

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Instrumen Tes

Menurut Sudaryono (2013) tes merupakan himpunan pertanyaan yang harus dijawab dan ditanggapi. Tes digunakan untuk mengukur sejauh mana siswa penguasaan siswa akan materi yang disampaikan terutama meliputi aspek pengetahuan.

Sebuah tes harus dilengkapi dengan komponen-komponen di bawah ini (Arikunto, 2013: 173):

- a. Buku tes, yaitu lembaran butir soal yang harus dikerjakan siswa yang berisi petunjuk pengerjaan soal dan alokasi waktu.
- b. Lembar jawaban tes, yaitu lembaran yang disediakan untuk mengerjakan soal tes. Untuk soal pilihan ganda menggunakan lembaran nomor dan huruf.
- c. Kunci jawaban tes, berisi jawaban-jawaban soal. Kunci jawaban untuk soal pilihan ganda berupa huruf-huruf atau dan angka.
- d. Pedoman analisis identifikasi miskonsepsi, yaitu lembaran yang digunakan untuk menganalisis jawaban tes yang dikerjakan oleh siswa. Sehingga dapat diketahui level kosepsi setiap siswa.

Ada dua bentuk tes yang biasanya digunakan oleh peneliti, yaitu tes objektif dan tes subjektif. Pada penelitian ini peneliti menggunakan tes objektif untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa. Tes objektif adalah tes

yang dalam pemeriksaannya dapat dilakukan secara objektif. Hal ini memang dimaksudkan untuk mengatasi kelemahan-kelemahan dari tes bentuk *essay* (Sudaryono. 2013: 64).

Bentuk tes diagnostik yang digunakan adalah bentuk *multiple choice* atau bentuk tes pilihan ganda. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menyusun tes berbentuk pilihan ganda menurut Purwanto (2010) adalah:

- a. Pernyataan kalimat dari tiap item harus jelas merumuskan suatu masalah.
- b. Pernyataan dan pilihan jawaban sedapat mungkin bukan kalimat yang terlalu panjang.
- c. Pilihan-pilihan jawaban hendaknya homogen atau setingkat.

2. *Four Tier-Test*

Berbagai macam alat diagnosis telah dikembangkan oleh banyak peneliti untuk mengukur Gambaran siswa pada beberapa konsep, seperti wawancara, peta konsep, kuisioner beralasan terbuka, tes pilihan ganda, *multiple tier-test*, dll. (Kaltacki, 2012). Salah satu bentuk dari *multiple tier-test* adalah *four tier-test* (Tes empat tingkat). Instrumen diagnostik *four tier-test* merupakan versi modifikasi prosedur outline dari Treagust (1986, 1988) untuk *two tier-test* (Tes dua tingkat) (Imelda S. Caleon dan R. Submaniam, 2009). *Four tier-test* merupakan alat penilaian untuk menentukan konsepsi siswa, apakah siswa memberikan respon yang benar untuk pertanyaan dengan memahami alasannya.

Four tier-test merupakan salah satu dari bentuk tes yang tidak jauh berbeda dengan *three-tier test* (Tes tingkat tiga) yang sebelumnya telah dimodifikasi dari *twotier-test*. Meskipun *threetier-test* dianggap cukup untuk dapat mengukur miskonsepsi dan kurangnya pengetahuan secara valid, namun tes ini masih memiliki beberapa keterbatasan karena belum dapat meng-*cover* tingkat keyakinan siswa pada tingkat jawaban (tingkat pertama).

Four tier-test memiliki karakteristik empat tingkatan, yaitu tingkat pertama adalah pertanyaan pengetahuan berupa pilihan ganda yang berisi lima pilihan jawaban (atau empat pilihan jawaban ditambah dengan satu jawaban beralasan terbuka (Kaltacky, 2012)), tingkat kedua adalah pertanyaan tentang keyakinan atau confidence rating atas jawaban pada tingkat pertama, kemudian tingkat ketiga adalah penyajian alasan jawaban pada tingkat pertama dan satu pilihan kosong yang dapat diisi sendiri/ pilihan jawaban beralasan terbuka, serta tingkat terakhir, yakni keempat adalah pertanyaan tentang keyakinan atau confidence rating atas alasan jawaban pada tingkat ketiga.

Four tier-test merupakan pengembangan dari *three tier-test* yang dipadukan dengan tingkat keyakinan pada alasan jawaban, sehingga lebih akurat dalam menentukan level miskonsepsi siswa.

Tabel 2.1. Analisis Kombinasi Jawaban pada Instrumen *Four Tier-Test*

No	Kategori	Kombinasi Jawaban			
		Jawaban	Tingkat Keyakinan Jawaban	Alasan Jawaban	Tingkat Keyakinan Alasan
1	Paham Konsep	Benar	Yakin	Benar	Yakin
2	Paham Sebagian	Benar	Yakin	Benar	Tidak
3		Benar	Tidak	Benar	Tidak
4		Benar	Yakin	Salah	Yakin
5		Benar	Yakin	Salah	Tidak
6		Benar	Tidak	Salah	Yakin
7		Benar	Tidak	Salah	Tidak
8		Salah	Yakin	Benar	Yakin
9		Salah	Yakin	Benar	Tidak
10		Salah	Tidak	Benar	Yakin
11		Salah	Yakin	Salah	Tidak
12	Tidak Paham Konsep	Salah	Tidak	Salah	Yakin
13		Salah	Tidak	Salah	Tidak
14	Miskonsepsi	Salah	Yakin	Salah	Yakin
15	Tidak Dapat Dikodekan	Apabila salah satu, dua, atau tiga atau semuanya tidak diisi			

Semua miskonsepsi merupakan kesalahan, namun tidak semua kesalahan termasuk ke dalam miskonsepsi. Kesalahan bisa jadi karena siswa mengalami paham sebagian atau tidak paham konsep. Maka dapat membedakan antara siswa yang paham sebagian, tidak paham konsep dan miskonsepsi sangatlah penting. Berdasarkan pola jawaban siswa pada tabel 2.1, dapat ditentukan level miskonsepsi yang dimiliki siswa, baik yang memahami konsep, miskonsepsi, paham sebagian, dan tidak paham konsep.

Keunggulan yang dimiliki instrumen *four tier-test* yaitu dengan menggunakan instrumen *four tier-test* guru dapat (Fariyani, 2015):

- a. Membedakan tingkat keyakinan dari alternatif jawaban dan tingkat keyakinan dari alasan jawaban sehingga dapat mengetahui lebih dalam mengenai level miskonsepsi siswa.

- b. Mengidentifikasi miskonsepsi siswa lebih dalam.
 - c. Menentukan bagian-bagian konsep yang perlu ditekankan kepada siswa.
 - d. Merencanakan pembelajaran yang lebih baik untuk membantu mengurangi miskonsepsi siswa.
3. Miskonsepsi

Menurut Suparno (2013) miskonsepsi atau salah konsep merupakan suatu konsep yang tidak sesuai dengan pengertian ilmiah atau yang dimiliki oleh ahli dalam suatu bidang.

Berbagai istilah bahasa Inggris digunakan para peneliti disamping istilah miskonsepsi (*misconception*), seperti *alternative frameworks*, *alternative conception*, dan *children theories* (Berg. 1991: 10).

Menurut Suwanto (2013) miskonsepsi pada siswa terjadi ketika mengikuti proses pembelajaran di kelas karena kesalahan dalam mengelola konsep-konsep baru yang diterima oleh siswa. Jika guru tidak menyadari dan memperhitungkan hal tersebut maka siswapun tidak akan menyadarinya. Menurut Berg (1991) miskonsepsi akan menyebabkan siswa mengalami banyak kesulitan dalam mempelajari Fisika.

Berg (1991: 17) merumuskan beberapa fakta mengenai miskonsepsi:

1. Sulit diperbaiki

2. Seringkali miskonsepsi akan terus-menerus mengganggu. Jika siswi diberikan soal yang sedikit lebih sulit, miskonsepsi yang masih dimiliki siswa akan menyulitkan penyelesaian soal tersebut.
3. Seringkali terjadi regresi, miskonsepsi yang awalnya sudah diatasi akan muncul lagi.
4. Dengan metode ceramah yang baguspun, miskonsepsi tidak dapat dihindari.
5. Siswa, guru, maupun peneliti dapat mengalami miskonsepsi.
6. Guru pada umumnya tidak mengetahui miskonsepsi yang lazim dimiliki siswa dan tidak menyesuaikan proses pembelajaran dengan miskonsepsi siswa.
7. Siswa yang pandai dan yang tidak pandai akan sama-sama memiliki miskonsepsi.

Dari 700 studi mengenai miskonsepsi pada bidang fisika, 300 diantaranya merupakan studi mengenai miskonsepsi pada mekanika; 159 pada listrik; 70 pada panas, optika, dan sifat-sifat materi; 35 pada bumi dan antariksa; serta 10 studi pada fisika modern (Suparno. 2013: 11). Dari data diatas menunjukan mekanika berada pada urutan teratas dalam daftar bidang-bidang yang mengalami miskonsepsi. Bagian dari mekanika yang pertama kali dipelajari pada pembelajaran di sekolah menengah adalah mengenai kinematika gerak lurus. Berbagai penelitian telah dilakukan baik dalam ataupun luar negeri untuk mengungkap miskonsepsi apa saja yang ada dalam kinematika gerak lurus. Diantaranya, siswa mempunyai

miskonsepsi mengenai percepatan gravitasi. Kebanyakan siswa secara spontan akan menjawab benda yang massanya jauh lebih besar akan lebih dulu jatuh meskipun benda yang berbeda massa itu dijatuhkan pada ketinggian yang sama secara bersamaan.

4. Tinjauan Materi Gerak Lurus.

Suatu benda dikatakan bergerak apabila kedudukannya senantiasa berubah terhadap suatu acuan tertentu. Gerak bersifat relatif karena bergantung pada acuannya. Apabila titik-titik yang dilalui oleh suatu benda dihubungkan dengan dengan garis, maka terbentuklah suatu lintasan yang merupakan tempat posisi titik-titik yang dilalui oleh suatu benda yang bergerak. Karena lintasannya berbentuk garis lurus maka gerak benda disebut gerak lurus.

Gerak termasuk bidang yang dipelajari dalam mekanika, yang merupakan cabang dari fisika. mekanika sendiri terbagi atas tiga cabang ilmu, salah satunya ialah kinematika. Kinematika adalah ilmu yang mempelajari gerak tanpa mempedulikan penyebab timbulnya gerak.

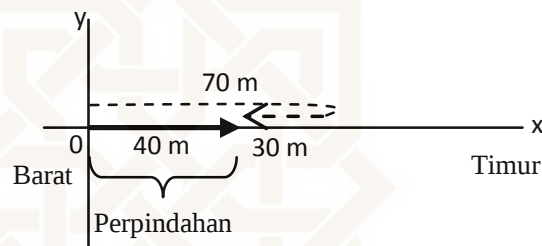
a. Besaran-besaran pada gerak lurus.

1) Kerangka acuan, Perpindahan dan Jarak

Semua pengukuran baik posisi, jarak, atau laju dibuat relaif dengan mengacu pada suatu kerangka acuan. Terlebih lagi, ketika menspesifikasikan gerak suatu benda, adalah penting untuk tidak hanya menyatakan laju tetapi juga arah gerak. Sering kali dinyatakan

menggunakan arah mata angin dan menggunakan istilah “atas” atau “bawah”.

Untuk gerak satu dimensi, sumbu- x sering dijadikan sebagai garis dimana gerak tersebut terjadi. Dengan demikian pada setiap saat dinyatakan dengan koordinat x -nya.



Gambar2.1. Perbedaan Antara Jarak dan Perpindahan

Perlu dibedakan antara jarak yang telah ditempuh sebuah benda dan perpindahannya. Jarak didefinisikan sebagai panjang lintasan yang ditempuh oleh sebuah benda dalam selang waktu tertentu. Perpindahan didefinisikan sebagai perubahan posisi benda tersebut atau lebih jelasnya adalah seberapa jauh sebuah benda dari titik awalnya. Untuk melihat perbedaan antara jarak total dan perpindahan, bayangkan seseorang yang berjalan sejauh 70 m ke arah timur dan kemudian berbalik (ke arah barat) dan berjalan menempuh jarak 30 m seperti pada gambar 2.1. Jarak total yang ditempuh 100 m, tetapi perpindahannya hanya 40 m karena orang itu pada saat ini hanya berjarak 40 m dari titik awalnya.

Jarak merupakan besaran skalar yang hanya memiliki besar, berbeda dengan perpindahan yang merupakan besaran vektor,

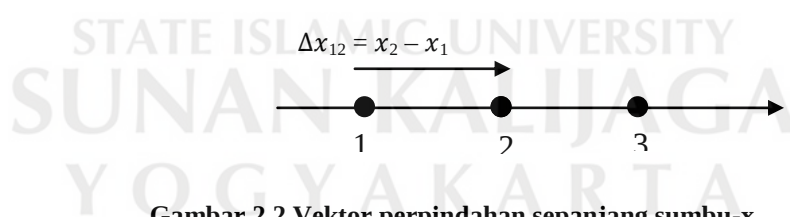
memiliki besar dan arah yang ditunjukkan oleh segmen garis berarah yang berarah dari posisi awal menuju posisi akhir. Misalnya pada Gambar 2.1, tanda panah tebal menyatakan perpindahan yang besarnya 40 m ke arah kanan. Untuk perpindahan satu dimensi sepanjang sumbu- x , arah perpindahan akan dinyatakan oleh tanda positif atau negatif. Tanda positif menyatakan perpindahan berarah ke kanan dan tanda negatif menyatakan perpindahan berarah ke kiri.

Misalkan suatu benda berpindah dari titik 1 dengan posisi x_1 ke titik 2 dengan posisi x_2 seperti pada gambar 2.2 maka perpindahan dinyatakan dalam lambang Δx_{12}

Perpindahan

$$\Delta x_{12} = x_2 - x_1 \quad (2.1)$$

Misalnya, suatu partikel berpindah dari titik P dengan $x_P = +3$ ke titik Q dengan $x_Q = +5$ (lihat Gambar 2.2), maka perpindahan dari P ke Q, $\Delta x_{PQ} = x_Q - x_P = (+5) - (+3) = +2$



Gambar 2.2. Vektor perpindahan sepanjang sumbu- x

Dalam materi ini, miskonsepsi yang sering terjadi adalah siswa menyamakan antara konsep jarak dan perpindahan. Siswa menganggap perpindahan dan jarak sama-sama besaran skalar, yang membedakan keduanya adalah istilahnya saja. Ada juga siswa yang tertukar dalam memahami keduanya.

2) Kecepatan Rata-rata dan Kelajuan rata-rata

Aspek yang paling nyata dari gerak benda adalah seberapa cepat benda tersebut bergerak-laju atau kecepatannya. Istilah “laju” menyatakan seberapa jauh sebuah benda berjalan dalam selang waktu tertentu. Jika sebuah mobil menempuh 240 kilometer (km) dalam 3 jam, dapat dikatakan bahwa laju rata-ratanya adalah 80 km/jam. Secara umum, laju rata-rata sebuah benda didefinisikan sebagai jarak yang ditempuh sepanjang lintasanya dibagi waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak tersebut,

$$\text{Laju rata-rata} = \frac{\text{jarak tempuh}}{\text{waktu tempuh yang diperlukan}} \quad (2.2)$$

Istilah kecepatan dan laju sering dipertukarkan dalam bahasa sehari-hari. Tetapi dalam fisika dibuat perbedaan yang jelas di antara keduanya. Laju adalah sebuah bilangan positif, dengan satuan. Kecepatan, di pihak lain, digunakan untuk menyatakan baik besar (nilai numerik) mengenai seberapa cepat sebuah benda bergerak maupun arah geraknya (kecepatan adalah sebuah vektor). Ada perbedaan kedua antara laju dan kecepatan: yaitu, kecepatan rata-rata didefinisikan dalam hubungannya dengan perpindahan, dan bukan dalam jarak total yang ditempuh,

$$\text{Kecepatan rata-rata} = \frac{\text{perpindahan}}{\text{waktu tempuh yang diperlukan}} \quad (2.3)$$

Laju rata-rata dan kecepatan rata-rata sering memiliki besar yang sama, tetapi kadang-kadang tidak. Sebagai contoh, ingat perjalanan yang telah dibahas sebelumnya, pada Gambar 2.1,

dimana seseorang berjalan 70 m ke timur dan 30 m ke barat. Jarak total yang ditempuh adalah $70 \text{ m} + 30 \text{ m} = 100 \text{ m}$, tetapi besar perpindahannya adalah 40 m. Misalkan perjalanan ini memerlukan waktu 70 s. Laju rata-ratanya adalah,

$$\frac{\text{jarak}}{\text{waktu}} = \frac{100 \text{ m}}{70 \text{ s}} = 1,4 \text{ m/s}$$

Besar kecepatan rata-rata adalah,

$$\frac{\text{perpindahan}}{\text{waktu}} = \frac{40 \text{ m}}{70 \text{ s}} = 0,57 \text{ m/s}.$$

Ketidaksamaan antara laju dan besar kecepatan terjadi pada beberapa kasus, tetapi hanya untuk nilai rata-rata.

Untuk membahas gerak satu dimensi sebuah benda pada umumnya, misalkan pada satu titik waktu, katakanlah t_1 , benda berada pada sumbu x di titik x_1 pada sistem kordinat, dan beberapa waktu kemudian, pada waktu t_2 , berada pada titik x_2 . Waktu yang diperlukan adalah $t_2 - t_1$, dan selama selang waktu ini perpindahan benda itu adalah $\Delta x_{12} = x_2 - x_1$. Dengan demikian, kecepatan rata-rata yang didefinisikan sebagai perpindahan dibagi waktu yang diperlukan, dapat dituliskan

$$\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (2.4)$$

Jika x_2 lebih kecil dari x_1 , maka benda bergerak ke kiri, berarti $\Delta x_{12} = x_2 - x_1$ lebih kecil dari nol. Tanda perpindahan, dan berarti juga tanda kecepatan, menunjukkan arah: kecepatan rata-rata positif untuk benda yang bergerak ke kanan sepanjang sumbu x

dan negatif jika benda tersebut bergerak ke kiri. Arah kecepatannya selalu sama dengan arah perpindahannya.

Miskonsepsi dalam konsep ini disebabkan istilah kecepatan dan kelajuan sering dipertukarkan bahasa sehari-hari. Hal ini membuat siswa menyamakan konsep kecepatan rata-rata dan kelajuan rata-rata. Sehingga menganggap bahwa kecepatan rata-rata ditentukan dari jarak yang ditempuh bukan besarnya perpindahan benda.

3) Kecepatan Sesaat

Jika sebuah mobil dikendarai sepanjang jalan yang lurus sejauh 150 km dalam 2,0 jam, besar kecepatan rata-rata mobil tersebut adalah 75 km/jam. Walaupun demikian, tidak mungkin mobil tersebut dikendarai tepat 75 km/jam setiap saat. Dalam kasus ini konsep kecepatan sesaat diperlukan, yang merupakan kecepatan pada suatu waktu. (Kecepatan inilah seharusnya ditunjukkan speedometer) Lebih tepatnya, kecepatan sesaat pada waktu kapanpun adalah kecepatan rata-rata selama selang waktu yang sangat kecil/sangat singkat (Δt mendekati nol). Untuk gerak satu dimensi sepanjang waktu sumbu- x , kecepatan sesaat benda dinyatakan oleh

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (2.5)$$

atau

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \text{ untuk } \Delta t \text{ sangat kecil} \quad (2.6)$$

Laju sesaat selalu sama dengan besar kecepatan sesaat. Karena jarak dan perpindahan menjadi sama jika sangat kecil.

Jika sebuah benda bergerak dengan kecepatan beraturan (yaitu, konstan) selama selang waktu tertentu, maka kecepatan sesaatnya pada tiap waktu sama dengan kecepatan rata-ratanya.

Miskonsepsi yang dapat terjadi pada konsep ini adalah siswa menganggap speedometer digunakan untuk mengukur kecepatan rata-rata saja, atau kelajuan rata-rata saja ataupun keduanya. Padahal seharusnya speedometer hanya digunakan untuk mengukur kecepatan sesaat dari suatu benda yang bergerak.

b. Gerak Lurus Beraturan (GLB)

Gerak lurus beraturan didefinisikan sebagai gerak suatu benda dengan kecepatan tetap. Kecepatan tetap artinya baik besar maupun arahnya tetap. Karena kecepatan benda tetap, maka kata kecepatan bisa diganti dengan kelajuan. Dengan demikian, dapat juga didefinisikan gerak lurus beraturan sebagai gerak suatu benda pada lintasan lurus dengan kelajuan tetap. Pada gerak Lurus Beraturan percepatan benda bernilai nol.

Untuk kecepatan rata-rata $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$, perpindahan Δx , dan selang waktu Δt telah dinyatakan hubungannya sebagai $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$. $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ atau $\Delta x = v\Delta t$, dengan Δx menyatakan perpindahan atau jarak. Perpindahan pada GLB dapat kita samakan dengan jarak. Untuk posisi awal x_0 ketika $t_0 = 0$, maka $\Delta x = x - x_0$ dan $\Delta t = t - t_0 \rightarrow \Delta t = t - 0 = t$.

Dengan demikian,

$$\Delta x = v t \quad (2.7)$$

atau

$$x = x_0 + vt \quad (2.8)$$

c. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Gerak lurus didefinisikan sebagai gerak suatu benda pada lintasan garis lurus dengan percepatan tetap. Percepatan tetap artinya baik besar maupun arahnya tetap. Benda yang melakukan GLBB memiliki percepatan yang tetap.

Percepatan tetap artinya benda mengalami perubahan kecepatan yang sama dalam selang waktu yang sama. Terdapat dua jenis GLBB, yaitu GLBB dipercepat dan GLBB diperlambat. GLBB dipercepat terjadi karena benda selalu mengalami penambahan kecepatan yang sama dalam selang waktu yang sama. Jika sebuah benda dilempar vertikal ke atas, maka benda mengalami perlambatan atau percepatan negatif. Pada GLBB diperlambat, benda mengalami gerakan dengan suatu kecepatan tertentu dan selanjutnya selalu mengalami pengurangan kecepatan. Suatu waktu benda akan berhenti (kecepatan akhir $v = 0$) dan selanjutnya akan berbalik arah.

Ketika sebuah benda melambat, kadang-kadang kita katakan benda tersebut mengalami perlambatan. Tetapi hati-hati: bila benda mengalami perlambatan tidak berarti bahwa percepatannya harus negatif. Untuk sebuah benda yang bergerak ke kanan sepanjang sumbu-

x positif dan melambat, percepatannya negatif. Tetapi mobil yang sama jika bergerak ke kiri (memperkecil x) dan melambat memiliki percepatan yang positif yang menunjuk ke kanan. Didapatkan perlambatan, jika kecepatan dan percepatan menunjuk ke arah yang berlawanan

Banyak situasi praktis yang terjadi ketika percepatan konstan. Yaitu, jika percepatan tidak berubah terhadap waktu, maka percepatan sesaat dan percepatan rata-rata adalah sama. Umumnya, dalam perjalanannya, sebuah kendaraan mengalami percepatan yang bervariasi. Oleh karena itu, lebih tepat jika dinyatakan dengan percepatan rata-rata kendaraan dan bukan percepatan sesaat.

Percepatan rata-rata ($\bar{a}$) didefinisikan sebagai hasil bagi antara perubahan kecepatan benda (Δv) dengan selang waktu berlangsungnya perubahan kecepatan tersebut (Δt). Secara matematis dapat dituliskan

$$\bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (2.9)$$

dengan v_2 adalah kecepatan saat $t=t_2$ dan v_1 adalah kecepatan saat $t = t_1$. Telah diketahui bersama bahwa satuan percepatan dalam SI adalah m/s^2 atau m.s^{-2} .

Seperti halnya dalam menentukan kecepatan sesaat, perlu diukur perubahan kecepatan dalam selang waktu Δt yang sangat singkat (Δt mendekati nol) untuk dapat menentukan percepatan sesaat. Percepatan sesaat didefinisikan sebagai perubahan kecepatan yang berlangsung dalam waktu singkat. Definisi ini secara matematis ditulis sebagai

$$\mathbf{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t} \quad (2.10)$$

atau

$$\mathbf{a} = \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t} \text{ untuk } \Delta t \text{ sangat kecil} \quad (2.11)$$

untuk benda yang bergerak pada lintasan garis lurus, notasi vektor dalam persamaan di atas dapat diganti dengan notasi skalar.

Miskonsepsi yang sering terjadi pada konsep GLB dan GLBB adalah siswa sering salah membedakan antara kecepatan dan percepatan. Hal ini dikarenakan istilah keduanya sering disamakan dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya ketika ada pernyataan sebuah benda dipercepat, siswa akan menanggapi bahwa benda tersebut percepatannya bertambah.

Selain itu, miskonsepsi yang sering terjadi pada konsep GLB dan GLBB adalah siswa menganggap jika kecepatan sebuah benda adalah nol, maka percepatannya juga nol; dan siswa menganggap jika percepatan benda nol, maka kecepatannya bernilai nol. Berdasarkan teori fisika, jika kecepatan benda nol, maka belum tentu berarti percepatannya nol. Demikian pula jika percepatan benda nol, maka tidak berarti kecepatannya bernilai nol. Sebagai contoh,

- 1) Jika kaki diletakkan pada pedal gas mobil yang sedang dalam keadaan diam, kecepatan mulai dari nol tetapi percepatannya tidak nol karena kecepatan mobil berubah. (Bagaimana mungkin mobil dapat melaju jika kecepatannya tidak berubah)

- 2) Jika meluncur sepanjang jalan bebas hambatan yang lurus dengan kecepatan konstan 100 km/jam, maka percepatannya nol.

Selain itu, miskonsepsi yang sering ditemukan adalah terkait miskonsepsi mengenai percepatan negatif. Jika sebuah benda mengalami perlambatan tidak berarti percepatan benda tersebut negatif. Jika sebuah benda bergerak ke kanan sepanjang sumbu x positif (memperbesar x) dan besar kecepatannya berkurang (melambat), maka nilai percepatannya negatif. Namun jika dengan sebuah benda yang sama, dan benda tersebut bergerak ke kiri sepanjang sumbu x (memperkecil x) dan besar kecepatannya berkurang, maka nilai percepatan benda menjadi positif menuju ke kanan.

Gerak Jatuh Bebas

Suatu contoh yang paling umum mengenai gerak lurus berubah beraturan adalah benda yang dibiarkan jatuh bebas dengan jarak yang tidak jauh dari permukaan tanah. Benda yang jatuh bebas, memiliki kecepatan awal $v_0 = 0$ dan ditarik ke bawah oleh gravitasi bumi yang bekerja pada benda. Jika selama jatuh hambatan udara diabaikan, maka selama jatuhnya, dari keadaan diam, benda mengalami percepatan tetap disebut dengan percepatan gravitasi, g .

Sumbangan Galileo terkait pemahaman mengenai benda yang mengalami gerak jatuh bebas ialah, pada suatu lokasi tertentu di Bumi dan dengan tidak adanya hambatan udara, semua benda jatuh dengan percepatan konstan yang sama. Sebenarnya, g sedikit bervariasi

menurut garis lintang dan ketinggian, tetapi variasi ini begitu kecil sehingga dapat diabaikan untuk sebagian besar kasus. Misalnya bumi, percepatan gravitasi, g , bernilai kira-kira $9,80 \text{ m/s}^2$. Sesungguhnya nilai g di permukaan bumi berkisar $9,782 \text{ m/s}^2$ (paling kecil) disekitar katulistiwa sampai $9,832 \text{ m/s}^2$ (paling besar) di sekitar kutub. Efek hambatan udara sering kali kecil, dan akan sering diabaikan. Bagaimanapun hambatan udara akan tampak bahkan pada benda yang cukup berat jika kecepatannya besar.

Gerak Vertikal ke Atas

Gerak vertikal ke atas adalah gerak suatu benda yang dilempar tegak lurus ke atas dengan kecepatan awal tertentu v_0 ($v_0 \neq 0$). Kita tetapkan arah ke atas sebagai arah positif, sedangkan benda ini pada setiap kedudukannya selalu mengalami percepatan tetap, yaitu percepatan gravitasi yang selalu berarah ke bawah (arah negatif), sehingga $a = -g$. Kelima persamaan GLBB juga berlaku bagi gerak ini.

Mula-mula benda akan bergerak ke atas sampai mencapai titik tertinggi H. Di titik tertinggi H ini benda berhenti sesaat (kecepatan di H, $v_H = 0$) kemudian benda berbalik ke bawah. Pada saat benda pada titik tertinggi, bola mempunyai kecepatan nol untuk sesaat. Namun, percepatannya pada titik tertinggi tidaklah nol. Gravitasi tidak pernah berhenti bekerja, sehingga $a = -g = -9,80 \text{ m/s}^2$ bahkan pada titik itu. Perkiraan bahwa $a = 0$ di titik H akan menuju pada kesimpulan bahwa dalam mencapai titik B, bola kan melayang-layang disana. Karena jika

percepatan (=tingkat perubahan kecepatan) adalah nol, kecepatan akan tetap nol, dan bola tersebut akan tetap berada di atas sana tanpa jatuh.

Miskonsepsi yang sering ditemukan dalam kasus gerak vertikal adalah siswa menganggap waktu jatuh benda dari ketinggian tertentu dipengaruhi oleh kecepatan awal benda, semakin besar kecepatan awal benda semakin cepat pula benda untuk jatuh.

Sealin itu, siswa menganggap bahwa benda yang memiliki massa yang lebih besar akan jatuh lebih cepat jika dibandingkan dengan benda yang massanya lebih kecil. Berdasarkan prinsip fisika, percepatan benda yang jatuh tidak dipengaruhi oleh massa benda, hanya dipengaruhi oleh tinggi benda.

B. Penelitian yang relevan

Penelitian ini mengenai pengembangan instrumen *four tier-test* untuk identifikasi miskonsepsi siswa pada materi kinematika gerak lurus. Berdasarkan studi pustaka yang dilakukan oleh penulis, ditemukan beberapa literatur yang berkaitan dengan penelitian ini.

Pertama adalah penelitian yang dilakukan oleh Nurul Ulfa Rohmatin (2016) dalam skripsinya yang berjudul “Pengembangan Instrumen *Three Tier-Test* Berbasis Representasi Grafik untuk Mengetahui Miskonsepsi Siswa pada Materi Gerak Lurus”. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan instrumen tes berbasis representasi grafik dengan *three tier-test* untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa materi gerak lurus. Hasil penelitian berupa instrumen 15 butir soal dengan kriteria valid dan reliabel. Sehingga

dapat digunakan untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa pada materi gerak lurus terkhususkan pada representasi grafik.

Kedua, penelitian yang dilakukan oleh Derya Kaltacky (2012) dalam tesisnya yang berjudul “*Development and Application of A Four Tier-Test to Asses Pre-service Physics Teachers’ Misconception About Geometrical Optics*”. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan dan mengelola tes empat tingkat ‘*four tier-test*’ (4TT) untuk menilai *pre-service* miskonsepsi guru Fisika tentang materi optik geometri. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa instrumen tes FTGOT (Four Tier Geometrical Optics Test) telah berhasil dikembangkan dan instrumen tersebut valid serta reliabel.

Penelitian ketiga dari Penelitian yang dilakukan oleh Imelda S. Caleon dan R. Subromaniam (2009) dalam Jurnal *Reserch in Science Education*. Volume 40, Hal. 313-337, dengan judul “*Do Students Know What They Know and What They Don’t Know? Using A Four Tier Diagnostic Test to Asses The Nature of Student’s Alternative Conception*”. Penelitian ini mengembangkan dan menerapkan instrumen diagnostik 4TMC (*Four Tier Multiple Choice*, berfokus pada sifat-sifat dan perambatan gelombang mekanik. Instrumen yang dihasilkan valid dan reliabel sehingga dapat digunakan untuk mengetahui konsep alternatif siswa.

Penelitian keempat adalah Penelitian yang dilakukan oleh Qisthi Fariyani, Rusilowati dan Sugianto (2015) dalam *Journal of Innovative Science Education* Edisi 4 Volume 2 ,dengan judul “*Pengembangan Four*

Tier Test untuk Mengungkap Miskonsepsi Fiska Siswa SMA Kelas X". Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan FTDT (*Four Tier Diagnostic Test*) untuk mendeskripsikan prototipe, menentukan kevalidan, reliabilitas dan karakteristik butir soal FTDT, serta mendeskripsikan profil miskonsepsi siswa pada materi Optik Geometri. Hasil penelitian ini menghasilkan instrumen tes yang valid. Reliabel tes yang dikembangkan sebesar 0,983. Soal tes terdiri dari tiga butir soal yang mudah, 43 butir soal sedang, dan lima butir soal sukar. Terdapat 82 temuan miskonsepsi siswa dari 11 sub pokok bahasan pada materi Optik Geometri. Miskonsepsi tertinggi ditemukan pada konsep pemantulan baur. Miskonsepsi terendah ditemukan pada konsep perbesaran bayangan pada lup.

Adapun perbedaan penelitian yang dilaksanakan peneliti jika dibandingkan dengan keempat penelitian yang relevan tersebut adalah penelitian yang dilaksanakan menekankan pada pengembangan instrumen yang berbentuk butir soal empat tingkat (*four tier test*) yang difokuskan pada konsep kinematika gerak lurus. Format *four tier test* digunakan karena lebih rinci dalam membedakan antara siswa yang kurang paham dan siswa yang mengalami miskonsepsi, jika dibandingkan dengan format *two tier test* ataupun *three tier test*. Konsep kinematika gerak lurus dipilih dikarenakan konsep ini adalah konsep yang pertama kali dari bidang mekanika yang dipelajari oleh siswa SMA, mengingat bidang mekanika berada pada urutan teratas bidang yang mengalami miskonsepsi. Selain itu, tujuan penelitian ini selain untuk mengembangkan instrumen identifikasi miskonsepsi yang valid,

juga bertujuan untuk mengetahui level pemahaman siswa terhadap konsep kinematika gerak lurus. Dari instrumen yang dikembangkan dapat diketahui apakah siswa memahami miskonsepsi, paham sebagian, tidak paham konsep, ataupun miskonsepsi pada materi kinematika gerak lurus. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan menggunakan model 4-D (*define, design, develop, dan disseminate*) dari Thiagarajan yang dibatasi sampai pada tahap *develop* (tahap pengembangan).

C. Kerangka berpikir.

Sebelum siswa mengikuti pembelajaran fisika di kelas, siswa sudah membawa konsep awal masing-masing. Konsep awal yang dimiliki siswa atau disebut dengan konsepsi seringkali tidak sesuai dengan pengetahuan yang diterima oleh pakar, dan menjadi suatu miskonsepsi (Suparno. 2013: 31). Miskonsepsi pada siswa terjadi ketika mengikuti proses belajar mengajar di kelas karena kesalahan pada saat mengasimilasi konsep – konsep yang diterima oleh siswa yang merupakan hal baru bagi mereka (Suwarto. 2013: 78).

Menurut Suparno (2013) evaluasi yang sungguh-sungguh digunakan untuk mendeteksi pemahaman konsep siswa dapat membantu mengurangi miskonsepsi siswa. Evaluasi dapat dilakukan dengan memberikan tes kepada siswa. Menurut Sudaryono (2013) tes merupakan himpunan pertanyaan yang harus dijawab dan ditanggapi. Tes digunakan untuk mengukur sejauh mana siswa penguasaan siswa akan materi yang disampaikan terutama meliputi

aspek pengetahuan. Faktanya alat evaluasi atau instrumen tes yang digunakan guru masih kurang karena belum dapat mengukur pemahaman konsep atau mengidentifikasi miskonsepsi siswa.

Dari berbagai alat evaluasi yang sering digunakan untuk mengidentifikasi miskonsepsi bentuk pilihan ganda sering digunakan dikarenakan lebih efisien, objektif, mudah digunakan, dan mendapatkan hasil yang sesuai harapan jika dibandingkan dengan wawancara dan tes beralasan terbuka (Caleon dan Submaniam. 2009). Diantara berbagai bentuk pilihan ganda, *Four tier-test* dapat menutupi kekurangan – kekurangan dari bentuk pilihan ganda yang lain (Grurel dan Eryilimaz. 2015). Sehingga didapatkan identifikasi yang lebih rinci yang dapat membedakan antara siswa yang paham konsep, paham sebagian, tidak paham konsep, dan miskonsepsi.

Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan ini atas pada penelitian ini penulis melakukan penelitian dan pengembangan dengan menggunakan model 4-D yang dikemukakan oleh Thiagrajan untuk mengembangkan instrumen tes diagnostik berupa instrumen *four tier-test* pada materi kinematika gerak lurus yang dapat mengidentifikasi miskonsepsi siswa pada materi kinematika gerak lurus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui level pemahaman siswa pada materi kinematika gerak lurus, apakah siswa memahami konsep, paham sebagian, tidak paham konsep, ataupun miskonsepsi.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Metode pengembangan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Research and Development/R&D* (penelitian dan pengembangan). Menurut Borg and Gall (1998) metode *Research and Development* merupakan metode yang digunakan untuk memvalidasi dan mengembangkan produk.

Produk akhir dari penelitian ini berupa instrumen *Four Tier-Test* untuk identifikasi miskonsepsi siswa pada kinematika gerak lurus yang diharapkan dapat digunakan untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa dan mengetahui level pemahaman siswa pada kinematika gerak lurus.

B. Prosedur pengembangan

Prosedur pengembangan pada penelitian ini menggunakan model pengembangan 4-D (*four-D model*) yang dikemukakan oleh Thiagarajan, Semmel, dan Semmel (1947).

Desain model pengembangan yang dikemukakan oleh Thiagarajan, Semmel, dan Semmel (1947) ini terdiri dari empat tahap, yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran). Namun, dikarenakan keterbatasan waktu penelitian tahap *disseminate* (penyebaran) tidak dilakukan. Prosedur pengembangan dengan modifikasi pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1. Adapun prosedur penelitian pengembangan sebagai berikut:

1. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap ini terdiri dari dua tahap yaitu tahap pendahuluan dan survei pemahaman konsep.

a. Tahap pendahuluan

Pada tahap ini peneliti melakukan masalah mendasar pada pembelajaran fisika dengan melakukan studi pustaka dan analisis standar isi. Studi pustaka yang dilakukan meliputi pengkajian atas literatur seperti buku, jurnal, ataupun laporan penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Selanjutnya peneliti melakukan analisis standar isi yang berkaitan dengan materi kinematika gerak lurus

b. Survei pemahaman konsep

Pada tahap ini peneliti melakukan wawancara kepada 38 siswa X MIPA MA Mu'allimaat Muhammadiyah Yogyakarta tahun ajaran 2016/2017 untuk mengetahui gambaran miskonsepsi yang dimiliki siswa pada kinematika gerak lurus.

2. Tahap perencanaan (*design*)

Tujuan dari kegiatan pada tahap ini adalah untuk mendesain prototipe awal (draft I) dari instrumen tes yang meliputi dua tahap, yaitu: menyusun kisi – kisi butir soal dan desain awal produk.

a. Menyusun kisi-kisi soal

Pada tahap ini peneliti menyusun kisi-kisi soal yang sesuai dengan tujuan yang hendak diukur. Kisi-kisi soal disusun berdasarkan standar isi (KI dan KD) pembelajaran fisika. Indikator pembelajaran disesuaikan

dengan kurikulum (K13) yang berlaku di SMA Muhammadiyah 3 Yogyakarta dan MA Mu'allimaat Muhammadiyah Yogyakarta pada kinematika gerak lurus.

b. Disain awal (*initial design*)

Pada tahap ini didisain rancangan awal instrumen yang harus dikembangkan sebelum diuji cobakan. Disain awal ini berupa instrumen *four tier-test* kinematika gerak lurus yang berupa rancangan instrumen yang terdiri dari tiga kolom (miskonsepsi, butir soal, dan kunci jawaban). instrumen awal yang dikembangkan terdiri dari 20 butir soal berbentuk empat tingkat yang terdiri dari pilihan jawaban, tingkat keyakinan jawaban, pilihan alasan jawaban, dan tingkat keyakinan atas alasan jawaban.

3. Tahap pengembangan (*develop*)

Tujuan kegiatan pada tahap ini adalah untuk mengembangkandisain awal (draft I) produk instrumen tes. Hasil dari tahap pendefinisian imodifikasi lagi sebelum mencapai versi akhir (draft III) yang nantinya akan digunakan untuk identifikasi miskonsepsi siswa pada kinematika gerak lurus.

Tahap pengembangan yang dilakukan terdiri dari dua tahap, yaitu tahap validasi dan penilaian, dan juga analisis respon siswa.

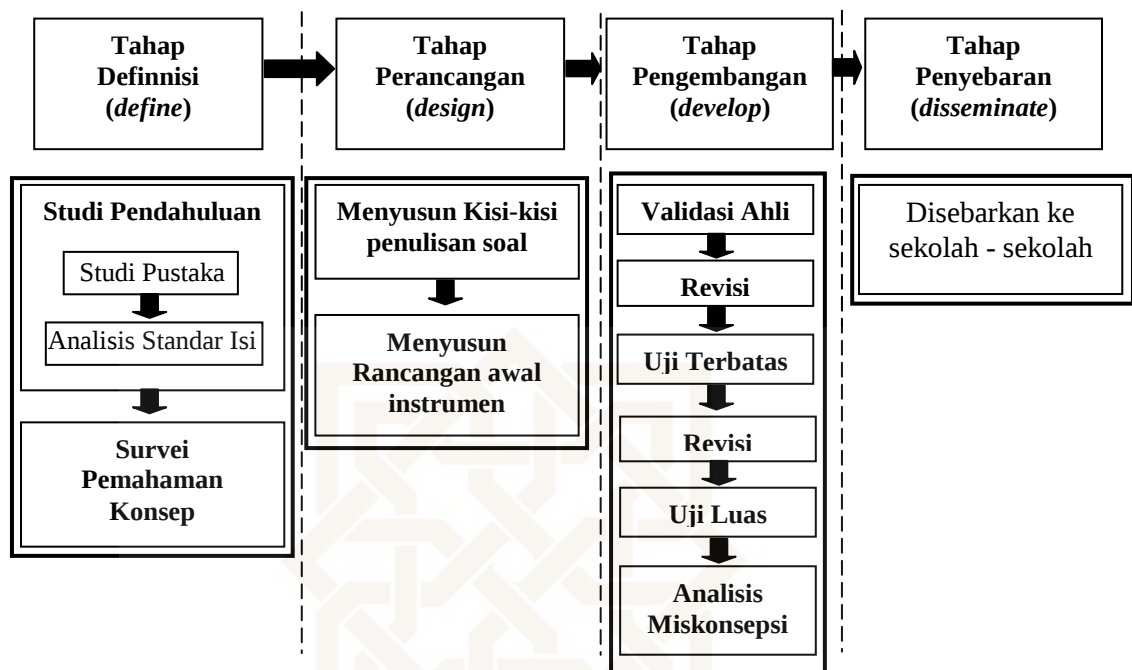
a. Validasi dan penilaian

Pada tahap ini draf I yang telah dikembangkan akan di validasi oleh sejumlah ahli atau validator. Hal ini dilakukan untuk memperoleh

komentar dan saran untuk meningkatkan instrumen tes. Sejumlah ahli materi diminta untuk mengevaluasi instrumen yang dikembangkan dengan tujuan untuk memperoleh masukan pada kecukupan dan relevansinya. Hasil akhir dari fase ini berupa instrumen tes (draft II) yang akan digunakan dalam fase selanjutnya (uji terbatas).

b. Analisis respon siswa

Respon siswa didapatkan melalui tahap uji coba yang dilakukan dalam skala terbatas. Siswa diberikan lembar angket setelah mengerjakan produk instrumen tes yang dikembangkan. Lembar angket tersebut berisi beberapa pernyataan mengenai produk instrumen yang telah di uji cobakan kepada siswa. Siswa diminta memberikan respon dan mengisi kolom komentar yang disediakan untuk memberikan masukan untuk pengembangan produk instrumen. Respon atau masukan dari siswa akan dijadikan masukan untuk memperbaiki produk yang dikembangkan.



Gambar 3.1 Modifikasi Tahapan Pengembangan Instrumen Tes dengan model 4-D menurut Thiagarajan

C. Uji Coba Produk.

1. Desain uji coba.

Pada penelitian ini terdiri dari dua tahap uji coba, yaitu uji coba terbatas dan uji luas. Uji coba terbatas dilakukan untuk mengetahui respon siswa terhadap produk yang dikembangkan. Uji luas dilakukan untuk identifikasi misokonsepsi siswa menggunakan produk instrumen yang dikembangkan.

2. Subjek uji coba

a. Uji coba terbatas

Responden dalam uji coba terbatas yaitu siswa kelas XII MIPA Madrasah Aliyah Mu'allimaat Muhammadiyah Yogyakarta Tahun

Ajaran 2017/2018 yang terdiri dari 31 Siswa kelas X MIPA B dan C yang dipilih secara acak untuk uji coba terbatas.

b. Uji luas

Uji luas dilakukan di dua sekolah, SMA Muhammadiyah 3 Yogyakarta dan MA Mu'allimaat Muhammadiyah Yogyakarta. 68 siswa SMA Muhammadiyah 3 Yogyakarta dilibatkan dari kelas X IPA 1 dan X IPA 2, dan 71 siswa MA Mu'allimaat Muhammadiyah Yogyakarta dilibatkan dari kelas X MIPA A dan X MIPA B.

3. Jenis data

Data yang diperoleh pada penelitian ini berupa data kualitatif dan data kuantitatif.

a. Data Kualitatif

Data kualitatif adalah data berupa kata-kata berupa masukan dari validator (ahli materi dan guru) terhadap hasil penilaian pada pengembangan instrumen diagnostik *Four Tier-Test* Identifikasi Miskonsepsi Siswa pada Kinematika Gerak Lurus, data komentar siswa terhadap produk pada lembar respon saat uji terbatas, dan data dari hasil analisis level miskonsepsi siswa pada uji luas.

b. Data Kuantitatif

Data Kuantitatif adalah data yang berbentuk bilangan atau angka mengenai skor rata-rata dari respon siswa terhadap produk pada uji terbatas dan hasil tes presentase level miskonsepsi siswa.

4. Instrumen pengumpulan data.

Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data-data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Lembar Angket

Lembar angket merupakan klembaran yang berisi daftar pertanyaan yang ditujukan untuk orang lain yang dimaksudkan untuk memperoleh respon sesuai dengan yang diinginkan (Sudaryono, Gaguk Margono, dan Wardani Rahayu. 2013: 31). Tujuan dari penyebaran angket adalah mendapatkan informasi yang lengkap mengenai suatu masalah dari responden. Angket yang digunakan dapat berupa pertanyaan tertutup atau terbuka.

Lembar angket yang digunakan dalam penelitian ini:

- 1) Lembar angket untuk ahli materi (review format materi, isi materi, bahasa, dan penilaian)
- 2) Lembar angket untuk siswa (lembar angket keterbacaan siswa, dan instrumen *four tier test*)

b. Pedoman Wawancara

Pedoman wawancara berisi uraian penelitian berbentuk daftar pertanyaan agar proses wawancara dapat berjalan dengan baik (Sudaryono, Gaguk Margono, dan Wardani Rahayu. 2013: 35).

Pedoman wawancara yang digunakan dalam penelitian ini:

- 1) Pedoman wawancara untuk siswa (untuk mengetahui pemahaman siswa pada kinematika gerak lurus)

2) Pedoman wawancara untuk guru

D. Teknik Analisis data.

1. Validitas tes

Suatu instrumen tes dapat dikatakan valid jika instrumen tersebut dapat mengukur apa yang seharusnya diukur. Tes yang valid akan menghasilkan data yang valid pula. Namun, pada prosesnya akan ada revisi. Bagian-bagian yang mungkin memerlukan revisi adalah kerangka kerja konseptual dan gagasan yang mendasari suatu tes (Suwanto, 2013: 95). Pengujian validitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah validitas isi oleh ahli. Validitas isi dapat tercapai jika instrumen tes mencakup keseluruhan indikator kompetensi yang dikembangkan dan yang diukur.

2. Respon siswa.

Siswa diminta memberikan respon keterbacaan terhadap produk instrumen *four tier test* yang diujicobakan pada uji coba terbatas. Data pada penelitian ini menggunakan skala *Guttman*. Skoring pilihan jawaban untuk penilaian Ya = 1, dan Tidak = 0. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan prosedur sebagai berikut:

- i) Menghitung rerata skor respon dari pertanyaan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Widoyoko, 2016: 115):

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{(Nn)}$$

dengan :

$\bar{X}$ = skor rata-rata penilaian

ΣX = jumlah skor jawaban seluruh penilaian

N = Jumlah penilai

n = jumlah butir pertanyaan.

- ii) Mengubah skor rata-rata yang diperoleh dalam bentuk data kualitatif berdasarkan tabel 3.1. Kriteria penilaian produk dengan terlebih dahulu menentukan jarak interval antara jenjang sangat baik (B) hingga tidak baik (TB) menggunakan persamaan sebagai berikut (Widoyoko, 2016: 110) :

$$\text{jarak interval (i)} = \frac{\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah}}{\text{jumlah kelas interval}}$$

Tabel 3.1. Kategori Skor Rata-Rata

Rentang skor rata-rata	Kategori
0,51 sd 1,00	Baik
0,00 sd 0,50	Tidak Baik

3. Analisis Data Hasil Uji Luas

Instrumen *Four Tier-Test* identifikasi miskonsepsi siswa pada materi kinematika gerak lurus digunakan untuk mengidentifikasi level miskonsepsi siswa. Level pemahaman siswa dapat diketahui dengan menganalisis pola jawaban siswa berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Zaleha,dkk. (2017) pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.2.
Analisis Kombinasi Jawaban pada Instrumen *Four Tier-Test* Identifikasi Miskonsepsi Siswa pada Kinematika Gerak Lurus

No	Kategori	Kombinasi Jawaban			
		Jawaban	Tingkat Keyakinan Jawaban	Alasan Jawaban	Tingkat Keyakinan Alasan
1	Paham Konsep	Benar	Yakin	Benar	Yakin
2		Benar	Yakin	Benar	Tidak
3		Benar	Tidak	Benar	Tidak
4		Benar	Yakin	Salah	Yakin
5		Benar	Yakin	Salah	Tidak
6		Benar	Tidak	Salah	Yakin
7		Benar	Tidak	Salah	Tidak
8		Salah	Yakin	Benar	Yakin
9		Salah	Yakin	Benar	Tidak
10		Salah	Tidak	Benar	Yakin
11	Tidak Paham Konsep	Salah	Yakin	Salah	Tidak
12		Salah	Tidak	Salah	Yakin
13		Salah	Tidak	Salah	Tidak
14	Miskonsepsi	Salah	Yakin	Salah	Yakin
15	Tidak Dapat Dikodekan	Apabila salah satu, dua, atau tiga atau semuanya tidak diisi			

Tabel 3.2 menjelaskan tentang kemungkinan atau polajawaban siswayang selanjutnya dapat menentukanlevel miskonsepsi yang dimiliki siswa yaitu paham konsep, paham sebagian, tidak paham konsep, miskonsepsi.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk berupa instrumen diagnostik yang dapat digunakan untuk identifikasi miskonsepsi siswa pada materi kinematika gerak lurus. Jenis penelitian ini termasuk penelitian *research and development* dengan model 4D, yaitu tahap pendefinisian (*define*), tahap perancangan (*design*), tahap pengembangan (*develop*), dan tahap penyebaran (*disseminate*). Penelitian pengembangan ini menghasilkan produk berupa instrumen *four tier-test* yang digunakan untuk identifikasi miskonsepsi siswa pada materi kinematika gerak lurus. Materi kinematika gerak lurus mulai dipelajari oleh siswa SMA/MA pada kelas X semester 2. Instrumen ini terdiri atas 20 soal berbentuk soal pilihan ganda empat tingkat dengan pilihan jawaban (tingkat pertama), keyakinan pilihan jawaban (tingkat kedua), pilihan alasan jawaban (tingkat ke tiga), dan keyakinan atas alasan jawaban (tingkat ke empat).

Materi instrumen dikembangkan berdasarkan Kompetensi Inti 3 dan Kompetensi Dasar 3.4. Kompetensi Inti 3, yaitu memahami dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah. Kompetensi Dasar 3.4, yaitu menganalisis

besaran-besaran fisis pada gerak lurus dengan kecepatan konstan (tetap) dan gerak lurus dengan percepatan konstan (tetap) berikut makna fisisnya.

Proses pengembangan instrumen dilakukan melalui tahap-tahap 4D dibatasi menjadi 3D dikarenakan keterbatasan waktu. Sehingga tahap-tahap yang dilakukan yaitu tahap pendefinisian (*define*), tahap perancangan (*design*), dan tahap pengembangan (*develop*). Pada tahap pengembangan (*develop*), tahapan yang dilakukan dibatasi sampai analisis miskonsepsi pada data hasil uji luas.

A. Tahap Pendefinisian

Tahap pendefinisian terdiri dari studi pendahuluan dan survei pemahaman konsep.

1. Studi pendahuluan

Studi pendahuluan yang dilakukan pada penelitian ini adalah studi pustaka dan analisis standar isi.

a. Studi Pustaka

Studi pustaka yang dilakukan yaitu dengan melakukan pengkajian terhadap beberapa literatur seperti buku dan jurnal. Hasil yang didapatkan yaitu miskonsepsi merupakan permasalahan yang seringkali ditemukan pada dunia pendidikan fisika dan sulit diatasi. Untuk mengatasi hal tersebut, miskonsepsi perlu diidentifikasi. Berdasarkan pendapat Suparno (2013), miskonsepsi yang paling banyak dimiliki oleh siswa yaitu pada bidang mekanika. Menurut Berg (1991), mekanika adalah sub bidang fisika yang dianggap paling penting baik

dari segi materi maupun penerapannya. Pada siswa SMA sub bidang mekanika yang pertama kali dipelajari adalah mengenai kinematika gerak lurus.

Kegiatan selanjutnya adalah pengkajian terhadap metode yang dapat digunakan untuk identifikasi miskonsepsi. Identifikasi miskonsepsi siswa dapat dilakukan dengan berbagai metode, diantaranya wawancara, *open-ended test*, *multiple choice test*, *two tier-test*, *three tier-test*, dan *four tier-test* (Gurel dan Eryilmaz. 2015). Diantara metode – metode tersebut, pertanyaan bentuk pilihan ganda (*multiple choice test*) sering digunakan dikarenakan lebih efisien, objektif, mudah digunakan, dan mendapatkan hasil yang sesuai harapan jika dibandingkan dengan wawancara dan tes beralasan terbuka (Caleon dan Submaniam. 2009).

Metode tes pilihan ganda masih memiliki kekurangan diantaranya tidak cukup dalam untuk mengukur pemahaman siswa dan ada kemungkinan siswa memberikan jawaban dengan menebak. Untuk menutupi kekurangan tersebut, *two tier-test* dikembangkan dengan menambahkan satu tingkat yang berisi pilihan alternatif alasan atas jawaban yang dipilih pada tingkat pertama. Namun sayangnya *two tier-test* tidak dapat membedakan antara kurang paham konsep dan miskonsepsi karena tidak terdapat tingkat keyakinan atas pilihan jawaban. Untuk menutupi kekurangan tersebut dikembangkanlah *three tier-test* yang dapat membedakan antara kurang paham konsep dan

miskonsepsi, dengan menambahkan tingkat keyakinan jawaban atas alternatif alasan yang telah dipilih pada tingkat ke dua. Namun, tingkat keyakinan atas alternatif pilihan jawaban tidak dapat diidentifikasi. Oleh karena itu, dikembangkanlah pilihan ganda dengan format *four tier-test* sebagai instrumen tes identifikasi miskonsepsi. Instrumen *four tier-test* dapat menutupi kekurangan *three tier-test* dengan menambahkan tingkat keyakinan jawaban untuk pilihan alternatif jawaban di tingkat satu (Gurel dan Eryilimaz. 2015).

Identifikasi yang dilakukan dengan menggunakan instrumen *four tier test* akan dapat membedakan lebih rinci diantara level-level pemahaman siswa seperti, paham konsep, paham sebagian, tidak paham konsep, ataupun miskonsepsi.

b. Analisis Standar Isi

Berdasarkan analisis yang dilakukan pada standar isi pembelajaran fisika, Kompetensi Inti 3 dan Kompetensi Dasar 3.4 digunakan untuk penyusunan instrumen *four tier-test* materi kinematika gerak lurus.

- Kompetensi Inti :

3. Memahami dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian

yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah

- Kompetensi Dasar :

3.4.Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dengan kecepatan konstan (tetap) dan gerak lurus dengan percepatan konstan (tetap) berikut makna fisisnya.

2. Survei pemahaman konsep

Sebelum mengembangkan instrumen tes diagnostik miskonsepsi, perlu diketahui gambaran miskonsepsi yang dimiliki siswa. Pada tahap ini wawancara survei dilakukan dengan memberikan empat pertanyaan mengenai materi kinematika gerak lurus. Survei dilakukan pada 38 siswa yang diambil secara acak dari kelas X MIPA A dan B tahun ajaran 2016/2017 di Madrasah Mu'allimaat Muhammadiyah Yogyakarta. Hasil yang didapatkan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 digunakan untuk pengembangan butir soal instrumen.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Tabel 4.1.
Hasil wawancara survei dengan siswa di MA Mu'allimaat Muhammadiyah
Yogyakarta

No.	Pertanyaan	Jawaban Siswa	Jawaban yang tepat	Jumlah siswa yang menjawab tepat
1	Fungsi Speedometer	1 Speedometer digunakan untuk mengukur kecepatan saja. 2 Speedometer digunakan untuk mengukur kelajuan saja. 3 Speedometer digunakan untuk mengukur kecepatan dan kelajuan.	Speedometer digunakan untuk mengukur kelajuan saja.	7/38
2	Membandingkan antara motor yang dipercepat dari 80 km/jam sampai 90 km/jam dan sebuah sepeda yang dipercepat dari keadaan diam sampai 10 km/jam dalam selang waktu yang sama.	1 Kecepatan keduanya sama 2 Pertambahan percepatan keduanya sama 3 Percepatan keduanya sama	Percepatan keduanya sama	5/38
3	Bisakah arah kecepatan dan arah percepatan benda berlawanan arah?	1 Tidak dapat berlainan 2 Bisa (menebak)	Bisa	0/38
4	Percepatan pada benda yang jatuh	1 Percepatan benda bertambah 2 Percepatan benda berkurang 3 Tetap	Percepatan benda yang jatuh nilainya tetap	7/38

Dari Tabel 4.1 terungkap bahwa siswa memiliki pemahaman konsep yang berbeda-beda mengenai suatu pertanyaan yang berhubungan dengan kinematika gerak lurus. Pemahaman konsep yang dimiliki siswa tidak selalu sama dengan yang dimiliki oleh ahli, sehingga terdapat kemungkinan siswa mengalami miskonsepsi pada materi kinematika gerak lurus.

B. Tahap Perancangan

Tahap perancangan dilakukam untuk merancang produk awal dari instrumen *four tier-test*. Tahap ini dilakukan berdasarkan hasil pada tahap pendefinisian. Terdapat dua tahap yang dilakukan pada tahap perancangan, yaitu menyusun kisi – kisi penulisan soal dan menyusun rancangan awal instrumen.

1. Menyusun kisi – kisi penulisan soal

Kisi – kisi penulisan soal instrumen tes terdiri dari KI, KD, indikator soal untuk setiap nomor soal dan kunci jawaban. Dua belas indikator disusun oleh penulis berdasarkan KI 3 dan KD 3.4. Dua belas indikator dibagi berdasarkan tiga sub materi dalam materi kinematika gerak lurus, yaitu di lima indikator pada materi besaran – besaran dalam gerak lurus, dua indikator pada materi gerak lurus beraturan (GLB) dan lima indikator untuk materi gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Setiap indikator dikembangkan menjadi satu sampai empat butir soal.

2. Menyusun rancangan awal instrumen (draf 1)

Produk awal yang dikembangkan berupa rancangan awal instrumen yang terdiri dari tiga kolom. Kolom pertama merupakan kolom ‘miskonsepsi, kolom kedua merupakan kolom ‘soal’ dan kolom ketiga berupa kolom ‘kunci jawaban’.

a. Kolom miskonsepsi.

Pada kolom ini dijabarkan mengenai variasi pemahaman konsep yang dimiliki siswa mengenai permasalahan yang diajukan pada setiap butir

soal, terutama pemahaman konsep yang tidak tepat. Setiap variasi pemahaman konsep siswa yang berbeda dengan pemahaman konsep oleh ahli (pemahaman konsep yang tepat) akan dijabarkan alasannya.

b. Kolom soal

Pada kolom kedua yaitu kolom ‘soal’ yang terdiri dari 20 butir soal. Setiap butir soal yang disajikan terdiri dari soal dan empat tingkat (*four tier*) pertanyaan.

1. Tingkat pertama, merupakan pilihan jawaban dari butir soal. Terdapat lima pilihan jawaban yang disediakan, yaitu a, b, c, d, dan e. Satu diantaranya (pilihan jawaban e) merupakan pilihan kosong yang dapat menampung jawaban lain yang dimiliki siswa.
2. Tingkat kedua, merupakan tingkat keyakinan atas pilihan jawaban yang telah dipilih pada tingkat pertama, yang terdiri dari ‘yakin’ (Y) dan ‘tidak yakin’ (T).
3. Tingkat ketiga, merupakan pilihan alasan jawaban yang terdiri dari lima pilihan jawaban yang disediakan, yaitu 1, 2, 3, 4, dan 5. Satu pilihan diantaranya (pilihan jawaban 5) merupakan pilihan kosong yang dapat menampung jawaban lain yang dimiliki siswa.
4. Tingkat keempat, merupakan tingkat keyakinan atas alasan jawaban yang telah dipilih pada tingkat ketiga, yang terdiri dari ‘yakin’ (Y) dan ‘tidak yakin’ (T).

Format penulisan butir soal seperti yang ditampilkan pada gambar 4.1.

1. (Deskripsi soal) A. (Pilihan jawaban) B. (Pilihan jawaban) C. (Pilihan jawaban) D. (Pilihan jawaban) E. (Pilihan kosong yang dapat diisi sendiri) Tingkat keyakinan atas pilihan jawaban A. Yakin (Y) B. Tidak Yakin (T) Alasan jawaban: 1. (Pilihan alasan jawaban) 2. (Pilihan alasan jawaban) 3. (Pilihan alasan jawaban) 4. (Pilihan alasan jawaban) 5. (Pilihan kosong yang dapat diisi sendiri) Tingkat keyakinan atas pilihan jawaban A. Yakin (Y) B. Tidak Yakin (T)

Gambar 4.1. Format *four tier-test*

c. Kolom kunci jawaban

Pada kolom ini berisi jawaban yang tepat untuk pertanyaan pada tingkat pertama (pilihan jawaban yang tepat dari soal) dan tingkat ketiga (pilihan alasan jawaban yang tepat dari pilihan jawaban).

C. Tahap Pengembangan

Terdapat enam tahap yang dilakukan pada tahap pengembangan yaitu, validasi ahli, revisi (I), uji terbatas dan revisi (II), uji luas, analisis miskonsepsi.

1. Validasi ahli

Validasi dilakukan oleh tiga validator/ahli yang ketiganya merupakan ahli fisika. Validasi dilakukan dengan mengisi lembar

validasi yang disediakan. Lembar validasi terdiri dari indikator soal, nomor soal, jawaban soal, kolom komentar dan saran untuk setiap butir soal, komentar secara keseluruhan, dan kesimpulan validator untuk setiap butir soal. Saran dan masukan pada lembar validasi dijadikan acuan untuk melakukan revisi pada butir soal instrumen. Saran dan masukan yang lebih rinci didapatkan dari hasil diskusi dengan setiap validator. Saran dan masukan dari tiap validator dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Kritik dan Saran dari Validator

Validator	No. Soal	Kritik dan Saran
I	1	Terdapat salah pengetikan
	4	Alasan jawaban 1 dan 4 sama-sama benar
	9	Perlu dicermati antara kecepatan rata-rata dengan kecepatan
II	1	Terdapat salah pengetikan
	7	Gambar perlu diperbaiki (Memisahkan gambar untuk kasus benda 'a' dan benda 'b')
	8	Pilihan jawaban d bisa diganti '4 saja' terkait miskonsepsi
	10	Indikator dan soal tidak sesuai (disarankan untuk mengganti indikator)
	11	Indikator dan soal tidak sesuai (disarankan untuk mengganti indikator)
	12	Kata 'GVA' perlu dijabarkan
	17	Pilihan jawaban 'a' perlu diperhatikan kembali terkait kapan g bernilai negatif
III	19	Kunci jawaban kurang tepat
	1	Contoh soal kurang mendidik, perlu diganti dengan benda
	1	Terdapat salah pengetikan
	3	Perlu adanya perubahan redaksi kalimat
	5	Perlu adanya perubahan redaksi kalimat
	6	Nilai kecepatan sesaat apel ketika mencapai tanah tidaklah realitis
	8	Perlu adanya perubahan redaksi kalimat
	9	Perlu adanya perubahan redaksi kalimat
	15	Perlu adanya perubahan redaksi kalimat
		Supaya tidak membingungkan, perlu diurutkan dari A, B, kemudian C, pada pilihan jawaban agar tidak membingungkan
	17	Kalimat pada pilihan jawaban (c) akan membingungkan. Oleh karena itu perlu diubah.
	18	Tidak realistis jika sebuah bola dilemparkan dengan kecepatan awal 20 m/s.
		Pada opsi (1) sampai (4) kata 'benda' diganti 'pada gerak benda'

Setelah validator memberikan saran dan masukan, validator diminta untuk memberikan kesimpulan, apakah tiap-tiap butir soal yang dikembangkan dapat digunakan dengan perlu direvisi atau tidak. Pada Tabel 4.5 terungkap bahwa hampir semua butir soal dapat digunakan dengan perlu dilakukan revisi pada isi/materi ataupun tata bahasa untuk setiap butir soal seperti keterangan yang tampilkan pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4.

Tabel 4.3. Keterangan terhadap validasi isi pada setiap butir soal

No. Soal	Validasi Isi			Keterangan
	Validator 1	Validator 2	Validator 3	
1	Valid	Valid	Valid	
2	Valid	Valid	Valid	
3	Kurang Valid	Valid	Kurang Valid	
4	Valid	Valid	Valid	
5	Valid	Valid	Valid	
6	Valid	Valid	Valid	
7	Valid	Kurang Valid	Valid	
8	Valid	Valid	Kurang Valid	
9	Kurang Valid	Valid	Kurang Valid	
10	Valid	Kurang Valid	Kurang Valid	
11	Kurang Valid	Kurang Valid	Kurang Valid	
12	Valid	Kurang Valid	Valid	
13	Valid	Valid	Valid	
14	Valid	Valid	Kurang Valid	
15	Valid	Valid	Valid	
16	Valid	Valid	Kurang Valid	
17	Valid	Kurang Valid	Valid	
18	Valid	Valid	Valid	
19	Valid	Valid	Valid	
20	Valid	Valid	Valid	

Tabel4.4.
Keterangan terhadap validasi tata bahasa pada setiap butir soal

No. Soal	Validasi Tata Bahasa			Keterangan
	Validator 1	Validator 2	Validator 3	
1	Tidak Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	
2	Tidak Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	
3	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	
4		Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	
5		Dapat Dipahami	Kurang Dapat Dipahami	
6	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	
7	Dapat Dipahami	Kurang Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	
8	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	
9		Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	
10	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	
11		Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	
12	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	
13	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	Kurang Dapat Dipahami	
14	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	Kurang Dapat Dipahami	
15	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	Kurang Dapat Dipahami	
16	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	
17	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	Kurang Dapat Dipahami	
18	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	
19	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	
20	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	Dapat Dipahami	

Tabel4.5. Kesimpulan dari validator terhadap kelayakan tiap butir soal

No. Soal	Kesimpulan validasi tiap butir soal			Keterangan
	Validator 1	Validator 2	Validator 3	
1	B	B	A	
2		A	A	
3	A	A	A	
4	B	A	A	
5		A	B	
6	B	A	A	
7	B	B	A	
8	B	B	B	
9		A	B	
10	B	B	B	
11		B	B	
12	A	B	A	
13	A	A	B	
14	A	A	B	
15	A	A	B	
16	A	A	A	
17	A	B	B	
18	A	A	A	
19	A	B	A	
20	A	A	A	

Keterangan :

A : Dapat digunakan tanpa revisi

B : Dapat digunakan dengan revisi

2. Revisi (I)

Saran dan masukan dari validator pada lembar validasi dan hasil diskusi dijadikan acuan untuk melakukan revisi (I). Adapun revisi yang dilakukan terkait isi/materi dan tata bahasa. Hasil revisi berdasarkan masukan ahli akan dijelaskan untuk setiap nomor. Perubahan dari hasil revisi akan ditunjukkan dengan pemberian garis bawah pada kata/kalimat dan pemberian garis untuk gambar seperti yang ditampilkan pada lampiran 6 halaman 138 sehingga dapat dengan mudah untuk dibandingkan.

Berdasarkan Tabel 4.5 terungkap bahwa terdapat dua belas soal yang perlu direvisi, yaitu butir soal 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 17, 18, dan 19.

a. Nomor 1

Seluruh validator sepakat menyatakan bahwa dari segi materi, nomor 1 sudah layak dan tidak perlu dilakukan revisi. Validator 2 dan 3 menyatakan bahwa butir soal dapat dipahami, namun menurut validator 1 tidak.

Menurut validator 1, butir soal nomor 1 (dan nomor 2) tidak dapat dipahami karena pada butir soal nomor 1 besaran perpindahan dan jarak dibandingkan. Keduanya merupakan dua besaran yang berbeda, perpindahan merupakan besaran vektor sedangkan jarak merupakan besaran skalar. Sehingga kurang tepat jika membandingkan kedua besaran tersebut. Oleh karenanya, setiap pernyataan “perpindahan” perlu ditambahkan redaksi “besar” sehingga redaksinya menjadi “besar

perpindahan”. Hal ini dikarenakan redaksi “besar perpindahan” mengacu pada nilai skalar, begitupula dengan “jarak” yang juga mengacu pada nilai skalar sehingga keduanya dapat dibandingkan. Sehingga, setiap pernyataan pada butir soal yang mengandung redaksi “perpindahann” diganti menjadi “besar perpindahan”.

Pada nomor ini juga terdapat beberapa kesalahan pengetikan dan kesalah redaksi yang tidak sesuai secara KBBI. Hasil revisi yang dijabarkan dapat dilihat pada lampiran 6 halaman 140.

b. Nomor 3

Seluruh validator sepakat menyatakan bahwa dari segi materi, nomor 3 sudah layak dan tidak perlu dilakukan revisi. Menurut validator 1 dan 2, secara tata bahasa butir soal dapat dipahami. Namun, menurut validator 3 perlu ada perubahan redaksi pada pernyataan yang terdapat dalam pilihan alasan jawaban poin dua seperti yang ditunjukkan pada lampiran 6 halaman 141.

Perubahan ini dikarenakan menurut validator 3 redaksi “ditempuh” tidak cocok digunakan untuk besaran perpindahan. Oleh karena itu, redaksi “ditempuh” diganti menjadi “dilakukan” yang lebih cocok digunakan untuk besaran perpindahan yang merupakan besaran vektor.

c. Nomor 5

Seluruh validator sepakat menyatakan bahwa dari segi materi, nomor 5 sudah layak dan tidak perlu dilakukan revisi. Secara tata bahasa validator 1 tidak memberikan keterangan, validator 2 menyatakan bahwa

butir soal dapat dipahami, dan validator 3 menyatakan bahwa butir soal kurang dapat dipahami.

Menurut validator 3 kalimat “kedua mobil melaju secara bersamaan” mengandung multi tafsir, yaitu bisa bermakna;

1. Mobil melaju dengan kecepatan yang sama pada saat yang sama, dan
2. Mobil melaju dengan kecepatan yang berbeda pada saat yang sama.

Dikarenakan makna yang dimaksud adalah makna yang kedua, yaitu “mobil melaju dengan kecepatan yang berbeda pada saat yang sama”. Oleh karena itu, kalimat “kedua mobil melaju secara bersamaan” diganti menjadi “kedua mobil melaju dengan kecepatan masing-masing pada saat yang sama”.

Menurut validator 3 pilihan kata “konstan” pada redaksi “kecepatan konstan” kurang tepat, pilihan kata yang tepat adalah kata “tetap”. Sehingga redaksi “kecepatan konstan” berubah menjadi “kecepatan tetap”. Selain itu, pada pernyataan “di posisi C keduanya bertemu” menurut validator 3 perlu ada perubahan redaksi. Redaksi “di posisi C keduanya bertemu” diubah menjadi “di posisi C keduanya sejajar”. Selain itu pada pernyataan soal terdapat kata “maka” yang sebelumnya tidak ada kata “jika”. Sehingga, sesuai KBBI pernyataan sebelumnya perlu ditambahkan kata “jika”. Hasil revisi ditunjukkan pada lampiran 6 halaman 142.

d. Nomor 6

Seluruh validator sepakat menyatakan bahwa dari segi materi, nomor 6 sudah layak dan tidak perlu dilakukan revisi. Menurut validator 1 dan 2, secara tata bahasa butir soal dapat dipahami. Namun, menurut validator 3 perlu ada perubahan redaksi.

Pada butir soal terdapat pernyataan “ketika sampai di tanah apel memiliki kecepatan sesaat sebesar 25 m/s”. Menurut validator 3 kecepatan apel yang bernilai 25 m/s jika dikonversikan maka nilainya menjadi 90 km/jam. Menurut validator 3 tidak mungkin untuk sebuah apel yang jatuh memiliki kecepatan sesaat sebesar itu. Saran dari validator 3, perlu dicari nilai yang tepat untuk kecepatan sesaat dari apel yang jatuh ketika mencapai tanah.

Setelah melakukan pencarian fakta, nilai kecepatan sesaat yang semula 25 m/s diubah menjadi 1,4 m/s. Nilai ini didasarkan pada perhitungan matematis untuk mencari kecepatan sesaat dari benda yang jatuh dengan mengacu pada massa apel yang berkisar 85 – 120 gram dan tinggi pohon apel yang berkisar 3 – 12 meter. Salah satu nilai dari interval tersebut yaitu 100 gram dijadikan patokan untuk massa apel dan 10 meter untuk tinggi pohon apel. Hasil revisi dapat dilihat pada lampiran 6 halaman 143.

e. Nomor 7

Validator 1 dan 3 sepakat menyatakan bahwa dari segi materi dan tata bahasa, nomor 7 sudah layak dan tidak perlu dilakukan revisi.

Menurut validator 2 butir soal nomor 7 perlu direvisi dalam hal materi dan tata bahasa.

Menurut validator 2 gambar pada butir soal nomor 7 sulit dipahami. Pola gerak benda “a” dan “b” akan sulit dipahami oleh siswa dikarenakan pola gerak benda yang tidak tepat pada setiap garis skala. Oleh karena itu, validator 2 menyarankan untuk mengubah pola gerak benda agar tepat pada garis skala. Untuk lebih memudahkan siswa dalam memahami gambar, menurut validator 2 perlu dipisah antara gambar untuk pola gerak benda “a” dan benda “b”. Hasil revisi ditunjukkan pada lampiran 6 halaman 144.

f. Nomor 8

Validator 1 dan 2 sepakat menyatakan bahwa dari segi materi, nomor 8 sudah layak dan tidak perlu dilakukan revisi. Namun, menurut validator 3 butir soal 8 perlu direvisi. Secara tata bahasa ketiga validator sepakat menyatakan bahwa butir soal nomor 8 dapat dipahami.

Menurut validator 3, perlu ada revisi terkait pernyataan pada pilihan alasan jawaban poin 3. Redaksi “pertambahan jarak” pada pernyataan “jarak antara titik menggambarkan pertambahan jarak dalam satu detik” dianggap kurang tepat. Karena pernyataan “jarak antara titik menggambarkan pertambahan jarak dalam satu detik” pada alasan jawaban dapat dijadikan alasan jawaban untuk semua pilihan jawaban. Oleh karena itu, menurut validator 3 redaksi “pertambahan jarak” harus

diubah menjadi “perubahan perpindahan”. Hasil revisi dapat dilihat pada lampiran 6 halaman 145.

g. Nomor 9

Validator 1 dan 3 menyatakan bahwa dari segi materi, nomor 9 sudah perlu dilakukan revisi, sedangkan menurut validator 2 sudah valid. Secara tata bahasa validator 1 tidak memberikan keterangan, sedangkan validator 2 dan 3 menyatakan bahwa butir soal nomor 9 dapat dipahami.

Menurut validator 3 pernyataan “mobil (1) bergerak mundur menuju titik B” perlu diperimbangkan kembali. Kalimat “jika mobil (1) mundur” dapat bermakna pada titik C mobil (1) sesaat berhenti sehingga memiliki perlambatan, dan lain-lain. Validator 3 menyarankan untuk mengubah redaksi “bergerak mundur” menjadi “berputar balik”. Selain itu, dalam pernyataan soal perlu diperjelas apakah ketika mobil (1) sampai di titik C mobil (2) belum sampai di titik B.

Menurut validator 3 pemilihan redaksi “berpapasan” untuk kedua mobil pada pernyataan soal kurang tepat, validator 3 menyarankan untuk mengganti redaksi menjadi “berada pada posisi sejajar”. Berdasarkan masukan validator dalam menunjukkan letak benda pada titik yang diberi tabel perlu menggunakan redaksi “posisi”. Hasil revisi dapat dilihat pada lampiran 6 halaman 146.

h. Nomor 12

Validator 1 dan 3 sepakat menyatakan bahwa dari segi materi, nomor 12 sudah layak dan tidak perlu dilakukan revisi, sedangkan

menurut validator 2 perlu dilakukan revisi. Secara tata bahasa ketiga validator sepakat menyatakan bahwa butir soal nomor 12 dapat dipahami.

Menurut validator 2 penggunaan singkatan “GVA” pada pilihan alasan jawaban perlu dijabarkan agar siswa paham dengan GVA yang dimaksudkan.

Menurut validator 3 pilihan alasan jawaban poin 4 bisa menjadi alasan yang benar juga padahal kunci jawaban menunjukkan alasan yang benar pada poin 2, sehingga pernyataan pada poin 4 perlu diganti. Oleh karena itu, pernyataan pada pilihan alasan jawaban poin 4 diubah menjadi pernyataan seperti yang ditunjukkan pada lampiran 6 halaman 148.

i. Nomor 13

Seluruh validator sepakat menyatakan bahwa dari segi materi, nomor 13 sudah layak dan tidak perlu dilakukan revisi. Secara tata bahasa validator 1 dan 2 menyatakan bahwa butir soal nomor 13 dapat dipahami, sedangkan validator 3 kurang dapat dipahami.

Menurut validator 3 pernyataan pada pilihan jawaban poin D yang merupakan kunci jawaban perlu diganti. Karena secara teoritis ketika benda berada pada puncak atau titik tertinggi ketika gerak vertikal ke atas percepatan benda tidak hanya bernilai negatif namun juga diubah menjadi positif dalam waktu sesaat, yaitu perubahan tanda pada nilai percepatan gravitasi dari $-9,8\text{m/s}^2$ menjadi $9,8\text{m/s}^2$. Oleh karena itu, pernyataan yang semula “kecepatan benda bernilai nol dan

percepatannya bernilai negatif” diubah menjadi “besar percepatan bernilai tetap tetapi berubah tanda” seperti yang ditunjukkan pada lampiran 6 halaman 149.

j. Nomor 14

Validator 1 dan 2 sepakat menyatakan bahwa dari segi materi, nomor 14 sudah layak dan tidak perlu dilakukan revisi, sedangkan validator 3 menyatakan bahwa butir soal perlu direvisi. Secara tata bahasa validator 1 dan 2 menyatakan bahwa butir soal nomor 14 dapat dipahami, sedangkan menurut validator 3 kurang dapat dipahami.

Menurut validator 3 pernyataan pada pilihan alasan jawaban poin 2 “percepatan benda mempengaruhi perubahan kecepatan benda” kurang tepat. Hal ini dikarenakan, percepatan bukanlah menjadi sebab dari adanya perubahan kecepatan benda, namun sebaliknya perubahan kecepatan menjadi penyebab adanya percepatan. Menurut validator 3 pernyataan pada pilihan alasan jawaban poin 2 yang awalnya “percepatan benda mempengaruhi perubahan kecepatan benda” harus diubah menjadi “percepatan benda dipengaruhi oleh perubahan kecepatan benda” seperti yang ditunjukkan pada lampiran 6 halaman 150.

k. Nomor 15

Seluruh validator sepakat menyatakan bahwa dari segi materi, nomor 15 sudah layak dan tidak perlu dilakukan revisi. Secara tata bahasa validator 1 dan 2 menyatakan bahwa butir soal nomor 15 dapat dipahami, sedangkan menurut validator 3 kurang dapat dipahami.

Menurut validator 3, redaksi “jatuh di permukaan” pada butir soal merupakan redaksi yang kurang tepat. Validator 3 memberikan saran untuk mengubah redaksi menjadi “sampai ke dasar tabung”. Selain itu pada pilihan jawaban, urutan waktu benda untuk jatuh tidak diurutkan sesuai abjad A-B-C seperti pada gambar yang sudah urut sesuai abjad. Menurut validator 3 akan lebih baik jika urutan waktu benda untuk jatuh di sesuaikan dengan abjad agar memudahkan siswa dalam menjawab soal. Oleh karena itu, pilihan jawaban diubah seperti yang ditunjukkan pada lampiran 6 halaman 151.

1. Nomor 17

Validator 1 dan 3 sepakat menyatakan bahwa dari segi materi, nomor 17 sudah layak dan tidak perlu dilakukan revisi, sedangkan validator 2 menyatakan bahwa butir soal kurang perlu dilakukan revisi. Secara tata bahasa validator 1 dan 2 menyatakan bahwa butir soal nomor 17 dapat dipahami, sedangkan menurut validator 3 kurang dapat dipahami.

Menurut validator 3 pernyataan pada pilihan jawaban poin c “arah kecepatan dan percepatan mobil A dan mobil B sama secara bersilangan” merupakan pernyataan yang membingungkan sehingga perlu diganti. Oleh karena itu, pernyataan “arah kecepatan mobil A sama dengan arah percepatan mobil B, arah percepatan mobil A sama dengan arah kecepatan mobil B” diubah seperti yang ditunjukkan pada lampiran 6 halaman 153.

m. Nomor 18

Validator 1 dan 2 sepakat menyatakan bahwa dari segi materi, nomor 18 sudah layak dan tidak perlu dilakukan revisi, sedangkan menurut validator 3 perlu ada revisi pada soal. Secara tata bahasa seluruh validator menyatakan butir soal nomor 18 sudah dapat dipahami.

Pada awalnya terdapat pernyataan bola dilemparkan dengan kecepatan awal 20 m/s. Menurut validator 3 kecepatan awal 20 m/s merupakan nilai yang berlebihan untuk kasus ini pada umumnya, validator 3 menyarankan untuk menyederhanakan nilai. Oleh karena itu, Nilai kecepatan awal diubah menjadi 1 m/s seperti yang ditunjukkan pada lampiran 6 halaman 154.

n. Nomor 19

Seluruh validator sepakat menyatakan bahwa dari segi materi butir soal nomor 19 tidak perlu direvisi. Secara tata bahasa validator 1 menyatakan bahwa butir soal 19 sudah dapat dipahami sehingga tidak perlu dilakukan revisi. Namun, menurut validator 2 dan 3 perlu ada revisi pada soal.

Pernyataan butir soal nomor 19 menggunakan objek manusia sebagai contoh soal untuk kasus benda jatuh bebas (dari lantai 2 gedung secara bersamaan). Menurut validator 2 dan 3, objek yang digunakan kurang mendidik bagi siswa yang membaca. Validator 2 dan 3 menyarankan untuk mengubah objek yang digunakan menjadi benda mati. Oleh karena itu, objek manusia diubah menjadi karung beras. Amir

diganti menjadi karung A, Ali diganti menjadi karung B, dan Bakir diganti menjadi karung c. Perubahan objek yang digunakan menyebabkan perubahan pernyataan-pernyataan yang terdapat pada butir soal nomor 19 seperti yang ditunjukkan pada lampiran 6 halaman 155.

Setelah butir soal direvisi berdasarkan saran dan masukan dari validator. Produk awal (draf I) dijadikan instrumen lengkap (draf II) yang terdiri dari buku tes, lembar jawaban tes, kunci jawaban tes, dan pedoman analisis identifikasi miskonsepsi.

1. Buku tes

Buku tes yaitu berupa lembaran butir soal yang harus dikerjakan siswa, yang berisi petunjuk pengerjaan soal, alokasi waktu, dan butir soal.

2. Lembar jawaban tes

Lembar jawaban tes yaitu lembaran yang disediakan untuk mengerjakan soal tes. Untuk soal pilihan ganda menggunakan lembaran nomor dan huruf

3. Kunci jawaban tes

Kunci jawaban tes berisi jawaban soal terutama jawaban untuk pertanyaan tingkat petama dan ketiga.

4. Pedoman analisis identifikasi miskonsepsi

Pedoman analisis identifikasi miskonsepsi yaitu lembaran yang digunakan untuk menganalisis jawaban tes yang dikerjakan oleh siswa. Sehingga dapat diketahui level pemahaman yang dimiliki siswa.

3. Uji Terbatas dan Revisi (II)

Uji coba terbatas dilakukan di Madrasah Muallimaat Muhammadiyah Yogyakarta dengan mengambil 31 responden. Subjek yang diambil untuk pengujian merupakan siswa kelas XII B dan kelas XII C. Kelas XII B diambil 16 siswa secara acak, kelas XII C diambil 15 siswa secara acak.

Draf II diuji cobakan secara terbatas pada responden agar diketahui masukan responden atas produk yang diujicobakan dan mengetahui skor respon keterbacaan siswa terhadap instrumen yang dikembangkan. Instrumen yang diberikan kepada siswa terdiri dari buku tes, lembar jawab dan angket respon keterbacaan yang diberikan setelah siswa selesai mengerjakan instrumen *four tier test* (draf II).

Berdasarkan analisis perhitungan skor rata-rata respon keterbacaan siswa terhadap produk yang dikembangkan, skor yang didapatkan sebesar 0,76 dengan kriteria “baik”. Hal ini menunjukkan bahwa produk mendapatkan respon yang baik dari siswa. Berdasarkan komentar dan saran dari siswa pada lembar angket keterbacaan, komentar dan saran terbanyak yaitu mengenai perlu adanya jarak spasi antar soal dan pertanyaan pada setiap tingkat agar pernyataan setiap item pada lembar soal tidak terlihat panjang. Oleh karena itu, draf II direvisi sesuai dengan masukan yang diberikan oleh siswa.

Berdasarkan praktiknya siswa dapat menyelesaikan semua soal sebelum batas waktu yang diberikan. Estimasi waktu yang diberikan

kepada siswa untuk mengerjakan semua butir soal adalah 90 menit atau dua jam pelajaran (2 x 45 menit).

4. Uji Luas dan Analisis data uji luas

Uji luas dilakukan di dua sekolah, yaitu SMA Muhammadiyah 3 Yogyakarta dan MA Mu'allimaat Muhammadiyah Yogyakarta pada tahun ajaran 2017/2018. Subjek yang diambil di SMA Muhammadiyah 3 Yogyakarta yaitu siswa kelas X IPA 1 dan kelas X IPA 2. Kelas X IPA 1 terdiri dari 33 siswa dan kelas X IPA 2 terdiri dari 41 siswa.

Analisa data yang dilakukan pada penelitian ini difokuskan pada analisis pola jawaban siswa untuk setiap butir soal yang dikerjakan siswa pada uji luas. Analisis dari pola jawaban siswa nantinya menunjukkan level pemahaman siswa pada tiap butir soal. Level pemahaman yang dimaksud adalah paham konsep, paham sebagian, tidak paham konsep, dan miskonsepsi. Jika diantara butir soal tersebut ada yang tidak dijawab oleh siswa secara lengkap, maka pola jawaban siswa tidak dapat dikodekan. Adapun pembagian kategori level pemahaman siswa berdasarkan pola jawaban dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Analisis Pola Jawaban pada Produk Instrumen

No.	Kategori	Jawaban	Tingkat Keyakinan Jawaban	Alasan Jawaban	Tingkat Keyakinan Alasan
1	Paham Sebagian	Benar	Yakin	Benar	Yakin
2		Benar	Yakin	Benar	Tidak
3		Benar	Tidak	Benar	Tidak
4		Benar	Yakin	Salah	Yakin
5		Benar	Yakin	Salah	Tidak
6		Benar	Tidak	Salah	Yakin
7		Benar	Tidak	Salah	Tidak
8		Salah	Yakin	Benar	Yakin
9		Salah	Yakin	Benar	Tidak
10		Salah	Tidak	Benar	Yakin
11	Tidak Paham Konsep	Salah	Yakin	Salah	Tidak
12		Salah	Tidak	Salah	Yakin
13		Salah	Tidak	Salah	Tidak
14	Miskonsepsi	Salah	Yakin	Salah	Yakin
15	Tidak dapat dikodekan	Apabila salah satu, dua, tiga, atau semuanya tidak diisi.			

Berdasarkan hasil uji luas yang dilakukan di SMA Muhammadiyah Yogyakarta di kelas X IPA 1 dan kelas X IPA 2, Analisis terhadap pola jawaban siswa dilakukan untuk mengetahui level pemahaman siswa. Hasil pemetaan level pemahaman siswa seperti yang tertera pada Tabel 4.7.

Berdasarkan hasil uji luas yang dilakukan di MA Mu'allimaat Muhammadiyah Yogyakarta di kelas X A dan kelas X B. Analisis terhadap pola jawaban siswa dilakukan untuk mengetahui level pemahaman siswa. Hasil pemetaan level siswa seperti pada Tabel 4.8.

Tabel 4.7.
Hasil pemetaan level pemahaman siswa di SMA 3 Muhammadiyah Yogyakarta

No. Soal	Level pemahaman (%)					Jumlah
	Paham Konsep	Paham Sebagian	Tidak Paham Konsep	Miskonsepsi	Tidak Dapat Dikodekan	
1	23,5	30,9	10,3	35,3	0,0	100,0
2	38,5	25,0	16,2	19,1	1,5	100,0
3	1,5	25,0	30,9	39,7	2,9	100,0
4	2,9	66,2	10,3	19,1	1,5	100,0
5	2,9	86,8	8,8	1,5	0,0	100,0
6	1,5	23,5	35,3	39,7	0,0	100,0
7	0,0	19,1	27,9	51,5	1,5	100,0
8	0,0	16,2	7,4	75,0	1,5	100,0
9	0,0	35,3	48,5	14,7	1,5	100,0
10	7,4	45,6	27,9	19,1	0,0	100,0
11	0,0	44,1	45,6	8,8	1,5	100,0
12	0,0	14,7	41,2	38,2	5,9	100,0
13	0,0	29,4	44,1	19,1	7,4	100,0
14	20,6	44,1	13,2	14,7	7,4	100,0
15	1,5	44,1	13,2	36,8	4,4	100,0
16	1,5	27,9	35,3	30,9	4,4	100,0
17	0,0	44,1	35,3	20,6	0,0	100,0
18	1,5	33,8	32,4	30,9	1,5	100,0
19	2,9	11,8	29,4	54,4	1,5	100,0
20	8,8	47,1	33,8	7,4	2,9	100,0
Rata-rata	5,8	35,7	27,4	28,8	2,4	100

Tabel 4.8.
Hasil pemetaan level pemahaman siswa di MA Mu'allimaat Muhammadiyah Yogyakarta

No. Soal	Level pemahaman (%)					Jumlah
	Paham Konsep	Paham Sebagian	Tidak Paham Konsep	Miskonsepsi	Tidak Dapat Dikodekan	
1	35,1	54,1	2,7	8,1	0,0	100,0
2	55,4	33,8	4,1	6,8	0,0	100,0
3	18,9	28,4	18,9	33,8	0,0	100,0
4	13,5	56,88	8,1	20,3	1,4	100,0
5	1,4	78,4	12,2	8,1	0,0	100,0
6	0,0	47,3	28,4	24,3	0,0	100,0
7	0,0	5,4	31,1	63,5	0,0	100,0
8	0,0	24,3	5,4	70,3	0,0	100,0
9	4,1	24,3	33,8	37,8	0,0	100,0
10	0,0	37,8	29,7	32,4	0,0	100,0
11	0,0	32,4	52,7	14,9	0,0	100,0
12	0,0	13,5	43,2	43,2	0,0	100,0
13	1,4	21,6	44,6	32,4	0,0	100,0
14	14,9	60,8	17,6	6,8	0,0	100,0
15	1,4	35,1	23,0	40,5	0,0	100,0
16	1,4	35,1	24,3	39,2	0,0	100,0
17	1,4	40,5	29,7	28,4	0,0	100,0
18	1,4	32,4	23,0	43,2	0,0	100,0
19	0,0	6,8	29,7	63,5	0,0	100,0
20	8,1	56,8	21,6	13,5	0,0	100,0
Rata-rata	7,9	36,3	24,2	31,6	0,1	100

Level pemahaman yang dimiliki siswa dapat diketahui berdasarkan pola jawaban siswa pada uji luas. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada SMA Muhammadiyah 3 Yogyakarta kelas X IPA 1 dan X IPA 2 untuk materi kinematika gerak lurus, siswa yang paham konsep sebanyak 5,8%, paham sebagian sebanyak 35,7%, tidak paham konsep sebanyak 27,4%, yang mengalami miskonsepsi sebanyak 28,8%, dan yang tidak dapat dikodekan sebesar 2,4%.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pada MA Mu'allimaat Muhammadiyah Yogyakarta kelas X IPA 1 dan X IPA 2 untuk materi kinematika gerak lurus, siswa yang paham konsep sebanyak 7,9%, paham sebagian sebanyak 36,3%, tidak paham konsep sebanyak 24,2%, yang mengalami miskonsepsi sebanyak 31,6%, dan yang tidak dapat dikodekan sebesar 0,1%.

Selain untuk mengetahui level pemahaman siswa, uji luas yang dilakukan juga dimaksudkan untuk identifikasi miskonsepsi yang dimiliki siswa. Hasil perhitungan level pemahaman siswa dapat menunjukkan persentase miskonsepsi yang dimiliki siswa pada setiap indikator. Jika pada setiap butir soal siswa menjawab salah pada pilihan jawaban dan dia yakin dengan jawabannya, dan juga menjawab salah pada pilihan alasan jawaban yang siswa yakin dengan jawabannya, maka hasil analisis menunjukkan bahwa siswa mengalami miskonsepsi pada butir soal tersebut.

Hasil perhitungan persentase miskonsepsi siswa pada setiap butir soal kemudian diberi peringkat, dari indikator yang memiliki persentase miskonsepsi tertinggi hingga indikator yang memiliki persentase terendah untuk masing-masing sekolah.

a) SMA Muhammadiyah 3 Yogyakarta

Pada Tabel 4.9 merupakan hasil perhitungan persentase miskonsepsi untuk setiap indikator soal di SMA Muhammadiyah 3 Yogyakarta.

Tabel 4.9. Persentase miskonsepsi untuk setiap indikator soal di SMA Muhammadiyah 3 Yogyakarta.

Sub Konsep	No.	Indikator Soal	No. Soal	Miskonsepsi (%)	Peringkat Miskonsepsi
Besaran – besaran dalam gerak lurus	1	Siswa dapat mengetahui konsep perpindahan dan jarak	1 2 $\bar{x}$	35,3 19,1 27,2	7
	2	Siswa dapat mengetahui konsep hubungan pengaruh kecepatan terhadap perpindahan	3	39,7	2
	3	Siswa dapat mengetahui konsep hubungan kelajuan dengan jarak	4	19,1	9
	4	Siswa dapat mengetahui konsep hubungan posisi dan kecepatan	5	1,5	12
	5	Siswa dapat membedakan antara istilah kecepatan dan percepatan	6 7 8 $\bar{x}$	39,7 51,5 75,0 55,4	1
Konsep GLB	6	Siswa dapat mengetahui konsep kecepatan/kelajuan rata-rata dan kecepatan/kelajuan sesaat	9 10 $\bar{x}$	14,7 19,1 16,9	10
	7	Siswa dapat membedakan antara kecepatan sesaat dan kelajuan sesaat	11	8,8	11
Konsep GLBB	8	Siswa mengetahui konsep hubungan percepatan, kecepatan, dan waktu	12 13 14 15 $\bar{x}$	38,2 19,1 14,7 36,8 27,2	6
	9	Siswa dapat mengetahui konsep percepatan positif dan percepatan negatif	16	30,9	3
	10	Siswa dapat mengetahui konsep hubungan arah percepatan dan kecepatan	17	20,6	8
	11	Siswa dapat mengetahui konsep hubungan kecepatan awal terhadap percepatan pada Gerak Vertikal	18	30,9	4
	12	Siswa dapat mengetahui konsep hubungan percepatan terhadap waktu pada Gerak Vertikal	19 20 $\bar{x}$	54,4 7,4 30,9	5

Dari dua belas indikator tersebut akan dibahas indikator yang memiliki miskonsepsi dengan persentase $>30\%$

(1) Istilah kecepatan dan percepatan

Hasil perhitungan persentase miskonsepsi terbesar pertama yang dimiliki siswa SMA Muhammadiyah 3 Yogyakarta yaitu pada indikator ke-5, nomor soal 6, 7, dan 8 dengan persentase 55,4%. Pada nomor 6 siswa yang mengalami miskonsepsi 39,7%, pada nomor 7 siswa yang mengalami miskonsepsi 51,5%, dan pada nomor 8 siswa yang mengalami miskonsepsi 75%.

Untuk soal nomor 6 pilihan jawaban yang paling banyak dipilih siswa dalam kategori ini adalah pilihan jawaban B dan alasan jawaban 1. Miskonsepsi yang dapat diidentifikasi pada konsep ini adalah siswa menyamakan istilah kecepatan dan percepatan. Siswa menganggap bahwa percepatan benda bertambah setiap saat.

Untuk soal nomor 7 pilihan jawaban yang paling banyak dipilih siswa dalam kategori ini adalah pilihan jawaban B dan alasan jawaban 2. Miskonsepsi yang dapat diidentifikasi pada konsep ini adalah siswa menyamakan istilah kecepatan dan percepatan. Hal ini menyebabkan siswa menganggap besar kecilnya percepatan dipengaruhi oleh perubahan posisi benda.

Begitu pula untuk soal nomor 8 siswa menyamakan istilah kecepatan dan percepatan. Pilihan jawaban yang paling banyak dipilih

siswa dalam kategori ini adalah pilihan jawaban C dan alasan jawaban 1. Siswa menganggap sebuah benda yang memiliki percepatan tetap disebabkan oleh jarak yang ditempuh oleh benda sama dalam waktu yang sama.

Miskonsepsi ini seperti yang dijelaskan pada buku Fisika Giancoli jilid 1 pada halaman 28. Dalam buku itu diperingatkan bahwa ada kemungkinan kita dalam menyamakan konsep kecepatan dan percepatan. Berdasarkan prinsip fisika, kecepatan dan percepatan merupakan dua besaran yang berbeda. Percepatan itu mengenai seberapa cepat kecepatan berubah, sementara kecepatan mengenai seberapa cepat posisi berubah.

(2) Konsep hubungan pengaruh kecepatan terhadap perpindahan

Hasil perhitungan persentase miskonsepsi terbesar kedua yang dimiliki siswa SMA Muhammadiyah 3 Yogyakarta yaitu pada indikator ke-2, nomor soal 3 dengan persentase 39,7%. Pilihan jawaban yang paling banyak dipilih siswa dalam kategori ini adalah pilihan jawaban A dan alasan jawaban 1. Miskonsepsi yang dapat diidentifikasi pada konsep ini adalah siswa menganggap bahwa kecepatan rata – rata ditentukan dari jarak yang ditempuh bukan besarnya perpindahan benda.

Miskonsepsi ini seperti yang dijelaskan pada buku Fisika Giancoli jilid 1 pada dalaman 25 dijelaskan dalam bahasa sehari-hari istilah kecepatan dan kelajuan sering dipertukarkan. Hal ini membuat siswa menyamakan konsep kecepatan rata-rata dan kejuan rata-rata. Sehingga

menganggap bahwa kecepatan rata – rata ditentukan dari jarak yang ditempuh bukan besarnya perpindahan benda. Berdasarkan prinsip fisika, kecepatan rata-rata ditentukan oleh perpindahan yang dilakukan pada selang waktu tertentu, sedangkan kelajuan rata-rata ditentukan oleh jarak yang ditempuh pada selang waktu tertentu.

(3) Konsep percepatan positif dan percepatan negatif

Hasil perhitungan persentase miskonsepsi terbesar ketiga yang dimiliki siswa SMA Muhammadiyah 3 Yogyakarta yaitu pada indikator ke-9, nomor soal 16 dengan persentase 30,9%. Pilihan jawaban yang paling banyak dipilih siswa dalam kategori ini adalah pilihan jawaban C dan alasan jawaban 1. Miskonsepsi yang dapat diidentifikasi pada konsep ini adalah siswa menganggap pada saat direm mobil tidak memiliki percepatan melainkan memiliki perlambatan. Siswa juga menganggap bahwa percepatan ditentukan oleh perubahan besar kecepatan pada selang waktu tanpa memperhatikan perubahan kecepatan benda.

Miskonsepsi ini seperti yang dijelaskan pada buku Fisika Giancoli jilid 1 pada halaman 30. Dalam buku itu diperingatkan bahwa jika sebuah benda mengalami perlambatan tidak berarti percepatan benda tersebut negatif. Jika sebuah benda bergerak ke kanan sepanjang sumbu x positif (memperbesar x) dan besar kecepatannya berkurang (melambat), maka nilai percepatannya negatif. Namun jika dengan sebuah benda yang sama, dan benda tersebut bergerak ke kiri sepanjang

sumbu x (memperkecil x) dan besar kecepatannya berkurang, maka nilai percepatan benda menjadi positif menuju ke kanan.

- (4) Konsep hubungan kecepatan awal terhadap percepatan pada gerak vertikal

Hasil perhitungan persentase miskonsepsi terbesar keempat yang dimiliki siswa SMA Muhammadiyah 3 Yogyakarta yaitu pada indikator ke-11, nomor soal 18 dengan persentase 30,9%. Pilihan jawaban yang paling banyak dipilih siswa dalam kategori ini adalah pilihan jawaban B dan alasan jawaban 1. Miskonsepsi yang dapat diidentifikasi pada konsep ini adalah siswa menganggap kecepatan awal mempengaruhi percepatan benda.

Miskonsepsi ini seperti yang dikemukakan oleh Noviadini dalam tesisnya yang berjudul Remediasi miskonsepsi kinematika dengan umpan balik cepat menggunakan simulasi komputer dan demonstrasi. Miskonsepsi yang ditemukan adalah siswa menganggap waktu jatuh benda dari ketinggian tertentu dipengaruhi oleh kecepatan awal benda, semakin besar kecepatan awal benda semakin besar pula percepatan benda. Berdasarkan prinsip fisika, percepatan benda pada gerak vertikal tidak dipengaruhi oleh kecepatan awal benda. Percepatan benda pada gerak vertikal bernilai tetap.

- (5) Konsep hubungan percepatan terhadap waktu pada gerak vertikal

Hasil perhitungan persentase miskonsepsi terbesar kelima yang dimiliki siswa SMA Muhammadiyah 3 Yogyakarta yaitu pada indikator

ke-12, nomor soal 19, dan 20 dengan persentase 30,9%. Namun, miskonsepsi terbesar pada soal nomor 19 sebesar 54,4%

Untuk soal nomor 19 pilihan jawaban yang paling banyak dipilih siswa dalam kategori ini adalah pilihan jawaban A dan alasan jawaban 1 dan 4. Miskonsepsi yang dapat diidentifikasi pada konsep ini adalah siswa menganggap bahwa massa benda mempengaruhi waktu tempuh benda untuk jatuh dari ketinggian yang sama.

Miskonsepsi ini seperti yang terjelaskan pada buku Miskonsepsi dan perubahan konsep dalam pendidikan fisika karangan Suparno pada halaman 12. Dalam buku itu dijelaskan bahwa siswa mengalami miskonsepsi tentang percepatan gravitasi. Kebanyakan siswa menganggap bahwa benda yang memiliki massa yang lebih besar akan membutuhkan waktu yang lebih singkat untuk sampai ke dasar jika dibandingkan dengan benda yang massanya lebih kecil. Padahal, berdasarkan prinsip fisika, percepatan benda yang jatuh bebas tidak dipengaruhi oleh massa benda. Percepatan benda yang jatuh bebas bernilai tetap.

b) MA Mu'allimaat Muhammadiyah Yogyakarta

Pada Tabel 4.10 merupakan hasil perhitungan persentase miskonsepsi untuk setiap indikator soal di MA Mu'allimaat Muhammadiyah Yogyakarta.

Tabel 4.10. Persentase miskonsepsi untuk setiap indikator soal di MA Mu'allimaat Muahammadiyah Yogyakarta.

Sub Konsep	No.	Indikator Soal	No. Soal	Miskonsepsi (%)	Peringkat Miskonsepsi
Besaran – besaran dalam gerak lurus	1	Siswa dapat mengetahui konsep perpindahan dan jarak	1 2 $\bar{x}$	8,1 6,8 7,4	12
	2	Siswa dapat mengetahui konsep hubungan pengaruh kecepatan terhadap perpindahan	3	33,8	6
	3	Siswa dapat mengetahui konsep hubungan kelajuan dengan jarak	4	20,3	9
	4	Siswa dapat mengetahui konsep hubungan posisi dan kecepatan	5	8,1	11
	5	Siswa dapat membedakan antara istilah kecepatan dan percepatan	6 7 8 $\bar{x}$	24,3 63,5 70,3 52,7	1
	6	Siswa dapat mengetahui konsep kecepatan/kelajuan rata-rata dan kecepatan/kelajuan sesaat	9 10 $\bar{x}$	37,8 32,4 35,1	5
	7	Siswa dapat membedakan antara kecepatan sesaat dan kelajuan sesaat	11	14,9	10
	8	Siswa mengetahui konsep hubungan percepatan, kecepatan, dan waktu	12 13 14 15 $\bar{x}$	43,2 32,4 6,8 40,5 30,7	7
	9	Siswa dapat mengetahui konsep percepatan positif dan percepatan negatif	16	39,2	3
	10	Siswa dapat mengetahui konsep hubungan arah percepatan dan kecepatan	17	28,4	8
Konsep GLBB	11	Siswa dapat mengetahui konsep hubungan kecepatan awal terhadap percepatan pada Gerak Vertikal	18	43,2	2
	12	Siswa dapat mengetahui konsep hubungan percepatan terhadap waktu pada Gerak Vertikal	19 20 $\bar{x}$	63,5 13,5 38,5	4

Dari dua belas indikator tersebut akan dibahas indikator yang memiliki miskonsepsi dengan persentase >30%

(1) Istilah kecepatan dan percepatan

Hasil perhitungan persentase miskonsepsi terbesar pertama yang dimiliki siswa MA Mu'allimaat Muhammadiyah Yogyakarta yaitu pada indikator ke-5, nomor soal 6, 7, dan 8 dengan persentase 52,7%. Pada nomor 6 siswa yang mengalami miskonsepsi 24,3%, pada nomor 7 siswa yang mengalami miskonsepsi 63,5%, dan pada nomor 8 siswa yang mengalami miskonsepsi 70,3%.

Untuk soal nomor 7 pilihan jawaban yang paling banyak dipilih siswa dalam kategori ini adalah pilihan jawaban B dan alasan jawaban 2. Miskonsepsi yang dapat diidentifikasi pada konsep ini adalah siswa menyamakan istilah kecepatan dan percepatan. Hal ini menyebabkan siswa menganggap besar kecilnya percepatan dipengaruhi oleh perubahan posisi benda.

Begitu pula untuk soal nomor 8 siswa menyamakan istilah kecepatan dan percepatan. Pilihan jawaban yang paling banyak dipilih siswa dalam kategori ini adalah pilihan jawaban C dan alasan jawaban 1. Siswa menganggap sebuah benda yang memiliki percepatan tetap disebabkan oleh jarak yang ditempuh oleh benda sama dalam waktu yang sama.

Miskonsepsi ini seperti yang dijelaskan pada buku Fisika Giancoli jilid 1 pada halaman 28. Dalam buku itu diperingatkan bahwa ada kemungkinan kita dalam menyamakan konsep kecepatan dan percepatan. Berdasarkan prinsip fisika, kecepatan dan percepatan merupakan dua besaran yang berbeda. Percepatan itu mengenai seberapa

cepat kecepatan berubah, sementara kecepatan mengenai seberapa cepat posisi berubah.

(2) Konsep hubungan pengaruh kecepatan terhadap perpindahan

Hasil perhitungan persentase miskonsepsi terbesar kedua yang dimiliki siswa MA Mu'allimaat Muhammadiyah Yogyakarta yaitu pada indikator ke-2, nomor soal 3 dengan persentase 43,2%. Pilihan jawaban yang paling banyak dipilih siswa dalam kategori ini adalah pilihan jawaban A dan alasan jawaban 1. Miskonsepsi yang dapat diidentifikasi pada konsep ini adalah siswa menganggap bahwa kecepatan rata – rata ditentukan dari jarak yang ditempuh bukan besarnya perpindahan benda.

Miskonsepsi ini seperti yang terjelaskan pada buku Fisika Giancoli jilid 1 pada dalaman 25 dijelaskan dalam bahasa sehari-hari istilah kecepatan dan kelajuan yang sering dipertukarkan. Hal ini membuat siswa menyamakan konsep kecepatan rata-rata dan kejuan rata-rata.

(3) Konsep percepatan positif dan percepatan negatif

Hasil perhitungan persentase miskonsepsi terbesar ketiga yang dimiliki siswa MA Mu'allimaat Muhammadiyah Yogyakarta yaitu pada indikator ke-9, nomor soal 16 dengan persentase 39,2%. Pilihan jawaban yang paling banyak dipilih siswa dalam kategori ini adalah pilihan jawaban C dan alasan jawaban 1. Miskonsepsi yang dapat diidentifikasi pada konsep ini adalah siswa menganggap pada saat direm mobil tidak memiliki percepatan melainkan memiliki perlambatan. Siswa juga menganggap bahwa percepatan ditentukan oleh perubahan besar

kecepatan pada selang waktu tanpa memperhatikan perubahan kecepatan benda.

Miskonsepsi ini seperti yang dijelaskan pada buku Fisika Giancoli jilid 1 pada halaman 30. Dalam buku itu diperingatkan bahwa jika sebuah benda mengalami perlambatan tidak berarti percepatan benda tersebut negatif. Jika sebuah benda bergerak ke kanan sepanjang sumbu x positif (memperbesar x) dan besar kecepatannya berkurang (melambat), maka nilai percepatannya negatif. Namun jika dengan sebuah benda yang sama, dan benda tersebut bergerak ke kiri sepanjang sumbu x (memperkecil x) dan besar kecepatannya berkurang, maka nilai percepatan benda menjadi positif menuju ke kanan.

(4) Konsep hubungan percepatan terhadap waktu pada gerak vertikal

Hasil perhitungan persentase miskonsepsi terbesar keempat yang dimiliki siswa MA Muallimaat Muhammadiyah Yogyakarta yaitu pada indikator ke-12, nomor soal 19, dan 20 dengan persentase 38,5%. Namun, miskonsepsi terbesar pada soal nomor 19 sebesar 63,5%.

Pilihan jawaban yang paling banyak dipilih siswa dalam kategori ini adalah pilihan jawaban A dan alasan jawaban 1 dan 4. Miskonsepsi yang dapat diidentifikasi pada konsep ini adalah siswa menganggap bahwa massa benda mempengaruhi waktu tempuh benda untuk jatuh dari ketinggian yang sama.

Miskonsepsi ini seperti yang dijelaskan pada buku Miskonsepsi dan perubahan konsep dalam pendidikan fisika karangan Suparno pada

halaman 12. Dalam buku itu dijelaskan bahwa siswa mengalami miskonsepsi tentang percepatan gravitasi. Kebanyakan siswa menganggap bahwa benda yang memiliki massa yang lebih besar akan membutuhkan waktu yang lebih singkat untuk sampai ke dasar jika dibandingkan dengan benda yang massanya lebih kecil. Padahal, berdasarkan prinsip fisika, percepatan benda yang jatuh bebas tidak dipengaruhi oleh massa benda. Percepatan benda yang jatuh bebas bernilai tetap.

(5) Konsep kecepatan/kelajuan rata-rata dan kecepatan/kelajuan sesaat

Hasil perhitungan persentase miskonsepsi terbesar kelima yang dimiliki siswa MA Muallimaat Muhammadiyah Yogyakarta yaitu pada indikator ke-6, nomor soal 9 dan 10 dengan persentase 35,1%. Pada nomor 9 siswa yang mengalami miskonsepsi 37,8%, dan pada nomor 10 siswa yang mengalami miskonsepsi 32,4%.

Untuk soal nomor 9 pilihan jawaban yang paling banyak dipilih siswa dalam kategori ini adalah pilihan jawaban A dan alasan jawaban 1 dan 4. Miskonsepsi yang dapat diidentifikasi pada konsep ini adalah siswa menyamakan konsep kecepatan rata – rata dan percepatan rata – rata dan selain itu juga siswa juga tertukar dalam memahami konsep kecepatan rata – rata dan kelajuan rata – rata.

Begitu pula untuk soal nomor 10 pilihan jawaban yang paling banyak dipilih siswa dalam soal ini adalah pilihan jawaban A dan alasan jawaban 4. Miskonsepsi yang dapat diidentifikasi pada konsep ini

adalah siswa menganggap speedometer digunakan untuk mengukur kecepatan rata – rata dan berdasarkan pilihan alasan jawaban, siswa menyamakan konsep kecepatan rata-rata dan kelajuan rata-rata.

Miskonsepsi ini seperti yang ter jelaskan pada buku Fisika Giancoli jilid 1 pada dalaman 25 dijelaskan dalam bahasa sehari-hari istilah kecepatan dan kelajuan sering dipertukarkan. Hal ini membuat siswa menyamakan konsep kecepatan rata-rata dan kelajuan rata-rata. Berdasarkan prinsip fisika, kecepatan rata-rata ditentukan oleh perpindahan yang dilakukan pada selang waktu tertentu, sedangkan kelajuan rata-rata ditentukan oleh jarak yang ditempuh pada selang waktu tertentu.

Selain itu, miskonsepsi yang dapat diidentifikasi pada konsep ini adalah siswa menganggap speedometer digunakan untuk mengukur kecepatan rata – rata. Berdasarkan prinsip fisika, speedometer digunakan untuk mengetahui kecepatan dan kelajuan sesaat benda.

(6) Konsep hubungan pengaruh kecepatan terhadap perpindahan

Hasil perhitungan persentase miskonsepsi terbesar keenam yang dimiliki siswa MA Mu'allimaat Muhammadiyah Yogyakarta yaitu pada indikator ke-22, nomor soal 3 dengan persentase 33,8%. Pilihan jawaban yang paling banyak dipilih siswa dalam kategori ini adalah pilihan jawaban A dan alasan jawaban 1. Miskonsepsi yang dapat diidentifikasi pada konsep ini adalah siswa menganggap bahwa kecepatan rata – rata ditentukan dari jarak yang ditempuh bukan besarnya perpindahan benda.

Miskonsepsi ini seperti yang ter jelaskan pada buku Fisika Giancoli jilid 1 pada dalaman 25 dijelaskan dalam bahasa sehari-hari istilah kecepatan dan kelajuan sering dipertukarkan. Hal ini membuat siswa menyamakan konsep kecepatan rata-rata dan kelajuan rata-rata. Sehingga menganggap bahwa kecepatan rata – rata ditentukan dari jarak yang ditempuh bukan besarnya perpindahan benda. Berdasarkan prinsip fisika, kecepatan rata-rata ditentukan oleh perpindahan yang dilakukan pada selang waktu tertentu, sedangkan kelajuan rata-rata ditentukan oleh jarak yang ditempuh pada selang waktu tertentu.

(7) Konsep hubungan percepatan, kecepatan dan waktu

Hasil perhitungan persentase miskonsepsi terbesar ketujuh yang dimiliki siswa MA Mu'allimaat Muhammadiyah Yogyakarta yaitu pada indikator ke-8, nomor soal 12, 13, 14, dan 15 dengan persentase 30,7%. Pada nomor 12 siswa yang mengalami miskonsepsi 43,2%. Untuk nomor 13 siswa yang mengalami miskonsepsi 32,4%. Pada nomor 14 siswa yang mengalami miskonsepsi 43,2%. Pada nomor 15 siswa yang mengalami miskonsepsi 40,5%.

Untuk soal nomor 12 pilihan jawaban yang paling banyak dipilih siswa dalam kategori ini adalah pilihan jawaban B dan alasan jawaban 1. Miskonsepsi yang dapat diidentifikasi pada konsep ini adalah siswa menganggap percepatan benda yang bergerak lurus vertikal bergantung pada massa benda, sehingga benda yang bermassa lebih besar akan memiliki percepatan yang lebih besar pula.

Untuk soal nomor 13 pilihan jawaban yang paling banyak dipilih siswa dalam kategori ini adalah pilihan jawaban A dan alasan jawaban 4. Miskonsepsi yang dapat diidentifikasi pada konsep ini pada konsep ini adalah siswa menganggap pada saat benda berada pada puncak tertinggi dalam gerak vertikal ke atas kecepatan benda akan bernilai nol, hal ini mengakibatkan percepatan benda juga bernilai nol. Hal ini dikarenakan siswa menganggap percepatan benda bergantung pada perubahan kecepatan benda setiap waktu.

Untuk soal nomor 15 pilihan jawaban yang paling banyak dipilih siswa dalam kategori ini adalah pilihan jawaban B dan alasan jawaban 1. Miskonsepsi yang dapat diidentifikasi pada konsep ini adalah siswa menganggap bahwa waktu yang ditempuh oleh benda untuk jatuh pada ruang hampa dipengaruhi oleh massa benda.

Untuk nomor 12 dan 15 miskonsepsi ini seperti yang dijelaskan pada buku Miskonsepsi dan perubahan konsep dalam pendidikan fisika pada halaman 12. Dalam buku itu dijelaskan bahwa siswa mengalami miskonsepsi tentang percepatan gravitasi. Kebanyakan menganggap bahwa benda yang memiliki massa yang lebih besar akan jatuh lebih cepat jika dibandingkan dengan benda yang massanya lebih kecil. Padahal, berdasarkan prinsip fisika, percepatan benda yang jatuh tidak dipengaruhi oleh massa benda.

Untuk nomor 13 Miskonsepsi ini seperti yang dijelaskan pada buku Fisika jilid 1 dari Giancoli pada halaman 42. Dalam buku itu dijelaskan

mengenai kesalahpahaman umum yang sering terjadi pada gerak vertikal ke atas, yaitu sebuah benda yang dilempar ke atas akan mempunyai percepatan nol jika benda tersebut mencapai titik tertinggi. Berdasarkan prinsip fisika, ketika suatu benda mencapai titik tertinggi, kecepatan benda bernilai nol untuk sesaat. Namun percepatan benda tersebut tidak nol. Karena jika pada titik tertinggi percepatan benda bernilai nol, maka benda akan melayang-layang dan tidak jatuh di titik tertinggi tersebut.

Selain itu, miskonsepsi yang ditemukan seperti yang dijelaskan pada buku Miskonsepsi dan perubahan konsep dalam pendidikan fisika karangan Suparno pada halaman 12. Dalam buku itu dijelaskan bahwa siswa mengalami miskonsepsi tentang percepatan gravitasi. Kebanyakan siswa menganggap bahwa benda yang memiliki massa yang lebih besar akan membutuhkan waktu yang lebih singkat untuk sampai ke dasar jika dibandingkan dengan benda yang massanya lebih kecil. Dan juga siswa menganggap massa benda mempengaruhi percepatan benda. Berdasarkan prinsip fisika, percepatan benda yang jatuh bebas tidak dipengaruhi oleh massa benda, bernilai tetap. Begitupula dengan waktu yang diperlukan benda yang jatuh bebas tidak dipengaruhi oleh massa benda melainkan jarak ketinggian benda dari dasar.

D. Produk Akhir

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian di atas, penelitian ini menghasilkan produk akhir berupa Instrumen *Four Tier Test* Identifikasi Miskonsepsi Siswa pada Kinematika Gerak Lurus. Produk akhir disusun berdasarkan sarandan masukan dari seluruh validator yang merupakan ahli fisika. Kesimpulan akhir seluruh validator untuk setiap butir soal dijadikan patokan mengenai kelayakan setiap butir soal dalam instrumen *four tier test*. Revisi-revisi yang dilakukan dimaksudkan agar produk yang dikembangkan menghasilkan produk akhir yang lebih baik dan layak untuk disebarluaskan.

Produk akhir Instrumen *four tier tes* yang dikembangkan terdiri dari empat komponen, yaitu: 1) buku tes, yang terdiri dari: a) sampul; b) petunjuk penggunaan; c) butir soal empat tingkat; 2) lembar jawaban tes; 3) kunci jawaban tes; 4) pedoman analisis identifikasi miskonsepsi. Tampilan dari produk akhir instrumen *four tier test* dapat dilihat pada lampiran 10 halaman 167.

Berdasarkan kesimpulan dari validator mengenai kelayakan setiap butir soal, revisi-revisi yang dilakukan untuk menyempurnakan produk akhir, dan hasil analisis data uji luas dapat disimpulkan bahwa produk yang dikembangkan layak untuk digunakan dan disebarluaskan.