami siswa terhadap masalah yang diberikan, seperti rumus pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Rumus yang Digunakan dalam Analisis Karakteristik dari *WoT* dan *WoU*

Karakteristik	Cara Memahami (<i>WoU</i>)		
	Kategori	Benar (B)	Salah (S)
Cara Berpikir (<i>WoT</i>)	Benar (B)	BB	BS
	Salah (S)	SB	SS

Tabel 1 menunjukkan karakteristik dari *WoT* dan *WoU* yang ditemukan oleh peneliti di lapangan. Dari hasil temuan diperoleh empat karakteristik yang akan dikaji lebih dalam yaitu: cara berpikir benar dengan cara memahami yang benar, cara berpikir benar dengan cara memahami yang salah, cara berpikir salah dengan cara memahami yang benar, dan cara berpikir salah dengan cara memahami yang salah.

Instrumen dalam penelitian kualitatif ini adalah peneliti sendiri. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan metode *think aloud*, dimana siswa berada diberikan lembar tugas untuk diselesaikan, siswa diminta untuk memecahkan masalah secara individu di kelas dan dilanjutkan dengan wawancara klinis. Masalah vektor yang diberikan yaitu: "Diberikan vektor $\vec{m} = -3\hat{i} + 10\hat{j}$, titik $R(2, -3)$ dan $S(x, -13)$. Jika $|\vec{RS}| = |\vec{m}|$ dan \vec{RS} adalah vektor yang berlawanan arah dengan vektor \vec{m} , maka tentukan titik S yang mungkin!". Soal yang diberikan dikaji lebih lanjut oleh peneliti saat wawancara klinis. Setelah kegiatan wawancara klinis dilakukan, maka untuk memperoleh teknik validasi data dalam penelitian ini dilakukan metode triangulasi. Metode triangulasi dilakukan dengan membandingkan hasil tugas siswa dan hasil wawancara klinis.

3. Hasil dan Diskusi

Dari rumus karakteristik yang ditemukan, tiap karakteristik mempunyai ciri-ciri tertentu sehingga dikelompokkan menjadi karakter yang sama seperti pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Karakteristik *WoT* dan *WoU* Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Vektor

No	Karakteristik	Deskripsi
1	Cara berpikir yang benar dengan cara memahami yang benar (BB)	Cara berpikir benar yaitu dengan menggunakan konsep/algorithm yang baik, logis, dan sistematis dalam menyelesaikan masalah vektor dengan pemahaman yang baik dari operasi vektor, perbandingan segmen garis dalam vektor baris dan vektor posisi, vektor yang sama dan vektor yang berlawanan, panjang suatu vektor, dan konsep vektor lainnya.
2	Cara berpikir benar dengan cara memahami	Langkah/strategi berpikir yang digunakan sistematis dan logis, penggunaan operasi aljabarpun benar namun tidak memahami konsep perbandingan segmen garis dalam vektor baris dan vektor

yang salah (BS)	posisi, vektor yang sama dan vektor yang berlawanan, panjang suatu vektor, secara utuh, atau tidak teliti dalam membuat keputusan.
3 Cara berpikir salah dengan cara memahami yang benar (SB)	Langkah/strategi berpikir yang digunakan salah, operasi aljabar tidak logis, dan tidak teliti dengan proses algoritma/perhitungan, namun paham dengan baik konsep perbandingan segmen garis dalam vektor baris dan vektor posisi, vektor yang sama dan vektor yang berlawanan, panjang suatu vektor yang digunakan dalam menyelesaikan masalah.
4 Cara berpikir salah dengan cara memahami yang salah (SS)	Langkah/strategi berpikir yang digunakan salah, tidak logis, salah/tidak teliti dengan proses algoritma/perhitungan, dan tidak memahami dengan baik konsep yang telah dipelajari artinya ketidakmampuan dalam mengoptimalkan penggunaan pengetahuan terkait gagasan, prosedur, atau fakta matematis dari vektor yang sama dan berlawanan, panjang vektor, dan perbandingan segmen garis.

Dari hasil temuan diperoleh banyak siswa termasuk ke dalam karakteristik BB sebesar 32%, karakteristik BS sebesar 30%, karakteristik SB sebesar 10%, dan karakteristik SS sebesar 28%. Untuk lebih jelas bagaimana *WoT* dan *WoU* dari tiap karakter dijelaskan secara lebih dalam dengan gambar hasil jawaban dan hasil analisis dari wawancara klinis yang dilakukan oleh peneliti.

1.1 Karakteristik Cara Berpikir Benar dengan Cara Memahami yang Benar

Tidak ada permasalahan yang diperoleh dalam karakteristik yang pertama karena siswa mampu berpikir dengan benar dan logis serta siswa mampu menggunakan konsep yang benar. Berikut Gambar 2 hasil jawaban siswa yang tergolong BB:

Jawaban:

$$|\vec{RS}| = |\vec{m}|$$

$$\vec{m} = \vec{S} - \vec{R}$$

$$= \begin{pmatrix} 5 \\ -13 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 2 \\ -3 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -3 \\ 10 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u-2 \\ -10 \end{pmatrix} \rightarrow u = \begin{pmatrix} 2 \\ 10 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3 \\ -10 \end{pmatrix}$$

$$u = 5 \parallel \quad S = (5, -13)$$

$$= 5i, -13j$$

Gambar 2. Jawaban Siswa yang Tergolong Karakteristik BB

Berdasarkan Gambar 2 siswa mampu mengerjakan soal dengan cara/strategi yang tepat, sistematis, dan logis dengan menggambar terlebih dahulu segi enam beraturan, menuliskan unsur-unsur yang diketahui pada soal, mengaitkan unsur yang belum diketahui dengan vektor yang berlawanan dengan \vec{m} sehingga diperoleh jawaban akhir titik $S(5, -13)$. Selain itu, subjek menjelaskan dalam wawancara klinis

bahwa titik $S(5, -13)$ sudah benar jika digambar ulang seperti pada bagian kanan Gambar 3. Pemahaman yang baik mampu melihat hubungan antara berbagai faktor/unsur dalam situasi yang problematis [12]. Oleh karena itu, subjek tergolong *WoT* dan *WoU* dengan karakteristik *BB*.

1.2 Karakteristik Cara Berpikir Benar dengan Cara Memahami yang Salah

Karakteristik selanjutnya yaitu cara berpikir yang benar dengan cara pemahaman yang salah (*BS*). Berikut Gambar 3 contoh hasil jawaban siswa dalam menyelesaikan soal vektor

$|\vec{m}| = -3i + 10j = \sqrt{(-3)^2 + 10^2} = \sqrt{9 + 100} = \sqrt{109}$
 $\vec{RS} = S - R = \begin{pmatrix} 5 \\ -13 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 2 \\ -3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \\ -10 \end{pmatrix}$
 $\vec{RS} \cdot \vec{m} = \begin{pmatrix} 3 \\ -10 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -3 \\ 10 \end{pmatrix} = -9 + 100 = 91$
 $91 = x \cdot \sqrt{109}$
 $x = \frac{91}{\sqrt{109}}$
 (Note: The student's work shows a different calculation path leading to $x = -1$, which is incorrect.)

Gambar 3. Jawaban Siswa yang Tergolong Karakteristik *BS*

Berdasarkan Gambar 3, siswa mampu mengerjakan soal dengan cara/strategi yang tepat, sistematis, logis, algoritma/perhitungan yang baik namun tidak menghubungkan konsep yang diketahui pada soal dengan konsep yang telah dipelajari. Konsep yang tidak dipahami dengan utuh oleh subjek adalah nilai dari vektor yang berlawanan. Jika diketahui \vec{RS} adalah vektor berlawanan dengan \vec{m} maka $\vec{RS} = (3, -10)$. Tanpa pemahaman yang baik mengenai konsep vektor yang berlawanan maka keputusan yang diambil salah. Subjek menjawab bahwa nilai $x = -1$. Oleh karena itu meskipun subjek mengetahui konsep vektor yang berlawanan tetapi tergolong *WoT* dan *WoU* dengan karakteristik *BS*.

1.3 Karakteristik Cara Berpikir Salah dengan Cara Memahami yang Benar

Karakteristik selanjutnya yaitu cara berpikir yang salah dengan cara memahami yang benar. Berikut Gambar 4 contoh hasil jawaban siswa dalam menyelesaikan soal vektor:

Handwritten work for Gambar 4:

$$|\vec{R}| = \sqrt{(-2)^2 + (-10)^2}$$

$$= \sqrt{x^2 - 4x - 4 + 100}$$

$$= \sqrt{x^2 - 4x + 96}$$

Other work shown:

$$\vec{m} = -3i + 10j$$

$$|\vec{m}| = \sqrt{3^2 + 10^2} = \sqrt{9 + 100} = \sqrt{109}$$

Incorrect work shown:

$$|\vec{R}| = |\vec{m}|$$

$$\sqrt{x^2 - 4x + 96} = \sqrt{109}$$

$$(\sqrt{x^2 - 4x + 96})^2 = (\sqrt{109})^2$$

$$x^2 - 4x + 96 = 109$$

$$x^2 - 4x + 96 - 109 = 0$$

$$x^2 - 4x - 13 = 0$$

Gambar 4. Jawaban Siswa yang Tergolong Karakteristik SB

Berdasarkan Gambar 4 siswa memahami konsep panjang vektor dengan baik, mampu menghubungkan unsur-unsur yang diketahui dalam soal dengan gambar, namun algoritma yang digunakan salah/tidak teliti sehingga keputusan akhir salah. Siswa menjelaskan lupa dengan vektor yang berlawanan dan melakukan kesalahan bahwa hasil dari $(-2)^2$ adalah -4 . Salah satu penyebab siswa lupa adalah gangguan. Gangguan terjadi ketika informasi bercampur/disingkirkan dengan informasi lainnya. Artinya hambatan mengingat informasi tertentu karena kehadiran informasi lain yang ada dalam memori [13].

Selain itu, subjek mengalami kesulitan dalam menghubungkan informasi yang diperoleh dalam menyusun strategi dikarenakan terdapat ketidaksesuaian informasi yang telah diperoleh sebelumnya sehingga menimbulkan keraguan dalam menjawab dan belum mampu menemukan alternatif solusi atau strategi lainnya serta belum menyadari kesalahan yang dilakukan dikarenakan belum melaksanakan langkah memeriksa kembali. Oleh karena itu, subjek memiliki *WoT* dan *WoU* yang tergolong karakteristik SB.

1.4 Karakteristik Cara Berpikir Salah dengan Cara Memahami yang Salah

Karakteristik selanjutnya yaitu cara berpikir yang salah dengan cara pemahaman yang salah. Berikut Gambar 5 contoh hasil jawaban siswa dalam menyelesaikan soal vektor.

Jawaban:

$$m = -3i + 10j$$

$$R = (2, -3)$$

$$s = (x, -13)$$

$$\vec{s} - \vec{r} = (x, -13) - (2, -3)$$

$$= (-2x, -10)$$

$$(-2x, -10) = -3i + 10j$$

$$\begin{pmatrix} -2x \\ -10 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -3 \\ 10 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} -1 \\ -20 \end{pmatrix} //$$

Gambar 5. Jawaban Siswa yang Tergolong Karakteristik SS

Berdasarkan Gambar 5 siswa tidak memahami dengan baik konsep vektor yang berlawanan hanya sekedar hafal rumus tanpa memaknai rumus yang digunakan. Subjek salah dalam proses aljabar $x - 2$ menghasilkan $2x$ dan vektor yang berlawanan dengan \vec{m} adalah $(-3,10)$ yang seharusnya $(3, -10)$. Konsep yang dihapal secara buta tanpa bermakna tidak mungkin dipindahkan ke situasi baru [11]. Dengan *WoT* dan *WoU* yang dilakukan oleh subjek, maka subjek tergolong karakteristik SS.

Persentase yang demikian tinggi menjelaskan bahwa pada umumnya siswa tidak memahami konsep secara utuh atau hafalan saja tanpa dimaknai, sehingga cara memahami yang demikian berdampak pada cara berpikir untuk bertindak menyelesaikan permasalahan matematis. Artinya cara memahami yang salah akan berimplikasi dengan cara berpikir yang salah, sesuai dengan fakta hasil persentase yang diperoleh dari tes yang diujikan dan wawancara klinis oleh peneliti.

Tiap karakter dari *WoT* dan *WoU* yang ditemukan oleh peneliti berpengaruh pada tindakan mental yang dilakukan oleh siswa. Cara berpikir siswa dalam menyelesaikan masalah dipengaruhi oleh cara memahami konsep yang telah siswa pelajari. Begitu pun sebaliknya. Cara berpikir dapat memengaruhi cara memahami terhadap konsep/situasi/masalah yang baru. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Harel [3] dalam *DNR-system* terdapat *duality principle* yang menyatakan dua pernyataan ganda yaitu *Duality I (Students at any grade level come with a set of ways of thinking, some desirable and some undesirable, that inevitably affect the ways of understanding we intend to teach them)* dan *Duality II (Students develop desirable ways of thinking only through proper ways of understanding)*. Perubahan dalam cara berpikir membawa perubahan dalam cara pemahaman, begitu pun sebaliknya. Sehingga terdapat hubungan timbal balik antara cara berpikir (*WoT*) dan cara memahami (*WoU*) dalam prinsip dualitas.

4. Simpulan

Karakteristik dari *ways of thinking* dan *ways of understanding* siswa dalam menyelesaikan masalah terkait vektor paling banyak tergolong cara berpikir benar dengan cara memahami yang benar (BB). Karakteristik tersebut dapat disimpulkan oleh peneliti karena pada umumnya ditemukan hasil bahwa ketika cara berpikir siswa dalam menyelesaikan masalah benar maka cara memahami terhadap konsep yang baru benar. Namun pada karakteristik lain cara berpikir siswa salah maka cara memahami terhadap konsepnya pun salah artinya cara memahami terhadap suatu konsep memengaruhi cara berpikir siswa dalam bertindak menyelesaikan suatu masalah. Dalam hal ini Teori Harel mengenai *duality principle* berlaku terhadap siswa dalam menyelesaikan masalah terkait vektor yaitu siswa mengembangkan cara berpikir hanya melalui konstruksi cara-cara memahami, dan cara-cara memahami yang mereka hasilkan ditentukan oleh cara berpikir yang dimiliki.

Referensi

- [1] Subanji 2017 Berpikir Matematis dalam Mengonstruksi Konsep Matematika: Sebuah Analisis Secara Teoritis dan Praktis (*e-journal researchgate.net*)

- [2] Nur I, Herman T, and Ningsih S 2018 Working Memory in Students with Mathematical Difficulties *Journal Materials Science and Engineering* 335
- [3] Harel G 2013 DNR-Based Curricula: The Case of Complex Numbers 2013 *Journal Humanistic Mathematics* **3(2)** 2-61
- [4] Jayanti W, Usodo B, and Subanti S 2018 Interference thinking in constructing students' knowledge to solve mathematical problems *Journal Physic: Conference Series* 1008 012069
- [5] Harel G 2008 A DNR perspective on mathematics curriculum and instruction *Part I: focus on proving ZDM Mathematics Education* **40** 487-500
- [6] Hendriana H, Rohaeti E, and Somarmo U 2017 *Hard Skills dan Soft Skills Matematik Siswa* (Bandung: Refika Aditama)
- [7] Nining S, Dwi J, and Suwarsono 2018 Student's scheme in solving mathematics problems *Journal Physic: Conference Series* **974**
- [8] Watson A, Harel G 2013 The Role of Teachers' Knowledge of Functions in Their Teaching: A Conceptual Approach With Illustrations From Two Cases *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education* **13 (2)** 154-168
- [9] Wutchana U and Emarat N 2017 A Worksheet to Enhance Students' Conceptual Understanding in Vector Components *Journal Physic: Conference Series* 901 012127
- [10] Jupri A 2017 From Geometry to Algebra and Vice Versa: Realistic Mathematics Education Principles for Analyzing Geometry Tasks *Conference Proceedings J. American Institute of Physics 1830* (2017) 050001
- [11] Pratama A C, dkk 2018 The development physics essay test to measure vector and mathematics representation ability in senior high school *Journal of Physics* 1-8 doi :10.1088/1742-6596/1097/1/012013
- [12] Hamalik 2003 *Perencanaan Pengajaran Berdasarkan Pendekatan Sistem* (Jakarta: PT Bumi Aksara)
- [13] Slavin R E 2011 *Psikologi pendidikan (teori dan praktek)* (Indonesia: PT Indeks)