

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Berpikir erat kaitannya dengan permasalahan yang muncul sebagai konsekuensi perilaku yang terjadi pada waktu yang telah berlalu, waktu sekarang, atau waktu yang belum terjadi. Proses pemecahan masalah yang muncul tersebut disebut dengan proses berpikir (Ahmadi, 2009). Begitu pula dengan kajian dari bidang matematika yang menekankan pada pembentukan kemampuan berpikir (Samo, Darhim, dan Kartasasmita, 2017). Hal yang sama diungkapkan oleh Hendriana dan Soemarmo (2017) bahwa matematika yang ada pada proses pembelajaran di sekolah menekankan pada empat aspek yaitu aspek penyajian, pola pikir, semesta pembicaraan, dan tingkat keabstrakan yang disesuaikan dengan tingkat perkembangan intelektual siswa. Pada umumnya, matematika di sekolah lebih menekankan pada penggunaan rumus hitungan, bukan menekankan pada kemampuan proses berpikir siswa (Suryadi dan Suratno, 2014). Hal inilah membuat kesulitan dalam menggambarkan konsepsi dari pembelajaran matematika. Jika konsepsi pembelajaran matematika yang dimaksud dapat dimaknai dengan baik, maka dapat membantu tenaga pendidik dalam upaya mengembangkan dan mengeksplorasi makna dari proses pemecahan masalah. Selain itu, siswa pun cenderung menghafal rumus dan algoritma langkah-langkah pengerjaan soal tanpa memahaminya jika kegiatan pembelajaran rutin diterapkan di sekolah (Rakhmawati, 2016). Hal ini juga didukung oleh program pemerintah bahwa pembelajaran di sekolah hendaknya dapat mengaktifkan potensi siswa secara optimal (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2017).

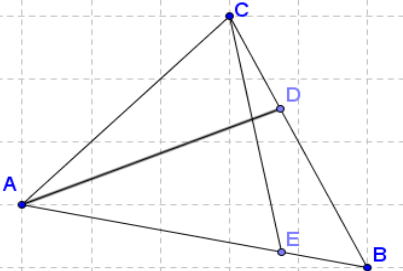
Ruang lingkup pembelajaran matematika (peminatan) di sekolah mencakup, aljabar, trigonometri, geometri, statistika dan peluang. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 21 Tahun 2016 di dalamnya memuat standar isi yaitu memanfaatkan pendekatan koordinat dalam menyelesaikan masalah geometri (dan juga aljabar pada umumnya) dan memahami sifat geometri bidang yang menyangkut dalil titik berat segitiga, dalil intersep, dalil segmen garis dan

menggunakannya dalam membuktikan sifat geometri. Hasil studi pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti menemukan bahwa alur pembelajaran khususnya konsep vektor tidak sesuai dengan silabus matematika yang telah ditetapkan secara nasional. Dalam silabus matematika wajib belum dipelajari konsep trigonometri, padahal dalam materi vektor, konsep trigonometri telah digunakan dalam menyelesaikan permasalahan terkait materi hasil kali dalam.

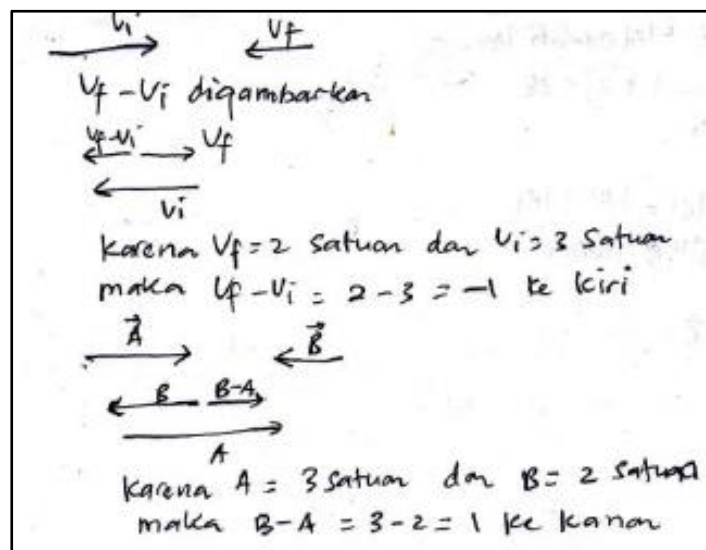
Materi vektor sangat penting untuk dipelajari, namun terdapat beberapa penelitian yang mengungkapkan kesulitan yang dihadapi oleh siswa. Jupri (2017) mengungkapkan bahwa terdapat kesulitan siswa saat mempelajari matematika termasuk kesulitan dalam *mathematization* dan menghubungkan berbagai konsep matematika. Khaerani (2013) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa pemahaman konsep matematika yang satu menjadi prasyarat dalam mempelajari konsep matematika lainnya. Oleh karena itu, pembelajaran akan efektif jika siswa memahami secara baik dan utuh konsep matematika yang dipelajari.

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian awal untuk mengidentifikasi konsep vektor mana yang sangat penting berkaitan dengan konsep matematika selanjutnya jika dilihat dari kesalahan siswa yang terus berulang. Peneliti melakukan analisis terhadap hasil tes sumatif kelas X Matematika Peminatan materi vektor dan aplikasinya pada bulan Mei 2018 yaitu sebanyak 25 soal. Dari hasil tes sumatif yang diberikan kepada 179 siswa diperoleh informasi bahwa sedikit sekali siswa yang menjawab benar pada soal nomor 20, sedangkan soal nomor lainnya secara umum dapat dijawab dengan benar oleh siswa. Pada bagian berikut diberikan Tabel 1.1 berisi soal nomor 20 yang dianggap sulit oleh kebanyakan siswa.

Tabel 1.1
Soal Tes Sumatif yang Dianggap Sulit oleh Siswa

No.	Soal yang diberikan
20	 <p>Perhatikan gambar berikut: Jika diketahui $\overline{CD}:\overline{DB} = 3:5$, $\overline{AE}:\overline{EB} = 4:1$, vektor $\overline{AB} = \vec{a}$ dan $\overline{AC} = \vec{b}$, maka vektor $\overline{DE} = \dots$</p>

Pada Tabel 1.1 diberikan permasalahan soal nomor 20, siswa kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan perbandingan ruas garis dalam bentuk vektor posisi. Padahal dari 25 soal yang diberikan terdapat 4 soal yang berkaitan dengan perbandingan ruas garis namun 3 soal lainnya dalam bentuk koordinat yang pada umumnya dapat dikerjakan dengan benar oleh siswa. Dalam menyelesaikan permasalahan ini siswa harus memahami dengan baik konsep vektor yang sama dan vektor yang berlawanan sehingga resultan dari vektor yang ditanyakan memperoleh solusi yang tepat. Konsep vektor ini sangat penting karena dalam konsep matematika selanjutnya dan konsep dalam bidang lain digunakan lebih lanjut. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Fauzi, dkk. (2017) mengenai hubungan antara konsep vektor dengan konsep dalam bidang lain yaitu menemukan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan untuk menghubungkan konsep vektor dan konsep fisika seperti pada Gambar 1.1 berikut:



Gambar 1.1 Kesalahan dalam Mengaitkan Vektor dengan Fisika

Gambar 1.1 menunjukkan bahwa siswa mengabaikan arah vektor. Sebagian besar siswa masih bingung tentang vektor paralel dan antiparalel dalam masalah vektor satu dimensi dalam materi fisika lanjutan. Fauzi, dkk. (2017) menemukan bahwa 44% siswa memberikan jawaban yang benar untuk permasalahan resultan vektor satu dimensi dan vektor dua dimensi, sedangkan hanya sebanyak 27% siswa memberikan jawaban yang benar yaitu pada permasalahan hubungan antara aplikasi dan pemahaman konseptual vektor.

Penelitian lain juga mengungkapkan mengenai kesulitan dalam menyelesaikan masalah vektor yaitu kebanyakan siswa melakukan kesalahan dalam menggambar bentuk grafis komponen vektor (Barniol dan Zavala, 2014; Wutchana dan Emarat, 2017). Pratama, dkk. (2018) 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.

Selain itu, peneliti melakukan analisis terhadap hasil tes normatif aplikasi vektor. Terdapat beberapa kesulitan yang dialami oleh siswa di antaranya kesulitan siswa dalam membandingkan dua nilai vektor, menentukan koordinat jika diketahui perbandingan ruas garis bagian dalam, menentukan vektor posisi dalam bentuk vektor basis dan mencari hubungan antara perbandingan awal dengan vektor posisi dalam bentuk \vec{u} dan \vec{v} . Secara lebih rinci dijelaskan sebagai berikut:

1. Kesulitan siswa dalam menentukan nilai perbandingan vektor $\overrightarrow{AC} : \overrightarrow{BC}$. Siswa kurang mampu mengkonstruksi hubungan antara dua vektor seperti pada Gambar 1.2 berikut:

Handwritten work showing the calculation of the ratio of vectors \overrightarrow{AC} and \overrightarrow{BC} . The student writes:

$$2 \overrightarrow{AC} = (6, 3, -6) \times 2 = (12, 6, -12)$$

$$3 \overrightarrow{BC} = (4, 2, -4) \times 3 = (12, 6, -12)$$

They then conclude: $\overrightarrow{AC} : \overrightarrow{BC} = 2 : 3$ (A)

Gambar 1.2. Kesalahan dalam Menentukan Perbandingan Vektor $\overrightarrow{AC} : \overrightarrow{BC}$

Berdasarkan Gambar 1.2 diperoleh informasi bahwa siswa kesulitan dalam menentukan nilai perbandingan vektor \overrightarrow{AC} dan vektor \overrightarrow{BC} . Setelah proses perhitungan diperoleh nilai vektor $\overrightarrow{AC}(6,3,-6)$ sedangkan vektor $\overrightarrow{BC}(4,2,-4)$. Jika siswa memahami nilai dari suatu vektor, maka dengan mudah hanya memperhatikan salah satu komponen dari vektor yang diketahui.

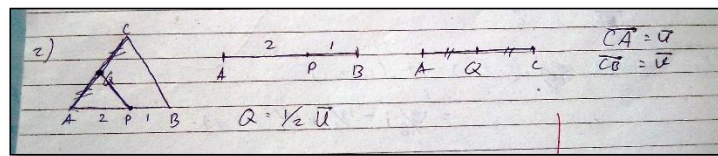
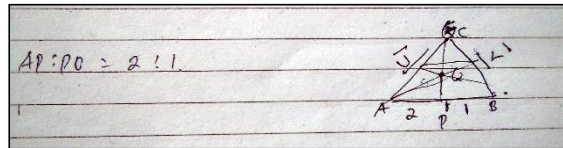
Dengan proses berpikir demikian maka akan diperoleh $\overrightarrow{AC} : \overrightarrow{BC} = 3 : 2$

2. Kesulitan siswa dalam mencari hubungan antara perbandingan awal dengan vektor posisi dalam bentuk \vec{u} dan \vec{v} seperti soal:

“Diketahui ΔABC , titik P membagi AB dengan $AP : PB = 2 : 1$ dan titik Q adalah titik tengah AC . Misalkan $\overrightarrow{CA} = \vec{u}$ dan $\overrightarrow{CB} = \vec{v}$.

Kemudian, Naufal, Vihar, dan Aulia diminta menentukan nilai \overrightarrow{PQ} dalam bentuk \vec{u} dan \vec{v} . Mereka bertiga menjawab dengan jawaban yang berbeda. Naufal menjawab $\overrightarrow{PQ} = \frac{1}{3}\vec{v} - \frac{2}{3}\vec{u}$, Vihar menjawab $\overrightarrow{PQ} = \frac{1}{6}\vec{u} + \frac{1}{3}\vec{v}$, sedangkan Aulia menjawab $\overrightarrow{PQ} = \frac{1}{6}\vec{u} - \frac{2}{3}\vec{v}$. Jawaban siapakah yang benar? Berikan penjelasan dan cara”.

Terdapat beberapa jawaban dari siswa yaitu sebagai berikut:



Gambar 1.3 Kesalahan Merepresentasikan Soal ke Bentuk Segitiga

3. Kesulitan siswa dalam merepresentasikan perbandingan segmen ruas garis bagian seperti pada soal berikut

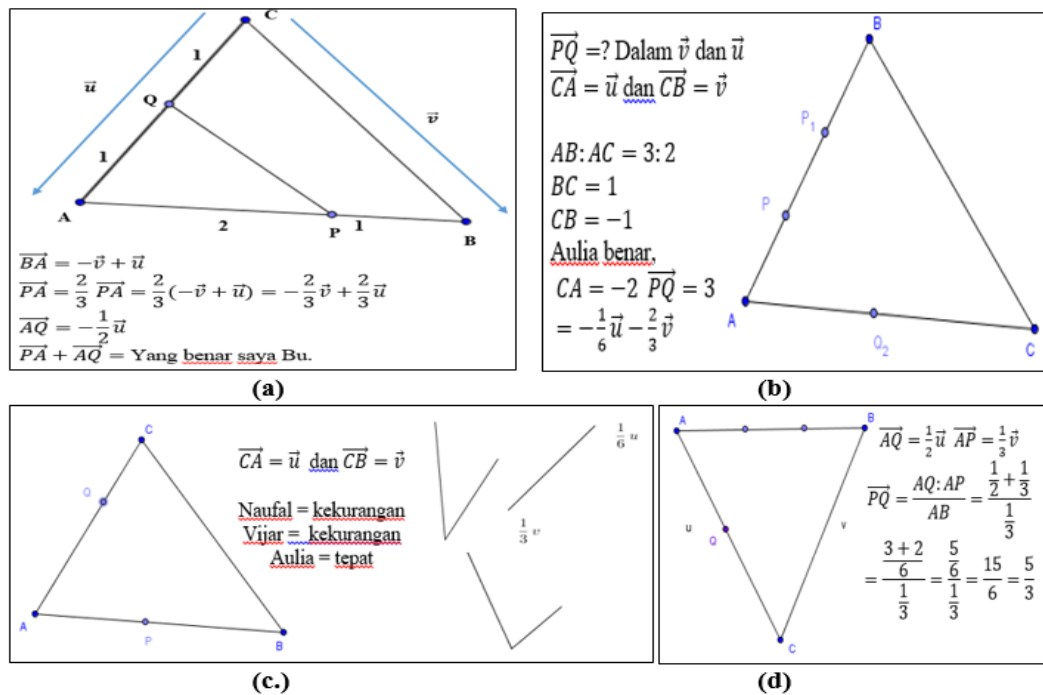
“Helikopter terbang membentuk garis lurus. Diperlukan waktu 2 menit untuk terbang dari titik P ke titik T , dan 5 menit untuk terbang dari titik P ke titik Q . Jika koordinat titik $P(4,4,-3)$, $T(4,0,3)$, dan titik T terletak di antara P dan Q maka vektor \vec{q} ?”

Hasil jawaban siswa umumnya seperti pada Gambar 1.4 berikut:

Gambar 1.4. Kesalahan dalam Merepresentasikan Soal

Dari hasil analisis studi pendahuluan pada Gambar 1.2, Gambar 1.3, dan Gambar 1.4, diperoleh konsep vektor yang sangat penting yaitu dalam konsep operasi penjumlahan dan pengurangan vektor, vektor yang sama dan berlawanan,

panjang suatu vektor, dan perbandingan ruas garis yang berhubungan dengan vektor posisi. Konsep-konsep tersebut berkaitan dengan konsep matematika selanjutnya, namun fakta yang ditemukan siswa mengalami kesulitan dan cenderung melakukan kesalahan yang terus berulang. Hasil temuan lainnya juga diperoleh oleh peneliti yaitu terdapat variasi jawaban dari siswa. Hal ini sangat menarik dan penting untuk dikaji lebih lanjut mengapa siswa menjawab dengan jawaban yang unik seperti pada Gambar 1.5 berikut:



Gambar 1.5 Variasi Jawaban dalam Permasalahan Perbandingan Segmen Garis

Gambar 1.5 merupakan salah satu contoh variasi jawaban siswa dengan proses berpikir geometri, aljabar ataupun konsep matematika lainnya, begitupun dengan jawaban dari soal lainnya, cara berpikir siswa beragam. Namun, kendala dari informasi ini yaitu siswa kurang mampu mengungkapkan alasan mengapa melakukan cara berpikir tersebut. Padahal, jika siswa mampu menjelaskan strategi yang dilakukan dapat membantu guru dalam menjembatani alur berpikir siswa menjadi lebih baik dalam proses pemahaman dan pemecahan masalah. Untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa perlu belajar bagaimana membangun representasi mental dari masalah, mendeteksi hubungan matematis, dan merancang strategi baru untuk menyelesaikan masalah. Selain itu, penting

bagi siswa dan guru berkolaborasi menyelesaikan masalah yang penyelesaiannya tidak hanya satu strategi tetapi beragam strategi, karena sesuai dengan Standar Kompetensi Lulusan dan Standar Isi bahwa prinsip pembelajaran yang digunakan dalam kurikulum 2013 dari pembelajaran yang semula menekankan pada jawaban tunggal menuju pembelajaran dengan jawaban yang kebenarannya multi dimensi.

Penelitian yang dilakukan oleh Alghadari, Turmudi, dan Herman (2018) menyebutkan bahwa aplikasi pemanfaatan vektor pada kemiringan dua garis di sekolah dapat membantu siswa yang memiliki keterbatasan spasial dalam menyelesaikan masalah dalam menentukan jarak suatu objek geometri yaitu tiga dimensi pada jenjang berikutnya. Selain itu konsep vektor juga penting untuk diaplikasikan pada pengetahuan bidang lain terutama bidang teknik fisika pada jenjang universitas dalam materi gaya magnet atau konsep momentum (Mueanploy, 2015). Oleh karena itu, penting bagi siswa untuk memahami konsep vektor dengan kajian lain di dalamnya.

Terkait dengan isu perkembangan pendidikan di tingkat internasional, Kurikulum 2013 dirancang dengan berbagai penyempurnaan salah satunya yaitu dalam segi penilaian dengan memperhatikan dimensi pengetahuan yaitu menggambarkan kemampuan menghubungkan beberapa konsep yang berbeda, menginterpretasikan, memecahkan masalah (*problem solving*), memilih strategi pemecahan masalah, menemukan (*discovery*) metode baru, berargumentasi (*reasoning*), dan mengambil keputusan yang tepat. Hal yang sama diungkapkan oleh Marzano dan Kendall (2007) dalam sistem kognitif terdapat empat tingkat berpikir yang bersifat hirarki yaitu mengingat kembali, memahami, menganalisis, dan menggunakan pengetahuan. Sistem kognitif ini berkaitan dengan proses berpikir. Proses berpikir yang dimiliki siswa tidak selalu sama antara siswa yang satu dengan yang lainnya. Dengan mengetahui proses berpikir siswa, guru dapat mengetahui kelemahan siswa serta dapat merancang pembelajaran yang sesuai dengan proses berpikir siswa.

Proses berpikir erat kaitannya dengan bagaimana pemahaman seseorang (Lim, 2006). Dalam penelitiannya Lim (2006) menjelaskan bahwa pemahaman tentang cara siswa berpikir dalam menyelesaikan tugas matematika dapat membantu guru dalam proses pembelajaran di masa yang akan datang untuk

mengajar dengan cara yang konsisten dan tepat yaitu dengan cara memahami bagaimana siswa berpikir. Pedagogik matematika yang baik harus memperhatikan bagaimana konsep matematika diperoleh oleh siswa (Gold, Carl, dan Roger, 2017). Dalam hal ini bagaimana masalah yang berkaitan dengan matematika dipahami oleh siswa.

Banyak pendapat yang mengemukakan tentang jenis-jenis proses berpikir, salah satunya pendapat dari Harel dalam prinsip *ways of thinking* dan *ways of understanding*. Dalam teori berpikir Harel terdapat suatu sistem yang dapat digunakan sebagai prinsip-prinsip pembelajaran yaitu *Duality*, *Necessity*, dan *Repeated Reasoning Principle (DNR-system)*. Sistem ini dirancang untuk membantu guru saat proses pembelajaran di kelas. Harel melakukan penelitian terhadap guru matematika dengan menggunakan *Interview Communication Map (ICM)* yaitu kerangka eksplorasi untuk mengetahui interaksi triadik dalam wawancara berbasis tugas klinis yaitu *mental act*, *ways of thinking* dan *ways of understanding*. Lim (2006) menggunakan gagasan Harel yaitu *mental act*, *ways of thinking* dan *ways of understanding* dalam menganalisis antisipasi dan prediksi siswa dalam menyelesaikan masalah aljabar. Banyak penelitian lain yang mengungkapkan proses berpikir (Hunting, 1997; Syamsuri, 2016, 2017). Kemampuan berpikir yang sering dianalisis dalam bidang pendidikan saat ini yaitu kemampuan reflektif, kritis, kreatif, penalaran, metakognitif, dan kemampuan matematis lainnya. Dengan menggunakan Teori Harel secara komprehensif mampu menganalisis proses berpikir siswa secara rinci. Hal ini sangat bermanfaat untuk dijadikan alur berpikir yang dapat digunakan oleh guru saat pembelajaran matematika di kelas.

Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang ditemukan, peneliti pun tertarik untuk melakukan penelitian terhadap *Ways of Thinking (WoT)* dan *Ways of Understanding (WoU)* siswa dalam menyelesaikan masalah terkait konsep vektor. Penelitian ini dipilih peneliti karena kemampuan *WoT* dan *WoU* dalam masalah terkait vektor sangat penting dan berkaitan dengan kemampuan matematis lain dan konsep matematika lanjutan. Analisis kemampuan yang digunakan yaitu Teori Harel yaitu *Duality Principle* yang menjelaskan secara menyeluruh karakteristik *WoT* dan *WoU* siswa yang unik, *necessity-principle* sebagai

kebutuhan intelektual apa saja yang dimiliki oleh siswa, *repeated-reasoning principle* sebagai internalisasi pengetahuan, dan *Interview Communication Map (ICM)* sebagai kerangka eksplorasi cara berpikir dan cara memahami dalam wawancara berbasis tugas klinis.

B. Tujuan Penelitian

Untuk memperoleh gambaran tentang *WoT* dan *WoU* siswa serta karakteristik dan hubungan antara keduanya dalam menyelesaikan masalah terkait vektor ditinjau dari Teori Harel.

C. Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan penelitian dalam tesis ini yaitu analisis terhadap *WoT* dan *WoU* berdasarkan Teori Harel yang secara lebih khusus mengkaji pertanyaan-pertanyaan berikut:

1. Bagaimana *WoT* siswa dalam menyelesaikan masalah vektor?
2. Bagaimana *WoU* siswa dalam menyelesaikan masalah vektor?
3. Bagaimana karakteristik dan hubungan antara *WoU* dan *WoT* siswa dalam menyelesaikan masalah vektor?

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi peneliti, menambah wawasan yaitu mengetahui *WoU* dan *WoT* siswa dalam menyelesaikan masalah terkait materi vektor sehingga mampu menyusun suatu desain didaktis yang dapat meningkatkan profesionalisme sebagai calon tenaga pendidik.
2. Bagi peneliti lain, penelitian ini dapat menjadi salah satu rujukan untuk melakukan penelitian pengembangan atau analisis proses berpikir dan pemahaman siswa dengan konsep yang berbeda.

E. Struktur Organisasi

Berikut dijelaskan sistematika dalam pembuatan tesis:

BAB I PENDAHULUAN, berisi latar belakang, tujuan penelitian, pertanyaan penelitian, manfaat penelitian, dan struktur organisasi. Latar belakang yang ditulis berhubungan dengan pentingnya konsep vektor, kesulitan yang dialami siswa dalam menyelesaikan masalah terkait vektor, dan pentingnya proses berpikir dan pemahaman siswa. Pertanyaan penelitian yang dibuat disesuaikan dengan

sifat dan kompleksitas penelitian yang dilakukan, dengan mempertimbangkan urutan dan kelogisan posisi pertanyaannya. Dalam penelitian ini terdapat tiga masalah yang penting yang mampu menjawab tujuan penelitian secara umum dan tujuan khusus dalam manfaat penelitian.

BAB II KAJIAN LITERATUR, dijelaskan mengenai pendapat para ahli atau teori dan penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian yang dilakukan peneliti yaitu *ways of thinking* dan *ways of understanding* berdasarkan pendapat para ahli dengan Teori Harel. Selain itu dijelaskan penelitian sebelumnya yang relevan dengan tujuan dari penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN, berisi metode penelitian, subjek dan lokasi penelitian, validitas penelitian, instrumen penelitian, pengumpulan dan analisis data. Metode penelitian yang digunakan yaitu *grounded theory* yang merupakan penelitian kualitatif yang mampu menjawab pertanyaan penelitian yang dilakukan. Subjek penelitian yaitu siswa kelas X SMA yang sedang menerima materi vektor pada semester genap dengan instrumen penelitian peneliti itu sendiri dengan pengumpulan data berupa studi pendahuluan, tes, wawancara, dan observasi.

BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN, berisi temuan penelitian berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data sesuai dengan urutan pertanyaan penelitian, dan pembahasan temuan penelitian untuk menjawab pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan sebelumnya. Temuan dan pembahasan diperoleh dari hasil tes, studi pendahuluan, tes, wawancara, dan observasi terkait *ways of thinking* dan *ways of understanding* dalam menyelesaikan masalah vektor sesuai dengan tujuan penelitian yang ditentukan. Hasil yang diperoleh dalam temuan dan pembahasan dihubungkan dengan teori dan penelitian yang relevan sesuai dengan langkah-langkah penelitian *grounded theory* sehingga memperoleh hasil informasi apakah terdapat hubungan, kesamaan, atau perbedaan dengan teori yang digunakan.

BAB V KESIMPULAN berisi simpulan dan rekomendasi yang menyajikan penafsiran dan pemaknaan peneliti terhadap hasil analisis temuan penelitian yaitu *ways of thinking* dan *ways of understanding* dalam menyelesaikan masalah vektor sekaligus hubungan dan karakteristik keduanya, serta mengajukan hal-hal penting yang dapat dimanfaatkan dari hasil penelitian tersebut.