

# Upaya Meningkatkan Pemahaman Konsep Matematika Melalui Hypothetical Learning Trajectory Pada Materi Vektor

**Suwarto**

STMIK Raharja Tangerang, Email: Email: suwarto@raharja.info

**Agustina Sri Purnami**

Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa, Email: Email: purnami\_mat@yahoo.com

## ABSTRACT

*This study is based on the results of discussions with teachers, preliminary data in the form of cognitive ability tests and classroom observations on problems often encountered in vector-related mathematics learning. Problems that arise include: students are less able to understand the concept of mathematics in vector material. Students tend to be able to work on the problem in accordance with the given example but are less able to work on a problem that differs by example. This is due to the vector learning of vector material that takes place in the school is still informative and abstract, so the understanding of the concept on the material vector is poorly understood. This study aims to develop vector material learning design that can improve the understanding of mathematical concepts on vector materials that are based on hypothetical learning trajectory (HLT) analysis on students' cognitive abilities. This study is descriptive with the number of samples of 30 students in 2<sup>nd</sup> Senior High School Negeri in Tangerang. The results of the study provide information for further research studies in the effort of the development of didactic design hypothesized to improve conceptual understanding with students problem solving abilities on vector materials.*

*Keywords: Vector, Hypothetical Learning Trajectory, didactic design, conceptual understanding*

## PENDAHULUAN

Proses belajar mengajar atau pembelajaran adalah merupakan interaksi antara guru dengan siswa, atau siswa dengan siswa dalam rangka membelajarkan siswa untuk memperoleh pengetahuan, pengalaman belajar sekaligus keterampilan (Suwarto, 2017). Dengan demikian, sebagai guru dituntut kreatif dalam memilih model pembelajaran dan strategi belajar yang sesuai sehingga dapat tercipta suasana proses pembelajaran kondusif dan konsep yang diajarkan dapat teringat dan tersimpan dalam memori jangka panjang serta mampu mengimplementasikannya dalam kehidupan sehari-hari.

Upaya untuk merancang strategi pembelajaran agar siswa dapat menguasai konsep matematika khususnya pada materi vektor dideskripsikan pola *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT). Komponen HLT terdiri dari: 1) tujuan pembelajaran yang ingin dicapai; 2) sarana-sarana (tugas, konteks pembelajaran) yang akan membantu siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran; dan 3) Hipotesis tentang proses pembelajaran (A.J. Baroody, M.Cibulskis, M. Lai & X. Li, 2004). HLT merupakan bagian dari *Hypothetical Learning Progression* (HLP) yang menggambarkan secara spesifik bagaimana membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran, yang mendukung siswa untuk bergerak dari tingkat HLP satu ke tingkat HLP yang lebih tinggi (S.Y. Stevens, C. Delgado, J.S. Krajcik, 2010).

Proses pembelajaran konsep vektor di sekolah dalam kenyataan yang ada, masih bersifat informatif dan proses pembelajarannya masih kurang memberikan pengalaman yang nyata kepada siswa – siswi. Pada penelitian di awal, hasilnya menunjukkan adanya permasalahan dalam proses pembelajaran, antara lain : 1) Pembelajaran vektor di sekolah cenderung bersifat informatif; 2) Konsep vektor yang diberikan dalam pembelajaran masih bersifat abstrak; 3) Dalam pembelajaran di kelas konsep vektor tidak dikaitkan dengan materi lain dalam matematika yang berkaitan dengan kehidupan sehari – hari, misalnya saja dengan materi bangun ruang.

Sebuah learning *trajectory* tidak akan pernah bisa diklaim sebagai satu-satunya cara terbaik untuk menggerakkan semua siswa ke arah pemahaman. Oleh karena itu, *learning trajectory* dianggap hipotesis meskipun telah divalidasi oleh ribuan siswa secara empiris.

Guru dapat menggunakan *HLT* ini untuk merancang proses pembelajaran yang memperbaiki hasil belajar siswa. Dimulai dengan menemukan kesulitan belajar siswa melalui asesmen, kemudian menggunakan informasi dari asesmen untuk mengembangkan desain didaktik yang dapat membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran. Desain didaktik ini dituangkan dalam RPP. Dengan demikian, RPP seharusnya dibangun atas dasar hal-hal yang dipandang sulit bagi siswa.

Tujuan penelitian ini yaitu: 1) Mendeskripsikan kesulitan belajar siswa dalam mempelajari materi vektor; dan 2) Mengembangkan desain didaktik untuk materi vektor berdasarkan kesulitan belajar siswa tersebut. Penelitian dilakukan pada materi vektor yang dipelajari di kelas 10 (sepuluh) semester 2 (dua). Kompetensi dasar yang harus dicapai siswa untuk pokok bahasan vektor berdasarkan Permendikbud No. 24 tahun 2016 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar adalah:

3. 2 Menjelaskan vektor, operasi vektor, panjang vektor, sudut antar vektor dalam ruang berdimensi dua (bidang) dan berdimensi tiga
4. 2 Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan vektor, operasi vektor, panjang vektor, sudut antar vektor dalam ruang berdimensi dua (bidang) dan berdimensi tiga

Berdasarkan panduan kurikulum, analisis konten dengan memperhatikan kedalaman dan keluasan konsep, serta kompetensi yang ingin dicapai, maka dirumuskan beberapa indikator capaian pembelajaran, diantaranya yaitu:

1. Menggunakan sifat-sifat vektor dalam pemecahan masalah
2. Menggunakan operasi aljabar vektor dalam pemecahan masalah
3. Menyelesaikan masalah matematis dengan menggunakan sifat-sifat dan operasi perkalian skalar dua vektor
4. Menentukan panjang vektor melalui operasi aljabar vektor pada sebuah benda ruang
5. Menyelesaikan masalah matematis yang berkaitan dengan sudut antara dua vektor

Dari indikator pencapaian tersebut, dapat dirancang luaran berupa desain didaktik yang dihipotesiskan dapat meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi vektor.

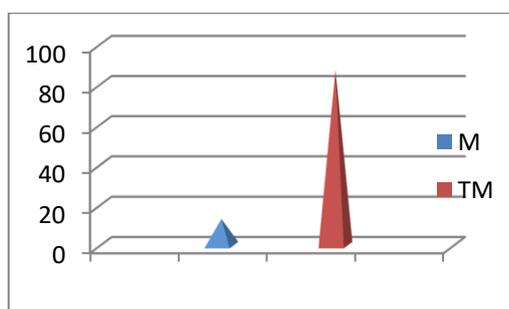
## **METODE PENELITIAN**

Metode analisis deskriptif kualitatif digunakan dalam penelitian ini. Penelitian awal dilakukan dengan mengujicoba delapan butir soal kepada 30 siswa kelas 10 MIPA yang telah mengalami pembelajaran materi vektor matematika pada semester 2. Siswa diminta untuk mengerjakan soal uraian sehingga dapat lebih mudah diidentifikasi pola berfikirnya. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan gambaran mengenai data kondisi pembelajaran yang telah berlangsung dan kemampuan kognitif siswa.

Hasil jawaban siswa dianalisis untuk mendapatkan gambaran profil kemampuan kognitif siswa pada materi vektor. Data dianalisis dengan menggunakan tafsiran persentatif dan kemudian dikelompokkan dalam dua kategori: 1) Menguasai konsep (M); dan 2) Tidak menguasai konsep (TM) (A. Suharsimi, 2011). Selain itu, dianalisis juga desain didaktik yang dapat dikembangkan untuk membelajarkan konsep vektor.

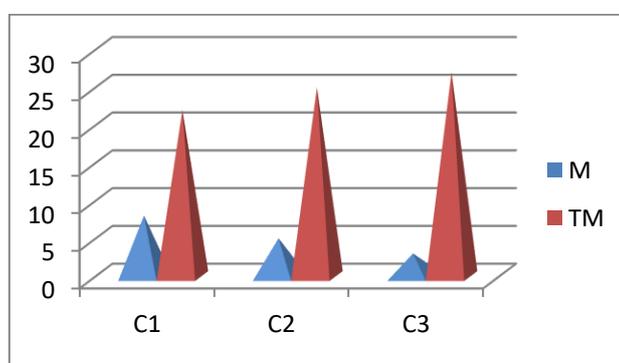
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut temuan dari hasil penyebaran instrumen tes.



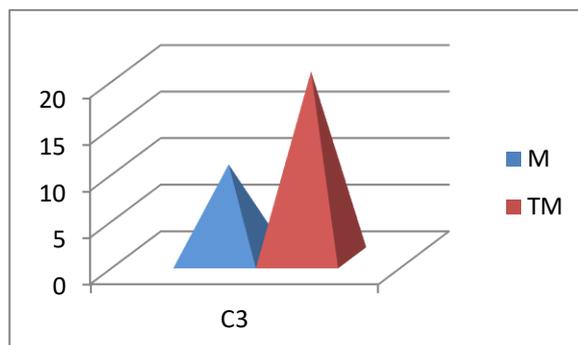
**Gambar 2.** Profil kemampuan kognitif siswa pada materi sifat - sifat vektor matematika

Dari data ditunjukkan bahwa hanya sebanyak 13% siswa yang menguasai konsep. Berdasarkan hasil wawancara diketahui bahwa siswa mengerti konsep sifat –sifat vektor, namun ketika disajikan soal - soal faktual mengenai konsep sifat –sifat vektor, siswa tidak bisa menentukan konsep sifat –sifat vektor manakah yang dimaksud. Hal ini dikarenakan siswa belum mendapatkan pengalaman nyata (*real experience*) tentang sifat-sifat vektor dalam pembelajaran sehingga *concept image* mengenai materi itu masih abstrak dalam pikiran siswa.



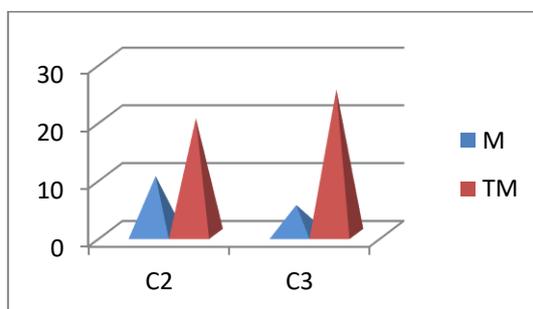
**Gambar 3.** Profil kemampuan kognitif siswa pada materi operasi aljabar pada vektor

Dari data kemampuan kognitif dasar kontinuitas, diketahui bahwa sebanyak 40% siswa menguasai konsep. Dari hasil wawancara diketahui bahwa siswa diberi contoh tentang operasi aljabar vektor. Karena sebagian besar siswa sudah menguasai teknik berhitung, maka konsep ini cukup dikuasai oleh siswa.



**Gambar 4.** Profil kemampuan kognitif siswa pada materi panjang vektor

Untuk konsep panjang vektor, terdapat tiga butir soal yang masing-masing mewakili kompetensi C1, C2, dan C3 dalam taksonomi Bloom revisi. Dari ketiga butir soal tersebut, didapatkan bahwa kemampuan kognitif panjang vektor pada siswa masih sangat rendah. Kesulitan belajar siswa terkait konsep ini antara lain siswa bisa mengerjakan soal hitungan, tapi belum mampu menerapkan konsep panjang vektor tersebut untuk memecahkan masalah nyata. Berdasarkan hasil wawancara, diketahui bahwa siswa memang terbiasa mengerjakan soal hitungan terkait panjang vektor, tapi belum terbiasa dengan soal pemecahan masalah nyata yang diberikan.



**Gambar 5.** Profil kemampuan kognitif siswa pada materi sudut antara dua vektor

Untuk indikator capaian terkait sudut antara dua vektor, diberikan soal level C2 dan C3 berdasarkan taksonomi Bloom revisi. Didapatkan temuan bahwa siswa dapat menjelaskan menjelaskan sudut antara dua vektor (C2). Namun ketika diminta menerapkan sudut antara dua vektor untuk memecahkan suatu permasalahan nyata, sebanyak 80% siswa gagal melakukannya. Dari hasil wawancara, didapatkan informasi bahwa pada saat pembelajaran, siswa diminta untuk menunjukkan sudut antara dua vektor dalam pembelajaran. Karena memiliki pengalaman tersebut, mereka percaya diri dalam menjawab soal C2. Namun ketika diminta memecahkan masalah, lagi-lagi siswa mengatakan bahwa sudut antara dua vektor bersifat abstrak dan sulit dipahami. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman konsep dan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah masih rendah.

Berdasarkan tes kemampuan kognitif siswa, diketahui bahwa kemampuan kognitif siswa masih rendah hampir di semua sub materi vektor matematika, yakni: sifat – sifat vector, operasi aljabar vektor, panjang vektor dan sudut antara dua vektor. Selain rendahnya kemampuan kognitif siswa, ditemukan pula bahwa pemahaman konsep dan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah masih rendah. Hal ini dapat dilihat dari Gambar 5, bahwa meskipun pemahaman konsep sudut antara dua vektor tercapai, namun ketika siswa dihadapkan pada masalah yang solusinya menggunakan konsep tersebut, siswa belum mampu menggunakan pemahamannya tersebut untuk memecahkan masalah. Kesulitan belajar siswa pada materi vektor matematika berdasarkan hasil temuan kemudian diklasifikasi menjadi beberapa tipe, seperti ditunjukkan pada tabel 1.

**Tabel 1.** Tipe kesulitan belajar siswa dan indikatornya

Tipe Kesulitan Belajar	Indikator
1. Kesulitan belajar terkait dengan <i>concept image</i> mengenai sifat –sifat vektor yang masih abstrak	Siswa belum bisa menentukan sifat –sifat vektor yang disajikan oleh informasi faktual, karena tidak memiliki pengalaman belajar langsung dengan wujud nyata dari sifat –sifat vektor
2. Kesulitan siswa terkait penggunaan sifat-sifat dan operasi perkalian skalar dua vektor dalam menyelesaikan masalah matematis	Siswa belum bisa mengidentifikasi sifat – sifat dan operasi perkalian skalar dua vektor berdasarkan informasi yang disajikan pada soal
3. Kesulitan belajar siswa terkait dengan kemampuan siswa dalam menentukan panjang vektor pada bangun ruang	Siswa belum dapat menggunakan konsep panjang vektor pada sebuah benda ruang.
4. Kesulitan belajar siswa terkait rendahnya pemahaman konsep siswa dan kemampuan mereka dalam memecahkan masalah	Siswa bisa mengerjakan soal hitungan tapi belum mampu menggunakan konsep tersebut untuk memecahkan masalah terkait fenomena nyata yang disajikan dalam soal

Mengikuti pola *Hypothetical Learning Trajectory (HLT)*, setelah kesulitan belajar siswa diidentifikasi, dikembangkanlah analisis didaktik untuk mengatasi kesulitan belajar siswa tersebut. Secara umum, kesulitan belajar yang dihadapi siswa pada materi vektor matematika disebabkan oleh kurangnya pengalaman nyata siswa dalam berinteraksi dengan fenomena vektor matematika. Oleh karena itu strategi pembelajaran yang disarankan peneliti antara lain memuat unsur-unsur sebagai berikut.

- 1) Memberikan siswa pengalaman nyata dalam berinteraksi dengan fenomena (*learning by doing*), seperti *experiential learning* atau *project-based learning*.
- 2) Menghadapkan siswa pada masalah nyata terkait vektor matematika, seperti pada *problem-based learning*
- 3) Menuntut siswa untuk menggunakan seluruh kemampuannya dalam memecahkan masalah tersebut (*decision-based learning* atau *problem solving*)

Melalui proses kajian literatur didapatkan temuan bahwa unsur-unsur tersebut di atas dapat dipenuhi oleh model pembelajaran *Challenge-Based Learning (CBL)*. *CBL* adalah bentuk lain dari *problem based learning*, tapi berisi beberapa komponen dari perspektif *experiential learning*, *project based learning* dan *decision-based learning* (L.F. Johnson, R.S. Smith, J. Troy, R.K. Varon, 2009 ). Dalam *CBL*, siswa diberikan tantangan dan dituntut untuk memecahkan masalah yang terjadi di sekitarnya, melakukan refleksi atas kegiatan, dan mempublikasikan pemecahan masalah kepada orang lain.

Berdasarkan informasi kesulitan belajar siswa dan analisis pembelajaran yang mungkin dapat mengatasi kesulitan tersebut, dikembangkan desain didaktik sebagai berikut.

**Tabel 2.** Analisis didaktik berdasarkan kesulitan belajar siswa pada materi vektor matematika

Kondisi	Desain Didaktik
Kesulitan belajar terkait dengan <i>concept image</i> mengenai sifat – sifat vektor yang masih abstrak	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tahap persiapan: Membagi siswa dalam kelompok, membagikan lembar kerja, menentukan ide pokok, memberikan tantangan.</li> <li>2. Tahap Inti: Memberi kesempatan siswa memecahkan tantangan dengan mengobservasi langsung sifat –sifat vektor dan mendiskusikannya</li> <li>3. Tahap Penutup: Mengases keberhasilan pemecahan tantangan, merefleksi hasil kegiatan dan bersama-sama menyimpulkan sifat –sifat vektor</li> </ol>
Kesulitan siswa terkait penggunaan sifat-sifat dan operasi perkalian skalar dua vektor dalam menyelesaikan masalah matematis	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tahap persiapan: Membagi siswa dalam kelompok, membagikan lembar kerja, menentukan ide pokok, memberikan tantangan.</li> <li>2. Tahap inti: Investigasi penggunaan sifat-sifat dan operasi perkalian skalar dua vektor</li> <li>3. Tahap Penutup: Mengases keberhasilan pemecahan tantangan, merefleksi hasil kegiatan dan bersama-sama menyimpulkannya</li> </ol>
Rendahnya kemampuan siswa dalam menentukan panjang vektor pada bangun ruang	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa mengidentifikasi sendiri bagian - bagian yang terdapat dalam sebuah bangun ruang</li> <li>2. Membimbing siswa dalam menganalisis panjang vektor pada bangun ruang menggunakan pendekatan multiple representasi, dengan menggunakan format verbal, matematis, piktoral dan grafis.</li> <li>3. Siswa bisa menggunakan representasi yang mereka mengerti untuk menentukan panjang vektor pada bangun ruang</li> </ol>

Kondisi	Desain Didaktik
Rendahnya pemahaman konsep siswa dan kemampuan mereka dalam memecahkan masalah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tahap persiapan: Membagi siswa dalam kelompok, membagikan lembar kerja, menentukan ide pokok, memberikan tantangan.</li> <li>2. Tahap inti: siswa mendiskusikan solusi yang mungkin, mendesain rancangan solusinya, menginvestigasi efektifitas solusinya dan mempresentasikan solusi</li> <li>3. Penutup: Mengases keberhasilan pemecahan tantangan, dan bersama-sama merefleksi hasil kegiatan pembelajaran</li> </ol>

Desain didaktik diatas merupakan hipotesis peneliti dalam mengembangkan cara-cara penyampaian konsep vektor matematika berdasarkan analisa kesulitan belajar siswa. Kemungkinan adanya hipotesis yang berbeda mengenai desain didaktik yang lebih efektif dalam membelajarkan konsep vektor matematika selalu terbuka. Karena dalam *HLT*, ada banyak lintasan yang mungkin dapat ditempuh untuk mencapai suatu tujuan pembelajaran, dan bisa saja semua lintasan tersebut bagus dalam mengatasi kesulitan belajar siswa.

## KESIMPULAN

Artikel ini bertujuan mengidentifikasi kesulitan belajar siswa terkait konsep vektor dan mengembangkan desain didaktik untuk materi vektor berdasarkan kesulitan belajar siswa. Ditemukan bahwa tipe kesulitan belajar siswa adalah: (1) Kesulitan belajar terkait dengan *concept image* mengenai sifat –sifat vektor yang masih abstrak; (2) Kesulitan siswa terkait penggunaan sifat-sifat dan operasi perkalian skalar dua vektor dalam menyelesaikan masalah matematis; (3) Rendahnya kemampuan siswa dalam menentukan panjang vektor pada bangun ruang; (4) Rendahnya pemahaman konsep siswa dan kemampuan mereka dalam memecahkan masalah. Dari kesulitan belajar siswa tersebut, dikembangkanlah desain didaktik yang dihipotesiskan dapat memperbaiki penguasaan konsep siswa. Desain didaktik yang disarankan memuat unsur sebagai berikut. (1) Memberikan siswa pengalaman nyata dalam berinteraksi dengan fenomena (*learning by doing*), seperti *experiential learning* atau *project-based learning*. (2) Menghadapkan siswa pada masalah nyata terkait vektor matematika, seperti pada *problem-based learning*. (3) Menuntut siswa untuk menggunakan seluruh kemampuannya dalam memecahkan masalah tersebut (*decision-based learning* atau *problem solving*)

*Challenge based learning (CBL)* merupakan pembelajaran berbasis tantangan yang memberikan pengalaman belajar kepada siswa dalam menyelesaikan permasalahan nyata. Model pembelajaran *CBL* melatih pemahaman konsep siswa dimana siswa menemukan konsep-konsep yang ingin dipelajari dan mengalami proses kognitif melalui kegiatan mencari solusi untuk menjawab tantangan (kegiatan inti) dan dikuatkan kembali dalam kegiatan refleksi. Dengan keunggulan-keunggulannya tersebut, *CBL* diharapkan dapat mengatasi kesulitan-kesulitan belajar siswa terkait materi vektor.

Akan tetapi seperti dikatakan sebelumnya, bahwa sebuah *learning trajectory* tidak akan pernah bisa diklaim sebagai satu-satunya cara terbaik untuk menggerakkan semua siswa ke arah penguasaan konsep. Artikel ini memberikan salah satu desain didaktik yang dihipotesiskan dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah. Pengajar dapat menggunakan cara-cara ini untuk diterapkan dalam kelasnya ataupun mengembangkan analisis didaktik sesuai dengan karakteristik siswa yang dihadapi.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Baroody, A. J., Cibulskis, M., Lai, M. L., & Li, X. (2004). Comments On The Use Of Learning Trajectories In Curriculum Development And Research. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 227-260.
- Suharsimi, A. (2011). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- L.F. Johnson, R.S. Smith, J. Troy, R.K. Varon. (2009). *Challenge-Based Learning: An Approach for Our Time*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Stevens, S. Y., Delgado, C., & Krajcik, J. S. (2010). Developing A Hypothetical Multi-Dimensional Learning Progression For The Nature Of Matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(6), 687-715.
- Suwarto. (2017). Strategi Pembelajaran Operasi Bilangan dengan Benda Konkrit. *UNION: Jurnal Pendidikan Matematika*. 5 (3)