



**ANALISIS GAYA BERPIKIR PESERTA DIDIK DALAM  
MEREPRESENTASIKAN DIAGRAM BEBAS BENDA  
PADA MATERI HUKUM NEWTON**

Skripsi

diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Pendidikan Fisika

oleh

Puji Asih

4201415064

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2019**

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Analisis Gaya Berpikir Peserta Didik dalam Merepresentasikan Diagram Bebas Benda pada Materi Hukum Newton* karya Puji Asih NIM 4201415064 ini telah dipertahankan dalam Ujian Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang pada tanggal 16 Agustus 2019 dan disahkan oleh Panitia Ujian.

Semarang, 16 Agustus 2019



Dr. Sugianto, M.Si.  
NIP 19610219199303 1 001

Panitia

Sekretaris,

A handwritten signature in black ink, belonging to Dr. Suharto Linuwih, M.Si.

Dr. Suharto Linuwih, M.Si.  
NIP 19680714 199603 1 005

Penguji I,

A handwritten signature in black ink, belonging to Drs. Sukiswo Supeni Edie, M.Si.

Drs. Sukiswo Supeni Edie, M.Si.  
NIP 19561029 198601 1 001

Penguji II,

A handwritten signature in black ink, belonging to Isa Akhlis, S.Si., M.Si.

Isa Akhlis, S.Si., M.Si.  
NIP 19700102 199903 1 002

Anggota Penguji/

Pembimbing

A handwritten signature in black ink, belonging to Dr. Suharto Linuwih, M.Si.

Dr. Suharto Linuwih, M.Si.  
NIP 19680714 199603 1 005

## PERNYATAAN

Dengan ini, saya

nama : Puji Asih

NIM : 4201415064

program studi : Pendidikan Fisik SI

menyatakan bahwa skripsi berjudul *Analisis Gaya Berpikir Peserta Didik dalam Merepresentasikan Diagram Bebas Benda pada Materi Hukum Newton* ini benar-benar karya saya sendiri bukan jiplakan dari karya orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini telah dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, 16 Agustus 2019



Puji Asih

4201415064

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

- *Hamasaḥ Wala Taias*
- *La Tahzan, Innallaḥa Ma'ana : jangan bersedih, sesungguhnya Allah bersama kita (QS. Taubah : 40)*

Persembahan:

*Untuk Bapak Sarno, Ibu Sri Hastuti, Mbak Sari Prihatiningsih, Adik Tri Utami Ningsih, Adik Istiqomah Khairunnisa, Alm. Mbah Putri, Alm. Mbah Kakung.*

## **PRAKATA**

Alhamdulillahirrobbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Gaya Berpikir Peserta Didik dalam Merepresentasikan Diagram Bebas Benda pada Materi Hukum Newton”.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya;
2. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., selaku rektor Universitas Negeri Semarang;
3. Dr. Sugianto, M.Si., selaku dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang;
4. Dr. Suharto Linuwih, M.Si., selaku ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang sekaligus dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi;
5. Prof. Dr. Susilo, M.Si., selaku dosen wali dan seluruh dosen Jurusan Fisika FMIPA Unnes yang telah memberikan bekal ilmu selama menempuh studi;
6. Dra. Badingah, kepala SMA Negeri 1 Prembun yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian.
7. Dra. Watiyah, guru mata pelajaran fisika kelas X MIPA 1 dan X MIPA SMA Negeri 1 Prembun tahun ajaran 2018/2019 yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran kepada penulis selama melaksanakan penelitian.
8. Peserta didik kelas X MIPA 1 dan X MIPA 2 SMA Negeri 1 Prembun tahun ajaran 2018/2019 yang telah bersedia menjadi responden penelitian.
9. Keluarga Mahasiswa SMA Negeri 1 Prembun di Unnes (IMPRES);
10. Seluruh fungsionaris Hima Fisika 2016 dan Hima Fisika 2017 FMIPA Unnes;
11. Teman-teman angkatan 2015 Program Studi Pendidikan Fisika yang telah berbagi suka dan duka bersama.

12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu baik material maupun spiritual untuk menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari keterbatasan yang dimiliki sehingga skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan untuk kesempurnaan penulisan selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya.

Semarang, 16 Agustus 2019

Puji Asih  
4201415064

## ABSTRAK

Asih, Puji. 2019. *Analisis Gaya Berpikir Peserta Didik dalam Merepresentasikan Diagram Bebas Benda pada Materi Hukum Newton*. Skripsi, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, Pembimbing: Dr. Suharto Linuwih, M.Si.

Kata Kunci: Gaya Berpikir; Kemampuan Representasi Diagram Bebas Benda; Hukum Newton.

Kemampuan memecahkan masalah merupakan salah satu tujuan pembelajaran fisika yang tertuang dalam kurikulum 2013. Sebagian besar peserta didik membuat kesalahan dalam memecahkan masalah dikarenakan tidak mampu melibatkan multirepresentasi. Materi Hukum Newton memerlukan kemampuan representasi diagram bebas benda karena dapat membantu peserta didik dalam mengidentifikasi gaya-gaya yang bekerja pada suatu benda, menyelesaikan masalah Hukum Newton dan mengkontruksi persamaan matematis. Setiap peserta didik mempunyai karakteristik gaya berpikir berbeda-beda dalam merepresentasikan diagram bebas benda. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan gaya berpikir peserta didik dalam merepresentasikan diagram bebas benda dan kemampuan representasi diagram bebas benda peserta didik pada materi Hukum Newton. Subyek penelitian ini adalah peserta didik SMA Negeri 1 Prembun kelas X tahun ajaran 2018/2019. Metode pengumpulan data menggunakan angket karakteristik gaya berpikir, tes kemampuan representasi diagram bebas benda, wawancara, dan dokumentasi. Analisis kemampuan representasi diagram bebas benda mengacu pada indikator kemampuan representasi diagram bebas benda menurut Rosengrant, *et al.* (2009, hlm.5). Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) peserta didik memiliki gaya berpikir yang berbeda-beda dalam merepresentasikan diagram bebas benda pada materi Hukum Newton dan (2) kemampuan diagram bebas benda peserta didik kelas X MIPA SMA Negeri 1 Prembun tahun ajaran 2018/2019 pada materi Hukum Newton termasuk dalam kriteria *Needs Improvement* (butuh peningkatan).

# DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN .....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
PRAKATA .....	v
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB I .....	1
I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	4
1.6 Penegasan Istilah .....	4
1.7 Sistematika Penulisan .....	4
1.7.1 <i>Bagian awal</i> .....	4
1.7.2 <i>Bagian isi skripsi</i> .....	5
1.7.3 <i>Bagian akhir skripsi</i> .....	5
II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Gaya Berpikir .....	6
2.2 Kemampuan Multirepresentasi .....	6
2.3 Kemampuan Representasi .....	9
2.4 Diagram Bebas Benda .....	13
2.5 Hukum Newton Tentang Gerak .....	15
2.5.1 <i>Pengertian Gaya</i> .....	18
2.5.2 <i>Hukum I Newton</i> .....	23
2.5.3 <i>Hukum II Newton</i> .....	24
2.5.4 <i>Hukum III Newton</i> .....	28
2.6 Kerangka Berpikir .....	30
III METODE PENELITIAN .....	32
3.1 Jenis Penelitian .....	32
3.2 Desain Penelitian .....	32
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	33
3.4 Subyek Penelitian .....	33
3.5 Teknik Pengumpulan Data .....	33
3.5.1 <i>Pengertian Gaya</i> .....	34
3.5.2 <i>Hukum I Newton</i> .....	34
3.6 Instrumen Penelitian .....	35



3.6.1	<i>Instrumen Angket Pengklasifikasian Gaya Berpikir Peserta Didik</i> .....	35
3.6.2	<i>Soal Tes Tertulis</i> .....	36
3.6.3	<i>Pedoman Wawancara</i> .....	36
3.7	Analisis Instrumen Penelitian .....	36
3.7.1	<i>Validitas Tes</i> .....	36
3.7.2	<i>Reliabilitas Soal</i> .....	37
3.7.3	<i>Taraf Kesukaran</i> .....	38
3.7.4	<i>Daya Pembeda</i> .....	39
3.8	Teknik Analisis Data .....	41
3.8.1	<i>Teknik Analisis Data Kuantitatif</i> .....	41
3.8.2	<i>Teknik Analisis Data Kualitatif</i> .....	46
IV	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	48
4.1	Hasil Penelitian .....	48
4.1.1	<i>Hasil Kuantitatif</i> .....	48
4.1.2	<i>Hasil Kualitatif</i> .....	52
4.1.2.1	Analisis Gaya Berpikir Peserta Didik yang Memiliki Gaya Berpikir Sekuensial Konkret .....	52
4.1.2.2	Analisis Gaya Berpikir Peserta Didik yang Memiliki Gaya Berpikir Sekuensial Abstrak .....	55
4.1.2.3	Analisis Gaya Berpikir Peserta Didik yang Memiliki Gaya Berpikir Acak Konkret .....	57
4.1.2.4	Analisis Gaya Berpikir Peserta Didik yang Memiliki Gaya Berpikir Acak Abstrak .....	60
4.2	Pembahasan .....	63
4.2.1	<i>Identifikasi Gaya Berpikir Peserta Didik</i> .....	63
4.2.2	<i>Kemampuan Representasi Diagram Bebas Benda Ditinjau dari Gaya Berpikir Peserta Didik</i> .....	65
4.2.2.1	<i>Deskripsi Kemampuan Representasi Diagram Bebas Benda Peserta Didik Pemikir Sekuensial Konkret</i> .....	67
4.2.2.2	<i>Deskripsi Kemampuan Representasi Diagram Bebas Benda Peserta Didik Pemikir Sekuensial Abstrak</i> .....	71
4.2.2.3	<i>Deskripsi Kemampuan Representasi Diagram Bebas Benda Peserta Didik Pemikir Acak Konkret ...</i>	73
4.2.2.4	<i>Deskripsi Kemampuan Representasi Diagram Bebas Benda Peserta Didik Pemikir Acak Abstrak ...</i>	75
V	PENUTUP .....	79
5.1	Simpulan .....	79
5.2	Saran .....	79
	DAFTAR PUSTAKA .....	80
	LAMPIRAN .....	84

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Jadwal Penelitian .....	33
3.2 Hasil Analisis Validitas Uji Coba Instrumen Penelitian .....	37
3.3 Hasil Analisis Reliabilitas Uji Coba Instrumen Penelitian.....	38
3.4 Taraf Kesukaran Instrumen Penelitian.....	39
3.5 Daya Pembeda Instrumen Penelitian .....	40
3.6 Kunci Jawaban Angket Gaya Berpikir Model Gregorc.....	43
3.7 Daftar Subyek Wawancara.....	43
3.8 Rubrik Klasifikasi Penggambaran Diagram Bebas Benda.....	44
3.9 Rubrik Klasifikasi Jawaban Perhitungan .....	45
3.10 Pedoman untuk Memberikan Interpretasi Koefisien Korelasi .....	47
4.1 Hasil Kalsifikasi Gaya Berpikir Peserta Didik .....	49
4.2 Sebaran Kalsifikasi Gaya Berpikir Peserta Didik .....	49
4.3 Pengelompokan Jumlah Hasil Jawaban Peserta Didik berdasarkan Perolehan Skor Diagram Bebas Benda dan Perhitungan .....	50
4.4 Hasil Tes Kemampuan Representasi Diagram Bebas Benda Peserta Didik berdasarkan Gaya Berpikir .....	51
4.5 Hasil Output Uji Korelasi Product Moment Hasil Penjumlahan Skor Diagram Bebas Benda dan Perhitungan Setiap Peserta Didik .....	51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Diagram bebas benda balok pada bidang datar berpermukaan kasar yang diberi gaya tarik ke kanan sehingga memiliki arah gaya gesek ke kiri .....	17
2.2 Diagram bebas benda balok bermassa $m$ pada bidang miring licin ....	17
2.3 Diagram bebas benda dan langkah-langkah menggambarkan diagram bebas benda (Rosengrant, <i>et al.</i> 2009, hlm.4) .....	18
2.4 Arah vektor berat selalu tegak lurus ke bawah bagaimana pun posisi benda diletakkan .....	20
2.5 Gaya normal adalah gaya sentuh yang arahnya selalu tegak lurus pada bidang sentuh .....	20
2.6 Gaya-gaya yang bekerja pada sebuah balok di atas permukaan kasar yang diberi gaya horizontal ke kanan .....	21
2.7 Gaya tegang tali .....	23
2.8 Hukum I Newton: dengan tidak adanya gaya, objek tetap diam atau bergerak dengan kecepatan konstan.....	23
2.9 Contoh Diagram Bebas Benda Hukum I Newton .....	24
2.10 Sebuah balok pada permukaan horizontal tanpa gesekan dengan gaya horizontal yang dikerjakan padanya oleh sebuah tali .....	26
2.11 Diagram bebas benda untuk balok pada Gambar 2.10. Ketiga gaya penting yang bekerja pada balok adalah gaya yang dikerjakan oleh bumi $w$ , gaya normal $N$ , dan gaya yang dikerjakan tali $T$ .....	27
2.12 Diagram bebas benda untuk tali pada Gambar 2.9. Jika tali cukup ringan hingga massanya dapat diabaikan, maka gaya-gaya $F$ dan $T'$ sama besarnya .....	27
2.13 Kursi mendorong kembali tangan dengan gaya $F_2$ yang besarnya sama tapi berlawanan arah dengan gaya $F_1$ yang diberikan oleh tangan pada kursi .....	29
2.14 Bagan Kerangka Berpikir .....	31
3.1 Gambar 3. 1 Kelompok Kata Angket Gaya <i>Berpikir Model Gregorc</i>	42
3.2 Bagan Komponen dalam Analisis Data (interactive model) .....	46
4.1 Pengelompokan jumlah hasil jawaban perhitungan berdasarkan skor diagram bebas benda .....	50
4.2 Hasil Jawaban Soal Nomor 5 Peserta Didik dengan Gaya Berpikir Sekuensial Konkret .....	67
4.3 Hasil Jawaban Soal Nomor 2 Peserta Didik dengan Gaya Berpikir Sekuensial Konkret .....	68
4.4 Hasil Jawaban Soal Nomor 2 Peserta Didik dengan Gaya Berpikir Sekuensial Konkret .....	69

4.5	Hasil Jawaban Soal Nomor 2 Peserta Didik dengan Gaya Berpikir Sekuensial Abstrak .....	71
4.6	Hasil Jawaban Soal Nomor 5 Peserta Didik dengan Gaya Berpikir Sekuensial Abstrak .....	72
4.7	Hasil Jawaban Soal Nomor 2 Peserta Didik dengan Gaya Berpikir Acak Konkret .....	73
4.8	Hasil Jawaban Soal Nomor 5 Peserta Didik dengan Gaya Berpikir Acak Konkret .....	74
4.9	Hasil Jawaban Soal Nomor1 Peserta Didik dengan Gaya Berpikir Acak Abstrak .....	75
4.10	Hasil Jawaban Soal Nomor 3 Peserta Didik dengan Gaya Berpikir Acak Konkret.....	76

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Uji Daya Pembeda Kemampuan Representasi Diagram Bebas Benda.....	85
2 Uji Tingkat Kesukaran Kemampuan Representasi Diagram Bebas Benda .....	86
3 Lembar Validasi Instrumen Kemampuan Representasi Diagram Bebas Benda oleh Ahli .....	88
4 Kisi-Kisi Instrumen Kemampuan Representasi Diagram Bebas Benda.	90
5 Pedoman Penilaian dan Kunci Jawaban Instrumen Kemampuan Representasi Diagram Bebas Benda Peserta Didik pada Materi Hukum Newton .....	102
6 Rubrik Penilaian Kemampuan Representasi Diagram Bebas Benda .....	113
7 Instrumen Tes Kemampuan Representasi Diagram Bebas Benda Peserta Didik pada Materi Hukum Newton .....	119
8 Pedoman Wawancara Kemampuan Representasi Diagram Bebas Benda	121
9 Instrumen Angket Klasifikasi Gaya Berpikir .....	122
10 Klasifikasi Gaya Berpikir Peserta Didik .....	134
11 Daftar Nilai Diagram Bebas Benda Kemampuan Representasi Diagram Bebas Benda Peserta Didik .....	135
12 Daftar Nilai Perhitungan Kemampuan Representasi Diagram Bebas Benda Peserta Didik .....	136
13 Uji Korelasi Skor Diagram Bebas Benda dan Perhitungan Kemampuan Representasi Diagram Bebas Benda Peserta Didik	137
14 Hasil Wawancara Peserta Didik .....	139
15 Surat-Surat Pendukung .....	161
- Surat Keterangan Penetapan Dosen Pembimbing .....	161
- Surat Keterangan Penelitian .....	162
- Surat Validasi Instrumen Penilaian Kemampuan Representasi Diagram Bebas Benda Peserta Didik pada Materi Hukum Newton oleh Ahli .....	163
16 Lembar Presensi Kegiatan .....	164
17 Uji Validitas Butir Soal .....	167
18 Dokumentasi .....	177

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Fisika merupakan bagian dari Ilmu Alam yang merupakan usaha sistematis dalam rangka membangun dan mengorganisasikan pengetahuan dalam bentuk penjelasan-penjelasan dapat diuji dan memprediksi gejala alam (Kemendikbud, 2018, hlm.15). Fisika sebagai proses/metode ilmiah meliputi cara berpikir, sikap, dan langkah-langkah kegiatan saintis untuk memperoleh produk-produk ilmu pengetahuan ilmiah. Salah satu tujuan pembelajaran fisika yang tertuang dalam Kurikulum 2013 adalah mengembangkan kemampuan bernalar dalam berpikir analisis induktif dan deduktif dengan menggunakan konsep dan prinsip fisika untuk menjelaskan berbagai peristiwa alam dan menyelesaikan masalah baik secara kualitatif maupun kuantitatif (Kemendikbud, 2015, hlm.8).

Peserta didik memiliki cara dan proses berpikir yang berbeda-beda dalam memecahkan suatu masalah. Hal ini disebabkan karena peserta didik memiliki kemampuan berpikir yang berbeda pula. Beberapa penelitian sebelumnya yang menyelidiki tentang kemampuan peserta didik dalam memecahkan soal fisika (Sujarwanto, Hidayat dan Wartono, 2014, hlm.75; (Rahman, Sutrisno & Hamdani, 2014) menemukan bahwa sebagian besar peserta didik membuat kesalahan dalam proses penyelesaian masalah dikarenakan tidak mampu melibatkan multirepresentasi dengan baik. Haratua, Tomo, & Rizky (2014, hlm.7) menemukan banyak peserta didik sukses dalam menyelesaikan masalah yang didahului dengan proses visualisasi menggunakan sketsa atau diagram daripada peserta didik yang langsung pada penyelesaian matematis. Kemampuan representasi diagram bebas benda yang dimiliki peserta didik berperan penting dalam membantu penyelesaian masalah.

Salah satu materi mendasar dalam dinamika gerak adalah hukum Newton. Akan tetapi, peserta didik masih memiliki berbagai kesulitan dalam menyelesaikan masalah hukum Newton, diantaranya saat menentukan gaya-gaya

yang berinteraksi dengan benda. Strategi yang digunakan dalam memecahkan masalah hukum Newton yaitu dengan membuat diagram interaksi dan diagram bebas benda. Diagram bebas benda dapat membantu peserta didik mengidentifikasi gaya-gaya yang bekerja pada benda dan menyelesaikan masalah Hukum Newton (Giancoli, 2001, hlm.106). Selain itu, diagram bebas benda juga mampu membantu mengkonstruksi persamaan matematis. Membuat diagram bebas benda merupakan tahap awal dalam proses pemecahan masalah. Menurut Mayora, Putra dan Hidayati (2018, hlm.80) penggunaan diagram bebas benda memungkinkan untuk mengidentifikasi semua gaya dan dimana gaya tersebut bekerja. Apabila seluruh gaya yang bekerja pada benda dapat diidentifikasi dengan tepat, maka peserta didik pun dapat memecahkan masalah dengan baik.

Keberhasilan peserta didik dalam memecahkan masalah dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu gaya berpikir (Makulua, Toenlio & Sulton, 2016, hlm.1937). Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa peserta didik memiliki gaya berpikir yang berbeda-beda. Gaya berpikir adalah gaya yang digunakan oleh seseorang dalam mengolah informasi yang telah didapatkan pada saat melakukan pengamatan dan aktivitas mental di bidang kognitif. Gregorc (1982) mengelompokkan gaya berpikir menjadi empat kelompok yang meliputi, gaya berpikir Sekuensial Konkret (SK), Sekuensial Abstrak (SA), Acak Konkret (AK) dan Acak Abstrak (AA). Orang yang termasuk dalam kategori “sekuensial” cenderung memiliki dominasi otak kiri, sedangkan orang yang termasuk dalam kategori “acak” biasanya memiliki kecenderungan berpikir dengan otak kanan. Peserta didik perlu menemukan gaya berpikirnya sendiri agar ia dapat belajar dengan lebih mudah, cepat dan efektif dalam memahami dan menyelesaikan masalah. Dari sisi guru, dengan mengetahui proses berpikir peserta didik, maka dapat dilacak letak dan jenis kesalahan yang dilakukan oleh peserta didik.

Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang “Analisis Gaya Berpikir Peserta Didik dalam Merepresentasikan Diagram Bebas Benda pada Materi Hukum Newton”.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka penulis merumuskan permasalahan sebagai berikut.

1. Bagaimana deskripsi gaya berpikir peserta didik dalam merepresentasikan diagram bebas benda pada materi Hukum Newton?
2. Bagaimana deskripsi kemampuan representasi diagram bebas benda peserta didik pada materi Hukum Newton?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

1. Mendeskripsikan gaya berpikir peserta didik merepresentasikan diagram bebas benda pada materi Hukum Newton.
2. Mendeskripsikan kemampuan representasi diagram bebas benda pada materi Hukum Newton.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi peserta didik  
Dengan mengetahui gaya berpikir yang mereka miliki, peserta dapat menggunakan teknik-teknik yang cocok dalam belajar agar dapat meningkatkan prestasi belajarnya.
2. Bagi pengajar  
Dengan mengetahui gaya berpikir yang dimiliki oleh peserta didik, pengajar dapat memberikan instruksi yang sesuai dengan preferensi peserta didik dan memotivasi guru untuk melakukan teknik mengajar yang tidak monoton.
3. Bagi sekolah  
Dapat memberikan sumbangan pemikiran alternatif kepada pihak sekolah sehingga dapat meningkatkan mutu pendidikan di sekolah dan pendidikan pada umumnya.
4. Bagi peneliti  
Peneliti memperoleh jawaban dari permasalahan yang ada, serta dapat memberikan masukan sebagai bahan penelitian berikutnya.



### **1.5. Batasan Masalah**

Pembatasan masalah diperlukan agar penelitian dapat lebih fokus. Adapun pembatasan masalahnya adalah sebagai berikut.

1. Penelitian dilaksanakan di kelas X MIPA pada mata pelajaran fisika di SMA Negeri 1 Prembun.
2. Penelitian hanya terbatas pada analisis gaya berpikir peserta didik dalam merepresentasikan diagram bebas benda pada materi Hukum Newton.

### **1.6. Penegasan Istilah**

1. Gaya Berpikir

Menurut Gregorc, gaya berpikir didefinisikan sebagai kecenderungan seseorang dalam mengatur dan mengelola suatu informasi, baik dalam menerima dan memunculkan kembali informasi yang telah diperoleh (Deporter & Hernacki, 2015, hlm.124).

2. Representasi

Representasi adalah bentuk pemikiran peserta didik terhadap suatu masalah, yang digunakan sebagai alat bantu untuk menemukan solusi dari masalah tersebut. Bentuk interpretasi peserta didik dapat berupa kata-kata atau verbal, tulisan, gambar, table, grafik, benda konkret, simbol matematika dan lain-lain (Rosengrant, Heuvelen, & Etkina 2006, hlm.49).

3. Diagram Bebas Benda

Diagram bebas benda merupakan diagram terpisah untuk tiap benda atau sistem yang memperlihatkan semua gaya yang bekerja pada tiap benda atau sistem (Rosengrant, Heuvelen, & Etkina 2009, hlm.3)

### **1.7. Sistematika Penulisan**

Penulisan skripsi ini terdiri dari tiga bagian, yaitu:

#### **1.7.1. Bagian awal**

Bagian ini berisi halaman judul, halaman pengesahan, halaman motto dan persembahan, prakata, abstrak, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran.

### **1.7.2. *Bagian isi skripsi***

Bagian ini terdiri dari:

#### **Bab 1 Pendahuluan**

Berisi latar belakang, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, penegasan istilah dan sistematika skripsi.

#### **Bab 2 Tinjauan Pustaka**

Bab kedua berisi landasan teori dan kerangka berpikir.

#### **Bab 3 Metode Penelitian**

Berisi tentang jenis penelitian, desain penelitian, subyek penelitian, waktu dan tempat penelitian, teknik pengumpulan data, instrumen penelitian, dan teknik analisis data.

#### **Bab 4 Hasil Penelitian dan Pembahasan**

Berisi tentang hasil penelitiandan pembahasan.

#### **Bab 5 Simpulan dan Saran**

Berisi simpulan hasil penelitian dan saran yang perlu diberikan berdasarkan temuan hasil penelitian.

### **1.7.3. *Bagian akhir skripsi***

Bagian ini berisi daftar pustaka dan lampiran-lampiran yang melengkapi uraian pada bagian isi serta doumentasi.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Gaya Berpikir**

Gaya berpikir didefinisikan sebagai kecenderungan seseorang yang relatif tetap dalam mengatur atau memproses suatu informasi, baik dalam menerima dan memunculkan kembali informasi, ataupun memecahkan masalah. Anthony Gregorc-profesor ahli kurikulum dan pengajaran di Universitas Connecticut mengelompokkan gaya berpikir seseorang ke dalam empat kelompok berdasarkan kemampuan mengatur dan mengolah informasi (DePorter & Henracki, 2015, hlm.124). Keempat kelompok gaya berpikir tersebut adalah gaya berpikir sekuensial konkret (SK), sekuensial abstrak (SA), acak konkret (AK) dan acak abstrak (AA). Keempat gaya berpikir ini dimiliki oleh setiap individu namun ada salah satu yang lebih dominan. Untuk mengetahui tipe-tipe gaya berpikir seseorang, menguraikannya sebagai berikut.

- 1) Peserta didik dengan tipe Sekuensial Konkret (SK), memiliki karakteristik sebagai berikut.
  - a) Mendasarkan dirinya pada realitas (kenyataan) dan memproses informasi dengan cara teratur, urut dan linier.
  - b) Bagi mereka, realitas adalah apa yang dapat mereka serap melalui indra fisik yaitu penglihatan, persentuhan, pengucapan, percecapan dan pembauan.
  - c) Mengalami kesulitan dengan konsep abstrak, imajinasi, batasan yang tidak jelas, lingkungan yang tidak beraturan.
  - d) Memperlihatkan dan mengingat berbagai detail, fakta-fakta, informasi spesifik, rumus-rumus, dan berbagai peraturan dengan mudah.
  - e) Catatan atau makalah adalah cara yang baik bagi SK untuk belajar.
  - f) Mengatur tugas-tugas menjadi proses tahap demi tahap dan berusaha keras untuk mendapatkan kesempurnaan pada setiap tahaplm.
  - g) Menyukai pengarahan dan prosedur khusus.

- h) 'Praktik' adalah cara terbaik bagi orang semacam ini. Karena mereka dapat menerapkan gagasan yang dimiliki.
  - i) Sulit bekerja dengan kelompok.
- 2) Peserta didik dengan tipe Sekuensial Abstrak (SA), memiliki karakteristik sebagai berikut.
- a) Sangat menyukai dunia teori metafisis dan pikiran abstrak. Menurut mereka itu adalah realitas.
  - b) Suka berpikir konseptual dan menganalisis informasi (menalar). Mereka berpotensi menjadi filosof dan ilmuwan peneliti yang hebat.
  - c) Mudah mengetahui apa yang penting seperti poin-poin utama dan detail yang signifikan.
  - d) Proses berpikir mereka logis, rasional dan intelektual.
  - e) Aktivitas favorit bagi peserta didik bertipe sekuensial abstrak adalah membaca dan jika suatu proyek perlu diteliti, mereka akan melakukannya dengan mendalam.
  - f) Ingin mengetahui sebab-sebab di balik akibat dan memahami teori serta konsep.
  - g) Bekerja dengan tenang dan menyelesaikan persoalan dengan menyeluruh.
  - h) Tidak memerlukan peragaan yang konkret.
  - i) Biasanya mereka senang bekerja sendiri daripada berkelompok.
- 3) Peserta didik dengan tipe Acak Konkret (AK), memiliki karakteristik sebagai berikut.
- a) tipe sekuensial konkret, mereka mendasarkan diri pada realitas, namun cenderung lebih melakukan pendekatan coba-salah (*trial and error*). Oleh sebab itu, mereka sering membuat lompatan instuitif yang diperlukan untuk pemikiran kreatif yang sebenarnya.
  - b) Memiliki kebutuhan yang kuat untuk menemukan alternatif dan melakukan berbagai hal dengan cara mereka sendiri.
  - c) Kemampuan mereka dalam menerima pelajaran secara acak membuatnya menjadi orang yang penuh dengan ide-ide yang baru.

- d) Pada umumnya mereka lebih banyak belajar melalui panca inderanya dan tidak terlalu tertarik dengan hal-hal yang memerlukan penalaran abstrak.
  - e) Berorientasi pada proses daripada hasil.
  - f) Mengalami kesulitan menjelaskan proses mendapatkan hasil, memilih satu jawaban, membuat catatan rinci.
  - g) Waktu bukanlah prioritas bagi mereka, sehingga cenderung tidak mempedulikan waktu jika sedang dalam situasi yang menarik.
- 4) Peserta didik dengan tipe Acak Abstrak (AA), memiliki karakteristik sebagai berikut.
- a) Menyerap berbagai gagasan, informasi dan kesan, lalu mengaturnya kembali melalui refleksi (lamban tapi tepat) dan berkembang pesat dalam lingkungan tak terstruktur dan berorientasi kepada manusia.
  - b) “Dunia ‘nyata’ bagi para pelajar acak abstrak adalah dunia perasaan dan emosi. Mereka tertarik pada nuansa dan sebagian lagi cenderung pada mistisisme.
  - c) Dapat mengingat dengan baik jika informasinya dibuat menurut selera mereka.
  - d) Merasa dibatasi ketika ditempatkan pada lingkungan yang sangat terstruktur.
  - e) Memiliki banyak pilihan dan solusi.
  - f) Sering menggunakan cara yang berbeda dalam melakukan sesuatu.
  - g) Perasaan dapat meningkatkan atau mempengaruhi belajar mereka.
  - h) Beranggapan bahwa semua pengalaman hidup merupakan pelajaran berharga.
  - i) Pada umumnya, mereka memiliki cara belajar tidak teratur dan penjadwalannya sangat menyiksa bagi mereka,
  - j) Bagi mereka pelajaran yang disajikan secara runtut atau sistematis tidaklah menarik.
  - k) Suka bekerja dalam kelompok.

- l) Mengalami kesulitan dalam memusatkan perhatian terhadap satu hal, sehingga mereka sangat terbantu jika mengetahui bagaimana sesuatu terhubung dengan keseluruhannya sebelum masuk ke dalam detail.
- m) Lebih suka menerima pengarahan dan tidak suka belajar di lingkungan yang kompetitif.

Gaya berpikir peserta didik dalam penelitian ini diklasifikasikan menjadi empat tipe, yaitu sekuensial konkret (SK), Sekuensial Abstrak (SA), Acak Konkret (AK) dan Acak Abstrak (AA).

## **2.2. Kemampuan multi representasi**

Fisika merupakan sebuah mata pelajaran yang membutuhkan pemahaman dan kemampuan cara representasi yang berbeda-beda untuk menguasai konsep yang sedang dipelajari. Kemampuan penguasaan konsep fisika sangat berkaitan dengan bagaimana menggunakan berbagai bahasa sains dalam pembelajaran fisika, seperti kata (oral dan menulis), visual (diagram, gambar, grafik, simulasi) simbol dan persamaan, gerak-gerik tubuh, bermain peran, presentasi, dan lain-lain yang akan memungkinkan peserta didik mempelajari fisika melalui pengembangan kemampuan mental berpikir dengan baik. Inilah yang dinamakan pendekatan multi representasi atau multimode representasi (Abdurrahman, Liliyasi, Rusli, & Waldrip, 2011, hlm.32). Sejumlah ahli yang tergabung dalam *Physics Education Research (PER) Community* memasukkan kemampuan multirepresentasi sebagai satu dari tujuh kemampuan sains yang perlu dikembangkan peserta didik sebagai proses, prosedur dan metode penting untuk membangun pengetahuan dan memecahkan masalah (Etkina, Heuvelen, & Rosengrant, 2006, hlm.52).

Menurut Angell, Kind, Henriksen, & Guttersrud (2008, hlm.258) multi representasi adalah model yang merepresentasikan ulang konsep yang sama dalam beberapa format yang berbeda-beda. Multirepresentasi juga berarti merepresentasikan ulang konsep yang sama dengan format yang berbeda, termasuk verbal, gambar, grafik, dan matematik (Tytler, Prain, Hubber, & Waldrip, 2013, hlm.15). Berbagai studi mengenai multi representasi menunjukkan

bahwa ternyata multi representasi sangat penting diterapkan dalam kegiatan pembelajaran. Hal ini dikarenakan apabila sajian konsep hanya ditekankan pada salah satu representasi saja, maka akan menguntungkan sebagian peserta didik dan tidak menguntungkan yang lainnya. Metode multi representasi harus menjadi strategi utama dalam kegiatan pembelajaran fisika (Angell, *et al.* 2008, hlm.263). Hal ini didasarkan pada dua argumen. Argumen yang pertama, yaitu pembelajaran fisika di sekolah seharusnya merefleksikan model pembelajaran yang mengarahkan pada proses pencarian pengetahuan dan pengenalan produk pengetahuan. Argumen yang kedua, yaitu pendekatan yang bervariasi harus selalu ada dalam pembelajaran fisika. Pendekatan multi representasi dalam pembelajaran menjadi sesuatu yang sangat berpotensi menghasilkan proses pembelajaran yang efektif. Melalui multi representasi, akan tercipta suasana pembelajaran dengan peran aktif seluruh potensi yang dimiliki peserta didik, mengaktifkan kemampuan belajar peserta didik, baik *minds-on* maupun *hands-on* sehingga pembelajaran fisika lebih bermakna.

Izhak dan Sherin (2003) sebagaimana dikutip oleh Yusup (2009, hlm.3) menyatakan bahwa pengajaran dengan melibatkan multirepresentasi memberikan konteks yang kaya bagi peserta didik untuk memahami suatu konsep. Penggunaan multi representasi dapat membantu guru dalam mengidentifikasi tiga dimensi pembelajaran yang terjadi yakni :

1. representasi memberi peluang kepada guru untuk dapat menilai pemikiran peserta didik;
2. representasi memberi peluang guru untuk menggunakan teknik pedagogik yang baru;
3. representasi memudahkan guru untuk menjembatani antara pendekatan konvensional dan pendekatan modern.

Menurut Ainsworth (1999, hlm.134) multi representasi memiliki tiga fungsi utama, yaitu sebagai pelengkap, pembatas interpretasi dan pembangunan pemahaman. Fungsi sebagai pelengkap yang dimaksud yaitu multirepresentasi digunakan untuk memberikan representasi yang berisi informasi pelengkap atau membantu melengkapi proses kognitif. Fungsi sebagai pembatas interpretasi yang

dimaksud yaitu satu representasi digunakan untuk membatasi kemungkinan kesalahan menginterpretasi dalam menggunakan representasi yang lain. Sedangkan fungsi pembangunan pemahaman adalah multi representasi dapat digunakan untuk mendorong peserta didik membangun pemahaman terhadap situasi secara mendalam.

Yusup (2009, hlm.2) mengemukakan lima alasan penting mengapa multi representasi sangat baik digunakan dalam pelajaran fisika, yaitu :

1. Multikecerdasan (*multiple intellegences*)

Pembelajaran multi representasi membantu peserta didik yang memiliki latar belakang kecerdasan yang berbeda. Hal ini dikarenakan representasi yang dibuat berbeda-beda memberikan kesempatan belajar yang optimal bagi setiap jenis kecerdasan.

2. Visual bagi otak

Kuantitas dan konsep-konsep fisika yang bersifat fisik seringkali dapat divisualisasikan dan mudah dipahami lebih baik dengan menggunakan representasi konkret.

3. Membantu mengkontruksi representasi tipe lain

Beberapa representasi konkret membantu mengkontruksi representasi lain yang lebih abstrak.

4. Beberapa representasi bermanfaat bagi penalaran kualitatif.

Penalaran kualitatif seringkali terbantu dengan adanya penggunaan representasi konkret.

5. Representasi matematik yang abstrak dapat digunakan untuk penalaran kuantitatif

Representasi matematik dapat digunakan untuk mencari jawaban kuantitatif terhadap soal.

Terdapat dua bentuk multi representasi yang dapat digunakan dalam pembelajaran fisika, yaitu dalam proses belajar mengajar dan dalam proses asesmen. Kedua bentuk tersebut hendaknya dapat diterapkan sebagai satu kesatuan (Yusup, 2009).



a. Penggunaan multi representasi dalam proses belajar mengajar

Langkah-langkah yang dilakukan:

1. Mengidentifikasi konsep-konsep kunci

Setiap representasi dapat membantu peserta didik untuk memahami dan menggunakan konsep-konsep kunci dalam fisika. Langkah awal adalah mengidentifikasi konsep-konsep tersebut dan memikirkan bagaimana peserta didik dapat mengambil manfaat dari representasi-representasi yang disajikan.

2. Mengontruksi representasi lain

Dengan konsep kunci yang ada dalam pikiran, kita dapat membuat representasi tipe lain yang berfokus pada konsep yang sama. Dari representasi verbal dapat dibuat representasi lain, misalnya gambar, grafik, matematik, atau yang lainnya. Demikian juga sebaliknya untuk representasi-representasi yang lain. Dengan memberikan banyak representasi suatu konsep akan banyak kesempatan kepada peserta didik untuk memahami konsep tersebut melalui berbagai cara sesuai dengan jenis kecerdasan (menurut teori multi kecerdasan) dan gaya belajar peserta didik. Selain itu, merepresentasi konsep dari satu tipe representasi ke representasi lain akan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk lebih memahami konsep yang bersangkutan. Hal ini karena merepresentasi ulang suatu konsep berarti kita melakukan proses pengulangan terhadap konsep tersebut.

b. Penggunaan multi representasi dalam asesmen

Asesmen hasil belajar menggunakan multi representasi dapat digunakan dalam tes formatif atau tes sumatif. Pada masing-masing jenis tes, penggunaan multi representasi dapat menggunakan beberapa bentuk.

1. Tes formatif

- a) Memberikan satu representasi, meminta peserta didik membuat representasi lain yang setara.
- b) Memberikan dua atau lebih representasi, meminta peserta didik menguji kesetaraan representasi-representasi itu.

c) Memberikan satu representasi, meminta peserta memilih representasi kedua yang setaradari pilihan ganda yang tersedia.

## 2. Tes sumatif

Multi representasi ini dapat digunakan sebagai alternatif dalam konvensional dengan menggunakan metode di atas (pada tes formatif).

### 2.3. Kemampuan Representasi

Representasi adalah sesuatu yang mewakili, menggambarkan atau menyimbolkan obyek dan atau proses (Rosengrant & Etkina, 2007, hlm.1). Mereka pun menambahkan bahwa dalam fisika, representasi bisa berupa kata, gambar, diagram, grafik, simulasi komputer, persamaan matematika dan sebagainya. Representasi merupakan kemampuan yang harus dimiliki untuk menginterpretasi dan menerapkan berbagai konsep dalam memecahkan masalah-masalah secara tepat (Kohl & Noah dikutip dalam Yulia & Surya, 2017). Penggunaan bentuk representasi yang tepat pada konsep yang diajarkan dapat membuat peserta didik tidak hanya sekedar menghafal tapi juga memahami konsepnya (Arum, Abdurrahman, & Nyeneng, 2014, hlm.82).

Representasi adalah proses belajar yang dapat dipahami dari pengembangan mental yang ada dalam diri seseorang. Proses tersebut akan terjadi saat berpikir dengan adanya informasi yang datang dari diri sendiri ataupun dari orang lain. Informasi tersebut akan diolah dalam pikiran, sehingga pembentukan pengertian yang merupakan representasi internal, dan tercermin dalam wujud representasi eksternal yaitu berupa : verbal, gambar, grafik, tabel, model matematika, simbol, dll (Hutagaol, 2013, hlm.91).

Bagi sebagian besar peserta didik, konsep dan simbol-simbol dalam fisika yang dibangun oleh ilmuwan masih bersifat abstrak (Susiharti & Ismet, 2017, hlm.99). Diperlukan representasi yang konkret dan bermacam-macam jenisnya untuk dapat memahami dan memaknai keabstrakan dari simbol dari simbol dan konsep serta menghubungkannya dengan dunia nyata. Sebagai contoh untuk memahami fenomena fisika seperti benda diam yang terletak di atas meja

dibutuhkan representasi yang bisa menggambarkan gaya-gaya yang bekerja pada benda tersebut.

Yusup (2009, hlm.2) menyatakan bahwa dalam fisika ada beberapa representasi yang dapat dimunculkan. Tipe-tipe tersebut antara lain:

1. Deskripsi verbal

Verbal merupakan satu cara yang tepat untuk memberikan definisi dari suatu konsep.

2. Gambar/diagram

Suatu konsep akan menjadi lebih jelas saat dapat kita merepresentasikan dalam bentuk gambar. Gambar dapat membantu memvisualisasikan sesuatu yang masih bersifat abstrak. Dalam fisika banyak bentuk diagram yang sering digunakan (sesuai konsep), antara lain diagram gerak, diagram bebas benda (*free body diagram*), diagram garis medan (*field line diagram*), diagram rangkaian listrik (*electrical circuit diagram*), diagram sinar (*ray diagram*), diagram muka gelombang (*wave front diagram*), diagram energi keadaan (*energy state diagram*).

3. Grafik

Penjelasan yang panjang terhadap suatu konsep dapat kita representasikan dalam satu bentuk grafik. Oleh karena itu, kemampuan membuat dan membaca grafik adalah keterampilan yang sangat diperlukan. Grafik yang sering digunakan dalam merepresentasikan konsep-konsep fisika yaitu grafik balok energi (*energy bar chart*) dan grafik balok momentum (*momentum bar chart*).

4. Matematik

Untuk menyelesaikan persoalan kuantitatif, representasi matematik sangat diperlukan. Namun penggunaan representasi kuantitatif ini akan banyak ditentukan keberhasilannya oleh penggunaan representasi kualitatif secara baik. Pada proses tersebutlah tampak bahwa peserta didik tidak seharusnya menghafalkan semua rumus-rumus atau persamaan-persamaan matematik.

Yusup (2009, hlm.3) menyatakan bahwa representasi kualitatif dapat membantu peserta didik dalam memahami soal sebelum mereka menggunakan persamaan-persamaan matematik untuk menyelesaikan persoalan tersebut secara

kuantitatif. Terdapat beberapa keuntungan menggunakan representasi kualitatif sebelum representasi kuantitatif. Keuntungan yang pertama, yaitu representasi kualitatif membantu peserta didik memahami soal sebagai alat bantu visual sehingga dapat meningkatkan pemahaman perseptual. Keuntungan yang kedua, representasi kualitatif, khususnya representasi yang bersifat fisik, menjembatani antara representasi verbal dengan representasi matematik. Representasi yang bersifat fisik tersebut membantu memudahkan peserta didik dalam melangkah dari kata-kata ke persamaan-persamaan matematik. Keuntungan yang ketiga, representasi kualitatif membantu peserta didik membangun gambar yang memberikan makna pada simbol-simbol matematik. Setelah merepresentasikan proses, peserta didik dapat memperoleh proses jawaban kuantitatif terhadap soal menggunakan representasi matematik.

#### **2.4. Diagram Bebas Benda**

Salah satu diagram yang ada dalam fisika yaitu diagram bebas benda atau *free body diagram*. Diagram bebas benda merupakan diagram terpisah untuk tiap benda atau sistem yang memperlihatkan semua gaya yang bekerja pada tiap benda atau sistem (Kanginan, 2000). Menurut Sutrisno (1997) dikutip dalam Nurhayani, Mansyur, & Darsikin (2015, hlm.29) diagram bebas benda menunjukkan arah dan besar relatif yang bekerja pada suatu benda tertentu. Diagram bebas benda sering digunakan sebagai langkah awal dalam menyelesaikan permasalahan fisika. Rosengrant, *et al.* (2009, hlm.3) mengemukakan bahwa penggunaan diagram bebas benda sangat membantu peserta didik dalam memecahkan masalah fisika bahkan peserta didik dapat mengetahui langkah-langkah selanjutnya.

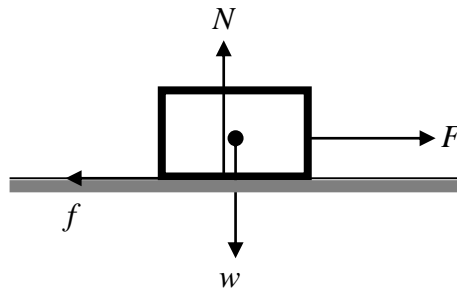
Van Heuvelen *et al.* (2005) menyatakan bahwa diagram bebas benda merupakan salah satu cabang mekanika yang dapat direpresentasikan dalam bentuk diagram dan bentuk grafik lengkap dengan variabel-variabel gaya. Kebenaran dalam menggambar diagram tidak hanya dilihat dari diagram yang diselesaikan secara benar tetapi akan dilihat dari cara peserta didik menggambar. Hal ini akan terlihat bahwa peserta didik yang mampu menggambar dengan benar maka pemahaman konsep fisika peserta didik baik dan peserta didik mampu

memecahkan masalah. Menurut Ayesah, Qamhieh, Tit, & Abdelfattah (2010, hlm.510) peserta didik yang mampu mengerjakan atau menggambar diagram bebas benda dengan benar maka ia dapat menyelesaikan masalah fisika dengan tepat. Peserta didik yang memahami konsep dan materi dengan baik, akan mampu menggambarkan uraian-uraian gaya pada benda dengan baik, sehingga dengan menggunakan diagram bebas benda ini peserta didik dilatih untuk menganalisis, menerjemahkan dan menguraikan soal dalam bentuk yang lebih mudah dipahami. Pada umumnya, peserta didik mengalami kesalahan dalam menggambar diagram bebas benda pada saat menggambar semua gaya tetapi dengan arah gaya yang salah, dan analisis vector yang salah dari gaya gravitasi, serta sering meninggalkan gaya gesek yang bekerja pada benda.

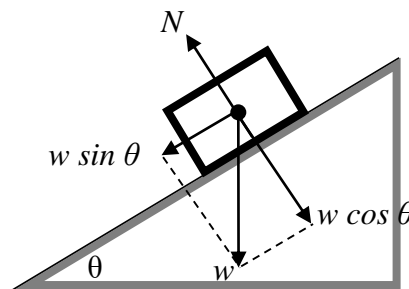
Menurut Sunardi & Irawan (2007) sebagaimana dikutip pada Mayora *et al.* (2018, hlm.74) penerapan diagram bebas benda merupakan aspek yang dapat membantu peserta didik dalam menyelesaikan soal-soal yang berkaitan dengan gaya. Penerapan diagram bebas benda dapat diterapkan di kelas X pada materi hukum Newton. Diagram bebas benda merupakan diagram yang digunakan untuk menunjukkan besar relatif dan arah gaya yang bekerja pada suatu benda dalam keadaan tertentu. Sehingga penggunaan diagram bebas ini dapat meningkatkan kompetensi peserta didik, terutama pada materi gaya dan gerak benda. Menurut Serway & Jewett (2009, hlm.89) penggambaran diagram bebas benda ini dapat digambarkan dengan tanda panah yang mewakili setiap gaya yang bekerja pada benda. Ini berarti dengan adanya diagram bebas benda, peserta didik dapat bekerja lebih kreatif dan memahami apa yang dimaksud di dalam soal.

Menurut Sutrisno (1996) sebagaimana dikutip pada Mayora *et al.* (2018), langkah penting dalam menggambarkan diagram bebas benda adalah memastikan bahwa gaya yang diuraikan hanyalah gaya yang bekerja pada benda saja yang akan dicari, sedangkan gaya yang bekerja diberikan benda kepada benda lain dapat diabaikan terlebih dahulu. Terdapat dua unsur penting yang harus ada ketika menggambarkan diagram bebas benda yaitu (1) kotak yang menjadi representasi dari benda yang sesungguhnya, (2) anak panah yang mewakili besar dan arah gaya, panjang anak panah mewakili besar gaya. Arah anak panah mewakili arah gaya.

Semua gambar anak panah itu berpangkal pada titik lengan kotak dan mengarah keluar kotak yang harus sesuai dengan gaya yang sesungguhnya. Berikut adalah contoh dari diagram bebas benda seperti pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2.



Gambar 2. 1 Diagram bebas benda balok pada bidang datar berpermukaan kasar yang diberi gaya tarik ke kanan sehingga memiliki arah gaya gesek ke kiri.



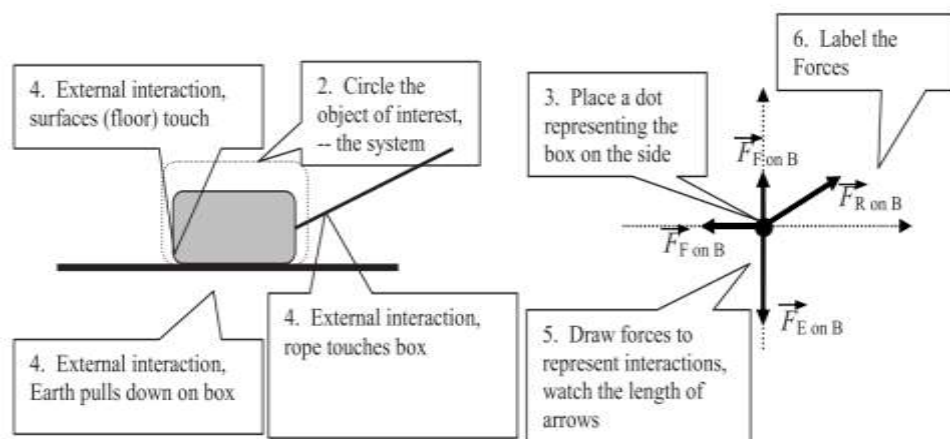
Gambar 2. 2 Diagram bebas benda balok bermassa  $m$  pada bidang miring licin

Melalui pernyataan yang telah dipaparkan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa representasi diagram bebas merupakan cara mengkomunikasikan suatu konsep dari suatu masalah yang digunakan untuk menemukan solusi dengan cara yang berbeda-beda, berdasarkan interpretasi pikiran masing-masing peserta didik menjadi lebih bermakna dengan menggunakan suatu diagram terpisah yang digunakan untuk menggambarkan besar relatif dan arah semua gaya yang bekerja pada suatu objek dalam keadaan tertentu.

Rosengrant, *et al.* (2009) menyebutkan langkah-langkah dalam menggambar diagram bebas benda sebagai berikut.

1. Menggambarkan situasi objek seperti yang dijelaskan dalam soal.
2. Melingkari objek yang akan ditinjau, yang kemudian disebut dengan sistem.

3. Asumsikan objek sebagai partikel dan digambarkan di luar objek yang dilingkari agar lebih detail.
4. Menganalisis gaya-gaya yang bekerja pada benda.
5. Menggambarkan gaya yang bekerja pada diagram sumbu x dan y dengan menggunakan anak panah. Arah dan panjang anak panah disesuaikan dengan apa yang diketahui.
6. Setiap gaya yang bekerja pada objek diberi nama sesuai dengan gaya hasil interaksi objek dengan objek yang lain.



Gambar 2.3 Diagram bebas benda dan langkah-langkah menggambarkan diagram bebas benda (Rosengrant, *et al.* 2009, hlm.4)

## 2.5. Hukum Newton tentang Gerak

### 2.5.1. Pengertian Gaya

Pengertian gaya paling mudah adalah kekuatan dari luar, bisa berupa tarikan atau dorongan yang dikerahkan sebuah benda terhadap benda yang lain. Tarikan memiliki arah yang mendekati objek yang mendekatinya. Sedangkan dorongan memiliki arah yang menjauhi objek yang mendorongnya. Dengan mendorong ataupun menarik, kita dapat mengubah kecepatannya, semakin besar dorongan atau tarikan, semakin besar pula perubahannya, yang kemudian menimbulkan percepatan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa gaya adalah suatu pengaruh pada sebuah benda yang menyebabkan benda mengubah kecepatannya, artinya dipercepat (Tipler, 1998, hlm.91).

Gaya merupakan besaran vektor, sehingga untuk menggambarkan sebuah gaya kita harus menyatakan arah gaya yang bekerja dan menentukan besarnya. Gaya dilambangkan dengan simbol  $F$ . Arah gaya adalah arah percepatan yang disebabkan jika gaya itu adalah satu-satunya gaya yang bekerja pada benda tersebut (Tipler, 1998, hlm.91). Besar gaya adalah besaran yang menentukan seberapa kuat gaya tersebut mendorong atau menarik. Satuan internasional (SI) untuk mengukur besarnya gaya adalah Newton (dilambangkan dengan  $N$ ).

Kanginan (2007, hlm.175) menyatakan bahwa terdapat empat macam gaya yang biasa bekerja pada suatu benda, yaitu (1) gaya berat, (2) gaya normal, (3) gaya gesekan, dan (4) gaya tegangan tali.

#### 1. Gaya Berat

Gaya yang paling umum dalam pengalaman sehari-hari adalah gaya tarikan gravitasi bumi pada sebuah benda. Gaya ini dinamakan berat benda,  $w$  (Tipler, 1998, hlm.94). Sedangkan massa adalah ukuran banyaknya materi yang terkandung oleh suatu benda. Jika sebuah benda jatuh bebas dengan hambatan diabaikan, percepatannya adalah sama dengan percepatan gravitasi bumi ( $g$ ) dan gaya yang bekerja pada benda ini adalah berat  $w$ . Dari hukum II Newton kita dapat menuliskan gaya gravitasi  $F_g$  pada benda bermassa  $m$  sebagai

$$F_g = ma$$

Dengan menggunakan  $a = g$  dan menulis  $w$  untuk gaya gravitasi maka secara matematis gaya berat dapat dituliskan sebagai berikut.

$$w = mg \quad \dots (2.1)$$

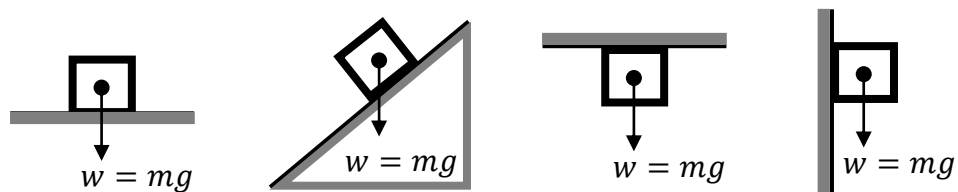
Karena  $g$  adalah sama untuk semua benda di suatu titik, dapat disimpulkan bahwa berat benda sebanding dengan massanya.

Pengukuran  $g$  yang teliti di berbagai tempat menunjukkan bahwa  $g$  memiliki nilai yang berbeda untuk titik yang berbeda. Gaya tarikan bumi pada benda berubah dengan lokasi. Secara khusus, di titik-titik di atas permukaan bumi, gaya gravitasi berubah secara terbalik dengan kuadrat jarak benda dari pusat bumi. Sehingga, sebuah benda memiliki gaya gravitasi sedikit lebih besar



pada ketinggian laut dibandingkan pada ketinggian yang sangat tinggi. Jadi, berat tidak seperti massa karena bukan merupakan sifat benda itu sendiri. Sedangkan massa merupakan sifat intrinsik suatu benda.

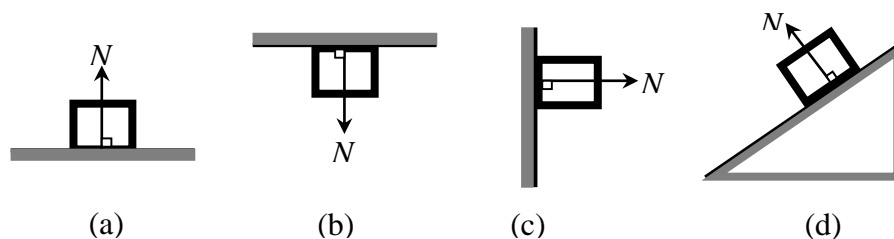
Karena berat merupakan gaya tarik bumi maka vektor berat selalu berarah tegak lurus pada permukaan bumi menuju ke pusat bumi. Dengan demikian, vektor berat suatu benda di bumi selalu kita gambarkan berarah tegak lurus ke bawah dimanapun posisi benda diletakkan, apakah pada bidang horizontal, pada bidang miring, maupun bidang tegak. Arah vektor gaya berat benda yang berada pada berbagai posisi ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Arah vektor berat selalu mengarah ke bawah bagaimana pun posisi benda diletakkan.

## 2. Gaya Normal

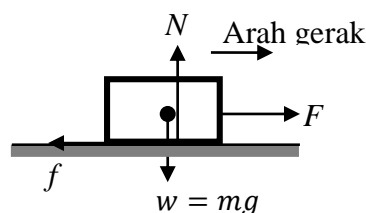
Menurut Morin (2008, hlm.23) gaya normal adalah gaya yang bekerja pada bidang sentuh antara dua permukaan yang bersentuhan, yang arahnya selalu tegak lurus pada bidang sentuh. Apabila bidang sentuh antara dua benda adalah horizontal maka arah gaya normal  $N$  adalah vertikal (lihat Gambar 2.5a dan 2.5b). Apabila bidang sentuh antara dua benda adalah vertikal maka arah gaya normal  $N$  adalah horizontal (lihat Gambar 2.5c). Dan apabila bidang sentuh antara dua benda miring maka arah gaya normal  $N$  juga miring (seperti terlihat pada Gambar 2.5d).



Gambar 2. 5 Gaya normal adalah gaya sentuh yang arahnya selalu tegak lurus pada bidang sentuh.

### 3. Gaya Gesekan

Ketika suatu benda bergerak baik di permukaan atau di medium kental seperti udara atau air, ada resistensi terhadap gerakan karena obyek berinteraksi dengan sekitarnya. Kita sebut perlawanan ini sebagai gaya gesekan. Gaya gesekan termasuk gaya sentuh, yang muncul jika permukaan dua benda yang bersentuhan langsung secara fisik (Serway & Jewett, 2009, hlm.196). Jika kita menarik sebuah kotak besar yang diam di atas lantai dengan sebuah gaya horizontal yang kecil maka mungkin kota tersebut akan tetap diam atau tidak bergerak sama sekali. Hal ini dikarenakan adanya gaya gesekan statis ( $f_s$ ) yaitu gaya horizontal yang dikerjakan lantai untuk mengimbangi gaya yang kita kerjakan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Gaya-gaya yang bekerja pada sebuah balok di atas permukaan kasar yang diberi gaya horizontal ke kanan.

Gaya gesekan ini disebabkan oleh ikatan molekul-molekul kotak dan lantai di tempat-tempat terjadinya kontak yang sangat erat antara kedua permukaan. Gaya ini berlawanan arah dengan gaya luar yang dikerjakan. Gaya gesekan statistik agak mirip dengan gaya pendukung yang dapat menyesuaikan dari nol sampai satu gaya maksimum  $f_{s\ maks}$ , bergantung pada seberapa kuat gaya tarik yang kita kerjakan. Jika gaya tarikan yang dikerjakan pada kotak cukup besar, maka kotak akan meluncur di atas lantai. Jika kotak meluncur maka ikatan molekuler secara terus-menerus dibentuk dan dipecah, dan potongan-potongan kecil permukaan berpecahan. Hasilnya adalah sebuah gaya gesekan kinetik  $f_k$  (dinamakan juga gesekan luncuran) yang melawan gerakan. Untuk mempertahankan kotak tetap meluncur dengan kecepatan konstan, maka gaya luar yang dikerjakan harus sama besar dan berlawanan arah dengan gaya gesekan kinetik ini.

Gaya gesekan statis tidak bergantung pada luas bidang kontak dan hanya sebanding dengan gaya normal yang dikerjakan oleh salah satu permukaan pada permukaan lainnya. Gaya gesekan statis maksimum sebanding dengan luas kontak mikroskopik, tetapi luas mikroskopik ini sebanding dengan luas makroskopik total  $A$  dan dengan gaya normal per satuan luas  $\frac{N}{A}$  yang dikerjakan antara permukaan-permukaan itu. Hasil kali  $A$  dan  $\frac{N}{A}$  tak bergantung pada luas makroskopik total  $A$ . Jadi, gaya gesekan statis maksimum  $f_s \text{ maks}$  sebanding dengan gaya normal antara permukaan-permukaan dapat dituliskan dengan persamaan matematis berikut.

$$f_s \text{ maks} = \mu_s N \quad \dots (2.2)$$

dengan  $\mu_s$  dinamakan koefisien gesekan statik. Koefisien statik ini bergantung pada sifat permukaan benda. Jika gaya horizontal yang dikerjakan pada benda lebih kecil dari  $f_s \text{ maks}$  pada benda, gaya gesekan akan tepat mengimbangi gaya horizontal ini. Secara matematis dituliskan sebagai berikut.

$$f_s \leq \mu_s N \quad \dots (2.3)$$

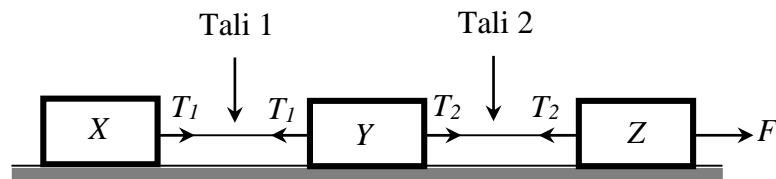
Gaya gesekan kinetik berlawanan arah dengan arah gerakan. Koefisien gesekan kinetik  $\mu_k$  didefinisikan sebagai perbandingan besarnya gaya gesekan kinetik  $f_k$  dan gaya normal  $N$ . Sehingga dapat dituliskan sebagai berikut.

$$f_k = \mu_k N \quad \dots (2.4)$$

#### 4. Gaya Tegangan Tali

Tegangan tali adalah gaya tegang yang bekerja pada ujung-ujung tali karena tali tersebut tegang, sebagai reaksi dari gaya luar yang bekerja padanya. Misalkan benda X, Y, dan Z yang terletak diatas lantai dihubungkan oleh seutas tali berbeda. Ketika Z ditarik oleh gaya  $F$  (seperti terlihat pada gambar 2.6) maka X dan Y ikut tertarik. Ini dikarenakan ketika Z ditarik, tali 1 dan 2 tegang. Pada kedua ujung tali yang tegang timbul tegangan tali (diberi lambang  $T$ ). Jika tali dianggap ringan (beratnya dapat diabaikan), gaya tegangan tali pada kedua ujung tali untu tali yang sama dianggap sama besar. Misalnya pada gambar 2.5 benda X dan Y dihubungkan oleh tali yang sama

(disebut tali 1). Oleh karena itu, tegangan tali pada kedua ujung tali 1 sama besar, yaitu  $T_1$ . Demikian juga benda Y dan Z dihubungkan oleh tali yang sama (disebut tali 2). Oleh karena itu, tegangan tali pada kedua ujung tali 2 juga sama besar, yaitu  $T_2$ . Gaya tegang tali yang bekerja pada ketiga benda tersebut ditunjukkan pada gambar 2.7 berikut.



Gambar 2. 7 Gaya tegang tali

### 2.5.2. Hukum I Newton

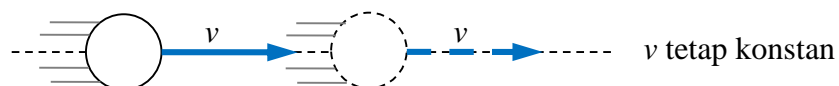
Hukum I Newton menyatakan bahwa sebuah benda akan terus dalam keadaan diam atau bergerak lurus beraturan ( $\sum F = 0$ ), kecuali apabila dan hanya ada gaya atau kekuatan dari luar yang bekerja pada benda tersebut (Griffith & Brosing, 2009:62). Dengan kata lain, kecuali ada gaya yang bekerja pada objek, kecepatannya tidak akan berubah. Jika awalnya diam, maka benda tersebut akan tetap diam; jika awalnya bergerak, maka benda tersebut akan melakukannya dengan kecepatan konstan (terlihat pada Gambar 2.8). Hukum ini melibatkan sifat benda yaitu inersia. Inersia sebuah benda merupakan kecenderungan benda untuk tetap mempertahankan keadaanya terhadap perubahan perubahan gerak padanya. Karena Hukum I Newton berkaitan dengan inersia benda maka sering kali Hukum I Newton disebut Hukum Inersia (Kanginan, 2007, hlm.159).

Jika  $F = 0$  N



$v$  tetap sama dengan 0 (saat diam)

atau

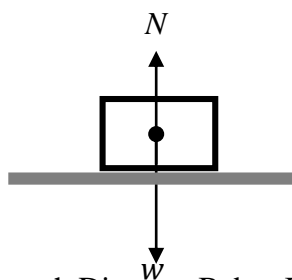


Gambar 2. 8 Hukum I Newton: dengan tidak adanya gaya, objek tetap diam atau bergerak dengan kecepatan konstan

Dalam menerjemahkan Hukum I Newton, kami menggunakan istilah kecepatan daripada istilah kelajuan. Kecepatan konstan menyiratkan bahwa baik arah maupun besarnya kecepatan tidak berubah. Ketika objek diam, kecepatannya adalah nol, dan nilai itu tetap konstan tanpa adanya gaya. Jika tidak ada gaya yang bekerja pada objek, percepatan objek adalah nol. Kecepatannya tidak berubah. Secara matematis Hukum I Newton ditulis sebagai berikut.

$$\sum F = 0 \quad \dots (2.5)$$

Sesuai dengan Hukum I Newton yang menyatakan bahwa jika gaya resultan pada benda sama dengan nol, maka benda akan bergerak lurus beraturan atau akan tetap diam. Sehingga untuk benda yang diletakkan pada suatu tempat akan tetap diam, jika gaya resultannya nol. Gaya-gaya yang bekerja pada benda ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Contoh Diagram Bebas Benda Hukum I Newton

Keterangan :

$N$  = Gaya Normal, yaitu gaya yang dilakukan oleh kedua permukaan benda

$W$  = Gaya berat benda yang bertitik tangkap pada benda

### 2.5.3. *Hukum II Newton*

Hukum I Newton berkaitan dengan gerak suatu benda ketika resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol ( $\sum F = 0$ ). Baik benda tersebut tetap diam atau bergerak lurus beraturan dengan kecepatan konstan. Pada keadaan seperti ini kecepatan benda adalah tetap atau benda mengalami gerak lurus beraturan. Dengan kata lain, benda tidak mengalami percepatan atau percepatannya nol. Hukum II Newton menjawab pertanyaan tentang apa yang terjadi pada benda yang memiliki gaya resultan tidak sama dengan nol yang bekerja padanya.

Misalnya kita melakukan percobaan dengan mendorong sebuah balok es di atas permukaan horizontal tanpa gesekan. Ketika balok tersebut dikenakan gaya horizontal  $F$ , balok tersebut bergerak dengan percepatan  $a$ . Jika pada balok tersebut dikenakan gaya dua kali lebih besar ( $2F$ ), maka percepatan balok akan menjadi  $2a$ . Jika pada balok tersebut dikenakan gaya tiga kali lipat ( $3F$ ), maka percepatannya akan menjadi tiga kali lipat pula ( $3a$ ). Sehingga dapat disimpulkan bahwa percepatan suatu benda berbanding lurus dengan gaya yang bekerja padanya.

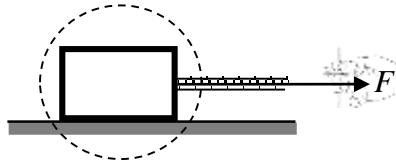
Percepatan suatu benda juga tergantung pada massanya. Jika dikenakan gaya sebesar  $F$  pada sebuah balok es di atas permukaan tanpa gesekan, balok tersebut akan mengalami beberapa percepatan  $a$ . Jika massa balok tersebut digandakan, gaya yang diberikan sama maka akan menghasilkan percepatan  $\frac{a}{2}$ . Jika massa tiga kali lipat, gaya yang diberikan sama maka akan menghasilkan percepatan  $\frac{a}{3}$ , dan seterusnya. Menurut pengamatan ini, dapat disimpulkan bahwa besarnya percepatan suatu benda berbanding terbalik dengan massanya.

Hukum II Newton menyatakan bahwa percepatan yang dihasilkan oleh resultan gaya yang bekerja pada suatu benda berbanding lurus dengan resultan gaya, searah dengan resultan gaya, dan berbanding terbalik dengan massa benda. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$a = \frac{\Sigma F}{m} \quad \dots (2.6)$$

Hukum II Newton adalah gagasan utama dari teori gerakan. Menurut hukum ini, percepatan suatu benda ditentukan oleh dua kuantitas, yaitu gaya total yang bekerja pada benda dan massa benda. Bahkan konsep gaya dan massa, sebagian didefinisikan oleh Hukum II Newton. Gaya total yang bekerja pada benda adalah penyebab percepatan, dan besarnya gaya ditentukan oleh ukuran percepatan yang dihasilkan (Griffith & Brosing, 2009, hlm.62).

Bila sebuah benda bermassa  $m$  yang diam berada di atas meja horizontal tanpa gesekan dan diberi dorongan dengan gaya  $F$  seperti yang terlihat pada Gambar 2.10.

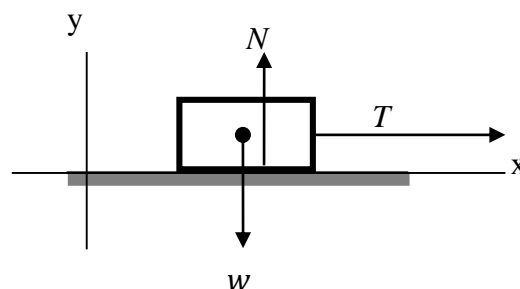


Gambar 2. 10 Sebuah balok pada permukaan horizontal tanpa gesekan dengan gaya horizontal yang dikerjakan padanya oleh sebuah tali.

Untuk mendapatkan gerakan balok, kita perlu menemukan gaya neto yang bekerja pada balok tersebut. Langkah pertama yaitu memilih benda yang percepatannya harus ditentukan dan di mana gaya-gaya yang diperhatikan bekerja. Dalam gambar, sebuah lingkaran digambarkan mengelilingi balok untuk menolong kita membayangkan mengisolir balok dari sekitarnya. Kemudian kita mencari semua gaya yang mungkin bekerja pada benda yang dipilih. Gaya-gaya semacam itu dapat muncul dari kontak benda dengan sekitarnya, atau dapat merupakan gaya pada suatu jarak seperti gravitasi.

Tiga gaya eksternal penting bekerja pada benda dalam contoh ini. Gaya-gaya tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.11. diagram semacam itu dinamakan diagram bebas benda. Ketiga gaya itu adalah

1. Berat balok  $w$
2. Gaya kontak  $N$  yang dikerjakan meja. Karena kita menganggap meja tanpa gesekan, gaya kontak tegak lurus pada meja.
3. Gaya kontak  $T$  yang dikerjakan oleh tali.

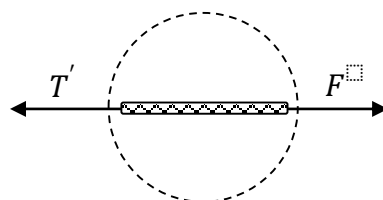


Gambar 2. 11 Diagram bebas benda untuk balok pada Gambar 2.10. Ketiga gaya penting yang bekerja pada balok adalah gaya yang dikerjakan oleh bumi  $w$ , gaya normal  $N$ , dan gaya yang dikerjakan tali  $T$ .

Sebuah sistem koordinat yang sesuai juga ditunjukkan pada Gambar 2.11, di mana gaya normal  $N$  dan berat  $w$  digambarkan sama besarnya. Gaya-gaya ini memiliki besar yang sama karena balok tidak memiliki percepatan pada arah vertikal. Karena gaya resultan ada dalam arah  $x$  dan mempunyai besar  $T$ , hukum kedua Newton memberikan

$$T = ma_x$$

Gaya  $F$  yang dikerjakan oleh tangan pada tali sama dengan gaya  $T$  yang dikerjakan oleh tali pada balok. Seperti yang ditunjukkan pada diagram bebas benda untuk tali pada Gambar 2.12, gaya  $T'$  adalah gaya yang dikerjakan balok pada tali. Gaya ini sama besarnya dan melawan arah gaya  $T$  yang dikerjakan oleh tali pada balok. (Kita telah mengabaikan berat tali. Dalam kenyataannya, tali akan sedikit mengendur dan gaya-gaya  $F$  dan  $T'$  akan memiliki komponen vertikal yang kecil, tetapi komponen tersebut sedemikian kecilnya sehingga kita dapat mengabaikannya).



Gambar 2. 12 Diagram bebas benda untuk tali pada Gambar 2.9. Jika tali cukup ringan hingga massanya dapat diabaikan, maka gaya-gaya  $F$  dan  $T'$  sama besarnya.

Dengan menganggap tali tetap tegang, maka tali mempunyai percepatan yang sama dengan balok. Jika  $m_s$  adalah massa tali dan dengan menerapkan hukum kedua Newton pada tali kita dapatkan

$$F - T' = m_s a_x$$

Jika tali cukup ringan sehingga dapat diabaikan massanya, maka kita dapatkan

$$F - T' = m_s a_x \approx 0$$

Karena  $T'$  dan  $T$  sama besar, maka  $F$  dan  $T'$  adalah sama.



#### 2.5.4. Hukum III Newton

Hukum III Newton mengandung gagasan bahwa gaya disebabkan oleh interaksi dua benda, masing-masing memberikan gaya pada satu sama lain. Dapat dinyatakan sebagai berikut.

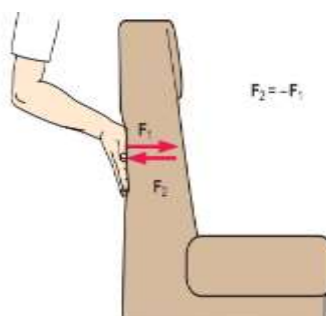
“Jika benda A memberikan gaya pada benda B, benda B memberikan gaya pada benda A yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan dengan gaya yang diberikan pada benda B.”

Hukum III Newton disebut juga sebagai prinsip aksi-reaksi (untuk setiap tindakan ada reaksi yang sama tetapi berlawanan). Kedua gaya selalu bekerja pada dua benda yang berbeda, tidak pernah pada benda yang sama. Definisi gaya Newton mencakup gagasan tentang interaksi antar benda. Gaya mewakili interaksi tersebut.

Jika kita mendorong kursi menggunakan gaya  $F_1$  dengan tangan kita, kursi akan mendorong kembali tangan kita dengan gaya  $F_2$  yang berukuran sama, tetapi arahnya berlawanan, seperti yang terlihat pada gambar 2.9. dengan menggunakan notasi ini, Hukum III Newton dapat dituliskan dalam bentuk simbolis sebagai berikut.

$$F_{aksi} = -F_{reaksi} \quad \dots (2.7)$$

Tanda negatif (-) menunjukkan bahwa kedua gaya memiliki arah yang berlawanan. gaya  $F_2$  bekerja pada tangan kita dan sebagian menentukan gerakan kita sendiri, tetapi itu tidak ada hubungannya dengan gerakan kursi. Dari pasangan gaya ini, satu-satunya yang mempengaruhi gerakan kursi adalah gaya yang bekerja pada kursi, yaitu  $F_1$ .



Gambar 2. 13 Kursi mendorong kembali tangan dengan gaya  $F_2$  yang besarnya sama tapi berlawanan arah dengan gaya  $F_1$  yang diberikan oleh tangan pada kursi.

Hukum II Newton memberi tahu kita bagaimana gerakan suatu benda dipengaruhi oleh suatu gaya, dan Hukum III Newton memberi tahu dari mana datangnya gaya. Dengan definisi massa yang sesuai, yang juga bergantung pada Hukum II Newton, kita tahu bagaimana mengukur besarnya gaya dengan menentukan percepatan yang dihasilkan, yaitu  $F = ma$  (Griffith & Brosing, 2009, hlm.67-68).

## **2.6 Kerangka Berpikir**

Salah satu yang diperlukan oleh peserta didik dalam kegiatan pembelajaran yaitu kemampuan memecahkan masalah (Bacong & Subaer, 2015, p.2). Selain itu, menurut DeHaan (2009, p.173) kemampuan memecahkan masalah juga merupakan salah satu tujuan dari pembelajaran fisika. Dalam memecahkan masalah diperlukan beberapa strategi. Menurut Angell, *et al.* (2008, hlm.258) metode multi representasi harus menjadi strategi utama dalam kegiatan pembelajaran fisika. Namun, sebagian peserta didik membuat kesalahan dalam proses penyelesaian masalah dikarenakan tidak mampu melibatkan multirepresentasi dengan baik (Sujarwanto *et al.* 2014, hlm.74).

Salah satu materi mendasar dalam dinamika gerak yang memerlukan kemampuan representasi adalah Hukum Newton. Kemampuan representasi diagram bebas benda adalah kemampuan yang dimiliki peserta didik untuk menggambarkan gaya-gaya yang bekerja pada suatu benda dalam sebuah diagram bebas benda. Hal ini dikarenakan diagram bebas benda dapat membantu peserta didik mengidentifikasi gaya-gaya yang bekerja pada benda dan menyelesaikan masalah Hukum Newton (Giancoli, 2001, hlm.106). Selain itu, diagram bebas benda juga mampu membantu peserta didik mengkonstruksi persamaan matematis.

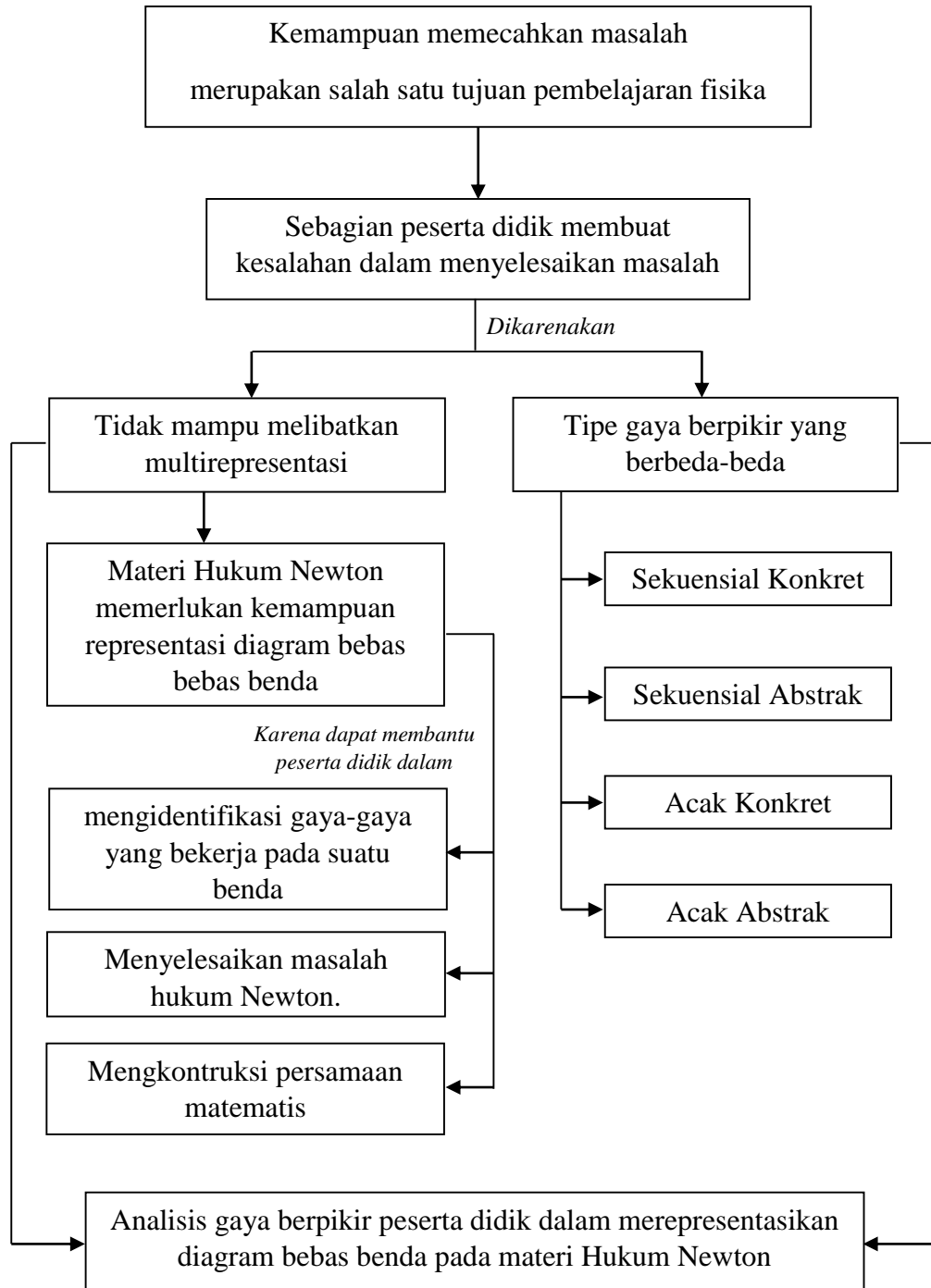
Keberhasilan peserta didik dalam memecahkan masalah dipengaruhi oleh beberapa faktor. Salah satunya, yaitu gaya berpikir yang merupakan proses mengatur dan mengelola informasi yang diperoleh peserta didik. Gregorc dalam DePorter terjemahan Abdurrahman (2015, hlm.124) mengelompokkan gaya berpikir menjadi empat macam, yaitu sekuensial konkret, sekuensial abstrak, acak konkret, dan acak abstrak. Dengan tipe gaya berpikir yang berbeda-beda maka

kemampuan peserta didik dalam merepresentasikan diagram bebas benda juga berbeda. Peserta didik perlu mengetahui gaya berpikir yang dimilikinya agar dapat belajar dengan mudah, cepat, dan efektif dalam memahami dan memecahkan masalah.

Santrock (2007) mengemukakan bahwa remaja (anak dengan usia 12 tahun ke atas) tidak hanya mengorganisasikan apa yang mereka alami dan amati, tetapi juga mampu mengolah cara berpikir mereka sehingga memunculkan suatu ide baru. Pemikiran mereka semakin abstrak (remaja berpikir lebih abstrak daripada anak-anak), logis (remaja mulai berpikir seperti ilmuwan, yang menyusun rencana-rencana untuk memecahkan masalah-masalah dan menguji secara sistematis pemecahan-pemecahan masalah), dan idealis (remaja sering berpikir tentang apa yang mungkin) (Sary 2017, hlm.9).

Penelitian Patimah & Murni (2017, hlm.116) menunjukkan bahwa setiap kelompok peserta didik dengan masing-masing gaya berpikir memiliki karakteristik tersendiri dalam memecahkan masalah fisika. Dalam kegiatan pembelajaran, guru harus memperhatikan pembelajaran yang bersifat kelompok dan tidak hanya mempertimbangkan kemampuan peserta didik, tetapi juga harus memperhatikan karakteristik masing-masing peserta didik.

Uraian kerangka berpikir di atas dapat diringkas seperti Gambar 2.14.



Gambar 2. 14 Bagan Kerangka Berpikir

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Simpulan**

Berdasarkan penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Setiap kelompok peserta didik dengan masing-masing gaya berpikir memiliki karakteristik tersendiri dalam merepresentasikan diagram bebas benda pada materi Hukum Newton, (1) pemikir sekuensial konkret merepresentasikan diagram bebas benda dengan runtut, dan tidak menggambarkan objek sebagai titik atau partikel; (2) pemikir sekuensial acak sudah mampu menentukan pangkal vektor namun tidak menyatakan gaya-gaya yang bekerja pada benda sesuai dengan yang dinyatakan pada masalah karena tidak mengetahui sebab-sebab dari akibat; (3) pemikir acak konkret merepresentasikan diagram bebas benda dengan acak dan hanya menyebutkan apa yang mereka ketahui saja; (4) pemikir acak abstrak mereprentasikan diagram bebas benda dengan acak dan tidak menyatakan fakta yang diketahui dengan kata-katanya sendiri
2. Kemampuan representasi diagram bebas benda peserta didik kelas X MIPA tahun ajaran 2018/2019 SMA Negeri 1 Prembun, Kabupaten Kebumen pada materi Hukum Newton termasuk dalam kriteria *Needs Improvement* (butuh peningkatan).

#### **5.2. Saran**

Adapun saran yang diberikan dalam penelitian ini yaitu terkait waktu penelitian sebaiknya dilakukan tepat setelah pemberian materi Hukum Newton oleh guru agar peserta didik masih mengingat materi yang telah dipelajari sebelumnya. Selain itu, bagi guru ada baiknya mengajar dengan memperhatikan gaya berpikir peserta didik agar mereka dapat menerima materi pelajaran dengan optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, Liliyasi, Rusli, A., & Waldrip, B. (2011). 'Implementasi Pembelajaran Berbasis Multi Representasi untuk Peningkatan Penguasaan Konsep Fisika Kuantum', *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, (1), pp. 30–45. Doi: 10.21831/cp.v1i1.4189.
- Ainsworth, S. (1999). 'The Functions of Multiple Representations', *Computers & Education*, 33(2–3), pp. 131–152. Doi: 10.1016/S0360-1315(99)00029-9.
- Andina, E. (2017). 'Sistem Zonasi dan Dampak Psikososial Bagi Peserta Didik', *Pusat Penelitian Badan Keahlian DPR RI*, July, pp. 9–12. Available at: [www.puslit.dpr.go.id](http://www.puslit.dpr.go.id). (accessed 2 July 2019)
- Angell, C., Kind, P. M., Henriksen, E. K. & Guttersrud, O. (2008). 'An Empirical-Mathematical Modelling Approach to Upper Secondary Physics', *Physics Education*, 43(3), pp. 256–264. Doi: 10.1088/0031-9120/43/3/001.
- Arikunto, Suharsimi. (2009). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta : Bumi Aksara
- Arum, I. D. M., Abdurrahman & Nyeneng, I. D. P. (2014). 'Pengaruh Kemampuan Representasi Visual Terhadap Hasil Belajar Fisika', *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 2(5), pp. 81–93.
- Ayesh, A., Qamhie, N., Tit, N., & Abdelfattah, F. (2010). 'The Effect of Student Use of The Free-Body Diagram Representation on Their Performance', *Educational Research*, 1(10), pp. 505–511. Available at: <http://repository.ksu.edu.sa/jspui/handle/123456789/14478>.
- Bacong, H. & Subaer (2015). 'Profil Kreativitas Mahasiswa Berdasarkan Gaya Berpikarnya dalam Memecahkan Masalah Fisika di Universitas Negeri Makassar', *Indonesian Journal of Applied Physics*, 5(01), p. 1. Doi: 10.13057/ijap.v5i01.250.
- Bancong, H. (2014). 'Studi Kualitatif Gaya Berpikir Peserta Didik dalam Memecahkan Masalah Fisika', *Berkala Fisika Indonesia*, 6(1982), pp. 11–17.
- Creswell, J. W. (2007). *An Introduction to Mixed Methods Office of Qualitative and Mixed Methods Research*. Diunduh dari [https://sbsrc.unl.edu/Introduction to Mixed Methods.pdf](https://sbsrc.unl.edu/Introduction%20to%20Mixed%20Methods.pdf).
- DeHaan, R. L. (2009). 'Teaching Creativity and Inventive Problem Solving in Science', *CBE-Life Science Education*, 8, pp. 172–181. Doi: 10.1187/cbe.08.
- DePorter, B. & Hernacki, M. (2015). *Quantum Learning : Membiasakan Belajar Nyaman dan Menyenangkan*. Diterjemahkan oleh Abdurrahman, A. Bandung : Kaifa.
- Griffith, W. T. & Brosing, J. W. (2009). *The Physics of Everyday Phenomena: a*

- Conceptual Introduction to Physics*. Sixth. Boston: McGraw-Hill. Higher Education.
- Hutagaol, K. (2013). 'Pembelajaran Kontekstual untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis Siswa Sekolah Menengah Pertama', *Jurnal Ilmiah*, 2(1), pp. 85–99. Doi: 10.1063/1.1853523.
- Ibda, F. (2015). 'Perkembangan Kognitif: Teori Jean Piaget', *INTELEKTUALITA*, 3(1), pp. 27–38.
- Iza, Z. A. A., Mariani, S. & Hendikawati, P. (2016). 'Analisis Kemampuan Koneksi Matematis Siswa Kelas VIII melalui Model Pembelajaran Advance Organizer Berdasarkan Gaya Berpikir', *Unnes Journal of Mathematics Education*, 3(2252–6927). Doi: 10.14710/teknik.v37n2.9011.
- Kanginan, M. (2007). *Fisika 1A untuk SMA Kelas X*. Jakarta : Erlangga.
- Kemdikbud (2015). *Materi Pelatihan Guru Implementasi Kurikulum 2013 Jenjang SMA/SMK Tahun 2015*. Jakarta : Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pendidikan dan Kebudayaan dan Penjaminan Mutu Pendidikan.
- Kemendikbud (2018). *Modul Pelatihan Implementasi Kurikulum 2013 SMA tahun 2018*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas.
- Ma'rufi (2011). 'Kemampuan Matematika dan Gaya Berpikir Mahasiswa (Studi pada Mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika FKIP UNCP)', *Jurnal Dinamika*, 02(2), pp. 28–44.
- Makulua, I. J., Toenlloe, A. J. E. & Sulton (2016). 'Pengaruh Pembelajaran Kontekstual dan Gaya Berpikir terhadap Hasil Belajar Sosiologi', *Jurnal Pendidikan*, 1(10), pp. 1935–1937.
- Mayora, S. D., Putra, A. & Hidayati (2018). 'Pengaruh Diagram Bebas Benda dalam Strategi Penyelesaian Soal Secara Sistematis (PS3) untuk Materi Dinamika Partikel terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA N 1 Batusangkar', *Pillar of Physics Education*, 11(1), pp. 73–80.
- Morin, D. (2008). *Intoduction to Classical Mechanis, United States of America*. New York: Cambridge University Press. Available at: [www.cambridge.org/9780521876223](http://www.cambridge.org/9780521876223).
- Muliana, E., Saminan & Wahyudi, A. (2017). 'Gaya Berpikir Siswa dalam Menganalisis Konsep Fisika Melalui Grafik Kinematika', *Jurnal Ilmiah Mahasiswa (JIM) Pendidikan Fisika*, 2(2), pp. 264–271.
- Nurhayani, J. M. (2015). 'Kualitas Diagram Benda Bebas Buatan Siswa dalam Physics Problem Solving', *Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako*, 4(3), pp. 28–35.
- Patimah, D. & Murni (2017). 'Analisis Kualitatif Gaya Berpikir Siswa SMA dalam Memecahkan Masalah Fisika pada Materi Gerak Parabola', *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, pp. 106–118.
- Purwowododo, A. (2016). 'Pengaruh Strategi Pembelajaran dan Gaya Berpikir

- terhadap Pemahaman dan Penerapan Konsep IPS Siswa Kelas VII SMPN', *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 22(2), pp. 95–100.
- Rifa'i, A. & Anni, C. T. (2015). *Psikologi Pendidikan*. Semarang : Universitas Negeri Semarang Press.
- Rizky, G., Tomo, D. & Haratua, T. (2014). 'Kemampuan Multirepresentasi Siswa Sma Dalam Menyelesaikan Soal-Soal Hukum Newton', *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 3(8), pp. 1–10. Doi: 10.1177/10592602011002006.
- Rosengrant, D., Van Heuvelen, A. & Etkina, E. (2005). 'Free-Body Diagrams: Necessary or Sufficient?', *AIP Conference Proceedings*, 790, pp. 177–180. Doi: 10.1063/1.2084730.
- Rosengrant, D., Van Heuvelen, A. & Etkina, E. (2006). 'Case Study: Students' Use of Multiple Representations in Problem Solving', *AIP Conference Proceedings*, 818, pp. 49–52. Doi: 10.1063/1.2177020.
- Rosengrant, D., Van Heuvelen, A. & Etkina, E. (2009). 'Do Students Use and Understand Free-Body Diagrams?', *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 5(1), pp. 1–13. Doi: 10.1103/PhysRevSTPER.5.010108.
- Santrock, J. W. (2007). *Psikologi Pendidikan*. Jakarta : Prenada Media Group
- Sary, Y. N. E. (2017). 'Perkembangan Kognitif dan Emosi Psikologi Masa Remaja Awal', *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), pp. 6–12.
- Savinainen, A., Nieminen, P., Makynen, A., and Viiri, J. (2013). 'Does Using a Visual-Representation Tool Foster Students' Ability to Identify Forces and Construct Free-Body Diagrams? Forces and Construct Free-Body Diagrams?', *PHYSICAL REVIEW SPECIAL TOPICS - PHYSICS EDUCATION RESEARCH*, 9(September 2014), pp. 1–11. Doi: 10.1103/PhysRevSTPER.9.010104.
- Serway, R. A. and Jewett, J. W. (2009). *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta : Salemba Pustaka.
- Sudjana (2005). *Metoda Statistika*. Bandung : Tarsito
- Sugiyono (2009). *Metode Penelitian Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D*. Jakarta : Erlangga.
- Sugiyono (2015). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D*. Jakarta : Erlangga.
- Sujarwanto, E., Hidayat, A. & Wartono (2014). 'Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika pada Modeling Instruction pada Siswa SMA Kelas XI', *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 3(1), pp. 65–78. Doi: 10.15294/jpii.v3i1.2903.
- Suparman (2010). *Gaya Mengajar yang Menyenangkan Siswa*. Yogyakarta : Pinus Book Publisher
- Susiharti & Ismet (2017). 'Studi Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal-Soal Vektor di SMA Negeri 1 Inderalaya', *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran*



*Fisika*, pp. 99–105. Available at:  
<http://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jipf/article/view/4296>.

Tipler, P.A. (1998). *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta : Erlangga.

Toktarova, V. I. & Panturova, A. A. (2015). ‘Learning and Teaching Style Models in Pedagogical Design of Electronic Educational Environment of the University Learning and Teaching Style Models in Pedagogical Design of Electronic Educational Environment of the University’, *Mediterranean Journal of Social Science*, 6(3), pp. 281–290. Doi: 10.5901/mjss.2015.v6n3s7p281.

Tytler, R., Prain, V., Hubber, P., & Waldrip, B. (2013). *Constructing Representations to Learn in Science*. Edited by R. Tytler *et al.* Rotterdam: Sense Publishers. Available at: <http://sensepublishers.com/>.

Yulia, N. & Surya, E. (2017). ‘Kemampuan Representasi Matematis Siswa pada Pembelajaran Matematika’, (December). Available at: <https://www.researchgate.net/publication/321803888%0>

Yusup, M. (2009) Multirepresentasi dalam Pembelajaran Fisika. *Seminar Nasional Pendidikan FKIP Unsri*, pp. 1-7

**nt.**