



**IDENTIFIKASI MISKONSEPSI KONSEP MOMENTUM, IMPULS DAN
TUMBUKAN DENGAN TES DIAGNOSTIK EMPAT TAHAP PADA
SISWA SMA KELAS XII**

SKRIPSI

Oleh

**Alfi Hidayat
NIM 130210102043**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**IDENTIFIKASI MISKONSEPSI KONSEP MOMENTUM, IMPULS DAN
TUMBUKAN DENGAN TES DIAGNOSTIK EMPAT TAHAP PADA
SISWA SMA KELAS XII**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Fisika (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh

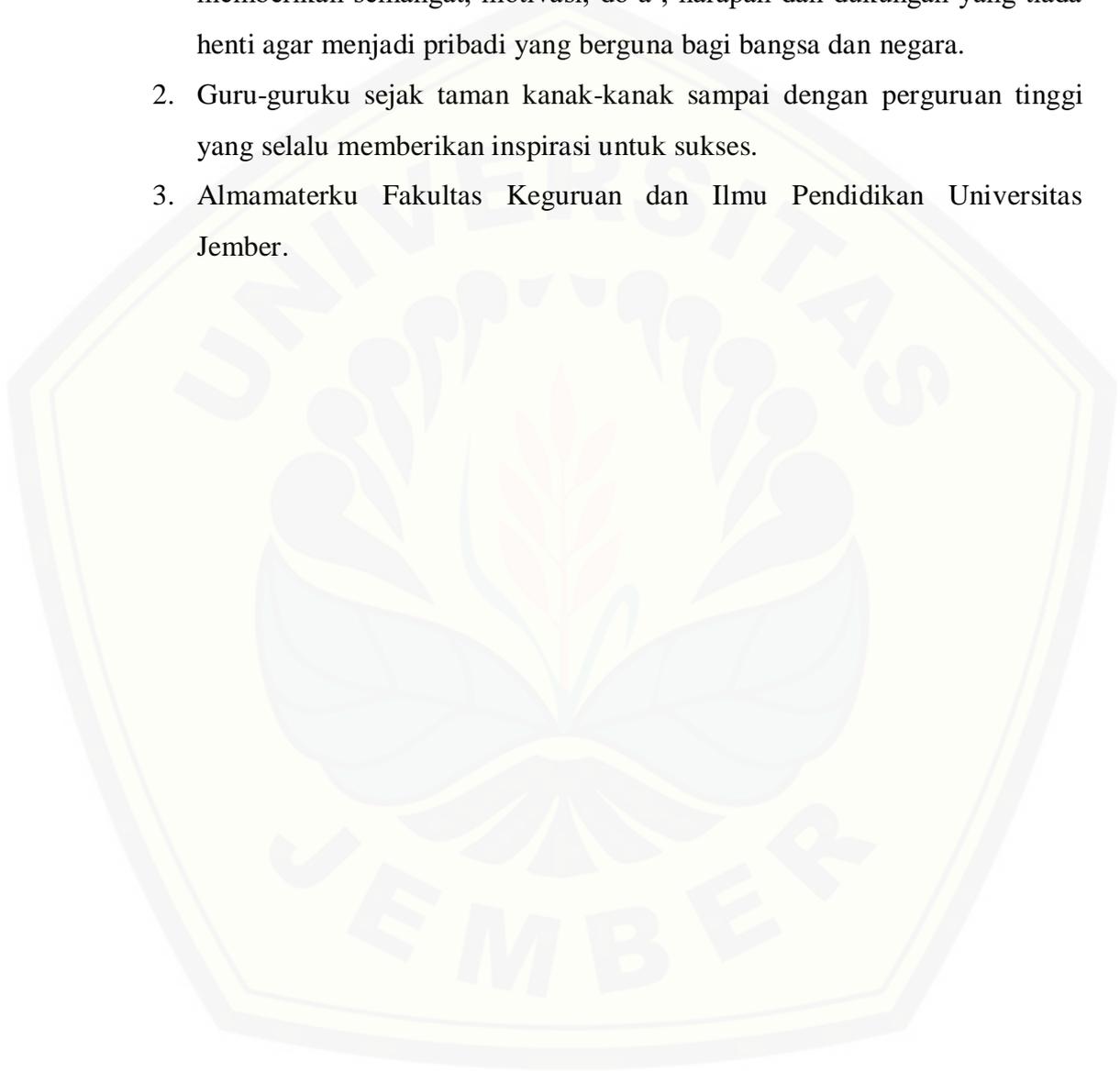
Alfi Hidayat
NIM 130210102043

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ibunda tercinta Habsah dan Ayahanda Alm. Ansori, yang senantiasa memberikan semangat, motivasi, do'a , harapan dan dukungan yang tiada henti agar menjadi pribadi yang berguna bagi bangsa dan negara.
2. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi yang selalu memberikan inspirasi untuk sukses.
3. Almamaterku Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.



MOTO

Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sampai mereka
mengubah keadaan diri mereka sendiri
(Terjemahan Surat *Ar-Ra'd* ayat 11)*)

Ilmu itu hanya akan jadi pengetahuan, hanya upaya untuk merealisasikannya yang
membuat ilmu itu bermanfaat **)

*) Departemen Agama Republik Indonesia.2006. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*.
Jakarta : CV. Pustaka Agung Harapan.

***) Syafullah. 2012. *Kata-Kata Mutiara*. Sumbawa : Wildan Mandiri Press

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Alfi Hidayat

NIM : 130210102043

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Identifikasi Miskonsepsi Konsep Momentum, Impuls dan Tumbukan Dengan Tes Diagnostik Empat Tahap Pada Siswa SMA Kelas XII” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi lain, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 18 September 2017

Yang menyatakan,

Alfi Hidayat

NIM 130210102043

SKRIPSI

**IDENTIFIKASI MISKONSEPSI KONSEP MOMENTUM, IMPULS DAN
TUMBUKAN DENGAN TES DIAGNOSTIK EMPAT TAHAP PADA
SISWA SMA KELAS XII**

Oleh

Alfi Hidayat

NIM 130210102043

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Sri Handono Budi Prastowo, M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Bambang Supriadi, M.Sc

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Identifikasi Miskonsepsi Konsep Momentum, Impuls dan Tumbukan Dengan Tes Diagnostik Empat Tahap Pada Siswa SMA Kelas XII” karya Alfi Hidayat telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Senin, 9 Oktober 2017

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua

Sekretaris

Drs. Sri Handono Budi P. M.Si
NIP: 19580318 198503 1 004

Drs. Bambang Supriadi, M.Sc
NIP: 19680710 199302 1 001

Anggota I

Anggota II

Dr. Supeno, S.Pd., M.Si.
NIP. 19741207 199903 1 002

Prof. Dr. Indrawati, M.Pd
NIP. 19590610 198601 2 001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc. Ph.D
NIP 19680802 199303 1 004

RINGKASAN

Identifikasi Miskonsepsi Konsep Momentum, Impuls dan Tumbukan Dengan Tes Diagnostik Empat Tahap pada Siswa SMA Kelas XII; Alfi Hidayat, 130210102043; 2017; 131 halaman; Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Miskonsepsi merupakan kekeliruan konsep yang ada pada siswa dimana konsep tersebut berbeda dengan pendapat yang dikemukakan oleh para ahli. Dalam sebuah pembelajaran, guru dan siswa saling berinteraksi dan bertukar pemikiran tentang apa yang sedang dipelajari. Untuk mendapatkan sebuah pembelajaran yang menarik dan efisien, guru harus menguasai model dan metode pembelajaran serta konsep yang akan diajarkan kepada siswa, khususnya mata pelajaran fisika. Fisika merupakan sebuah cabang ilmu sains yang mempelajari tentang konsep, kejadian atau fenomena yang terjadi di alam semesta yang berkaitan dengan ilmu fisika. Salah satu pelajaran fisika yang diajarkan pada tingkat sekolah menengah adalah momentum, impuls dan tumbukan. Materi ini terdapat di kelas XI pada semester ganjil.

Momentum adalah besaran vektor yang merupakan perkalian antara massa dan kecepatan dari suatu benda atau partikel. Impuls adalah perubahan dari momentum, dengan kata lain jika sebuah benda bermassa mengalami perubahan kecepatan dalam interval waktu tertentu, maka benda tersebut mengalami impuls. Potensi terjadinya miskonsepsi pada siswa dalam sebuah pembelajaran sangat tinggi, terutama sumber miskonsepsi dapat berasal dari siswa, guru, bahan ajar, atau materi. Oleh karena itu, dilakukan sebuah penelitian mengenai miskonsepsi pada siswa, khususnya materi momentum, impuls dan tumbukan dengan tujuan mengidentifikasi miskonsepsi apa saja yang terjadi pada siswa SMA kelas XII dan menentukan persentase setiap aspek miskonsepsi pada siswa SMA kelas XII dalam materi momentum, impuls dan tumbukan.

Penelitian ini dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2017/2018 di kelas XII. Sekolah yang digunakan sebagai subjek dalam penelitian ini adalah

SMA Muhammadiyah 3 Jember dan SMAN 1 Arjasa. Adapun kelas yang digunakan penelitian adalah siswa kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember dan XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa, kelas-kelas tersebut dipilih berdasarkan pertimbangan antara peneliti dengan guru bidang studi. Jenis penelitian ini merupakan penelitian analisis deskriptif kualitatif. Sebelum melakukan penelitian, dilakukan wawancara terhadap guru mata pelajaran fisika di dua sekolah tersebut. Setelah melakukan wawancara, kemudian dilakukan tes diagnostik pada siswa kelas XII. Tes diagnostik pertama dilakukan kepada siswa kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember yang berjumlah 27 siswa, kemudian tes diagnostik kedua dilakukan kepada siswa kelas XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa yang berjumlah 36 siswa. Hasil jawaban siswa dianalisis dan diidentifikasi melalui analisis CRI (*Certainty of Response Index*) dan analisis kombinasi jawaban *four-tier test*.

Adapun hasil dari uji tes diagnostik empat tahap materi momentum, impuls dan tumbukan, siswa kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember mempunyai jumlah persentase miskonsepsi sebesar 10% dengan jenis miskonsepsi didominasi pada konsep momentum, sedangkan jumlah persentase miskonsepsi yang dimiliki oleh siswa kelas XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa adalah sebesar 16% dengan jenis miskonsepsi didominasi pada konsep hubungan antara momentum dan energi.

SUMMARY

Identify Misconception Concept of Momentum, Impulse and Collision Through Four-Tier of Diagnostic Test on High School Student's XII Class.

Alfi Hidayat, 130210102043; 2017; 131 pages; Major Educations of Mathematic and Science, Physics Educations Study Program, Faculty of Teacher Training and Education.

Misconception is a misconception of the concepts that exist in students where the concept is different from the opinions expressed by the experts. In a lesson, teachers and students exchange ideas and exchange thoughts about what is being learned. To get an interesting and efficient learning, the teacher must master the model and the learning method and concepts that will be taught to the students, especially the subject of physics. Physics is a branch of science that studies about concepts, events or phenomena that occur in the universe related to physics. One of the physics lessons taught at the secondary school level is momentum, impulse and collision. This material is in class XI in the odd semester.

Momentum is a vector quantity that is the multiplication of the mass and velocity of an object or particle. The impulse is a change of momentum, in other words if an object has mass changes in velocity over a given time interval, then it undergoes an impulse. The potential occurrence of misconceptions in students in a very high learning, especially the source of misconception can come from students, teachers, teaching materials, or materials. Therefore, a study of misconceptions of students, especially the material of momentum, impulses and impacts, was done to identify the misconceptions of high school students in class XII and determine the percentage of every aspect of misconception of high school students in class XII in the matter of momentum, impulse and collision.

This research was conducted in the odd semester of academic year 2017/2018 in class XII. Schools used as subjects in this research are SMA Muhammadiyah 3 Jember and SMAN 1 Arjasa. The class that used in this research are the students of class XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember and

XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa, the classes are chosen based on the consideration between the researcher and the teacher of the field of study. This type of research is a qualitative descriptive analysis research. Prior to conducting the research, interviews were conducted on physics subject teachers at the two schools. After conducting an interview, then a diagnostic test was conducted on the class XII students. The first diagnostic test was done to the students of XII grade IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember which amounted to 27 students, then the second diagnostic test was done to the students of grade XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa which amounted to 36 students. Results of student answers were analyzed and identified through CRI analysis (Certainty of Response Index) and a combination analysis of four-tier test answers.

The results of the four-stage diagnostic test of momentum, impulse and collision materials, the students of grade XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember had the number of misconception percentage of 10% with the type of misconception dominated by momentum concept, while the percentage of misconception held by the students of class XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa is 16% with the type of misconception dominated on the concept of relationship between momentum and energy.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Identifikasi Miskonsepsi Konsep Momentum, Impuls dan Tumbukan Dengan Tes Diagnostik Empat Tahap Pada Siswa SMA Kelas XII”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan FKIP Universitas Jember yang telah memberikan kemudahan administrasi.
2. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Jember dan Arif Fatahillah, S.Pd., M.Si selaku Sekretaris Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Jember yang telah memberikan kelancaran administrasi bagi peneliti.
3. Drs. Bambang Supriadi, M.Sc selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember yang telah memberikan informasi dan kelancaran administrasi bagi peneliti.
4. Drs. Sri Handono Budi Prastowo, M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama dan Drs. Bambang Supriadi, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pemikiran dan tenaga dalam penulisan skripsi ini.
5. Dr. Supeno, S.Pd., M.Si selaku Dosen Penguji Utama dan Prof. Dr. Indrawati, M.Pd selaku Dosen Penguji Anggota yang telah menilai dan memberikan saran serta masukan kepada peneliti sehingga skripsi ini bisa diselesaikan dengan baik.
6. Prof. Dr. I Ketut Mahardika M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan dukungan dan nasehat kepada peneliti selama menjadi mahasiswa.

7. H. Heny Siswondo, S.Pd., M.Pd. selaku Kepala sekolah SMA Muhammadiyah 3 Jember dan Widiwasito, S.Pd selaku Kepala Sekolah SMAN 1 Arjasa yang telah berkenan memberikan kesempatan bagi peneliti untuk melakukan penelitian di sekolah yang bersangkutan.
 8. Bapak Saihun Atiq S.Pd dan Ibu Salamah S.Pd yang telah meluangkan waktu dan pemikirannya untuk kebutuhan dalam penelitian.
 9. Siswa-siswi kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 jember dan kelas XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa yang telah membantu peneliti selama melakukan penelitian.
 10. Teman-teman mahasiswa Pendidikan Fisika angkatan 2013 yang telah memberikan bantuan dan dukungan secara langsung maupun tidak langsung kepada peneliti.
 11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu
- Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 18 September 2017

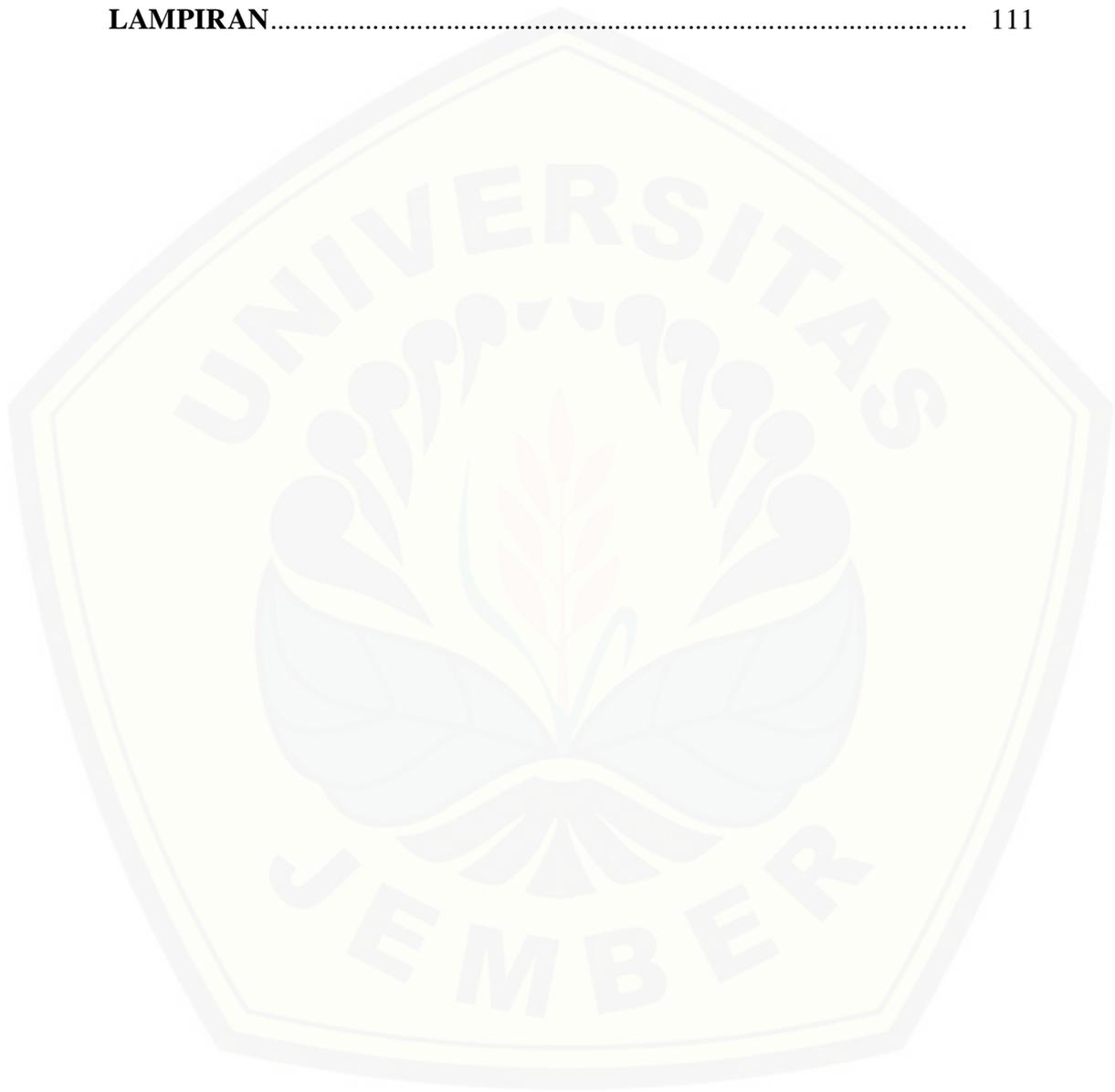
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN/SUMMARY	vii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Momentum dan Impuls	7
2.1.1 Momentum.....	7
2.1.2 Impuls.....	9
2.2 Hukum Kekekalan Momentum	10
2.3 Aplikasi Momentum dan Impuls	14
2.3.1 Martil dan Paku.....	14
2.3.2 Kantong Udara (<i>Air Safety Bag</i>).....	15
2.3.3 Aplikasi Momentum dan Impuls Lainnya.....	16
2.4 Tumbukan	16
2.4.1 Tumbukan Lenting Sempurna.....	19
2.4.2 Tumbukan Lenting Sebagian.....	20

2.4.3 Tumbukan Tidak Lenting Sama Sekali.....	20
2.5 Tes Diagnostik.....	21
2.5.1 Tes Diagnostik Dua Tahap.....	27
2.5.2 Tes Diagnostik Tiga Tahap.....	28
2.5.3 Tes Diagnostik Empat Tahap.....	29
2.6 Miskonsepsi.....	30
2.7 CRI (<i>Certainty of Response Index</i>).....	35
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	43
3.1 Waktu dan Tempat Kegiatan.....	43
3.2 Definisi Operasional Variabel.....	43
3.3 Jenis Penelitian.....	44
3.4 Subjek dan Sampel Penelitian.....	44
3.5 Alur Penelitian.....	46
3.6 Langkah Penelitian.....	47
3.7 Teknik Analisis Data.....	51
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	54
4.1 Hasil.....	54
4.1.1 Rata-rata CRI Jawaban Benar dan Jawaban Salah.....	55
4.1.2 Jumlah Siswa Jawaban Benar dan Jawaban Salah.....	56
4.2 Pembahasan.....	57
4.2.1 Topik Materi Tes Diagnostik Empat Tahap Momentum, Impuls dan Tumbukan.....	57
4.2.2 Miskonsepsi Momentum, Impuls dan Tumbukan pada Siswa Kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember.....	60
4.2.3 Persentase Miskonsepsi Siswa Kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember.....	75
4.2.4 Miskonsepsi Momentum, Impuls dan Tumbukan pada Siswa Kelas XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa.....	80
4.2.5 Persentase Miskonsepsi Siswa Kelas XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa.....	93
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	104

5.1 Kesimpulan.....	104
5.2 Saran.....	105
DAFTAR PUSTAKA.....	106
LAMPIRAN.....	111



DAFTAR TABEL

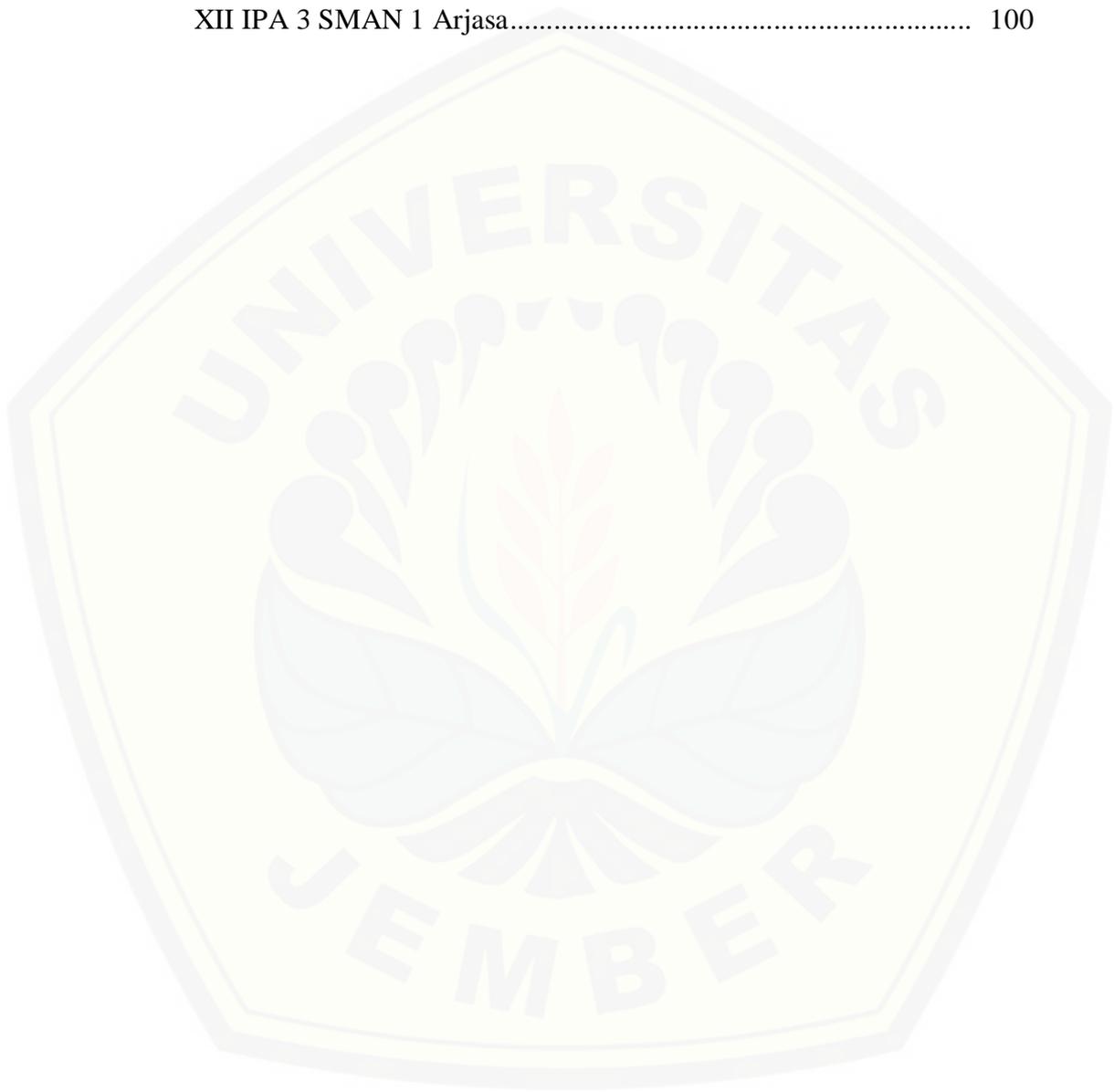
	Halaman
2.1	Gambaran tes diagnostik..... 26
2.2	Kombinasi jawaban <i>Four-Tier Test</i> 30
2.3	CRI dan kriterianya..... 36
2.4	Ketentuan untuk membedakan antara tahu konsep, miskonsepsi dan tidak tahu untuk responden secara individu..... 38
2.5	Ketentuan untuk membedakan antara tahu konsep, miskonsepsi dan tidak tahu konsep untuk responden secara kelompok..... 38
4.1	Jumlah siswa miskonsepsi, Tidak Paham Konsep (TPK), Paham Konsep (PK) dan error kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember..... 54
4.2	Jumlah siswa miskonsepsi, Tidak Paham Konsep (TPK), Paham Konsep (PK) dan error Kelas XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa..... 54
4.3	Rata-rata CRI jawaban benar dan CRI jawaban salah siswa kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember..... 55
4.4	Rata-rata CRI jawaban benar dan CRI jawaban salah siswa kelas XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa..... 55
4.5	Jumlah siswa menjawab benar dan siswa menjawab salah soal tes kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember..... 56
4.6	Jumlah siswa menjawab benar dan siswa menjawab salah soal tes kelas XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa..... 56
4.7	Klasifikasi konsep materi momentum, impuls dan tumbukan pada tes diagnostik empat tahap..... 60
4.8	Perbandingan jumlah siswa jawaban benar dan salah beserta angka fraksinya kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember..... 67
4.9	Jumlah siswa miskonsepsi, tidak paham konsep, paham konsep dan error pada jumlah siswa jawaban benar kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember..... 72

4.10	Jumlah siswa miskonsepsi, tidak paham konsep, paham konsep dan error pada jumlah siswa jawaban salah kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember.....	73
4.11	Miskonsepsi siswa kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember.....	79
4.12	Perbandingan jumlah siswa jawaban benar dan salah beserta angka fraksinya kelas XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa.....	90
4.13	Jumlah siswa miskonsepsi, tidak paham konsep, paham konsep, dan error pada jumlah siswa jawaban benar kelas XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa.....	93
4.14	Jumlah siswa miskonsepsi, tidak paham konsep, paham konsep, dan error pada jumlah siswa jawaban salah kelas XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa.....	94
4.15	Miskonsepsi Siswa kelas XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa.....	100

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Gaya sebagai fungsi dari waktu dalam sebuah tumbukan biasa.....	9
2.2 Gaya rata-rata F yang bekerja selama interval waktu Δt	10
2.3 Tumbukan dua benda.....	11
2.4 Proses tumbukan yang terjadi pada kedua bola.....	12
2.5 Gaya-gaya pada bola selama tumbukan pada gambar 2.4.....	13
2.6 Jenis tumbukan elastik dan tidak elastik.....	17
2.7 Tumbukan dua benda kecil bermassa m_A dan m_B	17
2.8 Tumbukan lenting sempurna.....	19
2.9 Tumbukan tidak lenting sama sekali.....	20
2.10 Analogi kerja dokter dan analogi kerja guru.....	21
2.11 Posisi tes diagnostik	23
3.1 Diagram alur penelitian.....	46
4.1 Grafik jumlah siswa miskonsepsi, tidak paham konsep, paham konsep dan error pada siswa kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember.....	63
4.2 Grafik nilai fraksi siswa menjawab benar dan nilai fraksi siswa menjawab salah soal pilihan ganda tes diagnostik kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember.....	74
4.3 Persentase siswa miskonsepsi, tidak paham konsep, paham konsep dan error kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember.....	77
4.4 Diagram lingkaran perbandingan siswa miskonsepsi, tidak paham konsep, paham konsep dan error pada siswa kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember.....	78
4.5 Grafik jumlah siswa miskonsepsi, tidak paham konsep, paham konsep dan error pada siswa kelas XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa.....	86
4.6 Grafik nilai fraksi siswa menjawab benar dan nilai fraksi siswa menjawab salah soal pilihan ganda tes diagnostik kelas XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa.....	95

4.7	Persentase siswa miskonsepsi, tidak paham konsep, paham konsep dan error kelas XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa.....	98
4.8	Diagram lingkaran perbandingan siswa miskonsepsi, tidak paham konsep, paham konsep dan error pada siswa kelas XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa.....	100



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A Matrik penelitian.....	112
B Silabus mata pelajaran fisika kelas XI IPA.....	117
C Kisi-kisi soal tes diagnostik pilihan ganda.....	129
D Lembar soal tes diagnostik pilihan ganda empat tahap dengan CRI.....	135
E Lembar jawaban tes diagnostik pilihan ganda empat tahap dengan CRI.....	142
F Tabel Indeks CRI Jawaban Siswa Kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember.....	145
G Tabel Indeks CRI Alasan Siswa Kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember.....	147
H Tabel Indeks CRI Jawaban Siswa Kelas XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa.....	149
I Tabel Indeks CRI Alasan Siswa Kelas XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa.....	151
J Lembar wawancara guru.....	153
K Transkrip Hasil Wawancara Guru Mata Pelajaran Fisika.....	155
L Lembar wawancara siswa.....	159
M Transkrip Hasil Wawancara Siswa.....	160
N Surat Keterangan Penelitian SMA Muhammadiyah 3 Jember.....	164
O Surat Keterangan Penelitian SMAN 1 Arjasa.....	165
P Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	166

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konsep fisika tidak lepas dalam kehidupan sehari-hari, sebagai cabang dari ilmu IPA, fisika merupakan ilmu pengetahuan yang tujuannya mempelajari bagian-bagian dari alam dan interaksi antara bagian tersebut. Pemahaman akan sebuah konsep fisika merupakan hal yang sangat penting dalam mempelajari dan memahami interaksi atau fenomena yang ada di alam. Dalam dunia pendidikan, ilmu fisika diajarkan melalui ruang lingkup pembelajaran yang sesuai dengan tingkat atau jenjang siswa. Pembelajaran fisika di sekolah berorientasi pada teori, konsep, rumus dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari, salah satu konsep fisika yang diajarkan adalah momentum dan impuls. Momentum dan impuls merupakan materi dalam ilmu fisika yang mempelajari tentang perilaku gerak suatu benda dan faktor yang mempengaruhi gerak benda tersebut. Momentum merupakan konsep fisika yang penting karena mencakup dua hal yang mencirikan dinamika benda, yaitu massa dan kecepatan. Jadi, besaran dinamis yang menggantikan gaya ialah momentum dan impuls gaya. Aplikasi konsep momentum dan impuls dalam kehidupan sehari-hari juga penting bagi siswa agar pemahaman siswa tentang momentum dan impuls tidak hanya berputar pada rumus-rumus dan teori, hal ini juga dapat mengembangkan kemampuan berpikir bagi siswa.

Prinsip kerja roket merupakan salah satu dari aplikasi momentum dan impuls. Menurut Saroyo (1980:23), roket adalah suatu pesawat yang bergerak karena menerima impuls awal dari gas yang memuai di dalam badan pesawat dan suatu gaya yang bekerja terus menerus karena gas yang dikeluarkan dari ruang pembakaran dalam pesawat tersebut. Konsep tentang momentum dan impuls tidak hanya sebatas dipelajari pada rumus-rumus dan teori saja, akan tetapi bagaimana penerapan tentang momentum dan impuls dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Widodo (2009:96), contoh sederhana tentang momentum adalah sebuah paku yang akan dimasukkan ke dalam batang kayu menggunakan martil, agar paku

tersebut dapat mudah masuk ke dalam kayu, ada dua cara yang dapat dilakukan, diantaranya adalah menggunakan martil dengan kecepatan besar dan menggunakan martil dengan massa yang besar, atau dengan kata lain, agar paku dapat dengan mudah masuk ke dalam papan kayu harus menggunakan martil yang memiliki momentum yang besar, dengan demikian arti momentum dalam fisika adalah hasil kali massa benda dengan kecepatan gerak benda.

Pada konsep momentum dan impuls dalam tingkat sekolah menengah atas cenderung banyak mengajarkan banyak rumus, tetapi secara konsep masih kurang. Sehingga pada akibatnya siswa akan lebih memperhatikan rumus dari pada konsep atau hakikatnya. Menurut Tayubi (2005:4), miskonsepsi atau kekeliruan konsepsi merupakan fenomena yang hingga kini menjadi hal yang menakutkan dalam pengajaran fisika maupun sains lainnya, karena keberadaannya dipercaya dapat menghambat pada proses asimilasi pengetahuan-pengetahuan baru pada benak para siswa. Miskonsepsi diduga kuat terbentuk pada masa anak dalam interaksi otak dengan alam disekitarnya. Menurut Hasan, Bagayoko dan Kelley (1999), miskonsepsi sebagai struktur kognitif yang sangat kuat yang berbeda dari pemahaman yang diterima di lapangan dan diduga mengganggu perolehan pengetahuan baru. Sedangkan kurangnya konsep atau pengetahuan dapat diatasi dengan instruksi dan pembelajaran selanjutnya. Miskonsepsi diyakini menghambat, tanpa disadari, penerimaan dan integrasi pengetahuan atau keterampilan baru yang tepat. Sebelum konsep yang benar dapat diajarkan, penting bagi siswa untuk “tidak mempelajari” miskonsepsi.

Pada penelitian ini, akan dilakukan analisis miskonsepsi pada konsep momentum, impuls dan tumbukan melalui tes diagnostik. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di SMA Negeri Arjasa dan SMA Muhammadiyah 3 Jember, didapat bahwa terjadinya miskonsepsi pada siswa berasal dari daya pemahaman konsep dari siswa sendiri, atau juga berasal dari guru yang mengajarkan konsep tersebut sehingga berpengaruh pada perkembangan pengetahuan siswa. Siswa terkadang juga salah dalam mendefinisikan sebuah istilah dalam ilmu fisika sehingga berbeda dengan pendapat yang dikemukakan oleh ilmuwan dan para pakar/ahli.

Konsepsi dan miskonsepsi diduga kuat terbentuk pada masa anak dalam interaksi otak dengan alam. Sejak kecil anak berpengalaman dengan alam disekitarnya, anak yang menggerakkan mainan telah memperoleh pengalaman yang berhubungan dengan konsep gaya, momentum, kecepatan dan percepatan, walaupun istilah itu memang belum digunakan. Maka di dalam otaknya sudah terbentuk konsepsi atau miskonsepsi yang berhubungan dengan konsep-konsep tersebut (Berg, 1991:13). Hammer (1996:1318) mendefinisikan miskonsepsi sebagai *“strongly held cognitive structures that are different from the accepted understanding in a field and that are presumed to interfere with the acquisition of new knowledge”* yang berarti miskonsepsi dapat dipandang sebagai suatu konsepsi atau struktur kognitif yang melekat dengan kuat dan stabil dibenak siswa yang sebenarnya menyimpang dari konsepsi yang dikemukakan oleh para ahli, yang dapat menyesatkan para siswa dalam memahami fenomena alamiah dan melakukan eksplanasi ilmiah.

Identifikasi yang dilakukan dalam penelitian ini merujuk pada miskonsepsi momentum, impuls dan tumbukan dengan menggunakan tes diagnostik empat tahap (*four-tier test*). Tes diagnostik digunakan untuk mengetahui seberapa jauh siswa dalam memahami konsep tertentu. Kesalahan konsep atau disebut juga sebagai miskonsepsi yang terjadi pada siswa adalah konsep yang dimiliki oleh siswa yang berbeda dengan pendapat para pakar atau ahli, dimana siswa akan tetap menggunakan pemahaman konsepnya yang salah dalam menjawab soal atau permasalahan-permasalahan fisika dalam kehidupan sehari-hari, hal ini tentu dapat bersifat fatal dan mempengaruhi pemahaman siswa. Kemampuan setiap individu (siswa) dalam sebuah kelas tidaklah sama, tergantung dari tingkat kemampuan penguasaan materi yang dimiliki oleh setiap siswa. Siswa yang kurang memahami materi akan cenderung mengalami miskonsepsi pada materi yang diajarkan, dan juga terdapat beberapa siswa yang tidak mengerti materi. Untuk mengetahui tingkat kesalahan konsep yang terjadi pada siswa dalam materi momentum dan impuls, maka dilakukan identifikasi miskonsepsi agar dapat mengetahui dimana saja letak kesalahan atau miskonsepsi yang dimiliki oleh siswa.

Penelitian yang dilakukan oleh Mursalin (2013) mengenai miskonsepsi, menyatakan bahwa pembelajaran berbantuan media simulasi virtual dapat meminimalisir terjadinya miskonsepsi yang terjadi pada siswa, yang diindikasikan banyaknya siswa yang paham konsep dan sedikit siswa yang mengalami miskonsepsi. Sedangkan Penelitian yang serupa dilakukan oleh Lusiana (2015) mengenai miskonsepsi pada materi momentum dan impuls, menyimpulkan bahwa miskonsepsi yang dialami oleh siswa disebabkan oleh guru, buku, materi, siswa dan cara mengajar. Miskonsepsi yang disebabkan oleh siswa itu sendiri yaitu kemampuan siswa, pemikiran asosiatif, *reasoning* yang tidak tepat atau salah, faktor bahasa, intuisi siswa dan ketidakpahaman siswa terhadap konsep.

Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Sutopo (2016) yang menyimpulkan bahwa penyebab kegagalan siswa dalam memecahkan persoalan konseptual antara lain, pertama, siswa mengalami miskonsepsi dalam arti memahami suatu konsep secara salah namun yakin bahwa konsepsinya tersebut benar. Kedua, siswa yang telah memiliki konsep sains yang berkaitan dengan persoalan yang dipecahkan, namun saat mencoba memecahkan persoalan tersebut, mereka gagal mengaktivasi pengetahuan sains yang paling relevan ke dalam *working memory*nya. Ketiga, siswa berhasil mengaktivasi potongan-potongan pengetahuan sains ke dalam *working memory* namun gagal memilih pengetahuan yang paling relevan dengan persoalan atau gagal menggunakan pengetahuan-pengetahuan tersebut untuk membuat kesimpulan yang tepat. Keempat, mereka tidak memiliki pengetahuan sains yang relevan sehingga hanya mengandalkan intuisi naifnya. Oleh karena itu, berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka peneliti melakukan suatu penelitian yang berjudul **“Identifikasi Miskonsepsi Konsep Momentum, Impuls dan Tumbukan Dengan Tes Diagnostik Empat Tahap pada Siswa SMA Kelas XII”**, guna untuk mengidentifikasi miskonsepsi dan persentase setiap aspek miskonsepsi yang dialami oleh siswa SMA kelas XII, terutama dalam pembelajaran fisika.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah yang dikemukakan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

- a. Miskonsepsi apa saja yang dialami oleh siswa SMA kelas XII pada konsep momentum, impuls dan tumbukan?
- b. Berapa persentase setiap aspek miskonsepsi pada konsep momentum, impuls dan tumbukan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditentukan oleh peneliti, adapun tujuan penelitian ini adalah:

- a. Mengidentifikasi miskonsepsi yang dialami oleh siswa SMA kelas XII pada konsep bahasan momentum, impuls dan tumbukan
- b. Menentukan persentase setiap aspek miskonsepsi pada konsep momentum, impuls dan tumbukan.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini, peneliti mengharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

- a. Bagi siswa, dapat mengetahui sejauh mana mana siswa tersebut memahami konsep momentum, impuls dan tumbukan
- b. Bagi guru, dapat memberikan informasi kepada guru mengenai miskonsepsi konsep momentum, impuls dan tumbukan yang dialami oleh siswa.
- c. Bagi sekolah, dapat memperoleh gambaran mengenai miskonsepsi yang dialami oleh siswa pada pokok bahasan momentum, impuls dan tumbukan sehingga dapat meningkatkan kualitas pembelajaran kedepannya.
- d. Bagi peneliti, dapat menambah wawasan peneliti terkait pelaksanaan pembelajaran sebagai bekal untuk terjun ke dunia pendidikan kelak sebagai seorang pendidik dan dapat dijadikan pembelajaran yang bermakna bagi peneliti untuk lebih berhati-hati dalam mengajarkan konsep fisika ketika nanti menjadi seorang guru, terutama konsep fisika dalam kehidupan sehari-hari.

- e. Bagi lembaga, dapat digunakan sebagai bahan referensi dan rujukan bagi penelitian-penelitian selanjutnya serta menumbuhkan persepsi pentingnya memahami konsep fisika.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Momentum dan Impuls

2.1.1 Momentum

Momentum linier (atau “momentum” untuk singkatnya) dari sebuah benda didefinisikan sebagai hasil kali antara massa dan kecepatannya. Momentum (jamaknya adalah “*momenta*”) biasanya dinyatakan dengan simbol p jika ditentukan m menyatakan massa sebuah dan v kecepatannya, maka momentum p dari benda tersebut adalah

$$\mathbf{p} = m\mathbf{v} \quad (2.1)$$

Karena kecepatan merupakan vektor maka momentum dinyatakan dalam bentuk vektor. Arah momentum adalah arah kecepatan, dan besar momentum adalah $\mathbf{p} = m \mathbf{v}$. Karena \mathbf{v} bergantung pada kerangka acuan, kerangka ini harus ditentukan. Satuan momentum adalah sederhana yaitu massa \times kecepatan, yang dalam satuan SI adalah kg.m/s. tidak ada nama khusus untuk satuan ini.

Pemakaian sehari-hari dari istilah momentum sesuai dengan definisi di atas. Karena menurut persamaan (2.1), sebuah mobil yang berlari cepat mempunyai momentum yang lebih besar dibandingkan dengan mobil yang lambat dengan massa yang sama, dan sebuah truk yang berat memiliki momentum yang lebih besar dibandingkan dengan sebuah mobil kecil yang berjalan dengan kecepatan yang sama. Semakin besar momentum yang dimiliki oleh suatu benda, semakin sulit untuk menghentikannya, dan semakin besar efek yang diakibatkannya jika diberhentikan dengan tabrakan atau tumbukan. Truk yang berat dan melaju dengan cepat dapat mengakibatkan kerusakan yang lebih hebat dari pada motor yang berjalan lambat. Untuk merubah momentum benda dibutuhkan sebuah gaya, baik untuk menaikkan momentum, menurunkannya atau untuk merubah arahnya. (Giancoli, 2001: 213-214). Newton mula-mula menyatakan hukum gerak keduanya dalam konteks momentum. Pernyataan asli Newton mengenai hukum gerak kedua, yang diterjemahkan adalah sebagai berikut : Laju perubahan

momentum sebuah benda adalah sama dengan gaya neto yang bekerja pada benda itu. Sehingga dapat dituliskan pernyataan tersebut dalam sebuah persamaan,

$$\sum F = \frac{\Delta p}{\Delta t} \quad (2.2)$$

di mana $\sum F$ adalah gaya neto pada benda dimaksud (penjumlahan vektor dari semua gaya yang bekerja/diberikan pada benda tersebut) dan Δp adalah perubahan momentum yang dihasilkan dalam interval waktu Δt . Dari persamaan (2.2) untuk kasus massa yang bernilai tetap, jika v_1 adalah kecepatan awal sebuah benda dan v_2 adalah kecepatan benda itu setelah berlalunya suatu rentang waktu Δt , maka

$$\sum F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{mv_2 - mv_1}{\Delta t} = \frac{m(v_2 - v_1)}{\Delta t} = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

menurut definisinya, $a = \Delta v / \Delta t$, sehingga

$$\sum F = m a$$

persamaan (2.2) merupakan pernyataan yang lebih umum dari Hukum Kedua Newton yang dikenal ($\sum F = m a$) karena dapat mencakup pula situasi di mana massa benda mungkin berubah. Perubahan massa benda dapat terjadi dalam kondisi-kondisi tertentu, semisal pada roket yang kehilangan sebagian massanya karena membakar bahan bakar yang dibawanya (Giancoli, 2014 : 213-214).

Momentum adalah besaran vektor. Momentum sebuah partikel dapat dipandang sebagai ukuran kesulitan untuk mendiamkan sebuah partikel. Sebagai contoh sebuah truk berat mempunyai momentum yang lebih besar dibandingkan mobil ringan yang bergerak dengan kelajuan yang sama. Gaya yang lebih besar dibutuhkan untuk menghentikan truk dibandingkan mobil dalam waktu tertentu. (besaran mv terkadang dinyatakan sebagai momentum linear partikel untuk membedakannya dari momentum anguler). Hukum kedua Newton dapat ditulis dalam kaitannya dengan momentum partikel, dengan mendiferensialkan persamaan (2.1), maka didapatkan

$$\frac{dp}{dt} = \frac{d(mv)}{dt} = m \frac{dv}{dt} + \frac{dm}{dt} v$$

Untuk partikel yang massanya konstan, maka $\frac{dm}{dt} = 0$, sehingga

$$\frac{dp}{dt} = m \frac{dv}{dt} + (0)v = m \frac{dv}{dt} = m a \quad (2.3)$$

dengan mensubstitusikan gaya F_{neto} untuk ma didapatkan

$$F_{neto} = \frac{dp}{dt} \quad (2.4)$$

Jadi, gaya neto yang bekerja pada partikel sama dengan laju perubahan momentum linear partikel terhadap waktu. Pernyataan Newton yang asli tentang hukumnya yang kedua sebenarnya adalah dalam bentuk ini (Tipler, 1998:219-220).

Besaran momentum linear adalah hasil perkalian antara massa dengan kecepatannya. Besaran itu juga dikenal pada sistem partikel. Untuk massa keseluruhan sistem partikel yang melibatkan N partikel adalah $M (= \sum_{i=1}^N m_i)$, maka momentum linear pusat massa sistem partikel \vec{p}_{pm} dapat ditulis :

$$\vec{p}_{pm} = M\vec{v}_{pm} = \sum_{i=1}^N m_i\vec{v}_i = \sum_{i=1}^N \vec{p}_i \quad (2.5)$$

Lambang \vec{p}_i bermakna sebagai momentum linear partikel i terhadap titik asal. Persamaan (2.4) bermakna momentum linear sistem partikel adalah jumlah aljabar momentum linear setiap partikel penyusunnya (Priyambodo dan Jati, 2009:133).

2.1.2 Impuls

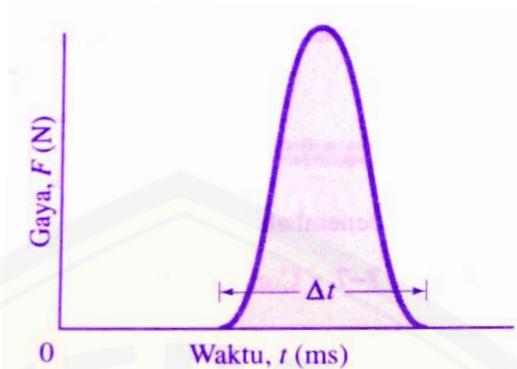
Dari hukum Newton kedua, gaya total pada sebuah benda sama dengan laju perubahan momentumnya:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} \quad (2.6)$$

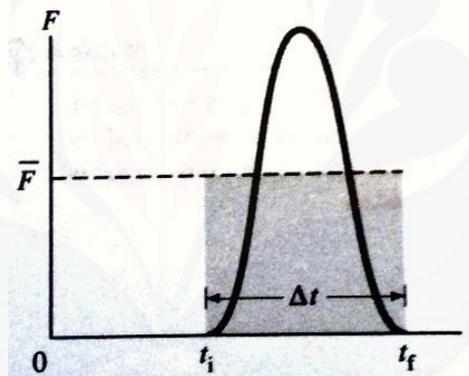
(dituliskan F dan bukan $\sum F$ untuk gaya total, yang dianggap disebabkan oleh gaya yang singkat tetapi besar yang bekerja pada waktu tumbukan). Tentu saja, persamaan ini berlaku untuk masing-masing benda pada tumbukan. Jika kedua ruas persamaan ini dikalikan dengan selang waktu Δt , maka didapatkan

$$\text{Impuls} = F \Delta t = \Delta p \quad (2.7)$$

Besaran di ruas kiri, hasil kali gaya F dengan waktu Δt pada waktu gaya bekerja disebut impuls. Terlihat bahwa perubahan total momentum sama dengan impuls. Konsep impuls terutama membantu ketika menangani gaya yang bekerja dalam waktu yang singkat, seperti ketika tongkat bisbol memukul bola. Gaya biasanya tidak konstan dan sering kali berubah terhadap waktu. Gaya yang bervariasi seperti itu biasanya cukup diperkirakan dengan mengambil gaya rata-rata \bar{F} yang bekerja selama waktu Δt (Giancoli, 2001:219-220), sebagaimana dilukiskan oleh grafik dalam Gambar 2.1 dan Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Gaya sebagai fungsi dari waktu di dalam sebuah tumbukan biasa. Seringkali dapat diestimasi gaya yang bervariasi seperti ini dengan menggunakan sebuah gaya rata-rata \bar{F} yang konstan dan bekerja selama interval waktu Δt , sebagaimana diindikasikan oleh garis putus-putus dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Gaya rata-rata \bar{F} yang bekerja selama interval waktu Δt menghasilkan impuls ($\bar{F} \Delta t$) yang sama seperti yang dihasilkan gaya yang sesungguhnya.

\bar{F} ditetapkan sedemikian rupa sehingga luas bidang yang diarsir dalam gambar 2.2 adalah sama dengan luas bidang di bawah kurva \bar{F} vs. t yang sesungguhnya, gambar 2.1 (yang mempresentasikan impuls yang sesungguhnya) (Giancoli, 2014 : 220).

2.2 Hukum Kekekalan Momentum

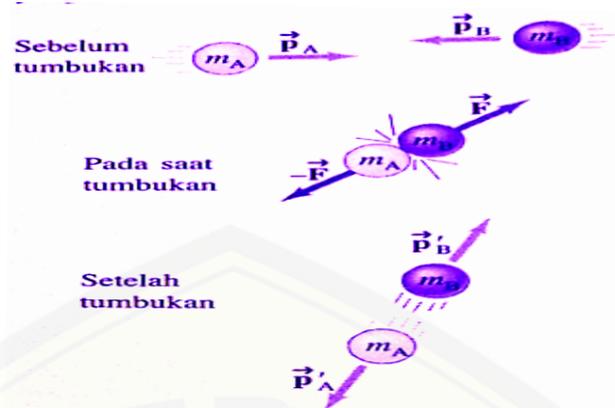
Konsep momentum sangat penting, karena pada keadaan-keadaan tertentu, momentum merupakan besaran-besaran yang kekal. Pada pertengahan abad ke - 17, tidak lama sebelum masa Newton, telah diketahui bahwa jumlah vektor momentum dari dua benda yang bertumbukan tetap konstan. Bayangkan misalnya, tumbukan berhadapan dari dua bola bilyar, anggap gaya eksternal total sistem dua bola ini sebesar nol, artinya gaya yang signifikan hanyalah gaya yang diberikan tiap bola ke bola lainnya ketika tumbukan. Walaupun momentum dari tiap bola berubah akibat terjadi tumbukan, jumlah momentum mereka ternyata sama pada waktu sebelum dan sesudah tumbukan. Jika m_1v_1 adalah momentum bola nomor 1 dan m_2v_2 adalah momentum bola nomor 2, keduanya diukur sebelum tumbukan, maka momentum total kedua bola sebelum tumbukan adalah $m_1v_1 + m_2v_2$. Setelah tumbukan, masing-masing bola memiliki kecepatan dan momentum yang berbeda, yang akan diberi tanda “aksen” pada kecepatan $m_1v'_1$ dan $m_2v'_2$. Momentum total setelah tumbukan adalah $m_1v'_1 + m_2v'_2$. Tidak peduli berapapun kecepatan dan massa yang terlibat, ternyata momentum total sebelum tumbukan sama dengan sesudahnya, selama tidak ada gaya eksternal total yang bekerja:

Momentum sebelum tumbukan sama dengan momentum sesudah tumbukan

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2 \quad (2.8)$$

Jadi jumlah vektor momentum pada sistem dua bola tersebut kekal: tetap konstan.

Walaupun hukum kekekalan momentum ditemukan dari percobaan, hukum ini berhubungan erat dengan hukum gerak Newton dan dapat dibuktikan keduanya sama. Perhatikan pada Gambar 2.3, terdapat dua objek bermassa m_A dan m_B yang memiliki momentum $p_A (= m_Av_A)$ dan $p_B (= m_Bv_B)$ sebelum mereka bertumbukan dan p'_A dan p'_B setelah mereka bertumbukan.



Gambar 2.3 Tumbukan dua benda. Momentum keduanya sebelum tumbukan adalah p_A dan p_B , dan setelah tumbukan adalah p'_A dan p'_B . Pada setiap waktu selama tumbukan, masing-masing benda mengerahkan gaya dengan magnitudo yang sama kepada lawannya tapi ke arah yang berlawanan

Gaya yang dikerahkan objek A kepada objek B adalah F . Kemudian, berdasarkan hukum ketiga Newton, gaya yang dikerjakan objek B kepada objek A adalah $-F$. Dalam durasi tumbukan yang singkat ini, diasumsikan tidak ada gaya eksternal lain yang bekerja. sepanjang interval waktu t yang sangat singkat Δt , maka

$$F = \frac{\Delta p_B}{\Delta t} = \frac{p'_B - p_B}{\Delta t}$$

dan

$$F = \frac{\Delta p_A}{\Delta t} = \frac{p'_A - p_A}{\Delta t}$$

dengan menjumlahkan kedua persamaan di atas, dapat ditemukan

$$0 = \frac{\Delta p_B - \Delta p_A}{\Delta t} = \frac{(p'_B - p_B) + (p'_A - p_A)}{\Delta t}$$

hal ini berarti

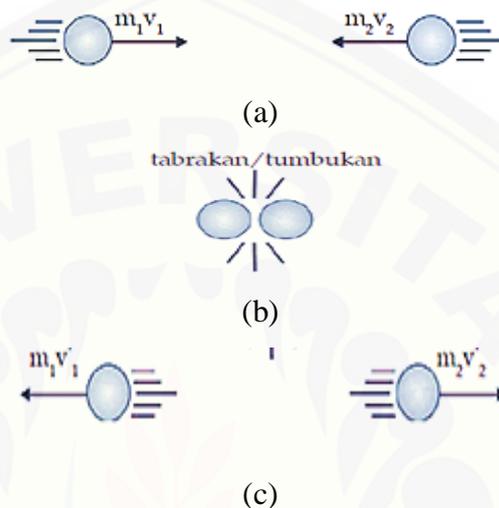
$$p'_B - p_B + p'_A - p_A = 0$$

atau

$$p'_A + p'_B = p_A + p_B$$

yang merupakan persamaan (2.8) momentum total terkonservasikan. Dengan memasukkan penurunan ini dalam konteks tumbukan, sepanjang tidak ada gaya eksternal yang bekerja, persamaan ini valid sepanjang interval waktu sembarang, dan konservasi momentum adalah selalu valid sepanjang tidak ada gaya eksternal

yang bekerja pada sistem yang dipilih. Dalam kenyataannya, gaya eksternal pasti selalu bekerja, seperti contoh, gesekan pada bola biliar, gravitasi pada bola tenis, dan lain-lain (Giancoli, 2014:216). Dalam kasus hukum kekekalan momentum lainnya, akan dilakukan penurunan sederhana dari kasus satu dimensi yang diilustrasikan pada Gambar 2.4 berikut.



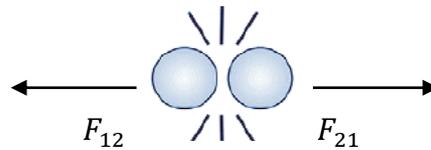
(a) momentum kedua bola sebelum tumbukan; (b) kedua bola bertumbukan;
(c) momentum kedua bola setelah tumbukan

Gambar 2.4 Proses tumbukan yang terjadi pada kedua bola

Pada gambar 2.4(a) terdapat dua buah bola yang masing-masing memiliki momentum bola 1 sebesar $m_1 v_1$ dan momentum bola 2 sebesar $m_2 v_2$, kemudian kedua bola saling bertumbukan pada gambar 2.4(b), setelah tumbukan, masing-masing bola memiliki kecepatan dan momentum yang berbeda, yang akan diberi tanda “aksen” pada kecepatan $m_1 v_1'$ dan $m_2 v_2'$ pada gambar 2.4(c). Anggap gaya F yang diberikan bola yang satu terhadap yang lain selama tumbukan konstan terhadap waktu tumbukan Δt . Gunakan hukum Newton kedua sebagaimana dinyatakan pada persamaan (2.6) dan dapat dituliskan kembali dengan mengalikan kedua sisi dengan Δt

$$\Delta p = F \Delta t \quad (2.9)$$

Terapkan persamaan ini pada bola 2, dengan memperhatikan bahwa gaya F_{21} pada bola 2 disebabkan oleh bola 1 selama tumbukan mempunyai arah kekanan (arah $+x$ – lihat Gambar 2.5)



Gambar 2.5 Gaya-gaya pada bola selama tumbukan pada gambar 2.4

$$\Delta p_2 = m_2 v'_2 - m_2 v_2 = F_{21} \Delta t \quad (2.10)$$

Berdasarkan hukum Newton ketiga, Gaya F_{12} pada bola 1 yang disebabkan oleh bola 2 adalah $F_{12} = -F_{21}$ dan bekerja ke arah kiri, sehingga

$$\Delta p_1 = m_1 v'_1 - m_1 v_1 = F_{12} \Delta t = -F_{21} \Delta t \quad (2.11)$$

dari persamaan (2.10) dan (2.11) dapat digabungkan sehingga dapat ditulis

$$m_1 v'_1 - m_1 v_1 = -(m_2 v'_2 - m_2 v_2) \quad (2.12)$$

atau

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \quad (2.13)$$

yang merupakan persamaan (2.8), kekekalan momentum

Penurunan di atas dapat diperluas untuk benda-benda dengan jumlah berapapun. Untuk menunjukkan hal ini dengan cara yang sederhana tentukan p pada persamaan (2.6) menyatakan momentum total dari sebuah sistem, yaitu jumlah vektor dari momentum semua benda pada sistem tersebut. Jika gaya total $\sum F$ pada sistem adalah nol, maka persamaan (2.6), $\Delta p = F \Delta t = 0$, sehingga momentum total tidak berubah. Dengan demikian, pernyataan umum hukum kekekalan momentum adalah momentum total dari suatu sistem benda-benda yang terisolasi tetap konstan. Dengan istilah sistem, yang dimaksud adalah sekumpulan benda yang berinteraksi satu sama lain. Sistem terisolasi adalah suatu sistem dimana gaya yang ada hanyalah gaya-gaya di antara benda-benda pada sistem itu sendiri. Jumlah semua gaya ini akan nol dengan berlakunya hukum Newton ketiga. Jika ada gaya luar dan jumlahnya tidak nol, maka momentum total tidak kekal. Jika sistem dapat didefinisikan ulang sehingga mencakup benda-benda lain yang memberikan gaya ini, maka prinsip kekekalan momentum dapat diterapkan. Sebagai contoh, jika diambil sistem sebuah batu yang jatuh, kekekalan momentum tidak berlaku karena adanya gaya luar. Gaya gravitasi yang diberikan oleh bumi, bekerja pada batu tersebut dan momentumnya

berubah. Bagaimanapun, jika bumi dimasukkan ke dalam sistem ini, momentum total batu ditambah bumi akan kekal

Hukum kekekalan momentum terutama berguna ketika menangani sistem yang sederhana seperti tumbukan dan jenis-jenis tertentu dari ledakan. Sebagai contoh, peluncuran roket, yang dapat dipahami dengan dasar aksi dan reaksi, juga dapat dijelaskan dengan dasar kekekalan momentum. Sebelum roket diluncurkan, momentum total roket ditambah bahan bakar adalah nol. Sementara bahan bakar terbakar momentum total tetap tidak berubah, momentum ke belakang dari gas yang dibuang diimbangi dengan momentum ke depan yang didapat roket itu sendiri. Dengan demikian, roket dapat dipercepat di ruang hampa. Gas yang dikeluarkan tidak perlu mendorong bumi atau udara. Contoh-contoh yang sama adalah gerakan mundur pistol dan pelemparan paket ke luar perahu (Giancoli, 2001:216-218).

2.3 Aplikasi Momentum dan Impuls

2.3.1 Martil dan Paku

Dalam kehidupan sehari-hari, benda yang berada disekitar seperti martil dan paku merupakan aplikasi dari momentum. Seorang yang memasukkan paku kedalam batang kayu menggunakan martil, agar paku dapat dengan mudah masuk ke dalam batang kayu, ada dua hal yang dapat dilakukan, yaitu menggunakan martil dengan kecepatan besar atau menggunakan martil dengan massa yang besar. Atau dengan kata lain agar paku dengan mudah masuk ke dalam papan kayu harus menggunakan martil yang mempunyai momentum besar.

2.3.2 Kantong Udara (*Air Safety Bag*)

Kantong udara (*Air Safety Bag*) digunakan untuk memperkecil gaya akibat tumbukan yang terjadi pada saat tabrakan. Kantong udara tersebut dipasang pada mobil serta dirancang untuk keluar dan mengembang secara otomatis saat tabrakan terjadi. Kantong udara ini mampu meminimalkan efek gaya terhadap benda yang bertumbukan. Prinsip kerjanya adalah memperpanjang waktu yang dibutuhkan untuk menghentikan momentum pengemudi. Saat tabrakan terjadi,

pengemudi cenderung untuk tetap bergerak sesuai dengan kecepatan gerak mobil. Apabila pengemudi menumbuk kantong udara, waktu yang digunakan untuk menghentikan momentum pengemudi akan lebih lama sehingga gaya yang ditimbulkan pada pengemudi akan mengecil.

2.3.3 Aplikasi Momentum dan Impuls Lainnya

Aplikasi momentum dan impuls dalam kehidupan sehari-hari antara lain sebagai berikut :

- a. Ketika sebuah truk dan sebuah sepeda menabrak pohon dengan kecepatan yang sama, truk akan memberikan efek yang lebih besar. Hal ini disebabkan perubahan momentum yang terjadi pada truk lebih besar dibandingkan perubahan momentum sepeda.
- b. Peluru yang ditembakkan dan batu yang dilemparkan ke sebuah papan, peluru akan merusak papan lebih besar karena perubahan momentum peluru lebih besar dari pada perubahan momentum pada batu
- c. Benda yang dijatuhkan di atas batu akan mempunyai efek yang lebih besar dibandingkan benda yang dijatuhkan di atas sebuah spon. Hal ini karena spon memberikan waktu tumbukan yang lebih lama dibandingkan dengan batu.

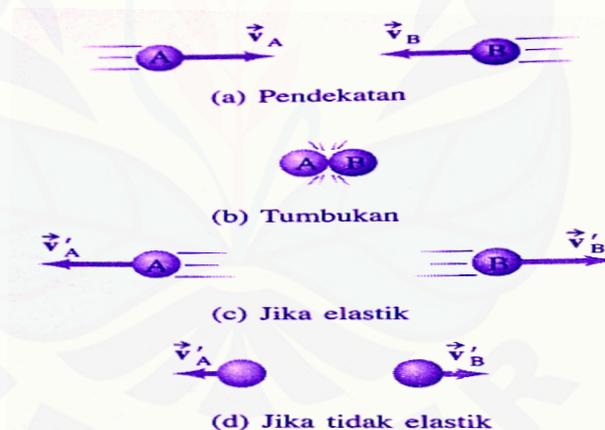
2.4 Tumbukan

Pada sebagian besar tumbukan, biasanya tidak diketahui bagaimana gaya tumbukan berubah menurut waktu, dan dengan demikian analisis dengan menggunakan hukum Newton kedua akan menjadi sulit. Akan tetapi, pada peristiwa tumbukan, tetap bisa menentukan banyak hal mengenai gerak setelah tumbukan, jika diketahui gerakan awal, dengan menggunakan hukum kekekalan momentum dan energi. Pada tumbukan dua benda seperti bola bilyar, momentum totalnya kekal. Jika kedua benda tersebut sangat keras dan tidak ada panas yang dihasilkan oleh tumbukan, maka energi kinetiknya juga kekal. Dengan hal ini, yang dimaksud adalah jumlah energi kinetik kedua benda setelah tumbukan sama seperti sebelumnya. Selama waktu yang singkat pada waktu kedua benda bersentuhan, beberapa (atau semua) energi disimpan sesaat dalam bentuk energi

potensial elastik. Tetapi jika dibandingkan energi kinetik total sebelum tumbukan dengan total setelah tumbukan adalah sama. Tumbukan seperti ini dimana energi kinetik total kekal, disebut tumbukan lenting. Sehingga dapat dituliskan persamaan untuk kekekalan energi kinetik total sebagai berikut

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1'^2 + \frac{1}{2}m_2v_2'^2 \quad (2.19)$$

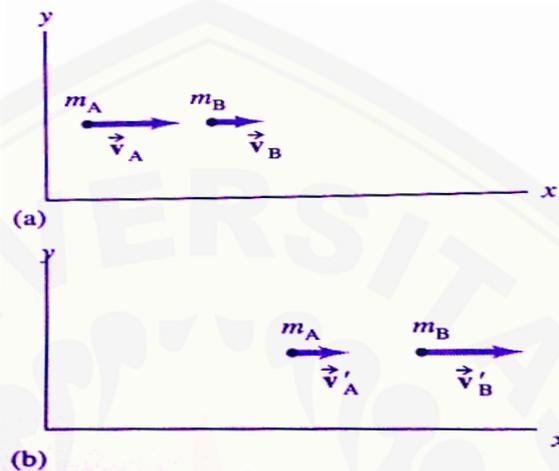
Walaupun dalam tingkat atomik tumbukan, atom-atom dan molekul-molekul seringkali lenting. Pada dunia makroskopik dari benda-benda biasa, tumbukan lenting merupakan sesuatu yang ideal yang tidak pernah tercapai, karena paling tidak sedikit energi panas selalu dihasilkan pada waktu tumbukan. Bagaimanapun, tumbukan dua bola yang elastik seperti bola bilyar mendekati lenting sempurna. Tumbukan dimana energi kinetik tidak kekal disebut sebagai tumbukan tidak lenting. Energi kinetik yang hilang diubah menjadi energi bentuk lain, seringkali energi panas, sehingga energi total tetap kekal. Perhatikan Gambar 2.7 di bawah ini.



Gambar 2.7 Jenis tumbukan elastik dan tidak elastik

Pada gambar 2.7(a) dua benda bermassa sama saling mendekati dengan kecepatan sama, gambar 2.7(b) bertumbukan, dan kemudian pada gambar 2.7(c) memantul kembali dengan kecepatan yang juga sama ke arah yang berlawanan jika tumbukan tersebut lenting, atau gambar 2.7(d) memantul sedikit atau tidak sama sekali jika tumbukannya tidak lenting. Dengan menerapkan hukum kekekalan momentum dan energi kinetik pada tumbukan lenting sempurna antara dua benda yang kecil (partikel) yang bertumbukan dari depan, sehingga semua

gerak berada pada garis yang sama. Perhatikan Gambar 2.8(a), Asumsikan bahwa kedua partikel pada awalnya bergerak dengan kecepatan v_1 dan v_2 sepanjang sumbu x , pada Gambar 2.8(b). Setelah tumbukan kecepatan mereka adalah v'_1 dan v'_2 .



Gambar 2.8 Dua benda kecil bermassa m_A dan m_B , (a) sebelum bertumbukan dan (b) sesudah bertumbukan

Untuk $v > 0$, partikel bergerak ke kanan (x bertambah), sementara untuk $v < 0$, partikel bergerak ke kiri (x berkurang). Dari kekekalan momentum didapatkan

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \quad (2.20)$$

karena tumbukan dianggap penting, energi kinetik juga kekal

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2$$

Terdapat dua persamaan, sehingga dapat diselesaikan untuk dua hal yang tidak diketahui. Jika diketahui massa dan kecepatan awal, kecepatan setelah tumbukan, v'_1 dan v'_2 bisa dicari dengan menggunakan persamaan-persamaan ini. persamaan kekekalan momentum dapat ditulis ulang menjadi

$$m_1(v_1 - v'_1) = m_2(v'_2 - v_2) \quad (2.21)$$

dan dapat ditulis ulang persamaan energi kinetik menjadi

$$m_1(v_1^2 - v_1'^2) = m_2(v_2'^2 - v_2^2) \quad (2.22)$$

atau (dengan mengingat bahwa $(a - b)(a + b) = a^2 - b^2$), dapat dituliskan persamaan ini sebagai

$$m_1(v_1 - v'_1)(v_1 + v'_1) = m_2(v'_2 - v_2)(v'_2 + v_2) \quad (2.23)$$

dengan membagi persamaan (2.23) dengan persamaan (2.21), dan dengan menganggap $v_1 \neq v'_1$ dan $v_2 \neq v'_2$, didapat

$$v_1 + v'_1 = v'_2 + v_2 \quad (2.24)$$

dan dapat ditulis ulang persamaan (2.24) menjadi

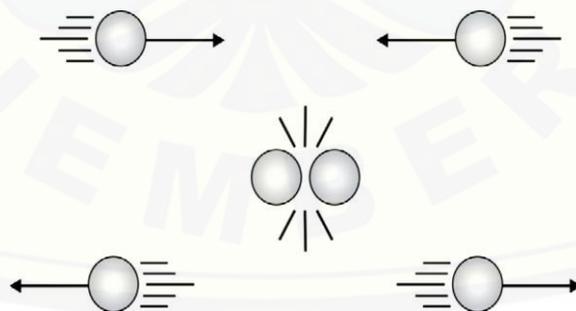
$$\begin{aligned} v_1 - v_2 &= v'_2 - v'_1 \\ &= -(v'_1 - v'_2) \end{aligned} \quad (2.25)$$

persamaan (2.25) menjelaskan bahwa untuk tumbukan lenting, laju relatif dari kedua partikel setelah tumbukan mempunyai besar yang sama seperti sebelumnya tetapi dengan arah yang berbeda (Giancoli, 2014 :221-223).

Berdasarkan sifat kelentingan atau elastisitas benda yang bertumbukan, tumbukan dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu tumbukan lenting sempurna, tumbukan lenting sebagian dan tumbukan tidak lenting sama sekali.

2.4.1 Tumbukan Lenting Sempurna

Dua buah benda dikatakan mengalami tumbukan lenting sempurna jika pada tumbukan itu tidak terjadi kehilangan energi kinetik. Jadi, energi kinetik total kedua benda sebelum dan sesudah tumbukan adalah tetap. Pada tumbukan lenting sempurna berlaku hukum kekekalan momentum dan hukum kekekalan energi kinetik.



Gambar 2.9 Tumbukan lenting sempurna

Perhatikan gambar 2.9, dua buah benda memiliki massa masing-masing m_1 dan m_2 bergerak saling mendekati dengan kecepatan sebesar v_1 dan v_2 sepanjang lintasan lurus. setelah keduanya bertumbukan masing-masing bergerak dengan

kecepatan sebesar v_1' dan v_2' dengan arah saling berlawanan. Berdasarkan hukum kekekalan momentum dapat ditulis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}m_1 v_1 + m_2 v_2 &= m_1 v_1' + m_2 v_2' \\m_1 v_1 - m_1 v_1' &= m_2 v_2' - m_2 v_2 \\m_1(v_1 - v_1') &= m_2(v_2' - v_2)\end{aligned}\quad (2.26)$$

Sedangkan berdasarkan hukum kekekalan energi kinetik, diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}E_{k1} + E_{k2} &= E'_{k1} + E'_{k2} \\ \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 &= \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2 \\ m_1(v_1^2 - v_1'^2) &= m_2(v_2'^2 - v_2^2) \\ m_1(v_1 - v_1')(v_1 + v_1') &= m_2(v_2' - v_2)(v_2' + v_2)\end{aligned}\quad (2.27)$$

Jika persamaan di atas saling disubstitusikan, maka diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}m_1(v_1 - v_1')(v_1 + v_1') &= m_2(v_2' - v_2)(v_2' + v_2) \\ v_1 + v_1' &= v_2' + v_2 \\ v_1 - v_2 &= v_2' - v_1' \\ -(v_2 - v_1) &= v_2' - v_1'\end{aligned}\quad (2.28)$$

2.4.2 Tumbukan Lenting sebagian

Tumbukan lenting sebagian terjadi apabila setelah tumbukan ada sebagian energi yang hilang. Pada tumbukan jenis ini, energi kinetik berkurang selama tumbukan. Oleh karena itu, hukum kekekalan energi mekanik tidak berlaku. Besarnya kecepatan relatif juga berkurang dengan suatu faktor tertentu yang disebut koefisien restitusi (e). Nilai restitusi berkisar antar 0 dan 1 ($0 \leq e \leq 1$). Untuk tumbukan lenting sempurna, nilai $e = 1$. Untuk tumbukan tidak lenting sama sekali, nilai $e = 0$. Sedangkan untuk tumbukan lenting sebagian mempunyai nilai e antara 0 dan 1 ($0 < e < 1$). Derajat berkurangnya kecepatan relatif benda setelah tumbukan dirumuskan $e = -\frac{(v_2' - v_1')}{(v_2 - v_1)}$.

2.4.3 Tumbukan Tidak Lenting Sama Sekali

Pada tumbukan jenis ini, kecepatan benda-benda sesudah tumbukan sama besar (benda yang bertumbukan saling melekat). Perhatikan Gambar 2.10. Misalnya, sebuah peluru dengan massa m_1 dan kecepatan v_1 menumbuk bola yang mempunyai kecepatan v_2 di atas lantai horizontal dengan massa m_2 . Setelah tumbukan, peluru melekat atau bersarang di dalam bola dan bergerak secara bersama-sama.



Gambar 2.10 Tumbukan tidak lenting sama sekali pada tumbukan tidak lenting sama sekali berlaku persamaan berikut

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

jika, $v_1' = v_2' = v'$, maka,

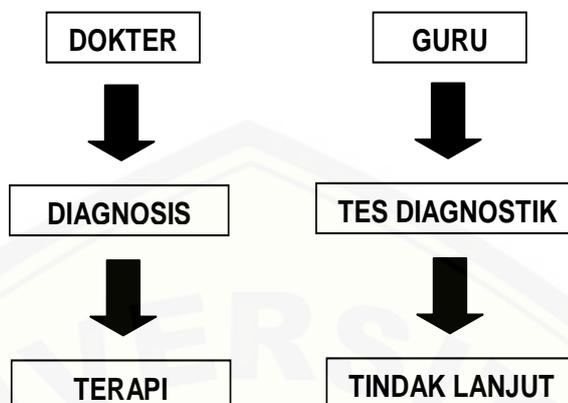
$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v' \quad (2.29)$$

(Sarwono, 2009: 104-106)

2.5 Tes Diagnostik

Tes dapat berupa sejumlah pertanyaan atau permintaan melakukan sesuatu untuk mengukur pengetahuan, keterampilan, intelegensi, bakat, atau kemampuan lain yang dimiliki oleh seseorang. Istilah diagnostik dapat diuraikan dari asal katanya yaitu diagnosis yang berarti mengidentifikasi penyakit dari gejala-gejala yang ditimbulkannya. Seperti halnya kerja seorang dokter, sebelum menentukan penyakit dan obat yang tepat untuk menyembuhkannya, seorang dokter akan mengadakan pemeriksaan secara teliti, misalnya memeriksa denyut nadi, suara napas, refleks lutut, refleks pupil mata, urine, darah, dan sebagainya. Pemeriksaan awal seperti ini disebut mendiagnosis, sedangkan mengobati disebut terapi. Demikian juga seorang guru terhadap siswanya. Sebelum dapat memberikan bantuan dengan tepat, guru harus memberikan tes diagnostik.

Analogi kerja seorang guru dengan kerja seorang dokter dapat dilihat pada Gambar 2.11 berikut.



Gambar 2.11 Analogi kerja dokter dan analogi kerja guru

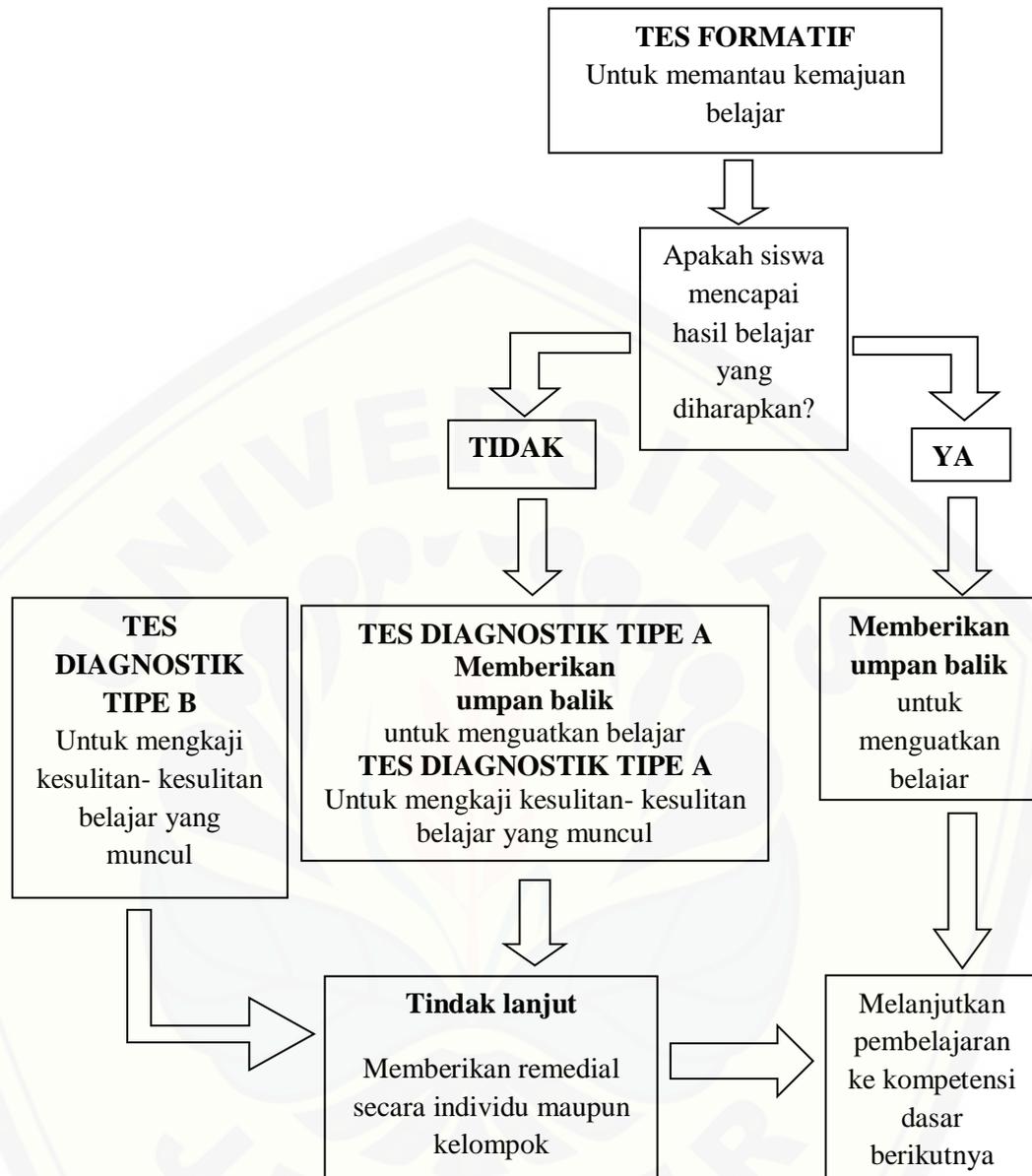
Berdasarkan gambar 2.11 di atas dapat disimpulkan bahwa tes diagnostik adalah tes yang digunakan untuk mengetahui kelemahan-kelemahan siswa sehingga hasil tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk memberikan tindak lanjut berupa perlakuan yang tepat dan sesuai dengan kelemahan yang dimiliki siswa. Tes diagnostik memiliki dua fungsi utama, yaitu:

- a) mengidentifikasi masalah atau kesulitan yang dialami siswa,
- b) merencanakan tindak lanjut berupa upaya-upaya pemecahan sesuai masalah atau kesulitan yang telah teridentifikasi

Dalam pembelajaran, istilah diagnostik dapat dilakukan dalam sebuah tes. Diagnostik pada pembelajaran melingkupi konsep yang luas yang meliputi identifikasi kekuatan dan kelemahan siswa dalam pembelajaran. Suwanto (2012: 114) menjelaskan tes diagnostik merupakan tes yang digunakan untuk mengetahui kelemahan atau miskonsepsi pada topik tertentu dalam pembelajaran sehingga dari hasil tes didapat masukan tentang respon siswa untuk memperbaiki kelemahannya. Tes diagnostik merupakan rangkaian tes yang digunakan untuk mengetahui kelemahan-kelemahan peserta didik sehingga hasil tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk memberikan tindak lanjut berupa perlakuan yang tepat dan sesuai dengan kelemahan yang dimiliki siswa.

Dalam menuntaskan sebuah kompetensi dasar, guru dihadapkan pada beberapa pertanyaan, pertama: Manakah tugas-tugas belajar siswa yang telah dicapai dengan memuaskan dan manakah yang masih memerlukan bantuan?; kedua: Siswa manakah yang mengalami permasalahan dalam belajarnya dan memerlukan bantuan?. Untuk memantau kemajuan belajar siswa guru memberikan tes formatif. Tes ini disusun untuk mengukur ketuntasan belajar atau Ketuntasan Kompetensi Minimal (KKM). Apabila dari hasil tes formatif tersebut diketahui ada siswa yang belum tuntas, maka guru melakukan tes untuk mendiagnosis kemungkinan-kemungkinan sumber masalahnya. Tes ini dalam diagram Gambar 2.12 diberi nama tes diagnostik tipe A.

Di samping tes diagnostik tipe A, terdapat tes diagnostik tipe lain yang dilakukan tanpa didahului oleh tes formatif. Dugaan atas kemungkinan-kemungkinan sumber masalah muncul berdasarkan pengalaman guru. Tes diagnostik semacam ini dalam diagram Gambar 2.12 disebut tes diagnostik tipe B. Pemberian tipe pada tes diagnostik dalam Gambar 2.12 sama sekali bukan menunjukkan tingkat prioritasnya. Bukan berarti tes diagnostik tipe A lebih baik atau lebih penting dari tipe B, atau tipe A harus dilakukan sebelum tipe B. Keduanya memiliki fungsi sama, dan guru bebas memilih mana yang akan dilaksanakan sesuai kondisi dan kebutuhannya.



Gambar 2.12 Posisi tes diagnostik

Tes diagnostik dilakukan guru sebagai langkah awal dalam menentukan dimana proses belajar mengajar telah atau belum dikuasai. Di dalam penggunaannya tes diagnostik berusaha mengungkap karakteristik dan kesulitan apa yang ada dalam pembelajaran sehingga dapat dilakukan upaya untuk mengambil keputusan dalam mencari jalan pemecahan. Subali (2012: 23) menjelaskan keputusan melakukan tes diagnostik sebelum pelajaran dimulai pada peserta didik yakni dengan melakukan tes diagnostik pada saat sebelum

pembelajaran guru dapat mengambil sikap perlu tidaknya peserta didik diberikan pelajaran ekstra agar mampu menguasai pelajaran yang sesuai prasyarat yang belum dikuasai. Fungsi dilakukannya tes diagnostik digunakan untuk mengidentifikasi masalah atau kesulitan yang dialami siswa, kemudian melakukan perencanaan terhadap tindak lanjut yang berupa upaya-upaya pemecahan sesuai masalah atau kesulitan yang telah teridentifikasi (Depdiknas, 2007:2-4). Setelah tes diagnostik selesai dilaksanakan, guru perlu memberikan tindak lanjut terhadap hasil tes. Di bawah ini diuraikan beberapa hal yang perlu diperhatikan agar dapat menindaklanjuti hasil tes diagnostik dengan baik.

- a. Kegiatan tindak lanjut dilakukan betul-betul berdasarkan hasil analisis tes diagnostik secara cermat. Tindak lanjut tidak selalu berupa kegiatan remedial di kelas, tetapi dapat juga berupa tugas rumah, observasi lingkungan, kegiatan tutor sebaya, dan lain-lain sesuai masalah atau kesulitan yang dihadapi siswa. Kegiatan tindak lanjut juga tidak selalu dilakukan secara individu, tetapi dapat juga dilakukan secara kelompok bergantung pada karakteristik masalah yang dihadapi siswa.
- b. Mengatasi permasalahan yang disebabkan oleh miskonsepsi membutuhkan kesabaran, keuletan, dan kecerdasan guru. Penelitian Berg (1991) menunjukkan bahwa miskonsepsi sulit bila hanya diatasi melalui informasi atau penjelasan, oleh karena itu perlu dirancang aktivitas atau pengamatan secara langsung untuk memperbaikinya.
- c. Kegiatan tindak lanjut diberikan secara bertahap dan berkelanjutan. Tes diagnostik pada hakikatnya merupakan bagian dari ulangan harian, maka pelaksanaannya juga perlu diatur sehingga tidak tumpang tindih (*overlapping*) dan tidak memberatkan siswa maupun guru.
- d. Perlu dirancang program sekolah yang mendukung dan memberikan kemudahan bagi guru untuk mengadministrasi, melaporkan, dan menindaklanjuti hasil tes diagnostik, misalnya penyediaan sarana dan tenaga teknis, pemberian insentif atau penghargaan, dan program-program lain yang mendukung profesionalitas guru, misalnya lokakarya, workshop, dan penelitian yang mengangkat hasil-hasil tes diagnostik. Selain untuk evaluasi di sekolah,

bila memungkinkan hasil analisis tes diagnostik juga dikirimkan atau dilaporkan kepada orang tua siswa, sehingga secara bersama-sama dapat membantu siswa dalam memecahkan masalahnya (Depdiknas, 2007:14-15).

Tes diagnostik dirancang untuk mendeteksi kesulitan hasil belajar peserta didik sehingga dalam menyusun tes diagnostik harus didesain sesuai dengan format dan respon yang dimiliki oleh tes diagnostik. Selain itu tes diagnostik dikembangkan berdasar analisis terhadap sumber-sumber kesalahan atau kesulitan yang mungkin menjadi penyebab munculnya masalah siswa, penggunaan soal-soal tes diagnostik berbentuk *supply response* (bentuk uraian atau jawaban singkat), sehingga mampu menangkap informasi secara lengkap. Bila ada alasan tertentu sehingga menggunakan bentuk *selected response* (misalnya bentuk pilihan ganda), harus disertakan penjelasan mengapa memilih jawaban tertentu sehingga dapat meminimalisir jawaban tebakan, dan dapat ditentukan tipe kesalahan atau masalahnya, serta tahap akhir disertai tahapan penyelesaian terhadap hasil diagnostik yang telah teridentifikasi (Sari, 2016).

Menurut Sukardi (2008: 226), diagnosis dalam dunia pendidikan memiliki dua tujuan utama yaitu, pertama menentukan posisi siswa dalam kelompok (*grade*), dalam hal ini mengidentifikasi siswa yang memiliki kesulitan, kedua kegiatan pengajaran remidi yang didalamnya mencakup pemberian materi kepada kelompok siswa yang benar-benar memiliki kesulitan belajar agar dapat mengejar ketertinggalannya dalam belajar. Penilaian diagnostik pada umumnya jarang digunakan oleh guru, namun guru lebih banyak menggunakan penilaian sumatif saat proses pembelajaran berlangsung (Sukardi, 2008 : 228). Kekurangan penilaian ini menurut Treagust (2006 : 1) yaitu tidak dapat menyediakan umpan balik bagi pembelajaran siswa. Menurut Costa, Marques, dan Kempa (dalam Treagust, 2006 : 1) serta Taber (dalam Treagust, 2006 : 1) adapun guru yang melakukan penilaian diagnostik, sebagian besar tidak efektif mengidentifikasi kesulitan belajar siswa terutama saat proses pembelajaran berlangsung. Guru tidak menyadari bahwa kemampuan siswa dalam proses pembelajaran bervariasi. Sistem pengajaran secara faktual diberikan secara bersama dalam satu kelas dengan asumsi seluruh siswa memiliki kelompok umur sama, pengetahuan sama,

kecepatan menerima materi pembelajaran sama, dan siswa dianggap sebagai subjek didik yang pada prinsipnya memiliki kesiapan belajar yang sama (Sukardi, 2008 : 228). Menurut White dan Gunstones (dalam Tsui dan Treagust, 2010. : 1074) Diagnostik kepada siswa sulit untuk dilakukan karena proses kognitif siswa sulit untuk diukur dan diobservasi oleh karena itu dibutuhkan metode yang tepat untuk hal ini salah satunya yakni wawancara. Namun metode wawancara kurang efektif karena memakan waktu yang cukup banyak terutama jika siswa yang diwawancarai berjumlah banyak (Adam & Wieman, 2011 : 1297). Treagust (1988 : 160) mengemukakan bahwa metode yang baik untuk mengidentifikasi kesulitan siswa dalam proses pembelajaran adalah tes diagnostik. Metode ini tidak memakan waktu lama seperti wawancara (Tsui dan Tragust, 2010 : 1074). Gambaran mengenai tes diagnostik menurut Daryanto (2008 : 47-52) dirangkum pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Gambaran tes diagnostik

Ditinjau dari Aspek	Gambaran Tes Diagnostik
Fungsi	<ul style="list-style-type: none"> a. Menentukan penguasaan bahan prasyarat pembelajaran b. Menentukan tingkat penguasaan siswa terhadap bahan yang dipelajari c. Memisah-misahkan (mengelompokkan) siswa berdasarkan kemampuan dalam menerima pelajaran yang akan dipelajari
Waktu	<ul style="list-style-type: none"> a. Awal pembelajaran b. Selama pelajaran berlangsung c. Akhir pembelajaran
Titik berat penilaian	<ul style="list-style-type: none"> a. Tingkah laku kognitif, afektif, dan psikomotorik b. Faktor-faktor fisik, psikologis, dan lingkungan
Alat evaluasi	<ul style="list-style-type: none"> a. Tes diagnostik yang sudah distandarkan b. Tes buatan guru c. Pengamatan dan daftar cocok (<i>check list</i>)
Cara memilih tujuan yang dievaluasi	<ul style="list-style-type: none"> a. Memilih tiap-tiap keterampilan prasyarat b. Memilih tujuan setiap program pelajaran secara berimbang c. Memilih yang berhubungan dengan tingkah laku fisik, mental, dan perasaan
Tingkat kesulitas tes	<ul style="list-style-type: none"> a. Banyak diambil soal tes yang mudah karena akan mengukur keterampilan dasar
<i>Scoring</i> (Cara menyekor)	<ul style="list-style-type: none"> a. Menggunakan standar mutlak dan standar relatif
Tingkat pencapaian	<ul style="list-style-type: none"> a. Tingkat pencapaian yang dituntut tidak sama. Tergantung dari tujuan penggunaan tes diagnostik tersebut
Pencatatan hasil	<ul style="list-style-type: none"> a. Dicatat dan dan dilaporkan dalam bentuk profil

(Nurdiana, 2017 : 28-29)

Tes diagnostik pertama kali dikembangkan dalam bentuk pilihan ganda (*Multiple Choice*) (Treagust, 1988 : 159). Siswa diberi soal kemudian disediakan beberapa opsi jawaban. Siswa harus memilih salah satu jawaban yang paling benar. (Suwanto, 2012 : 136) mengembangkan soal pilihan ganda disertai dengan alasan sebagai bentuk penjelasan atas jawaban yang dipilihnya. Bentuk soal ini dikenal dengan pilihan ganda beralasan. Menurut Tamir (dalam Treagust, 1988 : 160) Soal pilihan ganda beralasan lebih menguntungkan dibandingkan pilihan ganda biasa. Tüysüz (2009 : 627) dalam penelitiannya mengungkapkan keuntungan dari bentuk soal ini yakni dapat mengidentifikasi dua aspek yang berbeda sekaligus dalam satu fenomena. Awal penggunaan tes pilihan ganda beralasan dimulai sejak tahun 80-an yang bertujuan untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa.

2.5.1 Tes Diagnostik Dua Tahap (*Two-Tier of Diagnostic Test*)

Umumnya, tes dua tahap digambarkan sebagai instrumen diagnostik dengan tingkat pertama, termasuk pertanyaan konten pilihan ganda, dan tahap kedua, termasuk tingkat pilihan ganda alasan untuk jawaban untuk tingkat pertama. (Adadan & Savasci, 2012; Chen, Lin & Lin, 2002; Griffard & Wandersee, 2001; Treagust, 1986). Jawaban siswa terhadap setiap soal dianggap benar bila kedua pilihan dan alasan yang tepat diberikan. Karakteristik berasal dari kesalahpahaman siswa yang dikumpulkan dari literatur, wawancara, dan tes tanggapan terbuka. Tes dua tahap dianggap sebagai perbaikan besar dari pendekatan sebelumnya karena tes ini mempertimbangkan penalaran atau interpretasi siswa dibalik respon yang mereka pilih dan menghubungkan pilihan mereka dengan kesalahpahaman konsep (Wang, 2004). Selain itu, seperti yang dinyatakan oleh Adadan dan Savasci (2012), instrumen diagnostik dua tahap relatif mudah bagi siswa untuk ditanggapi, lebih praktis dan bermanfaat bagi para guru untuk digunakan dalam hal mengurangi perkiraan, memungkinkan untuk administrasi berskala besar dan penilaian yang mudah, dan menawarkan wawasan tentang penalaran siswa (Gurel, 2015).

Caleon dan Subramaniam (2010) dan Hasan, Bagayoko dan Kelley (1999) memperhatikan pada batasan dari pengujian tes dua tahap, pengujian tersebut

tidak dapat membedakan kesalahan karena kurangnya pengetahuan karena adanya konsepsi alternatif, dan tes diagnostik dua tahap tidak dapat membedakan tanggapan yang benar karena pengetahuan ilmiah dan pengetahuan karena tebakan. Jadi, proporsi kesalahpahaman karena kesenjangan dalam pengetahuan tidak dapat ditentukan oleh dua tes tahap. (Aydın, 2007; Caleon & Subramaniam, 2010a, 2010b; Kutluay, 2005; Peşman & Eryılmaz, 2010; Türker, 2005) dalam Gurel (2015)

2.5.2 Tes Diagnostik Tiga Tahap (*Three-Tier of Diagnostic Test*)

Batasan yang telah disebutkan untuk tes diagnostik dua tahap dimaksudkan untuk memberikan keuntungan dengan memasukkan tingkat/tahap ketiga ke setiap nomor soal tes yang meminta kepercayaan untuk jawaban yang diberikan dalam dua tingkatan pertama (Aydın, 2007; Caleon & Subramaniam, 2010a; Eryılmaz, 2010; Kutluay, 2005; Peşman & Eryılmaz, 2010; Türker, 2005). Dalam tes tiga tahap, peneliti membuat tes pilihan ganda; Tingkat pertama yang termasuk tes pilihan ganda biasa, tingkat kedua adalah pertanyaan tes pilihan ganda yang menanyakan alasannya, dan tingkat ketiga adalah skala yang meminta tingkat kepercayaan siswa untuk jawaban yang diberikan. Untuk dua tahap di atas. Jawaban siswa terhadap setiap *item* dianggap benar bila kedua pilihan dan alasan yang benar diberikan dengan keyakinan tinggi. Tiga tes tingkat dianggap lebih tepat untuk menggambarkan kesalahpahaman siswa, karena mereka dapat mendeteksi kurangnya persentase pengetahuan melalui tingkat kepercayaan. Hal ini membantu pengguna tes sehingga persentase kesalahpahaman yang diperoleh bebas dari kesalahan positif, negatif palsu dan kurangnya pengetahuan, karena masing-masing memerlukan remediasi dan pengobatan yang berbeda.

Dalam proses pengembangan uji tiga tahap, para periset memperoleh manfaat dari beragam metode diagnosis kesalahpahaman (wawancara, tes terbuka, peta konsep). Keanekaragaman dalam metode pengumpulan data memungkinkan peneliti mendapatkan informasi berharga tentang kesalahpahaman siswa serta memberikan landasan yang baik untuk mengembangkan alat penilaian diagnostik yang valid dan dapat diandalkan. Akibatnya, tiga tes tingkat memiliki keuntungan untuk membedakan kurangnya pengetahuan siswa dari kesalahpahaman mereka.

Oleh karena itu, mereka dianggap menilai kesalahpahaman siswa dengan cara yang lebih valid dan dapat diandalkan dibandingkan dengan tes pilihan ganda biasa dan tes dua tingkat (Aydın, 2007; Eryılmaz, 2010; Kutluay, 2005; Peşman & Eryılmaz, 2010; Türker, 2005) dalam Gurel (2015).

2.5.3 Tes Diagnostik Empat Tahap (*Four-Tier of Diagnostic Test*)

Meskipun tes tiga tingkat diperkirakan akan mengukur miskonsepsi, bebas dari kesalahan dan kurangnya pengetahuan dalam cara yang valid, hal tersebut masih memiliki beberapa keterbatasan karena penilaian rahasia kepercayaan untuk tingkat pertama dan kedua dalam tes itu. Situasi ini dapat mengakibatkan dua masalah: satu adalah pengabaian kurangnya pengetahuan proporsi, dan yang lainnya adalah terlalu tingginya skor miskonsepsi dan skor benar siswa (Kaltakci, 2012:59). Sebagai contoh, dalam tes empat tingkat, jika seorang siswa memberikan jawaban yang benar untuk pertanyaan utama di tingkat pertama dan yakin tentang jawabannya untuk tingkat ini, kemudian memberikan jawaban yang benar untuk pertanyaan penalaran dalam tingkat ketiga tetapi tidak yakin tentang jawabannya untuk tingkat ini, maka keputusan para peneliti tentang jawaban siswa untuk nomor ini adalah "belum tahu konsep" karena ada keraguan tentang setidaknya satu tingkat jawaban siswa.

Namun dalam tes tiga tingkat paralel di mana tingkat keyakinan diminta untuk dua tingkatan bersama-sama, siswa yang sama dapat memilih "yakin" atau "tidak yakin" karena ia tidak yakin untuk setidaknya salah satu dari tingkatan. Jika ia memilih "tidak yakin" keputusan para peneliti akan menyebut bahwa siswa tersebut mengalami "belum tahu konsep", tetapi jika siswa memilih "yakin" maka keputusan peneliti untuk jawaban siswa tersebut bahwa siswa telah paham konsep (Kaltakci, 2012:59-60). Tes diagnostik adalah tes yang digunakan untuk mengukur sejauh mana siswa dalam memahami konsep, atau digunakan untuk mendeteksi kesalahan konsep yang dialami oleh siswa. dalam tes diagnostik empat tahap, instrumen disusun atas empat tahap atau tingkatan, yaitu: tingkat pertama untuk soal pengetahuan dalam bentuk pilihan ganda dengan lima pilihan jawaban, tingkat kedua berisi tentang tingkat keyakinan atas jawaban pada tingkat pertama, tingkat ketiga berisi tentang penyajian alasan jawaban pada tingkat

pertama, serta tingkat keempat berisi tentang tingkat keyakinan atas alasan jawaban pada tingkat ketiga. Tes empat tahap (*Four-Tier Test*) merupakan pengembangan dari tes tiga tahap (*Three-Tier Test*) yang dipadukan dengan *Confidence Rating* pada alasan jawaban sehingga lebih akurat tingkat keyakinan atas jawaban dan alasan jawaban. Adapun kategori dari kombinasi jawaban *Four-Tier Test* dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut (Ismail, 2015:381-382).

Tabel 2.2 Kombinasi jawaban *four-tier test*

No	Kategori	Kombinasi Jawaban			
		Jawaban	Confidence Rating Jawaban	Alasan	Confidence Rating Alasan
1	Miskonsepsi	Benar	Yakin	Salah	Yakin
2		Benar	Tidak Yakin	Salah	Yakin
3		Salah	Yakin	Salah	Yakin
4		Salah	Tidak Yakin	Salah	Yakin
5	Tidak Paham Konsep	Benar	Yakin	Benar	Tidak Yakin
6		Benar	Yakin	Salah	Tidak Yakin
7		Benar	Tidak Yakin	Benar	Yakin
8		Benar	Tidak Yakin	Benar	Tidak Yakin
9		Benar	Tidak Yakin	Salah	Tidak Yakin
10		Salah	Yakin	Benar	Tidak Yakin
11		Salah	Yakin	Salah	Tidak Yakin
12		Salah	Tidak Yakin	Benar	Tidak Yakin
13		Salah	Tidak Yakin	Salah	Tidak Yakin
14	Error	Salah	Yakin	Benar	Yakin
15		Salah	Tidak Yakin	Benar	Yakin
16	Paham Konsep	Benar	Yakin	Benar	Yakin

(Sumber : Ismail, 2015:382)

2.6 Miskonsepsi

Menurut Slavin dalam Wafiyah (2012), konsep adalah suatu abstrak yang digeneralisasikan dari contoh-contoh spesifik. Konsep merupakan sebuah ide yang memungkinkan kita mengklasifikasikan, atau mendefinisikan sifat-sifat dari sebuah obyek. Dari pengertian konsep yang telah diuraikan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa konsep adalah ide abstrak untuk mengklasifikasikan obyek-obyek sehingga dapat dinyatakan dalam contoh dan bukan contoh. Miskonsepsi atau salah konsep menunjuk pada suatu konsep yang tidak sesuai dengan pengertian ilmiah atau pengertian yang diterima para pakar dalam bidang itu.

Bentuk miskonsepsi dapat berupa konsep awal, kesalahan, hubungan yang tidak benar antara konsep-konsep, gagasan intuitif atau pandangan yang naif (Suparno, 2013:4).

Novak (dalam Suparno 2013:4) mendefinisikan miskonsepsi sebagai suatu interpretasi konsep-konsep dalam suatu pernyataan yang tidak dapat diterima. Adapun Brown (dalam Suparno 2013:4) menjelaskan miskonsepsi sebagai suatu pandangan yang naif dan mendefinisikannya sebagai suatu gagasan yang tidak sesuai dengan pengertian ilmiah yang sekarang diterima. Sedangkan Fowler dalam (Suparno 2013:5) menjelaskan dengan lebih rinci arti miskonsepsi. Ia memandang miskonsepsi sebagai pengertian yang tidak akurat akan konsep, penggunaan konsep yang salah, klasifikasi contoh-contoh yang salah, kecacuan konsep-konsep yang berbeda, dan hubungan hirarkis konsep-konsep yang tidak benar. Dari beberapa teori di atas tergambar dengan jelas bahwa miskonsepsi adalah sebuah interpretasi, pandangan naif dan definisi yang tidak akurat terhadap suatu konsep yang tidak dapat diterima karena bertentangan dengan pengertian ilmiah. Suparno (2013:29) menjelaskan beberapa faktor penyebab lahirnya miskonsepsi sebagai berikut:

- a. Faktor siswa yang memiliki masalah pada prakonsepsi, pemikiran asosiatif, pemikiran humanistik, reasoning yang tidak lengkap, intuisi yang salah, perkembangan kognitif, kemampuan siswa dan minat belajarnya.
- b. Faktor pengajar yang tidak menguasai bahan, bukan lulusan dari bidang ilmu tertentu, tidak membiarkan siswa mengungkapkan gagasan/ide, dan relasi guru dengan siswa yang tidak baik
- c. Faktor buku teks. Terdapat banyak buku yang penjelasannya salah, salah tulis terutama dalam rumus, tingkat penulisan buku terlalu tinggi untuk siswa, buku fiksi dan kartun sains yang sering salah konsep karena alasan menariknya yang perlu.
- d. Faktor Konteks. Konteks hidup yang sering menjadi penyebab antara lain pengalaman siswa, bahasa sehari-hari yang berbeda, teman diskusi yang salah keyakinan dan agama, penjelasan orang tua/orang lain yang keliru, konteks

hidup siswa (tv, radio, film yang keliru, perasaan senang tidak senang dan perasaan bebas atau tertekan.

- e. Faktor cara mengajar yang kadang kala hanya berisi ceramah dan menulis, langsung ke dalam bentuk matematika, tidak mengungkapkan miskonsepsi, tidak mengoreksi PR, model analogi yang dipakai kurang tepat, model demonstrasi sempit dan lain-lain.

Miskonsepsi ini dapat muncul pada diri siswa berasal dari pengalaman sehari-hari ketika berinteraksi dengan alam sekitarnya. Sebelum mempelajari fisika, semua siswa sudah mempunyai pengalaman dengan peristiwa-peristiwa fisika, misalnya benda jatuh bebas, aliran listrik, energi, tumbukan, dan lain-lain. Dengan pengalaman itu maka dibenak para siswa sudah terbentuk suatu intuisi dan “teori siswa” mengenai peristiwa-peristiwa fisika tersebut, yang sudah tentu intuisi dan teori yang terbentuk tersebut belum tentu benar. Jika intuisi yang terbentuk tersebut salah, biasanya akan sulit sekali untuk diperbaiki, karena tanpa disengaja telah secara konsisten konsep fisika yang salah tersebut menjadi pegangan hidupnya. Adanya miskonsepsi ini jelas akan sangat menghambat pada proses penerimaan dan asimilasi pengetahuan-pengetahuan baru dalam diri siswa, sehingga akan menghalangi keberhasilan siswa dalam proses belajar lebih lanjut (Klammer, 1998:7). Ini merupakan masalah besar dalam pengajaran fisika yang tidak bisa dibiarkan. Seiring dengan tumbuhnya kesadaran akan hal tersebut, maka berbagai upaya untuk menanggulangi masalah miskonsepsi ini terus dikembangkan, meskipun hasilnya belum begitu menggembirakan. Menurut Fowler (dalam Suparno, 2013:4), miskonsepsi adalah pengertian yang tidak akurat akan konsep, klasifikasi contoh-contoh yang salah, penggunaan konsep yang salah, konsep yang berbeda, kekacauan konsep-konsep yang berbeda, dan hubungan hirarkis konsep-konsep yang tidak benar.

Menurut Dahar (2006:153), miskonsepsi adalah hasil konstruksi tentang alam sekitarnya berbeda dengan konsepsi ilmiah. Dari penjelasan tentang miskonsepsi dari para ahli diatas, maka dapat disimpulkan bahwa miskonsepsi merupakan konsep yang bertentangan dengan konsep para pakar suatu bidang tertentu. Para peneliti miskonsepsi menemukan berbagai hal yang menjadi

penyebab miskonsepsi pada siswa. Menurut Suparno (2013:30-53), penyebab miskonsepsi pada siswa adalah, pertama miskonsepsi dari sudut filsafat konstruktivisme. Secara filosofis terjadinya miskonsepsi pada siswa dapat dijelaskan dengan filsafat konstruktivisme. Filsafat konstruktivisme secara singkat menyatakan bahwa pengetahuan itu dibentuk (dikonstruksi) oleh siswa sendiri dalam kontak dengan lingkungan, tantangan, dan bahan yang dipelajari.

Oleh karena siswa sendiri yang mengonstruksikan pengetahuannya, maka tidak mustahil dapat terjadi kesalahan dalam menginstruksi. Hal ini disebabkan siswa belum terbiasa mengonstruksi konsep fisika secara tepat, belum mempunyai kerangka ilmiah yang dapat digunakan sebagai patokan. Kedua, Miskonsepsi berasal dari siswa sendiri yaitu dapat dikelompokkan dalam beberapa hal, antar lain: prakonsepsi atau konsep awal siswa, Pemikiran asosiatif, Pemikiran *humanistic*, *Reasoning* yang tidak lengkap/salah, Intuisi yang salah, Tahap perkembangan kognitif siswa, Kemampuan siswa, Minat belajar siswa. Ketiga, guru atau pengajar, keempat adalah buku teks; kelima adalah konteks; dan keenam adalah metode mengajar. Teknik untuk mendeteksi miskonsepsi yaitu dengan menggunakan peta konsep (*concept maps*), tes *multiple choice* dengan *reasoning* terbuka, tes esai tertulis, wawancara diagnosis, diskusi dalam kelas, praktikum dengan tanya jawab (Suparno, 2013:121). Beberapa peneliti menggunakan beberapa cara itu bersama-sama untuk melengkapi, seperti tes esai dengan wawancara. Yang sekiranya perlu ditekankan adalah bahwa siswa diberi kesempatan mengungkapkan gagasan mereka sehingga dapat dimengerti miskonsepsi yang dipunyai.

Miskonsepsi adalah suatu konsep yang tidak sesuai dengan konsep yang diakui oleh para ahli (Suparno, 2013:8). Bentuk miskonsepsi dapat berupa konsep awal yang salah, hubungan yang tidak benar antara konsep-konsep dan gagasan intuitif. Dengan demikian ketika seorang siswa sebelum mengikuti proses pembelajaran sudah mempunyai konsep awal atau gagasan awal yang memungkinkan konsep tersebut tidak sesuai dengan konsep yang dibawa oleh para ilmuwan. Dan tidak jarang konsep siswa, meskipun tidak cocok dengan konsep ilmiah, dapat bertahan lama dan sulit untuk diperbaiki atau diubah selama

dalam pendidikan formal. Hal ini disebabkan konsep yang mereka bawa meskipun keliru, tetapi dapat menjelaskan beberapa persoalan yang sedang mereka hadapi dalam kehidupan mereka. Menurut Brown (1992) dalam (Suparno, 2013:4) juga menjelaskan miskonsepsi sebagai suatu pandangan yang naif dan mendefinisikannya sebagai suatu gagasan yang tidak sesuai dengan pengertian ilmiah yang sekarang diterima.

Artikel mengenai *Research on Alternative Conceptions in Science* dalam (Suparno, 2013) menjelaskan bahwa konsep alternatif dalam bidang fisika dari 700 studi, ada 300 yang meneliti tentang miskonsepsi dalam mekanika, 159 tentang listrik, 70 tentang panas, optika dan sifat-sifat materi, 35 tentang antariksa serta 10 studi mengenai fisika modern. Miskonsepsi terjadi tidak lepas dari penyebab-penyebab yang menjadi faktor miskonsepsi, dan secara garis besar terjadinya miskonsepsi yaitu: siswa, guru, buku teks, konteks, dan metode mengajar. Adapun miskonsepsi yang ditimbulkan dari siswa sendiri dapat berupa prakonsepsi atau konsep awal yang salah, pemikiran asosiatif yang sering terjadi karena siswa sudah mempunyai konsep tertentu dengan arti tertentu sebelum mengikuti pembelajaran, pemikiran humanistik dengan memandang semua benda dari pandangan manusiawi, *Reasoning* yang tidak lengkap/salah, intuisi yang salah, tahap perkembangan kognitif siswa, kemampuan siswa, dan minat belajar siswa yang rendah. Penyebab miskonsepsi yang berasal dari guru/pengajar yaitu tidak menguasai bahan, tidak kompeten, tidak membiarkan siswa mengungkapkan gagasan/ide. Sedangkan pada buku teks dapat menyebabkan miskonsepsi pula ketika buku tersebut salah tulis terutama dalam penulisan rumus, penjelasan yang keliru, tingkat kesulitan buku terlalu tinggi bagi siswa, dan pada penyebab miskonsepsi karena cara mengajar hanya berisi ceramah dan menulis, dan tidak mengoreksi PR yang salah juga dapat menimbulkan miskonsepsi pada siswa (Suparno, 2013:54). Menurut Suparno (2013:55), ada banyak cara untuk membantu siswa mengatasi miskonsepsi dalam bidang fisika. Kiat untuk mengatasi terjadinya miskonsepsi dari berbagai faktor yang ditimbulkan seperti yang telah disebutkan, untuk membantu siswa mengatasi miskonsepsi secara garis besar adalah:

- a. Mencari atau mengungkap miskonsepsi yang dilakukan siswa
- b. Mencoba menemukan penyebab miskonsepsi tersebut
- c. Mencari perlakuan yang sesuai untuk mengatasi

Menurut Suparno dalam (Salamah, 2015:12) Ada banyak cara untuk mengatasi miskonsepsi siswa, tetapi tidak setiap cara itu sesuai bagi siswa yang mengalami miskonsepsi, karena adanya kesalahan siswa yang beraneka ragam. Maka penting bagi guru untuk mengetahui faktor yang menyebabkan terjadinya miskonsepsi pada siswa. Dan untuk selanjutnya diterapkan cara yang sesuai dengan kondisi dan keadaan siswa. Secara umum banyak metode yang dapat membantu miskonsepsi siswa dengan menghadapkan siswa pada suatu data anomali yaitu, data yang bertentangan dengan gagasan awal siswa. Sehingga dalam diri siswa muncul suatu konflik dan pemikiran siswa, dan diharapkan ada perubahan konsep dalam diri mereka. Sangat penting dalam pembelajaran, apabila guru selalu mempertanyakan kepada siswa gagasan dan konsep yang siswa ketahui. Dengan menggunakan metode apapun, perlu untuk menanyakan gagasan awal siswa, karena dengan hal tersebut dapat mengetahui miskonsepsi yang dibawa atau dipunyai siswa, setidaknya menanyakan mengapa siswa mempunyai gagasan seperti itu.

2.7 CRI (*Certainty of Response Index*)

Untuk mengidentifikasi terjadinya miskonsepsi, sekaligus dapat membedakannya dengan tidak tahu konsep, Saleem Hasan (1999:294-299) telah mengembangkan suatu metode identifikasi yang dikenal dengan istilah CRI (*Certainty of Response Index*), yang merupakan ukuran tingkat keyakinan/kepastian responden dalam menjawab setiap pertanyaan (soal) yang diberikan. CRI biasanya didasarkan pada suatu skala dan diberikan bersamaan dengan setiap jawaban suatu soal. Tingkat kepastian jawaban tercermin dalam skala CRI yang diberikan, CRI yang rendah menandakan ketidakpercayaan konsep pada diri responden dalam menjawab suatu pertanyaan, dalam hal ini jawaban biasanya ditentukan atas dasar tebakan semata. Sebaliknya CRI yang tinggi mencerminkan keyakinan dan kepastian konsep yang tinggi pada diri responden

dalam menjawab pertanyaan, dalam hal ini unsur tebakan sangat kecil. Seorang responden mengalami miskonsepsi atau tidak tahu konsep dapat dibedakan secara sederhana dengan cara membandingkan benar tidaknya jawaban suatu soal dengan tinggi rendahnya indeks kepastian jawaban (CRI) yang diberikannya untuk soal tersebut. CRI sering kali digunakan dalam survei-survei, terutama yang meminta responden untuk memberikan derajat kepastian yang dia miliki dari kemampuannya untuk memilih dan mengutilisasi pengetahuan, konsep-konsep, atau hukum-hukum yang terbentuk dengan baik dalam dirinya untuk menentukan jawaban dari suatu pertanyaan (soal).

Tabel 2.3 CRI dan kriterianya

CRI	Kriteria
0	<i>(Totally guessed answer)</i>
1	<i>(Almost guess)</i>
2	<i>(Not sure)</i>
3	<i>(Sure)</i>
4	<i>(Almost Certain)</i>
5	<i>(Certain)</i>

(Saleem Hasan, 1999:297)

Angka 0 menandakan tidak tahu konsep sama sekali tentang metode-metode atau hukum-hukum yang diperlukan untuk menjawab suatu pertanyaan (jawaban ditebak secara total), sementara angka 5 menandakan kepercayaan diri yang penuh atas kebenaran pengetahuan tentang prinsip-prinsip, hukum-hukum dan aturan-aturan yang dipergunakan untuk menjawab suatu pertanyaan (soal), tidak ada unsur tebakan sama sekali. Dengan kata lain, ketika seorang responden diminta untuk memberikan CRI bersamaan dengan setiap jawaban suatu pertanyaan (soal), sebenarnya dia diminta untuk memberikan penilaian terhadap dirinya sendiri akan kepastian yang dia miliki dalam memilih aturan-aturan, prinsip-prinsip dan hukum-hukum yang telah tertanam dibenaknya hingga dia dapat menentukan jawaban dari suatu pertanyaan.

Jika derajat kepastiannya rendah (CRI 0 - 2), maka hal ini menggambarkan bahwa proses penebakan (*guess work*) memainkan peranan yang signifikan dalam menentukan jawaban. Tanpa memandang apakah jawaban benar atau salah, nilai CRI yang rendah menunjukkan adanya unsur penebakan, yang secara tidak langsung mencerminkan ketidaktahuan konsep yang mendasari penentuan

jawaban. Jika CRI tinggi (CRI 3 - 5), maka responden memiliki tingkat kepercayaan diri (*confidence*) yang tinggi dalam memilih aturan-aturan dan metode-metode yang digunakan untuk sampai pada jawaban. Dalam keadaan ini (CRI 3 - 5), jika responden memperoleh jawaban yang benar, ini dapat menunjukkan bahwa tingkat keyakinan yang tinggi akan kebenaran konsepsi fisiknya telah dapat teruji (*justified*) dengan baik. Akan tetapi, jika jawaban yang diperoleh salah, ini menunjukkan adanya suatu kekeliruan konsepsi dalam pengetahuan tentang suatu materi subyek yang dimilikinya, dan dapat menjadi suatu indikator terjadinya miskonsepsi. Dari ketentuan-ketentuan seperti itu, menunjukkan bahwa dengan CRI yang diminta, ketika digunakan bersamaan dengan jawaban untuk suatu pertanyaan, memungkinkan untuk dapat membedakan antara miskonsepsi dan tidak tahu konsep (Tayubi, 2005).

Untuk mengidentifikasi terjadinya miskonsepsi, sekaligus dapat membedakannya dengan tidak tahu konsep, Saleem Hasan (dalam Tayubi, 2005:5), telah mengembangkan suatu metode identifikasi yang dikenal dengan istilah CRI (*Certainty of Response Indeks*), yang merupakan ukuran tingkat keyakinan/kepastian responden dalam menjawab setiap pertanyaan (soal) yang diberikan. Tingkat kepastian jawaban tercermin dalam skala CRI yang diberikan, CRI yang rendah menandakan ketidakyakinkan konsep pada diri responden dalam menjawab suatu pertanyaan, dalam hal ini biasanya jawaban siswa didasarkan atas tebakan semata. Sebaliknya CRI yang tinggi mencerminkan keyakinan dan kepastian konsep yang tinggi pada diri responden dalam menjawab pertanyaan.

Seperti telah dikemukakan di atas, bahwa CRI merupakan ukuran tingkat kepastian responden dalam menjawab setiap pertanyaan. Indeks ini secara umum tergolong tipe skala Likert. Secara khusus, untuk setiap pertanyaan dalam tes berbentuk pilihan ganda misalnya, responden diminta untuk :

- 1) Memilih suatu jawaban yang dianggap benar dari alternatif pilihan yang tersedia.
- 2) Memberikan CRI, antara 0 - 5, untuk setiap jawaban yang dipilihnya. CRI 0 diminta jika jawaban yang dipilih hasil tebakan murni, sedangkan CRI 5

diminta jika jawaban telah dipilih atas dasar pengetahuan dan skil yang sangat ia yakini kebenarannya.

Tabel 2.4 dan 2.5 berikut menunjukkan empat kemungkinan kombinasi dari jawaban (benar atau salah) untuk tiap responden secara individu dan kelompok. Pengidentifikasi miskonsepsi untuk kelompok responden dapat dilakukan dengan cara yang sama seperti untuk individu, kecuali harga CRI diambil merupakan hasil peratarataan CRI tiap responden. Dalam kasus kelompok pada umumnya sebagian jawaban dari pertanyaan yang diberikan benar dan sebagian lagi salah.

Tabel 2.4 Ketentuan untuk membedakan antara tahu konsep, miskonsepsi dan tidak tahu untuk responden secara individu

Kriteria Jawaban	CRI rendah (<2,5)	CRI tinggi (>2,5)
Jawaban benar	Jawaban benar tapi CRI rendah berarti tidak tahu konsep (lucky guess)	Jawaban benar tapi CRI tinggi berarti menguasai konsep dengan baik
Jawaban salah	Jawaban salah tapi CRI rendah berarti tidak tahu konsep	Jawaban salah tapi CRI tinggi berarti terjadi miskonsepsi

Saleem Hasan (Tayubi, 2005)

Untuk seorang responden dan untuk suatu pertanyaan yang diberikan, jawaban benar dengan CRI rendah menandakan tidak tahu konsep, dan jawaban benar dengan CRI tinggi menunjukkan penguasaan konsep yang tinggi. Jawaban salah dengan CRI rendah menandakan tidak tahu konsep dan jawaban salah dengan CRI tinggi menandakan terjadinya miskonsepsi.

Tabel 2.5 Ketentuan untuk membedakan antara tahu konsep, miskonsepsi dan tidak tahu konsep untuk responden secara kelompok

Kriteria Jawaban	CRI rendah (<2,5)	CRI tinggi (>2,5)
Jawaban benar	Jawaban benar tapi rata-rata CRI rendah berarti tidak tahu konsep (lucky guess)	Jawaban benar tapi rata-rata CRI tinggi berarti menguasai konsep dengan baik
Jawaban salah	Jawaban salah tapi rata-rata CRI rendah berarti tidak tahu konsep	Jawaban salah tapi rata-rata CRI tinggi berarti terjadi miskonsepsi

Saleem Hasan (Tayubi, 2005)

Saleem Hasan (dalam Tayubi, 2005:7), menyatakan bahwa untuk suatu pertanyaan yang diberikan, total CRI untuk jawaban salah diperoleh dengan cara

menjumlahkan CRI dari semua responden yang jawabannya salah untuk pertanyaan tersebut. Rata-rata CRI untuk jawaban salah, untuk suatu pertanyaan yang diberikan diperoleh dengan cara membagi jumlah tersebut diatas dengan jumlah responden yang jawabannya salah untuk pertanyaan tersebut. Total CRI untuk jawaban benar diperoleh dengan cara yang sama. Untuk suatu pertanyaan yang diberikan, total CRI untuk jawaban salah diperoleh dengan cara menjumlahkan CRI dari semua responden yang jawabannya salah untuk pertanyaan tersebut. Rata-rata CRI untuk jawaban salah, untuk suatu pertanyaan yang diberikan diperoleh dengan cara membagi jumlah tersebut di atas dengan jumlah responden yang jawabannya salah untuk pertanyaan tersebut. Dengan cara serupa, total CRI untuk jawaban benar diperoleh dengan cara menjumlahkan CRI dari semua responden yang jawabannya benar untuk pertanyaan tersebut. Rata-rata CRI untuk jawaban benar, untuk suatu pertanyaan yang diberikan diperoleh dengan cara membagi jumlah tersebut di atas dengan jumlah responden yang jawabannya benar untuk pertanyaan tersebut (Tayubi, 2005).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Kegiatan

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan juli semester ganjil tahun ajaran 2017/2018, adapun tempat penelitian yang akan dipilih oleh peneliti adalah SMA Muhammadiyah 3 Jember dan SMAN 1 Arjasa dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut :

- a. Sekolah yang bersangkutan bersedia untuk menjadi tempat penelitian yang diajukan oleh peneliti.
- b. Sekolah tersebut memiliki latar belakang atau kriteria yang telah disebutkan oleh peneliti sehingga dapat dilakukan penelitian.
- c. Kerjasama yang baik dengan sekolah-sekolah tersebut.

3.2 Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional adalah definisi yang dirumuskan oleh peneliti tentang istilah-istilah yang ada pada masalah peneliti dengan maksud untuk menyamakan persepsi antara peneliti dengan orang-orang yang terkait dengan penelitian (Sanjaya, 2013:287). Untuk menghindari kesalahan dalam penafsirannya, maka dalam penelitian ini, ada dua istilah yang perlu didefinisikan :

- a. Miskonsepsi adalah kekeliruan konsep yang terjadi pada siswa dalam mengerjakan soal atau tes evaluasi yang disebabkan oleh cara pembelajaran oleh guru, cara belajar siswa atau buku teks pembelajaran.
- b. Persentase miskonsepsi adalah jumlah kesalahan konsep yang dinyatakan dalam bentuk persen yang mengindikasikan total keseluruhan miskonsepsi yang dialami oleh siswa pada materi pembelajaran fisika.

3.3 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah adalah penelitian analisis deskriptif kualitatif. Menurut Sanjaya (2013:47) bahwa penelitian deskriptif kualitatif adalah metode penelitian yang bertujuan untuk menggambarkan secara utuh dan mendalam

tentang realitas sosial dan berbagai fenomena yang terjadi di masyarakat yang menjadi subjek penelitian sehingga tergambaran ciri, karakter, sifat dan model dari fenomena tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jenis dan persentase miskonsepsi yang terjadi pada siswa terhadap materi momentum, impuls dan tumbukan. Menurut Sugiyono (2011:12), penelitian kualitatif sering disebut penelitian naturalistik karena penelitiannya dilakukan pada kondisi yang alamiah (*natural setting*) dan data hasil penelitian merupakan data kualitatif artinya gejala yang diamati dipaparkan dalam bentuk kalimat, kata atau gambar. Penelitian ini dilakukan pada objek yang alamiah. Objek yang alamiah adalah objek yang berkembang apa adanya, tidak dimanipulasi oleh peneliti dan kehadiran peneliti tidak mempengaruhi dinamika pada objek tersebut (Sugiyono, 2011:13).

3.4 Subjek Penelitian

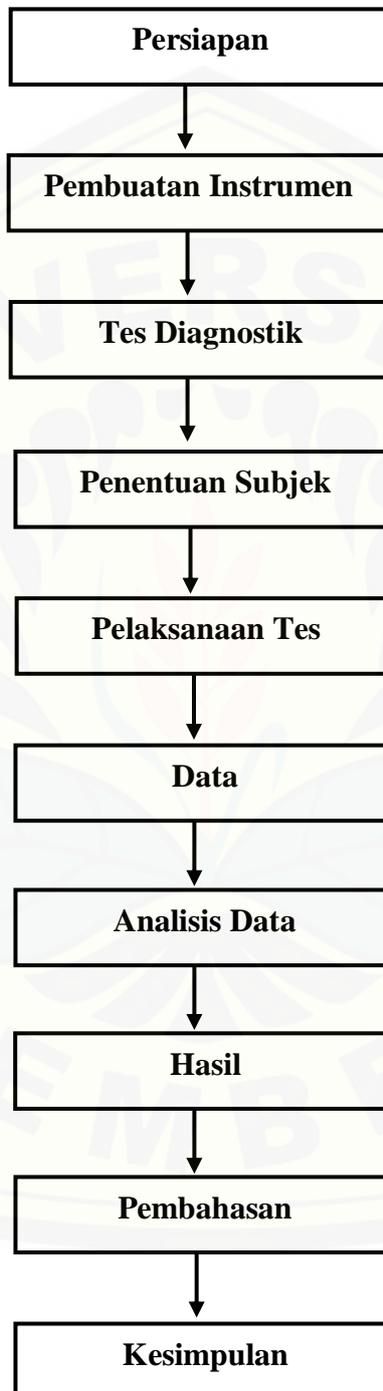
Subjek penelitian adalah subjek yang dituju untuk diteliti oleh peneliti (Arikunto, 2013:188). Menurut Sanjaya (2013:17) bahwa subjek penelitian adalah orang yang terlibat dalam penelitian sebagai sumber data, subjek penelitian berkaitan dengan populasi dan sampel penelitian. Subjek penelitian dalam penelitian ini adalah siswa yang telah mempelajari atau diajarkan tentang konsep momentum, impuls dan tumbukan. Adapun sekolah dan kelas yang akan dijadikan subjek penelitian adalah siswa kelas XII IPA (Ilmu Pengetahuan Alam) SMA Muhammadiyah 3 Jember dan siswa kelas XII IPA SMAN Arjasa tahun ajaran 2017/2018. Jumlah kelas XII IPA di SMA Muhammadiyah 3 Jember adalah 5 kelas yang terdiri dari XII IPA 1, XII IPA 2, XII IPA 3, XII IPA 4, dan XII IPA 5, sedangkan pada SMAN Arjasa juga terdapat 5 kelas XII IPA. Jumlah siswa dari setiap kelas rata-rata terdiri dari 39 sampai 40 siswa untuk sekolah yang bersangkutan. Dalam penelitian ini akan dipakai salah satu kelas XII IPA pada masing-masing sekolah. Kemudian siswa yang telah diambil untuk menjadi objek penelitian, akan diberikan soal berupa tes diagnostik empat tahap pilihan ganda tentang momentum, impuls dan tumbukan yang dilengkapi dengan CRI. Setelah siswa menjawab soal tersebut, maka langkah selanjutnya adalah menganalisis

hasil jawaban siswa menggunakan analisis CRI (*Certainty of Response Index*) dan analisis tes empat tahap (*Four-Tier Test*). Adapun kombinasi jawaban dari siswa akan digunakan untuk mengetahui siswa yang mengalami miskonsepsi, tidak paham konsep, paham konsep dan error (salah konsep) berdasarkan kombinasi jawaban *four-tier test*.



3.5 Alur Penelitian

Penelitian ini memiliki alur penelitian seperti yang akan diuraikan pada Gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian

3.6 Langkah Penelitian

Langkah penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti antara lain adalah sebagai berikut :

a. Persiapan

Sebelum melakukan penelitian, ada beberapa hal yang harus dipersiapkan oleh peneliti sebelum terjun ke lapangan, antara lain ialah merumuskan masalah penelitian dan mengidentifikasi masalah yang dirumuskan sesuai dengan latar belakang masalah yang didasarkan pada data dan fakta di lapangan, serta melakukan studi pustaka yang berkaitan dengan apa yang menjadi kebutuhan peneliti. Studi pustaka penting dilakukan agar peneliti dapat memahami lebih luas dan lebih dalam tentang tema penelitiannya.

b. Pembuatan Instrumen

Setelah peneliti melakukan persiapan, maka langkah selanjutnya adalah membuat instrumen berupa tes diagnostik pilihan ganda terhadap sekolah dan kelas yang menjadi objek penelitian. Tes diagnostik adalah tes yang digunakan khusus untuk menguji pemahaman siswa terhadap materi tertentu, atau dapat juga digunakan untuk mendeteksi atau mendiagnosa terjadinya miskonsepsi pada siswa. Instrumen yang akan digunakan diambil dari soal pilihan ganda yang sudah tervalidasi atau soal yang sudah dibuat oleh para pakar. Dalam hal ini, peneliti akan memberikan tes diagnostik empat tahap (*four-tier diagnostic test*) berupa pilihan ganda yang dilengkapi dengan pengisian indeks CRI kepada siswa mengenai konsep momentum, impuls dan tumbukan.

Jumlah butir tes pilihan ganda yang akan diberikan berjumlah 20 soal yang dilengkapi dengan CRI (*Certainty of Response Index*), dalam tes diagnostik empat tahap, setiap soal disusun dalam 4 tingkatan, yaitu tingkat pertama untuk soal pengetahuan dalam bentuk pilihan ganda dengan lima pilihan jawaban, tingkat kedua berisi tentang tingkat keyakinan atas jawaban pada tingkat pertama, tingkat ketiga berisi tentang penyajian alasan jawaban pada tingkat pertama, serta tingkat keempat berisi tentang tingkat keyakinan atas alasan jawaban pada tingkat ketiga, dalam hal ini peserta diminta untuk mengisi nilai CRI, antara 0 - 5, untuk setiap jawaban yang dipilihnya. CRI 0 diminta jika jawaban yang dipilih hasil tebakan

murni, sedangkan CRI 5 diminta jika jawaban telah dipilih atas dasar pengetahuan dan skil yang sangat ia yakini kebenarannya.

c. Tes Diagnostik

Setelah pembuatan instrumen, maka tes diagnostik diuji pada subjek, yaitu siswa SMA kelas XII. Dalam hal ini, peneliti hanya memberikan soal tes diagnostik kepada siswa, dari soal tersebut, terdapat indeks CRI yang harus diisi oleh siswa. Penjelasan tentang cara pengisian indeks CRI akan disampaikan oleh peneliti kepada para siswa, sehingga siswa paham bagaimana cara mengisi indeks CRI dengan benar. Dari langkah tersebut akan diperoleh data yang akan digunakan untuk menemukan adanya sebuah miskonsepsi.

d. Data

Pada tahap penelitian, akan didapatkan data yang dibutuhkan oleh peneliti, jenis data yang akan diperoleh pada saat penelitian adalah data interval. Data yang bersangkutan berupa jawaban dan nilai CRI siswa yang didapat dari 12 butir tes diagnostik empat tahap berupa pilihan ganda yang dilengkapi dengan CRI. Indikator yang digunakan untuk mendapatkan data penelitian ini adalah indikator ranah kognitif yang disesuaikan dengan silabus mata pelajaran fisika kelas XI kurikulum 2013, yaitu mengukur kemampuan siswa dalam memahami konsep momentum, impuls dan tumbukan melalui soal tes diagnostik pilihan ganda yang dilengkapi dengan CRI (*Certainty of Response Index*), dimana CRI akan membedakan antara siswa yang tahu konsep, miskonsepsi dengan siswa yang tidak mengerti konsep. Namun dalam kombinasi jawaban four-tier test, akan dapat dikelompokkan antara siswa yang mengalami miskonsepsi, Tidak Tahu Konsep (TPK), Paham Konsep (PK), dan error. Sistem pengelompokan siswa didasarkan atas pilihan jawaban, alasan, dan nilai CRI yang diberikan oleh siswa pada saat mengerjakan tes diagnostik empat tahap.

e. Analisis Data

Setelah data didapatkan, maka langkah selanjutnya dilakukan analisis data terhadap sampel yang sudah didapat, analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis CRI (*Certainty Response of Index*) dan analisis jawaban dan alasan pada tes empat tahap (*four-tier test*) yang digunakan dalam

instrumen. Dalam hal ini, peneliti mengoreksi jawaban siswa pada setiap nomor, kemudian menyesuaikan jawaban tersebut dengan kombinasi jawaban four tier test, lalu menggolongkan berapa jumlah siswa miskonsepsi, tidak paham konsep, paham konsep, dan error untuk setiap nomor soal tes diagnostik pilihan ganda. Langkah yang digunakan dalam CRI terdiri dari dua bagian, yaitu mencari-rata-rata CRI jawaban benar dan jawaban salah, dan menentukan fraksi siswa yang menjawab benar dan siswa yang menjawab salah.

Bagian pertama, dalam mencari rata-rata CRI, peneliti membedakan antara jawaban benar dan jawaban salah kemudian mencari rata-rata CRI dari jawaban benar dan rata-rata CRI jawaban salah. Sedangkan bagian kedua, dalam menentukan fraksi siswa jawaban benar dan fraksi siswa jawaban salah, peneliti membedakan dan mengelompokkan berapa jumlah siswa yang menjawab benar dan jumlah siswa yang menjawab salah pada setiap nomor, kemudian dari jumlah siswa tersebut peneliti mencari nilai fraksi siswa jawaban benar dan nilai fraksi siswa jawaban salah. Hasil yang didapat disajikan dalam bentuk tabel kemudian dianalisis. Sedangkan pada analisis jawaban dan alasan pada tes diagnostik empat tahap, yaitu melihat kombinasi jawaban yang dibuat oleh siswa, diantaranya tahap pertama yang berisi soal pilihan ganda, tahap kedua tentang indeks CRI atas jawaban tahap pertama, tahap ketiga adalah alasan atas jawaban pada tahap pertama, dan tahap keempat adalah indeks CRI atas alasan yang dibuat pada tahap ketiga.

f. Pembahasan

Membahas hasil penelitian adalah proses menginterpretasikan data yang diperoleh dan membandingkannya dengan teori melalui studi pustaka, sehingga peneliti dapat memberikan argumentasi atau rasionalitas hasil penelitian (Sanjaya, 2013:65). Langkah selanjutnya setelah menganalisis data, adalah melakukan pembahasan terhadap analisis data, pembahasan dalam penelitian ini akan mengacu pada dua parameter, yaitu jenis miskonsepsi yang dialami siswa dan besar persentase miskonsepsi. Dari data yang akan dibahas akan terlihat miskonsepsi apa saja yang terjadi pada siswa dalam materi momentum, impuls dan tumbukan serta jumlah persentase miskonsepsi pada siswa kelas XII. Melalui

analisis menggunakan CRI dan analisis kombinasi jawaban *four-tier test*, akan terdapat perbedaan antara siswa yang tahu konsep, miskonsepsi dengan siswa yang tidak mengerti konsep, hasil tersebut dapat diketahui dengan melihat kombinasi jawaban yang dibuat oleh siswa dalam tes diagnostik empat tahap.

Dengan perbedaan tersebut, akan diringkas melalui sebuah pernyataan jenis miskonsepsi apa saja yang dialami oleh siswa, dari miskonsepsi tersebut, akan ditelusuri materi atau konsep apa yang paling dominan terjadi miskonsepsi. Setelah peneliti mengetahui jenis miskonsepsinya, kemudian mengidentifikasi faktor dan penyebab miskonsepsi yang terjadi pada siswa. Setelah mengetahui jenis miskonsepsi, kemudian menghitung berapa besar persentase jenis miskonsepsi yang dialami oleh siswa, dari persentase tersebut dapat diketahui berapa persen siswa yang mengalami miskonsepsi, salah konsep dan tidak paham konsep.

g. Kesimpulan

Bagian terakhir dari langkah penelitian ini adalah kesimpulan. Kesimpulan yang dibuat oleh peneliti menjawab rumusan masalah yang telah dikemukakan sebelumnya, yaitu jenis miskonsepsi dan besar persentase miskonsepsi yang terjadi pada siswa kelas XII. Dalam menyimpulkan jenis miskonsepsi, yaitu dengan menyebutkan konsep apa saja yang mengalami miskonsepsi pada materi momentum, impuls dan tumbukan, dari hasil tersebut akan disimpulkan konsep yang paling dominan mengalami miskonsepsi. Sedangkan dalam persentase miskonsepsi, yaitu dengan menghitung berapa persen siswa yang mengalami miskonsepsi, tidak paham konsep, paham konsep dan error (salah konsep)

3.7 Teknik Analisis Data

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah dipaparkan, maka teknik analisis data yang akan digunakan oleh peneliti adalah CRI (*Certainty of Response Index*) dan analisis kombinasi jawaban *four-tier test*. berikut ini akan dijelaskan teknik analisis data menggunakan CRI :

- a. Mencari rata-rata CRI jawaban benar dan jawaban salah dari soal tes diagnostik empat tahap pokok bahasan materi momentum, impuls dan tumbukan yang diujikan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$R_b = \frac{\sum CRI_b}{n_b} ; R_s = \frac{\sum CRI_s}{n_s} \quad (3.3)$$

Keterangan :

R_b = rata-rata CRI untuk jawaban benar

$\sum CRI_b$ = jumlah nilai CRI untuk jawaban benar

n_b = jumlah siswa yang menjawab benar

R_s = rata-rata CRI untuk jawaban salah

$\sum CRI_s$ = jumlah nilai CRI untuk jawaban salah

n_s = jumlah siswa yang menjawab salah

- b. Menentukan fraksi siswa yang menjawab benar dan fraksi siswa yang menjawab salah dalam soal tes diagnostik empat tahap dari total seluruh siswa di kelas, dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$f_b = \frac{n_b}{T} ; f_s = \frac{n_s}{T} \quad (3.4)$$

Keterangan :

f_b = fraksi siswa yang menjawab benar dari total siswa

n_b = jumlah siswa yang menjawab benar

f_s = fraksi siswa yang menjawab salah dari total siswa

n_s = jumlah siswa yang menjawab salah

T = jumlah total siswa

(Tayubi, 2005:7).

c. Tes Diagnostik Empat Tahap

Salah satu teknik untuk mendiagnosis miskonsepsi siswa yaitu dengan tes diagnostik miskonsepsi. Tes diagnostik menurut Arikunto (2007) dalam Ismail (2015:381) merupakan tes yang dilakukan untuk mengetahui kelemahan-kelemahan siswa sehingga berdasarkan hasil tes tersebut dapat dilakukan penanganan yang tepat. Dalam tes diagnostik empat tahap, siswa diminta untuk mengisi jawaban soal pilihan ganda tentang materi momentum, impuls dan tumbukan dengan empat tahap (tingkat) jawaban, antara lain sebagai berikut :

1. Tahap pertama

Tahap pertama berisi tentang soal pengetahuan atau soal pilihan ganda materi momentum, impuls dan tumbukan. dalam soal tersebut siswa memilih jawaban yang tersedia diantara lima pilihan jawaban.

2. Tahap Kedua

Pada tahap kedua, siswa diminta untuk mengisi indeks CRI (*Certainty of Response Index*), indeks tersebut diisi oleh siswa atas jawabannya pada tahap pertama. Nilai skala indeks CRI adalah 0 - 5

3. Tahap Ketiga

Setelah siswa mengisi indeks CRI pada tahap kedua, maka siswa menuliskan alasan mengapa mereka memilih jawaban tersebut, jawaban pada tahap ketiga diisi oleh siswa sebagai alasan untuk jawaban pada tahap pertama.

4. Tahap Keempat

Pada tahap terakhir (tahap keempat), siswa diminta kembali untuk mengisi indeks CRI, sebagai nilai tingkat keyakinan siswa dalam menuliskan alasan pada tahap ketiga.

Setelah siswa mengisi jawaban seluruh soal pilihan ganda yang disertai dengan tes diagnostik empat tahap, kemudian jawaban siswa tersebut dianalisis menggunakan perhitungan indeks CRI untuk mengetahui dan mengidentifikasi terjadinya miskonsepsi yang dialami oleh siswa. Melalui tes diagnostik empat tahap, maka ada empat kemungkinan yang dialami oleh siswa pada materi momentum, impuls dan tumbukan, antara lain, siswa yang paham konsep, miskonsepsi, salah konsep dan tidak paham konsep. Diantara empat kemungkinan

tersebut, akan diteliti miskonsepsi yang terjadi pada siswa, konsep apa saja yang paling dominan mengalami miskonsepsi. Kemudian jumlah miskonsepsi tersebut akan dipersentase untuk mengetahui berapa persen siswa yang mengalami miskonsepsi pada materi yang bersangkutan, dalam hal ini materi momentum, impuls dan tumbukan.



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dari hasil dan pembahasan yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya, peneliti menarik kesimpulan mengenai miskonsepsi dan besar persentase miskonsepsi pada siswa SMA kelas XII dalam materi momentum, impuls dan tumbukan antara lain sebagai berikut:

- a. Miskonsepsi yang dialami oleh siswa kelas XII IPA 4 di SMA Muhammadiyah 3 Jember didominasi pada materi momentum dengan miskonsepsi sebagai berikut: 1) Sebuah benda yang memiliki massa maka akan mempunyai momentum, 2) Satuan momentum adalah J, 3) Momentum berhubungan dengan tekanan, maka tekanan bisa dihitung melalui massa, dan 4) Benda yang memiliki momentum, tidak selalu memiliki energi kinetik. Sedangkan jenis miskonsepsi yang dialami oleh siswa kelas XII IPA 3 di SMAN 1 Arjasa didominasi pada konsep hubungan antara momentum dan energi dengan miskonsepsi sebagai berikut: 1) Usaha berkaitan dengan gaya dan perpindahan, bukan perubahan energi, dan 2) Gaya dan waktu berkaitan dengan perubahan energi.
- b. Jumlah persentase setiap aspek miskonsepsi siswa kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember adalah sebesar 10% sedangkan persentase setiap aspek miskonsepsi siswa kelas XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa adalah sebesar 16%, jadi persentase miskonsepsi siswa kelas XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa lebih tinggi dari persentase miskonsepsi siswa kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember dalam tes diagnostik empat tahap pokok bahasan momentum, impuls dan tumbukan.

Berdasarkan kesimpulan diatas, siswa kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember mempunyai jumlah persentase setiap aspek miskonsepsi sebesar 10% dengan miskonsepsi terjadi pada konsep momentum, sedangkan jumlah persentase setiap aspek miskonsepsi yang dimiliki oleh siswa kelas XII IPA 3

SMAN 1 Arjasa adalah sebesar 16% dengan miskonsepsi terjadi pada konsep hubungan antara momentum dan energi.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ditemukan jenis-jenis miskonsepsi dan persentase setiap aspek miskonsepsi yang ada pada siswa kelas XII IPA 4 SMA Muhammadiyah 3 Jember dan siswa kelas XII IPA 3 SMAN 1 Arjasa, peneliti mengharapkan:

- a. Usaha dari sekolah untuk memilih model pembelajaran yang lain atau memberikan banyak aktivitas pada konsep momentum, impuls dan tumbukan.
- b. Bagi peneliti lain, dengan adanya hasil penelitian ini, untuk mengaplikasikan model pembelajaran yang ada untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Adadan, E., & Savasci F. 2012. An analysis of 16-17-year-old students' understanding of solution chemistry concepts using a two-tier diagnostic instrument. *International Journal of Science Education*. 34(4) : 513-544.
- Adam, W.K. dan Wieman, C.E. 2011 .Development and Validation of Instruments to Measure Learning of Expert-Like Thinking. *International Journal of Science Education*. 33(9) : 1289-1312.
- Arikunto, S. 2007. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta : Bumi Aksara
- Arikunto, S. 2013. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan praktek*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Aydın, Ö. 2007. Assessing Tenth Grade Students' Difficulties About Kinematics Graphs by a Three-tier Test. *Unpublished master thesis*. Ankara : Middle East Technical University,
- Berg, E. V. 1991. *Miskonsepsi fisika dan Remidiasi*. Salatiga:. Universitas Kristen Satya Wacana
- Brown. 1992. Using Examples and Analogies to Remediate Misconceptions in Physics : Factor Influencing Conceptual Change. *Journal of Research in Science Teaching*. 29 (1) : 17-34.
- Caleon, I. S., & Subramaniam, R. 2010a. Development and application of a three-tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of waves. *International Journal of Science Education*, 32(7), 939-961.
- Caleon, I. S., & Subramaniam, R. 2010b. Do students know what they know and what they don't know? Using a four-tier diagnostic test to assess the nature of students' alternative conceptions. *Research in Science Education*, 40, 313-337.
- Chen, C. C., Lin, H. S., & Lin, M. L. 2002. Developing a two-tier diagnostic instrument to assess high school students' understanding- the formation of images by plane mirror. *Proc. Natl. Sci. Counc. ROC(D)*, 12(3) : 106-121.
- Dahar, Ratna Willis. 2006. *Teori-teori Belajar dan pembelajaran*. Jakarta : Erlangga.

- Daryanto. 2008. *Evaluasi Pendidikan*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Depdiknas. 2007. Pedoman Pengembangan Tes Diagnostik Mata Pelajaran IPA SMP/MTs. Jakarta : Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Pertama.
- Giancoli, Douglas. C. 2001. *Fisika Edisi Kelima Jilid Pertama*. Jakarta : Erlangga.
- Giancoli, Douglas. C. 2014. *Fisika Edisi Ketujuh Jilid Pertama*. Jakarta :Erlangga.
- Griffard, P. B. & Wandersee, J. H. 2001. The two-tier instrument on photosynthesis: what does it diagnose? *International Journal of Science Education*. 23(10) : 1039-1052.
- Gurel, D. K., A. Eryilmaz dan L. C. McDermott. 2015. A Review and Comparison of Diagnostic Instruments to Identify Students' Misconceptions in Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 11 (5) : 989-1008.
- Hammer, D. 1996 . More Than Misconception : Multiple Perspective on Student Knowledge and Reasoning, and an Appropriate Role for Education Research. *American Jurnal Physics*. 64 (10) : 1316-1325.
- Hasan, S., Bagayoko, D., & Kelley, E. L. 1999. Misconceptions and the certainty of response index (CRI). *Physics Education*. 34(5) : 294-299.
- Ismail, I. I., A. Samsudin, E. Suhendi, dan I. Kaniawati. 2015. Diagnostik Miskonsepsi Melalui Listrik Dinamis Four Tier Test. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains 2015 (SNIPS 2015)*. 8 – 9 Juni 2015. 381-384
- Kaltakci, Derya. 2012. *Development and Application of a Four Tier Test to Assess Pre-Service Physics Teachers Misconceptions About Geometrical Optics*. Ankara : Department of Secondary Science and Mathematics Education Middle East Technical University.
- Klammer, J. 1998. An Overview of Techniques for Identifying, Acknowledging and Overcoming Alternate Conceptions in Physics Education, 1997/98 Klingenstein Project Report, Teachers College : Columbia University.

- Kutluay, Y. 2005. *Diagnosis of eleventh grade students' misconceptions about geometric optic by a three-tier test*. Unpublished master thesis, Middle East Technical University, Ankara.
- Lusiana, Naning, L. Kurniawati dan A. B. Mulyanto. 2015. Analisis Miskonsepsi Siswa Pokok Bahasan Momentum dan Impuls di Kelas XII IPA 4 SMA Negeri 4 Lubuklinggau Tahun Pelajaran 2015/2016. <http://mahasiswa.mipastkipllg.com/repository/JURNAL+%20naning%20lusiana.pdf>. [Diakses pada 15 Maret 2017].
- Mursalin. 2013. Model remediasi miskonsepsi materi rangkaian listrik dengan pendekatan simulasi PhET. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 9 : 1-7.
- Nurdiana, D. Y. 2017. Penggunaan Tes Diagnostik Pilihan Ganda Beralasan Untuk menilai Penalaran Siswa SMA pada Materi Sistem Ekskresi. *Skripsi*. Bandung : Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Pasundan.
- Peşman, H., & Eryilmaz, A. 2010. Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *The Journal of Educational Research*. 103 : 208-222.
- Priyambodo, T. K. dan B.M. E. Jati, 2009. *Fisika Dasar untuk Mahasiswa Ilmu Komputer dan Informatika*. Yogyakarta : ANDI.
- Salamah, A. A. A. 2015. Analisis Miskonsepsi Siswa Menggunakan Pendekatan Kognitif Menurut Teori Piaget pada Materi Optik Kelas VIII MTs NU Mu'allimat Kudus. *Skripsi*. Semarang : Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Walisongo.
- Sanjaya, Wina. 2013. *Penelitian Pendidikan : Jenis, Metode dan Prosedur*. Jakarta : Kencana Prenada Media Group.
- Sari, Desi Alfinda. 2016. Pengertian Penilaian Diagnostik. <http://www.eurekapendidikan.com/2016/06/pengertian-penilaian-diagnostik.html>[Diakses pada 29 Mei 2017].
- Sarwono, Sunnaroso dan Suyatman. 2009. *Fisika 2 : Mudah dan Sederhana Untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Slavin, Robert E. 1997. *Educational Psychology, Theory and Practice*. Fifth Edition: Allyn and Bacon.

- Subali, Bambang. 2012. *Prinsip Assesmen dan Evaluasi Pembelajaran*. Yogyakarta: UNY Press.
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kombinasi*. Bandung : Alfabeta.
- Sukardi. (2008). *Evaluasi Pendidikan Prinsip dan Operasionalnya*. Yogyakarta: Bumi Aksara.
- Suparno, Paul. 2013. *Miskonsepsi & Perubahan Konsep dalam Pendidikan Fisika*. Jakarta: Grasindo.
- Sutopo. 2016. Pemahaman mahasiswa tentang konsep-konsep dasar gelombang mekanik. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 12(1) : 41-53.
- Suwarto. 2012. *Pengembangan Tes Diagnostik dalam Pembelajaran*. Jogjakarta: Graha Ilmu.
- Suwarto. 2013. *Pengembangan Tes Diagnostik dalam Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Syaifullah. 2012. *Kata-Kata Mutiara*. Sumbawa : Wildan Mandiri Press.
- Tayubi, Y. R. 2005. Identifikasi Miskonsepsi Pada Konsep-Konsep Fisika Menggunakan Certainty of Response Index .
http://file.upi.edu/Direktori/JURNAL/JURNAL_MIMBAR_PENDIDIKAN/MIMBAR_NO_3_2005/Identifikasi_Miskonsepsi_Pada_Konsep-Konsep_Fisika_Menggunakan_Certainty_of_Response_Index_%28CRI%29.pdf [Diakses pada 15 Maret 2017].
- Tim Redaksi Kamus Bahasa Indonesia. 2014. *Kamus Bahasa Indonesia*. Jakarta : Pusat Bahasa.
- Tipler, Paul. A. 1998. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Jakarta : Erlangga.
- Treagust, D. 1986. Evaluating students' misconceptions by means of diagnostic multiple choice items. *Research in Science Education*, 16 : 199-207.
- Treagust, D. 1988. Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Student's Misconceptions in Science. *International Journal of Science Education* 10(2) : 159-169.

- Treagust, D. 2006. Diagnostic Assessment in Science as A Means to Improving Teaching, Learning And Retention. *Science and Mathematics Education Centre, Curtin University of Technology*. 1-9
- Tsui, C.Y Dan Treagust, D. 2007. Understanding Genetics: Analysis Of Secondary Students' Conceptual Status. *Journal Of Research In Science Teaching*. 44(2) : 205–235.
- Tsui, C.Y. dan Treagust, D. 2010. Evaluating Secondary Student's Scientific Reasoning In Genetics Using A Two-Tier Diagnostic Instrument. *International Journal of Science Education*. 32(8) : 1073 – 1098.
- Türker, F. 2005. Developing a three tier test to assess high school students' misconceptions concerning force and motion. *Unpublished master thesis*, Middle East Technical University, Ankara.
- Tüysüz. 2009. Development of Two-Tier Diagnostic Instrument and Assess Students' Understanding In Chemistry. *Academic Journal*. 4(6) : 626-631.
- Wafiyah, N. 2012. Identifikasi miskonsepsi siswa dan faktor-faktor penyebab pada materi permutasi dan kombinasi di SMA Negeri 1 Manyar. *Gamatika*. 2(2) : 128-138.
- Wang, J. R. 2004. Development and validation of a two-tier instrument to examine understanding of internal transport in plants and the human circulatory system. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2 : 131-157.
- Widodo, Tri. 2009. *Fisika : Untuk SMA dan MA Kelas XI*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.