

ANALISIS KEMAMPUAN REPRESENTASI *FREE BODY DIAGRAM* PADA MATERI HUKUM NEWTON

***Wayan Oka Wisnu Wardana**
Universitas Negeri Makassar
okawisnu99@gmail.com

Salamang Salmiah Sari
Universitas Negeri Makassar
salmiahsari@unm.ac.id

Kaharuddin Arafah
Universitas Negeri Makassar
kahar.arafah@unm.ac.id

*Penulis Korespondensi

Naskah diajukan
23 Juni 2022
Naskah direvisi
17 Desember 2023
Naskah disetujui
13 Maret 2024
Naskah dipublikasi
5 April 2024

Abstrak - Kemampuan representasi penting dikuasai oleh peserta didik guna mengembangkan kemampuan nalar mereka. Salah satu representasi dalam fisika yaitu representasi *free body diagram* pada materi hukum Newton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran kemampuan representasi *free body diagram* pada materi hukum Newton Peserta didik. Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif dengan metode survey. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan instrumen tes berbentuk esai yang terlebih dahulu telah divalidasi, yang kemudian diberikan kepada peserta didik kelas XI MIPA dengan jumlah subjek penelitian sebanyak 106 orang. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan uji statistik deskriptif. Hasil penelitian ini menunjukkan gambaran kemampuan representasi *free body diagram* pada peserta didik kelas XI MIPA tergolong dalam kategori *needs improvemen* (butuh peningkatan), ini mengindikasikan bahwa peserta didik masih kesulitan dalam merepresentasikan persoalan yang melibatkan kemampuan representasi *free body diagram*.

Kata kunci: *Kemampuan representasi, free body diagram, hukum newton.*

Abstract - Representation skills are important to be mastered by students to develop their reasoning abilities. One of the representations in physics is the representation of a free body diagram on Newton's law. This study aimed to determine the description of the ability to represent free body diagrams on Newton's law for students. The type of this research is descriptive quantitative research with a survey method. This research was conducted using a validated test instrument in the form of an essay. This research involved 106 students of senior high school class XI MIPA. The data was analysed using descriptive statistical tests. The results show that a description of the ability to represent free body diagrams in class XI MIPA students is categorized as needs improvement. This indicates that students are still having difficulties in representing the problems that involves the ability to represent free body diagrams.

Keywords: *Representation skills, a free body diagram, Newton Law.*

A. PENDAHULUAN

Fisika merupakan bagian dari Ilmu Alam yang merupakan usaha sistematis dalam rangka membangun dan mengorganisasikan pengetahuan dalam bentuk penjelasan-penjelasan yang dapat diuji dan mampu memprediksi gejala alam (Kemendikbud, 2018). Ilmu Fisika merupakan suatu metode ilmiah dimana meliputi cara berfikir, sikap, dan langkah-langkah kegiatan saintis yang nantinya mampu menghasilkan sebuah produk ilmu ilmiah.

Dalam proses pembelajaran fisika, peserta didik tidak akan terlepas dari menggambar grafik, diagram, tabel yang mana semua itu perlu kemampuan representasi karena terkadang persoalan atau permasalahan fisika awalnya berbentuk narasi yang kemudian peserta didik ubah kedalam bentuk matematis, disanalah representasi berperan menjembatani bentuk narasi ke bentuk matematis. Salah satu materi mendasar dalam dinamika gerak yaitu materi hukum Newton dimana pada materi ini membahas tentang vektor gaya yang bekerja didalam suatu sistem.

Gaya adalah suatu pengaruh pada sebuah benda yang menyebabkan benda mengalami perubahan kecepatan. Gaya merupakan besaran vektor, sehingga untuk menggambarkan sebuah gaya kita harus menyatakan arah gaya yang bekerja dan menentukan besarnya. Arah gaya adalah arah percepatan yang disebabkan (Tipler, 1998). Terdapat empat macam gaya yang biasa bekerja pada suatu benda, yaitu gaya berat, gaya normal, gaya gesekan, dan gaya tegangan tali (Kanginan, 2007).

Persoalan dalam hukum Newton terkadang ditampilkan dalam bentuk verbal sehingga siswa wajib memvisualkan permasalahan tersebut terlebih dahulu kemudian menyelesaikan permasalahan tersebut melalui simbol-simbol yang ada. Oleh sebab itu mereka harus paham gaya-gaya apa yang bekerja, arah gaya serta tentunya besar gaya pada sistem tersebut.

Permasalahan fisika yang berbentuk gagasan matematis ini perlu dikomunikasikan agar mudah dipahami oleh peserta didik itu sendiri. cara yang digunakan oleh seseorang untuk mengkomunikasikan jawaban ataupun sebuah gagasan matematis disebut dengan representasi. (Nugroho, 2018). menambahkan dengan adanya representasi akan mempermudah peserta didik untuk memahami konsep dan menyelesaikan soal-soal pemecahan masalah yang diberikan.

Lebih lanjut representasi yaitu model atau bentuk pengganti dari suatu situasi masalah yang digunakan untuk menemukan solusi. Sebagai contoh, suatu masalah dapat direpresentasikan dengan obyek, gambar, kata-kata, atau simbol matematika (Sabirin. 2014).

Representasi yang tepat digunakan pada materi hukum Newton adalah representasi diagram bebas benda. Representasi ini mampu menggambarkan vektor gaya yang bekerja pada objek serta memberikan informasi tentang semua gaya dan besaran relatifnya. Selain itu representasi diagram bebas benda memberitahukan apakah objek tersebut memiliki percepatan (Rosengrant, 2009).

Kemampuan representasi bukan sekedar membuat gambar, suatu diagram, tabel dan grafik dari suatu permasalahan tetapi menentukan jenis representasi yang dipilih untuk menggambarkan permasalahan tersebut (Sekarpratiwi, 2018).

Dari permasalahan yang terdapat pada materi hukum Newton, kemampuan representasi peserta didik sangat dibutuhkan dalam menguraikan gaya-gaya yang bekerja pada sistem. Penguraian ini menitik beratkan pada pengkategorian gaya-gaya yang bekerja pada sistem tersebut. Penguraian gaya-gaya yang bekerja pada sistem ini dapat lebih mudah dilakukan dengan menggunakan teknik *free body diagram* atau teknik diagram bebas benda.

Kesulitan dalam memahami interaksi gaya, dapat dilakukan dengan cara membangun diagram benda bebas (*free body diagrams*) dalam menganalisis interaksi benda. Diagram benda bebas akan membantu dalam menganalisis gaya-gaya yang bekerja pada objek (Aini, 2020).

Melalui representasi *Free Body Diagram*, siswa dituntut untuk menggambar, menguraikan dan menganalisis gaya-gaya yang bekerja pada suatu benda sehingga siswa dapat menyusun persamaan matematis yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang diberikan (Suratno, 2021).

Peserta didik yang mengerjakan soal dengan menarik garis pada diagram bebas benda secara benar 85 % dapat memecahkan masalah secara benar. Hal ini semakin menunjukkan kemampuan peserta didik dalam memanfaatkan *free body diagram* berperan penting dalam memecahkan permasalahan yang mereka hadapi dalam materi Hukum Newton (Rosengrant, 2009)

Peserta didik yang membuat *free body diagram* secara signifikan lebih berhasil dalam pemecahan masalah kuantitatif, sehingga untuk menyelesaikan sebagian besar persoalan pada materi Hukum Newton dibutuhkan representasi diagram bebas benda terlebih dahulu sehingga peserta didik lebih memahami persoalan yang diberikan (Savinainen, 2013).

[6] menyebutkan langkah-langkah dalam menggambar diagram bebas benda sebagai berikut.

- a. Menggambarkan situasi objek seperti yang dijelaskan dalam soal.
- b. Melingkari objek yang akan ditinjau, yang kemudian disebut dengan sistem.
- c. Asumsikan objek sebagai partikel dan digambarkan di luar objek yang dilingkari agar lebih detail.

- d. Menganalisis gaya-gaya yang bekerja pada benda.
- e. Menggambarkan gaya yang bekerja pada diagram sumbu x dan y dengan menggunakan anak panah. Arah dan panjang anak panah disesuaikan dengan apa yang diketahui.
- f. Setiap gaya yang bekerja pada objek diberi nama sesuai dengan gaya hasil interaksi objek dengan objek yang lain.

Kesalahan yang sering dilakukan peserta didik sering dalam menggambarkan *free body diagrams* yakni (Mardini, 2018):

- a. Tidak lengkap menggambar gaya-gaya pada diagram benda bebas yang di tinjau
- b. Menggambar gaya-gaya yang bekerja pada benda atau sistem benda secara berlebihan.
- c. Siswa juga sering salah dalam memproyeksikan gaya-gaya pada sumbu x dan sumbu y. Pada akhir proses menggambar terkadang komponen gaya pada sumbu x dan komponen gaya pada sumbu y yang dibutuhkan tidak tergambar atau tergambar dengan salah.

terdapat dua unsur penting yang harus ada ketika menggambarkan diagram bebas benda yaitu (Asih, 2019):

- a. kotak yang menjadi representasi dari benda yang sesungguhnya.
- b. 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.

Mengingat pentingnya kemampuan representasi dalam pembelajaran fisika, maka penelitian ini berperan dalam menggambarkan bagaimana kemampuan representasi *free body diagram* peserta didik SMAN 8 Luwu Timur. Nantinya penelitian ini dapat dijadikan acuan bagi pendidik dalam menentukan metode yang dapat digunakan untuk mengefisienkan kemampuan representasi *free body diagram*

B. METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif dengan metode survey. Penelitian deskriptif dengan metode survey merupakan jenis penelitian yang bertujuan untuk mengetahui fakta dari suatu objek sesuai dengan variabel yang ditentukan menggunakan instrument tes yang kemudian hasilnya digambarkan dalam bentuk deskripsi.

Lokasi penelitian dilaksanakan di salah satu SMA Negeri 8 Luwu Timur, Indonesia. Sekolah tersebut berada di pinggiran kota Luwu Timur. Subjek dalam penelitian ini adalah peserta didik

kelas XI MIPA dengan jumlah sampel penelitian sebanyak 106 orang. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah instrumen tes berbentuk esai yang dilengkapi dengan rubrik penilaian dan sebelumnya telah divalidasi pakar dan divalidasi secara empirik

Subjek penelitian ini terbagi menjadi empat kelas MIPA dimana usia mereka antara 15-16 tahun. Saat proses pengambilan data dilakukan secara serentak terhadap semua subjek penelitian tersebut.

Data hasil pengumpulan berupa skor tes akhir dianalisis menggunakan uji statistik deskriptif. Statistik deskriptif digunakan untuk menyajikan data yang telah diperoleh dari tes yang telah diberikan kepada peserta didik dalam bentuk tabel (nilai minimum, nilai maksimum, rata-rata, standar deviasi dan variansi) sehingga mudah dipahami.

Interval skor pada skala pengkategorian kemampuan representasi *free body diagram* diperoleh dari analisis deskriptif

Tabel 1 Kategori Kemampuan Representasi *Free Body Diagram*

Interval	Kategori
18 – 23	Adequate (Benar)
12 – 17	Needs Improvement (Butuh peningkatan)
6 – 11	Inadequate (Kurang memadai)
0 – 5	No evidence of (Sangat kurang)

(sumber: diadaptasi dari Rosengrant, et al. 2009)

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Deskripsi kemampuan representasi *free body diagram* pada materi hukum Newton kelas XI MIPA

Tabel 2 Statistika Skor Kemampuan Representasi *Free Body Diagram* pada Materi Hukum Newton Kelas XI MIPA

Statistik	Skor Statistik
Skor rata-rata	14.50

Standar deviasi	2.48
Varians	6.17
Skor Teoretik Maksimum	24.00
Skor Teoretik Minimum	0.00
Skor Empirik Maksimum	19.00
Skor Empirik Minimum	10.00
Ukuran subjek	106.00

Berdasarkan **tabel 2** dapat diketahui bahwa skor tertinggi yang diperoleh peserta didik adalah 19 dari 24 skor ideal yang mungkin diperoleh oleh peserta didik, sedangkan skor terendah yang diperoleh yaitu 10 dengan 0 sebagai skor terendah ideal yang mungkin peserta didik peroleh. Untuk rata-rata, standar deviasi dan varians yang diperoleh secara berurut-urut yaitu 14.50, 2.48, 6.17. Untuk pengkategorian tingkat kemampuan peserta didik dalam representasi *free body diagram* pada materi hukum Newton diperoleh berdasarkan skor hasil tes peserta didik disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3 Distribusi Frekuensi Pengkategorian Skor Kemampuan Representasi *Free Body Diagram* pada Materi Hukum Newton Kelas XI MIPA

interval	Kategori	Frekuensi	Persentase (%)
18 – 23	Adequate (Benar)	9	8.49
12 – 17	Needs Improvement (Butuh peningkatan)	88	83.02
6 – 11	Inadequate (Kurang memadai)	9	8.49
0 – 5	No evidence of (Sangat kurang)	0	0.00
Jumlah		106	100

Berdasarkan **Tabel 3** dapat disimpulkan bahwa kemampuan representasi *free body diagram* pada materi hukum Newton peserta didik kelas XI MIPA berada pada kategori butuh peningkatan “Needs Improvement” yang ditunjukkan dengan persentase pada kategori tersebut yang lebih dominan dari keempat kategori yang ada dengan angka persentase mencapai 83.02 %.

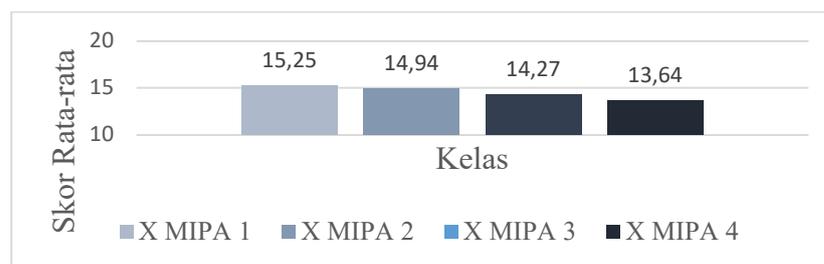
2. Deskripsi Skor Peserta Didik dalam Representasi *Free Body Diagram* pada Materi Hukum Newton Tiap Kelas XI MIPA

Deskripsi skor peserta didik dalam representasi *free body diagram* pada materi hukum newton tiap kelas XI MIPA disajikan dalam tabel berikut ini.

Tabel 4 Skor Rata-Rata Kemampuan Representasi *Free Body Diagram* pada Materi Hukum Newton Tiap Kelas XI MIPA

Kelas	Skor Rata-Rata
XI MIPA 1	15.25
XI MIPA 2	14.94
XI MIPA 3	14.27
XI MIPA 4	13.64

Deskripsi skor rata-rata peserta didik dalam representasi *free body diagram* pada materi hukum newton tiap kelas XI MIPA selanjutnya akan di tampilkan pada diagram berikut.



Gambar 1 Diagram Batang Deskripsi Skor Rata-Rata Kemampuan Representasi *Free Body Diagram* Pada Materi Hukum Newton Tiap Kelas XI MIPA

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui gambaran kemampuan representasi *free body diagram* pada materi hukum Newton. Subjek dalam penelitian ini merupakan peserta didik kelas XI MIPA di salah satu SMA Negeri di kabupaten Luwu Timur dengan jumlah subjek penelitian sebanyak 106 orang.

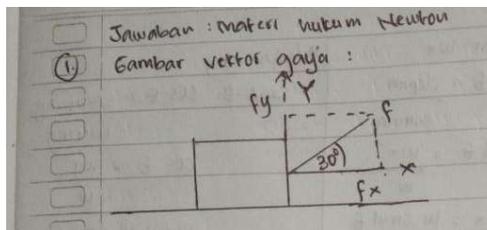
Penyusunan butir soal pada instrumen, diawali dengan merancang kisi-kisi instrumen. Kemudian terlebih dahulu divalidasi oleh pakar lalu dilakukan validasi secara empirik. Sehingga yang awalnya instrumen berjumlah 12 butir tereliminasi hingga tersisa 5 butir soal yang layak digunakan dalam penelitian.

Penelitian dilakukan dengan memberikan instrumen tes kepada peserta didik, dimana hasil tes tersebut diperoleh dari 106 peserta didik. Hasilnya dapat diketahui bahwa tingkat kemampuan representasi *free body diagram* peserta didik tergolong dalam kategori *needs improvement* (butuh peningkatan).

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian yang menyatakan, kemampuan representasi diagram bebas benda pada peserta didik masih termasuk dalam kategori *needs improvement* (butuh peningkatan) (Sekarpratiwi, 2018).

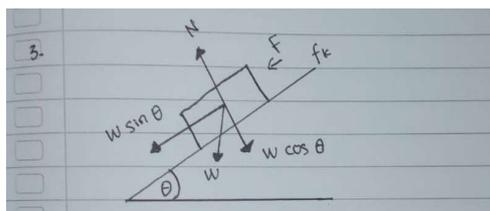
Kategori *needs improvement* (butuh peningkatan) mengindikasikan bahwa peserta didik masih kesulitan dalam merepresentasikan persoalan *free body diagram* yang mereka hadapi.

Berikut kutipan jawaban peserta didik untuk esai no 1 dan 3:



Gambar 2 kutipan jawaban siswa pada esai no 1

Pada kutipan jawaban esai no. 1 di atas peserta didik masih kesulitan dalam menentukan gaya-gaya yang bekerja pada permasalahan yang dihadapi. Tampak pada jawaban salah satu peserta ia tidak menambahkan gambar gaya gesek yang seharusnya terdapat pada penyelesaian soal tersebut. (Masdukiyanto, 2016). umumnya siswa mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi gaya-gaya yang bekerja pada benda secara lengkap dan menungangkannya dalam diagram.

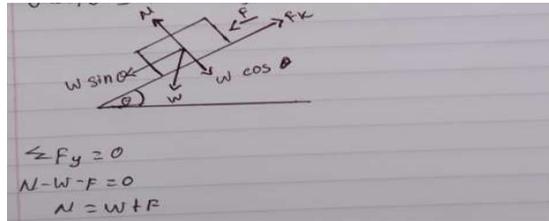


Gambar 3 kutipan jawaban siswa pada esai no 3

Dari kutipan jawaban peserta didik, kesalahan mendasar yang peserta lakukan yaitu peserta didik kurang tepat dalam menarik garis gaya pada persoalan yang mereka hadapi. Pada soal esai no 3 gaya berat yang digambarkan oleh peserta didik kurang tepat dimana seharusnya panjang anak panah gaya $W \sin \theta$ tidak sepanjang itu.

Kekurang telitian peserta didik juga mempengaruhi hasil gambar yang mereka buat. peserta didik kurang teliti dalam menggambarkan proses kejadian seperti kurangnya arah panah sehingga gagal memfasilitasi dalam penyelesaian permasalahan yang mereka hadapi (Yuwono, 2017).

Berikut kutipan jawaban peserta didik pada esai no 4:



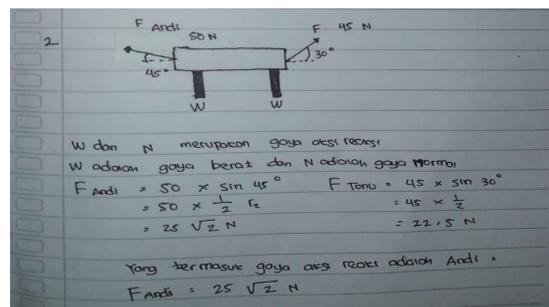
Gambar 4 kutipan jawaban peserta didik pada esai no 4

Kekurang mampuan peserta didik dalam merepresentasikan *free body diagram* dapat diketahui melalui kutipan jawaban diatas, dimana terdapat peserta didik yang bahkan tidak mengetahui gaya-gaya apa saja yang mempengaruhi sistem. Jika peserta didik memahami gaya apa saja yang bekerja pada sistem maka peserta didik akan lebih mudah dalam merumuskan persamaan fisika yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut.

Kekurang mampuan peserta didik dalam menarik garis gaya juga berpengaruh di dalamnya. siswa yang mampu menggambar dengan baik secara signifikan lebih berhasil dalam pemecahan masalah kuantitatif (Savinainen, 2013).

Menggambarkan diagram benda bebas membantu dalam mengkonstruksi persamaan matematis (Sekarpratiwi, 2018). kesulitan dalam menentukan macam-macam gaya dan menggambar diagram gaya mempengaruhi peserta didik dalam menyelesaikan soal-soal pengaplikasian (Balqis, 2017).

Berikut kutipan jawaban peserta didik pada esai no. 2:



Gambar 5 Kutipan jawaban siswa pada esai no. 2

Dari kutipan jawaban peserta didik di atas peserta didik gagal dalam menentukan sudut yang terdapat pada soal merupakan sin, cos atau tan. Sehingga persoalan yang mereka hadapi tidak terselesaikan dengan baik.

D. SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa secara umum gambaran kemampuan representasi *free body diagram* pada materi hukum Newton peserta didik kelas XI MIPA di SMA Negeri 8 Luwu Timur berada pada kategori *needs improvemen* (butuh peningkatan), ini mengindikasikan bahwa peserta didik masih kesulitan dalam merepresentasikan persoalan yang melibatkan kemampuan representasi *free body diagram*.

DAFTAR RUJUKAN

- Aini, F. N., & Suyudi, A. (2020). Efektivitas Pembelajaran Dengan Diagram Bebas Benda Pada Hukum Newton Secara Terintegrasi Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa. *Jurnal Riset Pendidikan Fisika*, 5(1), 12-17
- Asih, P. (2019). *Analisis Gaya Berfikir Peserta Didik Dalam Mempresentasikan Diagram Bebas Benda Materi Hukum Newton* (Doctoral dissertation, UNNES).
- Balqis, D., Kusairi, S., & Supriana, E. (2017). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Melalui Free Body Diagram (FBDs) Untuk Materi Hukum Newton. In Seminar Nasional Pendidikan IPA 2017 (Vol. 2)
- Kanginan, M. (2007). Fisika 1A untuk SMA Kelas X. Jakarta: Erlangga
- Kemendikbud (2018). Modul Pelatihan Implementasi Kurikulum 2013 SMA tahun 2018. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas.
- Mardini, A, Djamas, D., & Putra, A. (2018). Dampak Penerapan Free Body Diagram Terhadap Kemampuan Peserta Didik Menyelesaikan Soal-Soal Hukum Newton Dalam Pembelajaran Fisika SMA. *PILAR OF PHYSICS EDUCATION*, 11(2), 65-72.
- Masdukiyanto, S., & Ltifah, E. (2016). Kesulitan Siswa Dalam Memecahkan Masalah Hukum Newton. *Pros. Semnas Pend. IPA Pascasarjana UM*, 1, 351-354
- Nugroho, I. D., & Widodo, S. A. (2018). Pembelajaran Matematika Dengan Metode Penemuan Terbimbing Untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Dan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMK. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika Etnomatnesia*.
- Rosengrant, D., Van Heuvelen, A., & Etkina, E. (2009) Do Students Use And Understand Free-Body Diagram?. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*. 5(1) 010108
- Sabirin. M. (2014), Representasi Dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(2), 33-44
- Savinainen, A., Mäkynen, A., Nieminen, P., & Viiri, J. (2013). Does Using A Visual-Representation Tool Foster Students' Ability To Identify Forces And Construct Free-Body Diagram?. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 9(1), 010104.
- Sekarpratiwi, F. K., Putra, N.M.D., & Yulianto, A. (2018). Analisis Kemampuan Representasi

- Diagram Bebas Benda Pada Materi Hukum Newton. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 7(2), 85-93
- Suratno, F. A., & Hatibe, A. (2021). Identifikasi Tingkat Kemampuan Siswa Dalam Representasi Free Body Diagram Untuk Menyelesaikan Soal Fisika Pada Materi Hukum Newton. *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*, 9(2).
- Tipler, P.A. (1998). Fisika untuk Sains dan Teknik. Jakarta: Erlangga.
- Yuwono, G. R., Mahardika, I. K., & Gani, A. A. (2017). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa (Kemampuan Representasi Verbal, Gambar, Matematis, Dan Grafik) di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(1), 60-65.