

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Belajar

Belajar adalah proses yang diarahkan kepada tujuan, proses berbuat melalui berbagai pengalaman. Belajar merupakan proses melihat mengamati, memahami sesuatu.¹ Spears mendefinisikan belajar sebagai kegiatan mengobservasi, membaca, mengimitasi, mencoba sesuatu, mendengar, dan mengikuti perintah. (*learning is to observe, to read, to immitate, to try something, to listening, and to follow instruction*). Sedangkan menurut Geoch, menyatakan belajar adalah perubahan kemampuan dan keterampilan sebagai hasil dari praktik yang dilakukan. (*learning is a change in performance as aresult of practice*). Skinner mengatakan, belajar adalah suatu proses yang berlangsung secara progresif dalam mengadaptasi atau menyesuaikan tingkah laku dengan tuntutan lingkungan.²

¹ Nana Sudjana, *Dasar-dasar proses belajar mengajar*, (Bandung: Sinar Baru Algensindo, 1995), hlm. 28.

² Wahab Jufri, *Belajar dan pembelajaran SAINS*, (Bandung: Pustaka Reka Cipta, 2013), hlm. 37.

Mustafa Fahmi mengemukakan definisi belajar, yaitu:³

التَّعَلُّمُ عِبَارَةٌ عَنْ أَى تَغْيِيرٍ فِي السُّلُوكِ نَاتِجٍ عَنْ اسْتِمَارَةِ

“Belajar adalah perubahan tingkah laku sebagai akibat dari adanya dorongan”.

Berdasarkan definisi-definisi tersebut maka belajar adalah perkembangan pengetahuan, keterampilan, sikap dan tingkah laku pada diri peserta didik dari kegiatan mengobservasi, mendengar, mencontoh dan mempraktekan langsung suatu kegiatan.

2. Pembelajaran

Menurut Gagne, Briggs, dan Wigger, pembelajaran adalah serangkaian kegiatan yang dirancang untuk memungkinkan terjadinya proses belajar pada peserta didik. Miarso, mengemukakan bahwa pembelajaran adalah suatu usaha yang disengaja, bertujuan, dan terkendali agar peserta didik belajar atau terjadi perubahan yang relatif menetap pada diri orang lain.⁴

Menurut Kemp, pembelajaran merupakan proses yang kompleks, terdiri atas fungsi dan bagian-bagian yang saling berhubungan satu sama lain serta diselenggarakan secara logis untuk mencapai keberhasilan belajar. Keberhasilan dalam

³ Mustafa Fahmi, *Saikulujjyah at Ta'allum*, (Mesir: Maktabah Mesir, 2008), hlm. 23.

⁴ Rusmono, *Strategi Pembelajaran dengan Problem Based Learning*, (Bogor: Galia Indonesia, 2012), hlm. 6

belajar adalah tujuan yang diinginkan dalam kegiatan pembelajaran, sedangkan Smith, dan Ragan, mengemukakan bahwa pembelajaran yang mengemukakan bahwa pembelajaran merupakan aktivitas penyampaian informasi dalam membantu peserta didik untuk mencapai tujuan, khususnya tujuan-tujuan belajar, tujuan peserta didik dalam belajar.⁵

Definis-definisi pembelajaran tersebut, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran merupakan suatu upaya untuk menciptakan suatu kondisi peserta didik dalam memperoleh pengalaman belajar yang memadai.

3. Hasil belajar

Hasil belajar adalah akibat yang terjadi dan dapat dijadikan indikator tentang nilai dari penggunaan suatu metode pengajaran tertentu.⁶ Snelbeker mengatakan bahwa merupakan hasil belajar merupakan perubahan atau kemampuan baru yang diperoleh peserta didik setelah melakukan perbuatan belajar sebagai akibat dari pengalaman.

Hasil belajar menurut Bloom merupakan perubahan tiga perilaku meliputi tiga ranah yaitu ranah ranah kognitif, afektif, dan psikomotrik. Menurut Anderson menyebut ranah kognitif dari taksonomi Bloom terdiri dari, mengingat, memahami,

⁵ Rusmono, *Strategi Pembelajaran dengan Problem Based Learning* hlm. 6

⁶ Rusmono, *Strategi Pembelajaran dengan Problem Based Learning* hlm. 9

menerapkan, analisis, evaluasi, dan menciptakan. Ranah afektif meliputi tujuan-tujuan belajar yang menjelaskan perubahan sikap, minat, nilai-nilai, dan pengembangan apresiasi serta penyesuaian. Ranah psikomotorik mencakup perubahan perilaku yang menunjukkan bahwa peserta didik telah mempelajari keterampilan memanipulatif fisik tertentu.⁷ Kemampuan baru yang diperoleh setelah peserta didik belajar menurut Gagne, Briggs dan Weger adalah kapabilitas atau penampilan yang dapat diamati sebagai hasil belajar.⁸

Menurut Gagne sendiri ada lima kategori kemampuan manusia yaitu :

a. Keterampilan intelektual (*Intelektual skill*)

Keterampilan intelektual merupakan jenis keterampilan yang berkaitan dengan kemampuan seseorang untuk berinteraksi dengan lingkungan dengan konteks simbol atau konseptualisasi.

b. Strategi kognitif (*cognitive strategi*)

Strategi kognitif adalah kemampuan yang mengarahkan seseorang untuk mengatur cara belajarnya, cara mengingat, dan tingkah laku berpikir.

c. Informasi verbal (*verbal information*)

⁷ Rusmono, *Strategi Pembelajaran dengan Problem Based Learning* hlm. 8

⁸ Rusmono, *Strategi Pembelajaran dengan Problem Based Learning*, (Bogor: Galia Indonesia, 2012), hlm. 8

Informasi verbal adalah jenis pengetahuan yang dapat dinyatakan secara verbal

d. Ketrampilan motorik (*motor skill*)

Keterampilan motorik adalah hasil belajar berupa kemampuan yang direfleksikan dalam bentuk kecepatan, ketepatan, tenaga dan secara keseluruhan berupa gerak tubuh seseorang dalam rangka melakukan tugas-tugas tertentu yang memerlukan integrasi ketiga aspek tersebut.

e. Sikap (*attitude*)

Sikap adalah keadaan manusia yang kompleks yang memberi efek kepada perilaku terhadap masyarakat, benda, dan kejadian.⁹

Berdasarkan pemaparan yang telah disebutkan maka dapat disimpulkan bahwa hasil belajar adalah perubahan perilaku individu yang meliputi ranah kognitif, afektif, dan psikomotor. Perubahan perilaku tersebut diperoleh setelah peserta didik menyelesaikan program pembelajarannya melalui interaksi dengan berbagai sumber belajar dan lingkungan belajar.

4. Keaktifan Belajar

Pengertian keaktifan belajar secara definitif adalah kondisi peserta didik yang selalu giat dan sibuk diri baik jasmani maupun rohani dalam mengikuti kegiatan belajar. Kegiatan dan kesibukan peserta didik ini merupakan suatu

⁹ Wahab Jufri, *Belajar dan pembelajaran SAINS*, hlm. 58-59

usaha yang bertujuan untuk mengadakan perubahan di dalam diri, mencakup perubahan tingkah laku, sikap, kebiasaan, ilmu pengetahuan dan ketrampilan sehingga terbentuk pribadi yang baik.

Menurut John Locke prinsip pembelajaran aktif merupakan proses untuk mencari pengetahuan yang diperoleh dari pengalaman dengan cara melakukan interaksi dengan bahan ajar maupun dengan orang lain.¹⁰

Adapun implementasi pembelajaran aktif adalah sebagai berikut:

- a. Lebih mengacu kepada pembelajaran berdasarkan pengalaman.
- b. Lebih menekankan kepada implementasi pemikiran tingkat tinggi, mempelajari konsep-konsep suatu disiplin ilmu.
- c. Melaksanakan kajian mendalam dalam sejumlah topik-topik kecil sehingga peserta didik dapat melakukan internalisasi cara-cara melaksanakan eksperimen dengan pendekatan *open ended*.
- d. Menekankan kepada aktifitas yang mengembangkan demokratisasi dalam kelas.

¹⁰ Warsno dan Harayanto, *Pembelajaran Aktif Teori dan Assesmen*, (Bnadung: Rosdakarya, 2014), hlm. 4.

- e. Guru menegaskan tanggung jawabnya dalam mentransfer kepada peserta didik meliputi: tujuan pembelajaran, pemantauan pembelajaran dan evaluasi.¹¹

Kaitanya dengan hal tersebut menurut Bobbie DePorter dan Mike Hernacki dalam publikasinya yang terkenal berjudul *Quantum Learning* bahwa pembelajaran dapat terjadi dengan cara: apa yang dibaca, didengar, dilihat, dikatakan dan dilakukan.¹²

5. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Keaktifan

- a. Faktor intern

Segala sesuatu yang dibawa anak sejak lahir, fitrah yang suci dan merupakan bakat bawaan dari lahir sebagai ciri khas masing-masing individu. Karena setiap peserta didik memiliki latar belakang yang berbedabeda.¹³

- b. Faktor ekstern

- 1) Keluarga

Bagi seorang anak, keluarga merupakan tempat pertama dimana dia menerima pelajaran dan pendidikan dari orang tua. Dalam keluarga

¹¹Inprasitha, Maitree, 2006, "Open-ended approach and teacher education". Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics. Volume 25, 2006, 175-176.

¹² Warsno dan Harayanto, *Pembelajaran Aktif Teori dan Assesmen*, hlm. 6.

¹³ Jalaludin, *Theologi Pendidikan*, (Jakarta: Raja Grafindo Persada, 2001), hlm. 177

pula untuk pertama kalinya terjadi interaksi antara anak dan dengan dunia luar. Para ahli berpendapat pentingnya pendidikan dalam keluarga membawa pengaruh terhadap kehidupan anak. Demikian pula terhadap pendidikan yang akan dialaminya di sekolah dan masyarakat.¹⁴

2) Sekolah

Variabel yang mempengaruhi keaktifan peserta didik, antara lain:

a) Sikap guru

Cara yang paling baik yang dilakukan oleh guru dalam mengembangkan kreatifitas dan keaktifan peserta didik adalah dengan mendorong motivasi intrinsik. Motivasi ini timbul dari dalam diri individu itu sendiri tanpa adanya paksaan dan dorongan dari orang lain.¹⁵ Untuk itu sikap yang harus dimiliki guru antara lain:

- Guru tidak mendominasi pembicaraan tetapi lebih banyak memberikan

¹⁴ Ahmad D Marimba, *Pengantar Filsafat Pendidikan Islam*, (Bandung: PT Al Ma'ruf, 1996), hlm. 37

¹⁵ Moh Uzer Usman, *Menjadi Guru Profesional*, (Bandung: Remaja Rosda Karya, 2003), hlm. 24

rangsangan berfikir kepada peserta didik untuk memecahkan masalah.

- Menyediakan berbagai sumber belajar bagi Peserta didik.
- Guru menempatkan diri sebagai fasilitator
- Guru senantiasa menghargai setiap pendapat peserta didik dan mendorong agar peserta didik selalu mengajukan pendapat secara bebas.

b) Ruang kelas

Ruang kelas harus diciptakan untuk merangsang keaktifan visual peserta didik tanpa mengganggu perhatian. Pengaturan ruang kelas yang luwes, tidak konvensional akan merangsang peserta didik untuk menumbuhkan bakat dan kemampuan secara aktif dan kreatif.¹⁶

3) Masyarakat

Pendidikan dalam masyarakat bisa dikatakan pendidikan secara tidak langsung, pendidikan yang dilaksanakan secara tidak sadar oleh masyarakat dan

¹⁶Utami Munandar, *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*, (Jakarta:Rineka Cipta, 1998), hlm 111

peserta didik secara sadar atau tidak sadar mendidik dirinya sendiri.

Corak dan ragam pendidikan yang dialami seseorang dalam masyarakat banyak sekali meliputi segala bidang baik sikap dan minat maupun pembentukan kreatifitas dan keaktifan.¹⁷

6. Metode eksperimen

Metode merupakan cara-cara yang ditempuh oleh guru untuk menciptakan situasi pembelajaran yang membuat menyenangkan dan mendukung kelancaran proses belajar dan tercapainya prestasi belajar anak yang memuaskan.¹⁸ Menurut Syaiful Bahri Djamarah dan Aswan Zain metode adalah suatu cara yang digunakan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.¹⁹ Ketepatan metode yang digunakan oleh guru dalam mengajar, diharapkan makin efektif pencapaian tujuan pembelajaran. Keterampilan guru dalam mengajar memegang peranan penting dalam pengajaran, terutama keterampilan

¹⁷ Utami Munandar, *Pengembangan Kreatifitas Anak Berbakat*, hlm 113

¹⁸ Mulyani Sumantri dan Johar Permana, *Strategi Belajar Mengajar*, (Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Direktorat Ketenagaan. 1999), hlm. 134

¹⁹ Syaiful Bahri Djamarah dan Aswan Zain, *Strategi Belajar Mengajar*. (Jakarta: PT. Rineka Cipta), hlm. 46

dalam memilih metode. Salah satunya adalah metode eksperimen.²⁰

Metode eksperimen adalah salah satu cara mengajar, dimana peserta didik melakukan suatu percobaan tentang suatu hal. Metode eksperimen menuntut peserta didik untuk melakukan percobaan atau mengamati suatu proses dan menulis hasil praktikum.²¹

Penggunaan metode eksperimen secara efisien dan efektif, dapat dilakukan dengan prosedur seperti berikut :

- a. Jumlah alat dan bahan atau materi percobaan harus cukup bagi tiap peserta didik.
- b. Kondisi alat dan mutu bahan percobaan yang digunakan harus baik dan bersih.
- c. Peserta didik harus teliti dan konsentrasi dalam mengamati proses percobaan. Perlu adanya waktu cukup lama ; sehingga mereka menemukan pembuktian kebenaran dari teori yang dipelajari itu.
- d. Petunjuk eksperimen yang jelas, sehingga peserta didik dapat memperoleh pengetahuan, pengalaman serta keterampilan.

²⁰ Fathurrohman, Pupuh dan Sutikno, M Sobri, *Strategi belajar mengajar Melalui Konsep Umum dan Konsep Islami*, (Bandung: Refika Aditama, 2011), hlm. 55

²¹ Jamil Suprihatiningrum, *Strategi pembelajaran, Teori dan Aplikasi*, (Jogjakarta: Ar Ruzz Media, 2014), hlm. 291

Metode eksperimen bertujuan untuk membekali peserta didik dengan metode ilmiah. Oleh karena itu, metode eksperimen ini memiliki kelebihan-kelebihan, yaitu:

- a. Membuat peserta didik lebih percaya atas kebearan atau kesimpulan berdasarkan percobaan;
- b. Melahirkan kreativitas dan inovasi baru dengan penemuan hasil percobaan;
- c. Melatih kecakapan ilmiah seperti teliti, jujur, dan bertanggung jawab;
- d. Melatih keterampilan membuat dugaan, mencatat fenomena, menganalisis hasil, serta menarik kesimpulan.²²

7. Pendekatan *open ended*

Pendekatan (*approach*) merupakan titik tolak atau sudut pandang kita terhadap proses pembelajaran.²³ Secara garis besar pendekatan pembelajaran dibagi menjadi dua, yaitu *teacher centered* (berpusat pada guru) dan *student centered* (berpusat pada peserta didik). Pada pendekatan *teacher centered*, pembelajaran berpusat kepada guru sebagai seorang ahli yang memegang kontrol selama proses pembelajaran, baik organisasi, materi, maupun waktu. Sedangkan pendekatan *student centered*, peserta didik didorong untuk mengerjakan sesuatu sebagai pengalaman praktik dan

²² Jamil Suprihatiningrum, *Strategi pembelajaran, Teori dan Aplikasi*, hlm. 291

²³ Imam Kusmaryono, *Kapita selekta pembelajaran matematika*, (Semarang: Unnisula Press 2012), hlm.84

membangun makna atas pengalaman yang diperolehnya.guru hanya berperan sebagai motivator, fasilitator.²⁴

Open-ended atau problem terbuka disebut juga problem yang diformulasikan memiliki multijawaban yang benar. Pendekatan ini dimulai dengan memberikan problem kepada peserta didik untuk menyelesaikan problem dengan berbagai jawaban yang benar.²⁵ Contoh penerapan problem *open-ended* dalam kegiatan pembelajaran adalah ketika peserta didik diminta mengembangkan metode, cara, atau pendekatan yang berbeda dalam menjawab permasalahan yang diberikan dan bukan berorientasi pada jawaban (hasil) akhir. Tujuan utama peserta didik dihadapkan dengan problem *open-ended*, tidak untuk mendapatkan jawaban tetapi lebih menekankan bagaimana sampai pada suatu jawaban. Dengan demikian bukanlah hanya ada satu pendekatan atau metode dalam mendapatkan jawaban, namun beberapa atau banyak.²⁶

Pembelajaran dengan *open-ended* biasanya dimulai dengan memberikan problem terbuka kepada peserta didik. Kegiatan pembelajaran harus memabawa peserta didik dalam menjawab permasalahan dengan banyak cara dan mungkin

²⁴ Jamil Suprihatiningrum, *Strategi pembelajaran, Teori dan Aplikasi*, hlm. 145

²⁵ Inprasitha, Maitree, 2006, "*Open-ended approach and teacher education*". *Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics*. Volume 25, 2006, 171.

²⁶ Erman Suherman, *Strategi pembelajaran matematika kontemporer*, (Bandung: JICA UPI, 2003), hlm. 123

juga banyak jawaban (yang benar) sehingga mengundang potensi intelektual dan pengalaman peserta didik dalam proses menemukan sesuatu yang baru. Tujuan pembelajaran *open-ended* adalah agar kemampuan berpikir matematika peserta didik dapat berkembang secara maksimal dan pada saat yang sama kegiatan-kegiatan kreatif dari setiap peserta didik terkomunikasikan melalui proses belajar mengajar. Inilah yang menjadi pokok pikiran pembelajaran dengan *open-ended*, yaitu pembelajaran yang membangun kegiatan interaktif antara matematika dan peserta didik sehingga mengundang peserta didik untuk menjawab permasalahan melalui berbagai strategi.²⁷

a. Hakikat pendekatan *open-ended*

Pendekatan *open-ended* adalah pendekatan pembelajaran yang dimulai dengan memberikan problem kepada peserta didik. “Problem yang dimaksud adalah problem terbuka yang memberi kesempatan kepada peserta didik untuk dapat memformulasikan problem tersebut dengan multi jawaban yang benar”.²⁸

Tujuan pendekatan *open-ended* adalah agar peserta didik mampu menginterpretasikan informasi, dan

²⁷Erman Suherman, *Strategi pembelajaran matematika kontemporer*, (Bandung: JICA UPI, 2003), hlm. 123-124

²⁸ Erman Suherman, *Strategi pembelajaran matematika kontemporer*, hlm. 124

menaksir solusi masalah secara variatif.²⁹ Menurut Nohda tujuan dari pendekatan *open-ended* adalah untuk membantu mengembangkan kegiatan kreatif dan pola pikir matematis peserta didik melalui problem solving secara simultan. Dengan kata lain, kegiatan kreatif dan pola pikir matematis peserta didik harus dikembangkan semaksimal mungkin sesuai dengan kemampuan setiap peserta didik. Hal yang perlu digaris bawahi adalah perlunya memberi kesempatan peserta didik untuk berpikir dengan bebas sesuai dengan minat dan kemampuannya. Sedangkan ”menurut Shimadha dalam pembelajaran matematika, rangkaian dari pengetahuan, keterampilan, konsep, prinsip, atau aturan yang diberikan kepada peserta didik biasanya melalui langkah demi langkah”.³⁰

b. Aspek pendekatan *open-ended*

Kegiatan *open ended* memenuhi ketiga aspek berikut:

1) Kegiatan harus terbuka

Kegiatan pembelajaran harus memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melakukan

²⁹ Segedy, J. R., Biswas. G., & Sulcer, B. (2014). *A Model-Based Behavior Analysis Approach for Open-Ended Environments*. Educational Technology & Society, volume 17, No.1, 272.

³⁰Erman Suherman, *Strategi pembelajaran matematika kontemporer*, hlm. 124.

segala sesuatu secara bebas sesuai kehendak mereka. Misalnya, guru memberi permasalahan seperti berikut kepada peserta didik:

Dengan menggunakan berbagai cara hitunglah panjang vektor dua dimensi berikut!

Peserta didik berkesempatan melakukan beragam aktivitas untuk menjawab permasalahan yang diberikan, sehingga mereka sampai menemukan multijawaban yang benar.

Pengemasan pembelajaran dan sekaligus pemanfaatan kesempatan untuk mengembangkan materi pembelajaran dikonstruksi oleh peserta didik. Dengan cara demikian peserta didik akan merasa benar-benar berkepentingan dan termotivasi tinggi untuk menyelesaikan permasalahan sendiri.

2) Kegiatan *open-ended* memiliki ragam berpikir

Pengamatan suatu gejala tidak lengkap bila tidak bisa menghasilkan informasi secara kuantitatif. Lord kelvin mengatakan bahwa pengetahuan akan lebih memuaskan apabila bisa dinyatakan dalam bentuk bilangan.³¹ Kegiatan matematika dalam menyelesaikan permasalahan fisika adalah kegiatan yang didalamnya terjadi proses abstraksi untuk

³¹ Marcelo, Alonso dan Edward, J. Finn, “*Dasar-dasar fisika Universitas, terjemah*” (Jakarta: Erlangga, 1980), hlm. 12

menjelaskan pengalaman sehari-hari ke dalam dunia matematika atau sebaliknya.

Suatu pendekatan *open-ended* dalam pembelajaran harus dibuat sedapat mungkin sebagai petunjuk dan pelengkap dari problem. Secara tepat pendekatan *open-ended* akan melatih keterampilan peserta didik dalam menggeneralisasi dan memverifikasi suatu masalah.

- 3) Keiatan peserta didik dan kegiatan matematik dalam materi fisika merupakan satu kesatuan

Peserta didik melakukan kegiatan matematika untuk memecahkan permasalahan yang diberikan. Melalui penggunaan abstraksi dan penalaran logika, matematika dikembangkan dari bentuk pencacahan, perhitungan, pengukuran, dan pengkajian sistematis terhadap bentuk dan gerakobjek-objek fisika.³² Maka dengan sendirinya akan mendorong potensi peserta didik untuk melakukan kegiatan matematika pada tingkatan berpikir yang lebih tinggi. Oleh karena itu hal yang harus diperhatikan adalah kebebasan peserta didik untuk berpikir dalam membuat program pemecahan sesuai dengan kemampuan, sikap, dan

³² Didi, Haryono, "*Filsafat Matematika*", (Bandung: Alfabeta, 2012), hlm. 121.

minatnya sehingga pada akhirnya akan membentuk berpikir kreatif matematika peserta didik.

c. Menyusun rencana pembelajaran *open-ended*

Sawada menyarankan langkah-langkah dalam menyusun rencana pembelajaran dengan pendekatan *open-ended*. Dalam pendekatan *open-ended*, guru memberikan suatu masalah yang mana penyelesaian atau jawabannya tidak hanya satu cara. Adapun langkah-langkah tersebut adalah

- 1) Menyusun daftar respon yang diharapkan dari peserta didik.
- 2) Menetapkan tujuan yang hendak dicapai
- 3) Bila perlu menggunakan alat-alat bantu atau media untuk membantu kelancaran metode penyampaian soal.
- 4) Mengkemas soal dalam bentuk semenarik mungkin
- 5) Mengalokasikan waktu secukupnya.³³

d. Keunggulan dan kelemahan pendekatan *open-ended*

Pendekatatan *open-ended* memberikan permasalahan kepada peserta didik dengan memberikan kebebasan kepada peserta didik untuk mencari solusi atau jawaban tidak hanya dengan satu cara. Guru harus memanfaatkan keberagaman cara atau prosedur untuk menyelesaikan masalah itu untuk

³³ Erman Suherman, *Strategi pembelajaran matematika kontemporer*, hlm. 131

memberi pengalaman peserta didik dalam menemukan sesuatu yang baru berdasarkan pengetahuan, keterampilan, dan cara berpikir matematika yang telah diperoleh sebelumnya. Keunggulan dari pendekatan ini antar lain³⁴:

- 1) Peserta didik berpartisipasi lebih aktif dalam pembelajaran dan sering mengekspresikan ide.
- 2) Peserta didik memiliki kesempatan lebih banyak dalam memanfaatkan pengetahuan dan keterampilan matematika secara komprehensif.
- 3) Peserta didik dengan kemampuan matematika rendah dapat merespon permasalahan dengan cara mereka sendiri.
- 4) Peserta didik secara instrinsik termotivasi untuk memberikan bukti atau penjelasan.
- 5) Peserta didik memiliki pengalaman banyak untuk menemukan sesuatu dalam menjawab permasalahan.

Beberapa kelemahan pendekatan *open ended*, diantaranya:

- 1) Membuat dan menyiapkan masalah matematika yang bermakna bagi peserta didik bukanlah pekerjaan mudah
- 2) Mengemukakan masalah yang langsung dapat dipahami peserta didik sangat sulit sehingga banyak peserta didik

³⁴ Erman Suherman, *Strategi pembelajaran matematika kontemporer*, hlm. 132

yang mengalami kesulitan bagaimana merespon permasalahan yang diberikan.

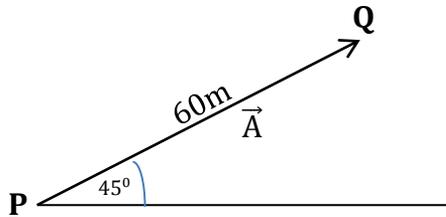
- 3) Peserta didik dengan kemampuan tinggi bisa merasa atau mencemaskan jawaban mereka.
- 4) Mungkin ada sebagian peserta didik yang merasa bahwa kegiatan belajar mereka tidak menyenangkan karena kesulitan yang mereka hadapi.

8. Vektor

Dalam sains dan teknik sering ditemui jumlah yang memiliki besarnya saja: seperti massa, waktu, dan suhu yang disebut dengan besaran skalar, Sebaliknya, banyak kuantitas fisik yang menarik selain memiliki besar, ia juga memiliki arah. Seperti perpindahan, kecepatan, percepatan, gaya, momentum, momentum sudut. Kuantitas dengan besar yang memiliki arah disebut dengan vektor. Penulisan suatu besaran vektor dapat ditulis dengan lambang vektor dicetak tebal misalnya **a** atau **F** atau menyatakanya dengan dengan memberi tanda anak panah misalnya \vec{a} atau \vec{F} .³⁵

Sebuah vektor digambarkan dengan sebuah anak panah yang terdiri dari pangkal dan ujung. Panjang anak panah menyatakan besar vektor dan arah anak panah (dari pangkal ke ujung) menyatakan arah vektor. Sebagai contoh pada Gambar 2.1.

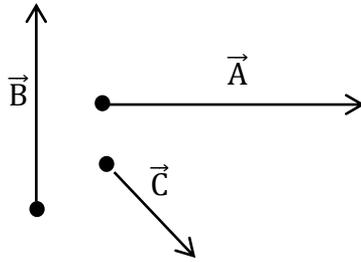
³⁵ George B. Arfken dan Hans J. Weber, “*Math Method For Physics*”, (New York: Elsevier Academic Press, 2005), hlm. 2.



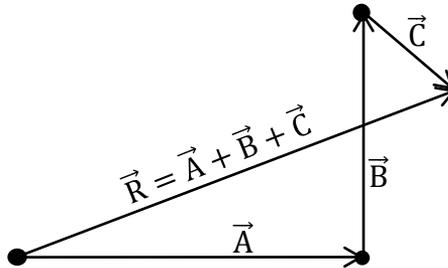
Gambar 2.1 Vektor perpindahan \vec{A} dilukiskan dari pangkal P ke ujung Q.

Cara melukiskan jumlah dua vektor atau lebih dengan efisien adalah dengan metode eksperimen menggunakan papan vektor. Pertama, lukis salah satu vektor segaris pada papan vektor yang sudah diberikan sekala. Kemudian lukis vektor kedua dengan titik tangkap di ujung vektor pertama, lukis vektor ketiga dengan titik tangkapnya di ujung vektor kedua, dan seterusnya sampai semua vektor sudah dilukis.

Jumlah vektor (atau vektor resultan) adalah vektor berarah dari titik tangkap vektor pertama menuju ke ujung vektor terakhir. Pada Gambar 2.2 dan 2.3 ditunjukkan vektor resultan $\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$.

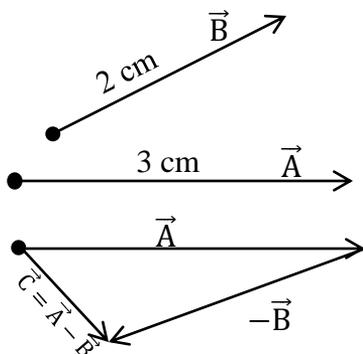


Gambar 2.2 Tiga vektor perpindahan.



Gambar 2.3 Menggambar vektor resultan perpindahan $\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$, dengan vektor \vec{B} dilukis terlebih dahulu

Cara melukis selisih vektor pada prinsipnya sama seperti cara melukis penjumlahan. Sebagai contoh, selisih dua vektor \vec{A} dan \vec{B} ditulis $\vec{C} = \vec{A} - \vec{B}$ dapat kita tuliskan sebagai $\vec{C} = \vec{A} + (-\vec{B})$. Ini berarti bahwa selisih antara vektor \vec{A} dan \vec{B} sama dengan penjumlahan vektor arah \vec{A} dan $-\vec{B}$, dengan $-\vec{B}$ adalah vektor yang berlawanan arah dengan \vec{B} tetapi besarnya sama dengan \vec{B} .



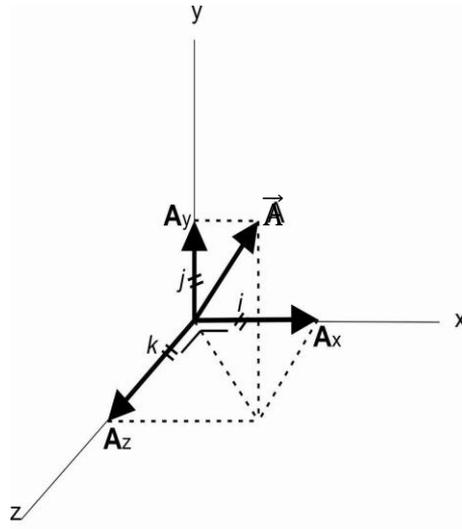
Gambar 2.4 Selisih antara vektor \vec{A} dan \vec{B} , yaitu $\vec{C} = \vec{A} - \vec{B}$ yang ditulis dengan metode poligon

Jadi, untuk melukiskan $\vec{C} = \vec{A} - \vec{B}$, pertama kita lukis dahulu vektor \vec{A} , kemudian kita lukis vektor $-\vec{B}$ (vektor yang diperoleh dengan membalik arah \vec{B}) dengan pangkalnya berada di ujung vektor \vec{A} . Selisih vektor $\vec{C} = \vec{A} - \vec{B}$ adalah anak panah yang menghubungkan pangkal \vec{A} ke ujung $-\vec{B}$, seperti pada Gambar 2.4.³⁶

Sebuah vektor dapat saja mempunyai satu komponen bila vektor tersebut berada pada salah satu sumbu x atau y. Komponen vektor adalah vektor-vektor yang bekerja pada saat yang bersamaan sehingga menghasilkan satu vektor dengan arah tertentu (resultan). Oleh karena vektor tergantung

³⁶ Marthen Kanginan, *Fisika untuk SMA/MA kelas X*, (Jakarta: Erlangga, 2013), hlm. 44-46

pada besar dan arah, maka vektor tersebut dapat dipindahkan titik tangkapnya asal besar dan arahnya tetap.



Gambar 2.5 Vektor satuan dengan besar vektor sama dengan satu

Cara untuk menuliskan vektor, yaitu:

$$\vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k}$$

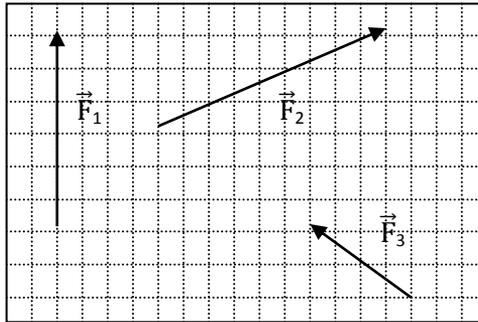
A_x dan A_y menunjukkan besar (harga) vektor pada masing-masing komponen sumbu x dan sumbu y , sedangkan \hat{i} dan \hat{j} adalah vektor satuan pada masing-masing komponen sumbu x dan sumbu y yang di sebut dengan vektor satuan. Dikatakan vektor satuan karena besar vektor $= |\hat{i}| = |\hat{j}| = |\hat{k}| = 1$.³⁷

³⁷ Joko Sumarsono, *Fisika untuk SMA/MA kelas X*, (Jakarta: CV Teguh Karya, 2009), hlm. 20

Apabila \vec{A} adalah besaran vektor, maka besar atau panjang dari \vec{A} ditulis sebagai A atau $|\vec{A}|$ (besar sebuah vektor bukan bilangan negatif), dan bisa dihitung dengan rumus :

$$A = |\vec{A}| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$$

Perhatikan gambar vektor dua dimensi di bawah ini :



Gambar 2.6 Tiga buah vektor gaya dalam dua dimensi

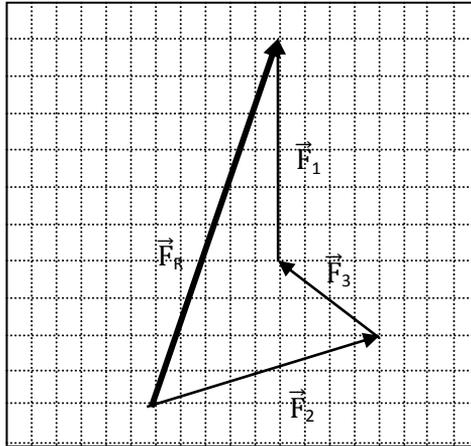
Gambar 2.8 menunjukkan bahwa ada tiga buah vektor sembarang. Jika satu kotak memiliki nilai 1 N, maka kita akan mendapatkan sebuah komponen vektor sebagai berikut.

$$F_{1x} = 0, F_{1y} = 6 \text{ N}$$

$$F_{2x} = 9 \text{ N}, F_{2y} = 3 \text{ N}$$

$$F_{3x} = -4 \text{ N}, F_{3y} = 2 \text{ N}$$

Susunlah sebuah vektor yang ada di gambar 2.6 seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2.7 Resultan vektor gaya yang dibentuk oleh tiga buah vector gaya.

Berdasarkan Gambar 2.7 resultan ke tiga vektor gaya ditulis sebagai berikut

$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = 0 + 9 + (-4) = 5 \text{ N}$$

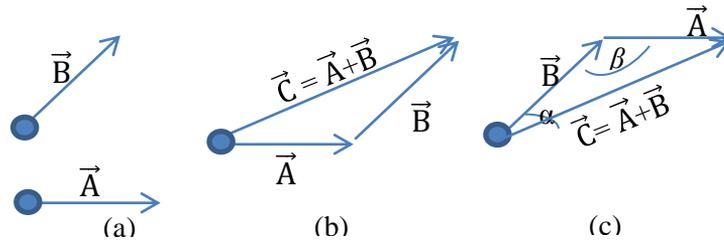
$$\sum F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = 6 + 2 + 2 = 10 \text{ N}$$

Dengan demikian

$$\begin{aligned} F_R &= \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2} \\ &= \sqrt{5^2 + 10^2} = 11,1 \text{ N} \end{aligned}$$

a. Penjumlahan vektor

Sejumlah vektor bisa dijumlahkan dan dapat menghasilkan vektor lain, tapi penjumlahan vektor berbeda dengan penjumlahan skalar.³⁸ oleh sebab itu sebuah vektor dapat digerakkan asal penjang dan arahnya tidak berubah. Penjumlahan dari dua buah vektor ditunjukkan pada gambar 2.8



Gambar 2.8 Penjumlahan dua buah vektor

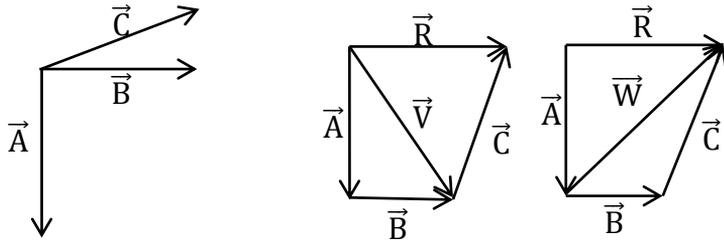
Vektor C merupakan vektor hasil penjumlahan dari vektor $\vec{A} + \vec{B}$;

$$\vec{C} = \vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A}$$

Penjumlahan lebih dari dua buah vektor, maka dijumlahkan dulu dua buah vektor, resultannya dijumlahkan dengan vektor ke-3 dan seterusnya. Pertama-tama kita jumlahkan vektor \vec{A} dan \vec{B} yang akan menghasilkan vektor \vec{V} . Selanjutnya, vektor \vec{V} tersebut dijumlahkan dengan

³⁸ Muhammad Farchani Rosyid, dkk, *Fisika Dasar jilid I: Mekanika*, hlm. 73

vektor \vec{C} sehingga dihasilkan resultan \vec{R} , seperti terlihat pada Gambar 2.9:



Gambar 2.9 cara penjumlahan lebih dari dua vektor

Penentuan untuk vektor lain yaitu dengan menjumlahkan vektor \vec{B} dan \vec{C} untuk menghasilkan \vec{W} , yang kemudian dijumlahkan dengan vektor \vec{A} , sehingga diperoleh resultan \vec{R} , yaitu.³⁹

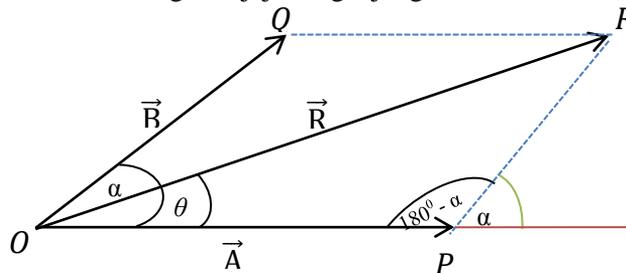
$$\vec{R} = \vec{A} + (\vec{B} + \vec{C}) = \vec{A} + \vec{W}$$

Pada kasus penjumlahan vektor yang lain, seperti yang ditunjukkan Gambar 2.3 terdapat dua vektor yang tidak segaris yang mempunyai titik pangkal sama tetapi dengan arah yang berbeda, sehingga membentuk sudut tertentu. Untuk vektor-vektor yang membentuk sudut α , maka jumlah vektor dapat dilukiskan dengan menggunakan metode tertentu. Cara ini disebut dengan metode jajaran genjang.

³⁹ E. Sutarman, *Matematika Teknik*, (Yogyakarta: Andi, 2013), hlm. 2

Pelukisan jumlah dua buah vektor dengan menggunakan papan vektor adalah sebagai berikut: (lihat Gambar 2.10)

- 1) titik tangkap \vec{A} dan \vec{B} dibuat berimpit dengan memindahkan titik tangkap \vec{A} ke titik tangkap \vec{B} , atau sebaliknya;
- 2) buat jajaran genjang dengan \vec{A} dan \vec{B} sebagai sisi-sisinya;
- 3) tarik diagonal dari titik tangkap sekutu, maka $\vec{A} + \vec{B} = \vec{R}$ adalah diagonal jajaran genjang.



Gambar 2.10 Lukisan dua vektor dengan menggunakan metode jajaran genjang

Persamaan tersebut diperoleh dengan menerapkan aturan cosinus pada segitiga OPR , sehingga dihasilkan:

$$\begin{aligned} (OR)^2 &= (OP)^2 + (PR)^2 - 2(OP)(PR) \cos (180^\circ - \alpha) \\ &= (OP)^2 + (PR)^2 - 2(OP)(PR)(-\cos \alpha) \\ (OR)^2 &= (OP)^2 + (PR)^2 + 2(OP)(PR) \cos \alpha \end{aligned}$$

Diketahui bahwa $OP = A$, $PR = OQ = B$, $OR = R$, sehingga ;

$$R^2 = A^2 + B^2 + 2AB \cos \alpha$$

Atau

$$R^2 = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \alpha}$$

R adalah diagonal panjang jajaran genjang, jika α lancip. Sementara itu, α adalah sudut terkecil yang dibentuk oleh \vec{A} dan \vec{B} .

Sebuah vektor mempunyai besar dan arah. Jadi setelah mengetahui besarnya, kita perlu menentukan arah dan resultan vektor tersebut. R dapat ditentukan oleh sudut antara \vec{R} dan \vec{A} atau \vec{R} dan \vec{B} . Misalnya sudut θ merupakan sudut yang dibentuk \vec{R} dan \vec{A} , maka dengan menggunakan aturan sinus pada segitiga OPR akan diperoleh:

$$\frac{R}{\sin(180-\alpha)} = \frac{B}{\sin \theta}$$

$$\sin(180-\alpha) = \sin \alpha$$

Sehingga

$$\frac{R}{\sin \alpha} = \frac{B}{\sin \theta}$$

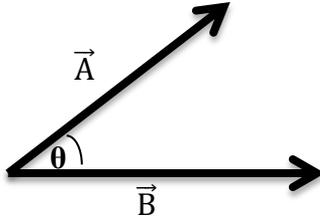
$$\sin \theta = \frac{B \sin \alpha}{R}$$

Dengan menggunakan persamaan tersebut, maka besar sudut θ dapat diketahui.⁴⁰

⁴⁰ Joko Sumarsono, *Fisikau untuk SMA/MA kelas X*, hlm. 22

b. Hasilkali skalar vektor (*dot product*)

Dua buah vektor \vec{A} dan \vec{B} yang membentuk sudut θ seperti gambar 2.11.



Gambar 2.11 lukisan dua vektor *dot product*

Hasilkali skalar dari kedua vektor tersebut adalah sebuah skalar dan dapat ditulis $\vec{A} \cdot \vec{B}$ yang nilainya sama dengan

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = |A||B| \cos \theta$$

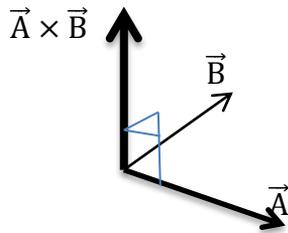
Berikut beberapa sifat hasilkali skalar *dot product*

- 1) Hasilkali skalar bersifat komutatif : $\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \cdot \vec{A}$
- 2) Hasilkali skalar bersifat linier : apabila \vec{U} suatu vektor yang lain, maka untuk sebarang skalar a dan b berlaku $\vec{A} \cdot (a\vec{B} + b\vec{U}) = a(\vec{A} \cdot \vec{B}) + b(\vec{A} \cdot \vec{U})$
- 3) Apabila \vec{A} dan \vec{B} tegak lurus, maka $\vec{A} \cdot \vec{B} = 0$

4) Untuk setiap vektor \vec{A} , berlaku persamaan $|\vec{A}| = \sqrt{\vec{A} \cdot \vec{A}}$.⁴¹

c. Hasilkali silang vektor (*cross product*)

Dua buah vektor \vec{A} dan \vec{B} sembarang yang membentuk sudut θ seperti gambar 2.12. Hasilkali silang dari kedua vektor tersebut adalah sebuah vektor lain dan dapat ditulis $\vec{A} \times \vec{B}$ yang nilainya sama dengan $|\vec{A} \times \vec{B}| = |\vec{A}||\vec{B}| \sin \theta$. Sedangkan arah dari $\vec{A} \times \vec{B}$ tegak lurus terhadap \vec{A} dan \vec{B} seperti diperlihatkan oleh gambar 2.12



Gambar 2.12 Lukisan dua vektor *cross product*

Berikut sifat-sifat hasilkali vektor (*cross product*):

- 1) Hasilkali vektor bersifat antikomutatif : untuk sembarang pasangan vektor \vec{A} dan \vec{B} berlaku $\vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$ dengan arah berlawanan terhadap vektor $\vec{A} \times \vec{B}$.
- 2) Apabila \vec{A} dan \vec{B} paralel, maka $\vec{A} \times \vec{B} = 0$

⁴¹ Muhammad Farchani Rosyid, dkk, *Fisika Dasar jilid I: Mekanika*, hlm. 83-84

- 3) Hasilkali silang tidak asosiatif, melainkan memenuhi identitas jacobii: untuk sembarang tiga vektor \vec{A} , \vec{B} , dan \vec{U} berlaku
- 4) Hasilkali vektor bersifat linier : untuk sembarang vektor \vec{A} , \vec{B} , dan \vec{U} untuk sembarang skalar a dan b berlaku
- 5) Untuk sembarang dua vektor \vec{A} dan \vec{B} , nilai $|\vec{A} \times \vec{B}|$ sama dengan luas jajaran genjang yang dibatasi oleh vektor \vec{A} dan \vec{B} .
- 6) Untuk sembarang tiga vektor \vec{A} , \vec{B} , dan \vec{U} berlaku identitas

9. Pemanfaatan dan penggunaan eksperimen dengan papan vektor

a. Pemanfaatan papan vektor

Papan vektor adalah alat yang digunakan oleh peserta didik dalam melaksanakan proses pembelajaran fisika pada materi vektor, sebagai salah satu upaya untuk menjelaskan konsep vektor beserta operasinya secara lebih konkrit.

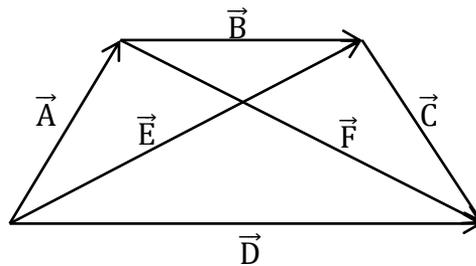
Pemanfaatan eksperimen dengan papan vektor yang diberikan kepada peserta didik agar peserta didik dapat mengalami proses dalam mengamati suatu objek matematis. Dengan eksperimen, peserta didik terlatih dalam penggunaan metode ilmiah dalam menyelesaikan

masalah, sehingga tidak mudah percaya kepada sesuatu yang belum pasti kebenarannya secara ilmiah. Eksperimen dengan papan vektor dapat juga menumbuhkan cara berpikir rasional dan ilmiah kepada peserta didik.

Papan vektor hanya dapat digunakan untuk operasi pada vektor-vektor dua dimensi berikut:

- 1) Menentukan panjang sebuah vektor
- 2) Menentukan komponen dari sebuah vektor tergambar.

Seperti gambar vektor dibawah ini:



Gambar 2.13 Penjumlahan lebih dari dua vektor

Alat dan bahan yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Papan vektor
2. Penggaris
3. Pita warna
4. Paku jarum
5. Spidol
6. Penggaris
7. Busur

- b. Cara penggunaan papan vektor
1. Pasangkanlah vektor beserta arahnya pada papan vektor yang sudah diberikan skala. (Anggap vektor tersebut adalah vektor \vec{A})
 2. Tentukan pangkal dan ujung vektor \vec{A} kemudian tandai dengan spidol.
 3. Menentukan titik ujung komponen vektor arah mendatar.
 4. Menentukan titik ujung komponen vektor arah tegak.
 5. Menentukan panjang vektor dengan penggaris
 - a. Komponen mendatar
 - b. Komponen tegak
 6. Nyatakan $\vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j}$
 7. Dengan menggunakan penggaris dan busur tentukan
 - a. \vec{A}
 - b. $\angle(\vec{A}, \hat{i})$
 8. Nyatakan $\vec{A} = (|\vec{A}| \cdot \cos \alpha)\hat{i} + (|\vec{A}| \cdot \sin \alpha)\hat{j}$

B. Kajian Pustaka

Beberapa hasil penelitian yang peneliti gunakan sebagai sandaran tertulis dan sebagai sandaran komparasi dalam mengupas masalah dalam penelitian ini diantaranya adalah :

1. Penelitian oleh Elih Solihat jurusan pendidikan matematika FITK Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah dengan judul ” Pengaruh Pendekatan *open-ended* Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta didik Dalam Belajar Matematika (*Penelitian Quasi Eksperimen di MTsN Model Babakan Sirna*).” Dari hasil peneltian ini, hasil tes kemampuan berpikir kreatif diperoleh nilai rata-rata kelas kontrol 52,2 dan nilai rata-rata kelas eksperimen 69,83. Teknik analisis data menggunakan uji $-t$. Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai t_{hitung} 5,559 kemudian dikonsultasikan pada t_{tabel} pada taraf signifikansi 5% dan derajat kebebasan 58, diperoleh nilai t_{tabel} 1,679 karena $t_{hitung} \geq t_{tabel}$ ($5,559 \geq 1,679$) maka H_1 diterima, artinya terdapat perbedaan antara rata-rata hasil tes kemampuan berpikir kreatif matematik peserta didik yang diajarkan menggunakan pendekatan *open-ended* dengan rata-rata hasil tes kemampuan berpikir kreatif matematik peserta didik yang diajar menggunakan pendekatan konvensional.⁴²

⁴² Elih Solihat (104017000502), “Pengaruh Pendekatan *open-ended* Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta didik Dalam Belajar Matematika (*Penelitian Quasi Eksperimen di MTsN Model Babakan Sirna*)” *skripsi*, (Jakarta, FITK Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, 2010)

2. Penelitian oleh Apri Kurniawan jurusan matematika FMIPA Universitas Semarang dengan judul "Keefektifan Model Pembelajaran Cooperative Integrated Reading and Composition (CIRC) dengan Pendekatan *Open Ended* Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Materi Segiempat Kelas VII." Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata hasil belajar peserta didik berupa kemampuan berpikir kreatif matematis kelas eksperimen sebesar 78,28 dan kelas kontrol sebesar 71,14. Dari hasil uji ketuntasan belajar dengan uji t dan uji proporsi diperoleh bahwa peserta didik kelas eksperimen telah mencapai ketuntasan belajar. KKM di SMP N 1 Kuwarasan adalah 75, sedangkan kriteria ketuntasan klasikal yaitu peserta didik yang tuntas secara individual minimal sebesar 75%. Dari hasil uji kesamaan dua rata-rata diperoleh $t_{hitung} = 3,70$ dan $t_{tabel} = 2,00$ sehingga H_0 ditolak, berarti rata-rata hasil belajar kelas eksperimen lebih baik daripada kelas kontrol. Hasil uji regresi diperoleh model regresi linear $\hat{Y} = 8,8516 + 1,0543X$ dan koefisien determinasi $r^2 = 0,7091$ ini berarti keyakinan terhadap model regresi linear sebesar 70,91% sedangkan sisanya sebesar 29,09% dipengaruhi oleh keadaan lain yang tidak diobservasi.⁴³

⁴³ Apri Kurniawan (4101409014), "Keefektifan Model Pembelajaran Cooperative Integrated Reading and Composition (CIRC) dengan Pendekatan Open Ended Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Materi

C. Rumusan Hipotesis

Hipotesis adalah proposisi yang dirancang untuk menjelaskan hubungan antara dua atau lebih variabel yang memerlukan pengujian secara empiris tentang kebenarannya. Hasil pengujian hipotesis dapat mendukung atau menolak hipotesis tersebut.⁴⁴

Berdasarkan permasalahan yang ada, dapat dikemukakan hipotesis sebagai berikut:

Ho: Tidak ada pengaruh keaktifan peserta didik dalam eksperimen dengan pendekatan *open ended* pada materi vektor terhadap hasil belajar kelas X di MA NU Ma'arif Kudus tahun ajaran 2015/2016.

Ha: Ada pengaruh keaktifan peserta didik dalam eksperimen dengan pendekatan *open ended* pada materi vektor terhadap hasil belajar kelas X di MA NU Ma'arif Kudus tahun ajaran 2015/2016.

Segiempat Kelas VII.” *Skripsi*, (Semarang, Fakultas MIPA, Universitas Semarang, 2013)

⁴⁴ Tedjo, N. Reksoatmodjo, *Statistika untuk Psikologi dan Pendidikan*, (Bandung: PT Refika Aditama, 2009), hlm. 66