



Analisis Kemampuan Representasi Diagram Bebas Benda pada Materi Hukum Newton

Farah Kinayu Sekarpratiwi [✉], Ngurah Made Darma Putra, Agus Yulianto

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang
Gedung D7 Lt. 2, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Mei 2018

Disetujui Mei 2018

Dipublikasikan Juli 2018

Keywords:

The representation ability,

Free-Body Diagrams,

Newton's Law

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui : (1) Kemampuan representasi diagram bebas benda siswa pada materi Hukum Newton (2) Kesulitan-kesulitan siswa dalam merepresentasikan diagram bebas benda pada materi Hukum Newton. Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian mix method. Penelitian dilakukan melalui kegiatan tes tertulis dan wawancara. Kegiatan tes digunakan untuk memperoleh data kemampuan representasi diagram bebas benda yaitu berupa gambar diagram bebas benda. Kegiatan wawancara digunakan untuk memperoleh data kesulitan siswa dalam menggambarkan diagram bebas benda yaitu berupa uraian hasil wawancara. Subyek penelitian adalah siswa kelas X MIPA SMA Negeri 1 Kudus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan representasi diagram bebas benda siswa termasuk dalam kategori Needs Improvement (butuh peningkatan). Kesulitan yang paling banyak dialami siswa dalam membuat diagram bebas benda adalah menentukan panjang vektor gaya yang bekerja pada benda.

Abstract

This study aims to determine: (1) the students's representation ability of free-body diagrams on Newton's Law material (2) the difficulties of students in representing the free-body diagrams on Newton's Law. The type of research conducted is mix method research. The research is done by test and interview. The test activity is used to obtain the data of representation ability of free-body diagrams in the form of free-body diagrams image. The interview activity is used to obtain the data of student difficulty in representing the free-body diagrams in the form of description of interview result. The subject of this research is the students of class X MIPA SMA Negeri 1 Kudus. The results showed that the students's representation ability of free-body diagrams included in the category of Needs Improvement. The most difficulty experienced by students in making the free-body diagrams is to determine the length of the force vector that works on the object.

PENDAHULUAN

Menurut Trianto (2012) hakikat fisika adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari gejala-gejala melalui serangkaian proses yang dikenal dengan proses ilmiah yang dibangun atas dasar sikap ilmiah dan hasilnya terwujud sebagai produk ilmiah yang tersusun atas tiga komponen terpenting berupa konsep, prinsip, dan teori yang berlaku secara universal. Tujuan pembelajaran fisika yang tertuang di dalam kerangka Kurikulum 2013 ialah menguasai konsep dan prinsip serta mempunyai keterampilan mengembangkan pengetahuan dan sikap percaya diri sebagai bekal untuk melanjutkan pendidikan pada jenjang yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi (Kemdikbud, 2014).

Abdullah (2012) menyatakan bahwa sudah menjadi pemahaman bersama di kalangan pendidik bahwa fisika adalah pelajaran yang dianggap sulit bagi sebagian besar siswa, lebih sulit dari pada matematika. Oleh karena itu, kebanyakan siswa tidak menyukai pelajaran fisika. Semua topik dalam pelajaran fisika berhubungan erat dengan diagram, ada permasalahan yang muncul di sekolah-sekolah dalam pelajaran fisika yaitu cara merepresentasikan fenomena ke dalam diagram. Terdapat beberapa representasi yang dapat digunakan dalam memecahkan permasalahan dalam pelajaran fisika. Multi representasi adalah model yang mempresentasi ulang konsep yang sama dalam beberapa format yang berbeda-beda. Metode multi representasi (representasi ganda) harus menjadi strategi utama dalam pembelajaran fisika (Carl Angell dkk., 2007).

Rosengrant dkk. (2007) menyatakan bahwa representasi adalah sesuatu yang dapat disimbolkan atau simbol pada suatu obyek ataupun proses. Mereka menambahkan bahwa dalam fisika representasi bisa berupa kata, gambar, diagram, grafik, simulasi komputer, persamaan matematika dan sebagainya. Bentuk interpretasi siswa dapat berupa kata-kata atau verbal, tulisan, gambar, tabel, grafik, benda konkrit, simbol matematika dan lain-lain

(Sabirin, 2014). Kemampuan representasi bukanlah sekedar membuat suatu gambar, suatu diagram, tabel atau grafik dari suatu masalah tetapi jenis dari representasi yang dipilih untuk menggambarkan suatu masalah dan hubungannya dengan komponen-komponen yang terdapat dalam masalah adalah sangat penting (Nurhayani dkk, 2015). Atjiang dan Darsikin (2015) menyatakan bahwa siswa harus memiliki kemampuan representasi agar dapat membantu siswa dalam memecahkan masalah.

Materi gaya pada hukum-hukum Newton merupakan salah satu materi fisika yang menuntut siswa untuk menguraikan gaya-gaya yang bekerja pada benda terlebih dahulu sehingga siswa dapat menyelesaikan permasalahan yang diberikan. Gaya yang bekerja pada benda digambarkan pada diagram yaitu diagram bebas benda sehingga siswa dapat lebih memahaminya. Kemampuan siswa dalam menganalisis dan menguraikan gaya-gaya akan membantu memudahkan siswa dalam memahami konsep yang diajarkan, karena siswa cenderung lebih mudah dalam memahami suatu konsep jika direpresentasikan secara visual (Utami, 2013). Diagram bebas benda merupakan salah satu cabang mekanika yang dapat direpresentasikan dalam bentuk diagram, bentuk grafik lengkap dengan variabel-variabel gaya (Van Heuvelen, *et al*, 2009).

Menurut Rosengrant, dkk (2009), ketika memecahkan masalah beberapa siswa menggunakan diagram bebas benda tidak hanya untuk mengidentifikasi masalah tetapi juga untuk membantu mengkonstruksi persamaan matematis. Membuat diagram bebas benda merupakan tahap awal dalam proses memecahkan masalah. Tahap tersebut selanjutnya akan mempengaruhi proses yang selanjutnya dikerjakan. Dengan kata lain, jika siswa dapat membuat diagram bebas benda dengan benar maka kesempatan siswa tersebut dapat menyelesaikan masalah lebih besar.

Kemampuan siswa dalam menggambarkan, menganalisis, dan menguraikan gaya-gaya yang bekerja memerlukan strategi yang tepat. Cara tepat dalam menyampaikan materi pelajaran,

dapat membuat siswa belajar lebih efektif sehingga mengakibatkan hasil belajar yang optimal. Cara penyajian yang dapat digunakan adalah representasi diagram bebas benda. Representasi diagram bebas benda merupakan salah satu cara penyajian menggunakan multiple representation (Utami, 2013). Kemampuan siswa menggambar *free body diagrams* dapat dilatih dengan memberikan pembelajaran mengenai langkah-langkah menggambar *free body diagrams* secara terperinci (Rahmaniar, 2016). Melalui representasi diagram bebas benda, siswa dituntut untuk menggambar, menguraikan dan menganalisis gaya-gaya yang bekerja pada suatu benda terlebih dahulu sehingga siswa dapat menyusun persamaan matematis yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang diberikan. Kemampuan representasi diagram bebas benda yang dimiliki siswa sangat berperan penting dalam membantu penyelesaian masalah.

Savinainen, et al. (2013) menyatakan bahwa siswa yang membuat diagram bebas benda secara signifikan lebih berhasil dalam pemecahan masalah kuantitatif Untuk menyelesaikan sebagian besar persoalan pada materi Hukum Newton dibutuhkan representasi diagram bebas benda terlebih dahulu sehingga siswa lebih memahami persoalan yang diberikan. Berdasarkan uraian diatas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang "Analisis Kemampuan Representasi Diagram Bebas Benda Siswa pada Materi Hukum Newton".

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian mix method. Menurut Creswell sebagaimana dikutip Sugiyono (2011) memberikan definisi tentang *mix method research* adalah pendekatan dalam penelitian yang mengkombinasikan atau menghubungkan antara metode penelitian kuantitatif dan kualitatif. Hal tersebut mencakup landasan filosofis, penggunaan pendekatan kualitatif dan

kuantitatif, dan mengkombinasikan kedua pendekatan dalam penelitian. Subyek penelitian adalah siswa SMA Negeri 1 Kudus kelas X MIPA. Sampel yang digunakan adalah siswa kelas X MIPA 4 dan X MIPA 6. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan *teknik purposive sampling*. *Teknik purposive sampling* adalah teknik pengambilan sampel sumber data dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2011:300).

Penelitian dilakukan melalui kegiatan tes dan wawancara. Kegiatan tes digunakan untuk memperoleh data kemampuan representasi diagram bebas benda yang berupa gambar diagram bebas benda. Instrumen yang digunakan untuk tes tertulis berupa soal uraian yang terdiri atas 10 soal yaitu satu soal mengenai definisi diagram bebas benda dan macam-macam gaya yang bekerja pada benda sedangkan sembilan soal lainnya mengenai kemampuan siswa dalam membuat diagram bebas benda yang mengharuskan siswa untuk membuat diagram bebas benda terlebih dahulu sebelum menyelesaikan persoalan berikutnya.

Kegiatan tes diikuti oleh semua siswa kelas X MIPA 4 dan X MIPA 6 secara individu. Siswa mengerjakan soal tes uraian dalam waktu 120 menit dan tidak diperbolehkan untuk membuka buku catatan dan tugas fisika maupun buku fisika lainnya.

Untuk mengetahui kemampuan siswa dalam menggambarkan diagram bebas benda dilakukan dengan cara mendeskripsikan secara langsung berdasarkan hasil tes uraian yang berupa gambar diagram bebas benda. Diagram bebas benda yang telah digambarkan oleh siswa kemudian diklasifikasikan dengan skala tertentu sehingga menjadi sesuatu yang dapat bermakna untuk dideskripsikan. Hasil jawaban siswa yang berupa gambar diagram bebas benda diklasifikasikan berdasarkan rubrik klasifikasi yang telah dibuat oleh Rosengrant, dkk (2009). Adapun rubrik klasifikasi diagram bebas benda tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rubrik Klasifikasi Penggambaran Diagram Bebas Benda

Kode	Kriteria	Deskripsi
0	<i>No evidence of</i> (Sangat kurang)	Siswa tidak menggambar diagram bebas benda
1	<i>Inadequate</i> (Kurang memadai)	Siswa menggambar diagram bebas benda tetapi belum bisa menentukan gaya-gaya yang bekerja pada benda
2	<i>Needs Improvement</i> (Butuh peningkatan)	Siswa sudah mampu menggambar diagram bebas benda dan menentukan gaya-gaya yang bekerja tetapi belum mampu menentukan panjang vektor gaya dan penamaan gaya yang bekerja pada setiap benda
3	<i>Adequate</i> (Sudah Benar)	Siswa mampu menggambar diagram bebas benda dengan benar yang meliputi banyaknya gaya, arah gaya dan panjang vektor gaya yang bekerja pada benda. Selain itu penamaan gaya sudah benar.

Selain mengklasifikasikan hasil jawaban siswa yang berupa diagram bebas benda, pengklasifikasian juga dilakukan untuk hasil jawaban siswa yang berupa hasil perhitungan. Tabel 2 merupakan tabel klasifikasi yang digunakan untuk mengklasifikasi hasil jawaban siswa yang berupa hasil perhitungan.

Tabel 2. Rubrik Klasifikasi Jawaban Perhitungan

Skor	Deskripsi
0	Tidak dijawab
1	Jawaban salah
2	Jawaban kurang benar
3	Jawaban benar

Kegiatan wawancara digunakan untuk memperoleh data kesulitan siswa dalam menggambar diagram bebas benda yaitu berupa uraian hasil wawancara. Kegiatan wawancara hanya diikuti oleh enam siswa dari seluruh siswa yang mengikuti kegiatan tes. Pemilihan sampel yang digunakan dalam kegiatan wawancara berdasarkan pengelompokan hasil kegiatan tes siswa menjadi kelompok atas, tengah dan bawah. Masing-masing kelompok dipilih dua orang untuk menjadi sampel dalam kegiatan wawancara

sehingga terdapat enam siswa yang mengikuti kegiatan wawancara. Hasil wawancara dianalisis secara kualitatif menggunakan metode analisis interaksi yang meliputi pengumpulan data, reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan.

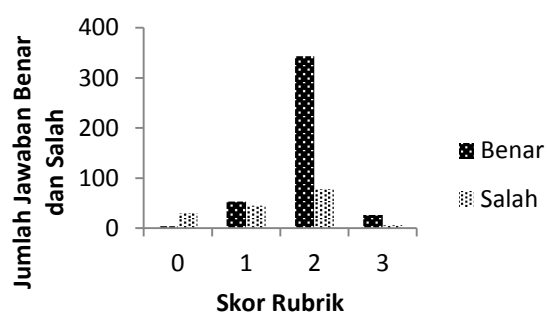
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang telah dilakukan di SMA Negeri 1 Kudus diperoleh hasil bahwa untuk soal nomor 1, siswa belum mampu mendefinisikan pengertian diagram bebas benda. Sedangkan kemampuan siswa untuk menyebutkan macam-macam gaya yang bekerja pada benda sudah baik. Selain itu, untuk kemampuan siswa dalam membuat diagram bebas benda dan menyelesaikan soal perhitungan diperoleh hasil seperti yang terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengelompokan Hasil Jawaban Siswa berdasarkan Skor Perolehan Diagram Bebas Benda dan Perhitungan

Perhitungan	Diagram Bebas Benda			
	0	1	2	3
0	29	5	3	0
1	1	36	48	4
2	0	4	27	2
3	4	53	343	26

Hasil jawaban siswa dikelompokkan berdasarkan jawaban benar dan salah. Jawaban benar merupakan jawaban yang memperoleh skor perhitungan 3, sedangkan jawaban salah merupakan jawaban yang memperoleh skor perhitungan 0, 1, dan 2. Berikut pengelompokkan jawaban siswa berdasarkan jawaban benar salah dan skor diagram bebas benda seperti pada gambar 1.

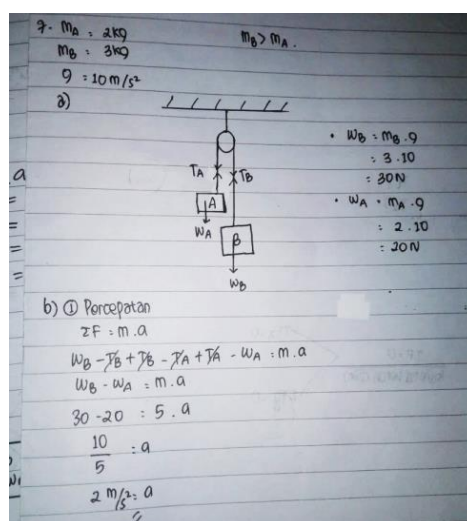


Gambar 1. Pengelompokkan Hasil Jawaban Benar dan Salah Siswa berdasarkan Skor Diagram Bebas Benda

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa hasil jawaban siswa yang paling banyak adalah hasil jawaban siswa yang memperoleh skor 2 untuk diagram bebas benda dan skor 3 untuk perhitungan yaitu sebesar 343 jawaban. Hal ini menunjukkan bahwa diagram bebas benda yang dibuat oleh siswa termasuk dalam kategori butuh peningkatan. Menurut Rosengrant, dkk (2009), diagram bebas benda yang termasuk dalam kategori butuh peningkatan artinya siswa sudah mampu menggambarkan diagram bebas benda dan menentukan gaya-gaya yang bekerja pada benda dengan benar tetapi belum mampu menentukan panjang vektor gaya dan penamaan gaya yang bekerja pada setiap benda.

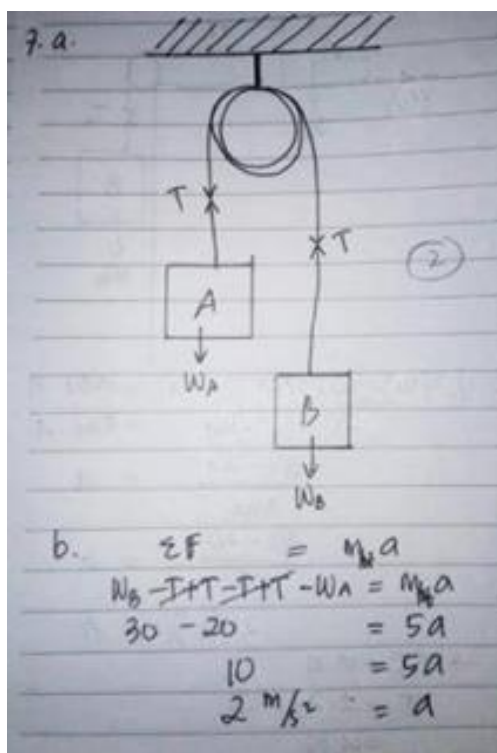
Gambar 2 merupakan hasil jawaban salah satu siswa kelompok atas yaitu Shabrina. Dari gambar tersebut, diketahui bahwa diagram bebas benda yang dibuat termasuk dalam kategori butuh peningkatan. Menurut Rosengrant, dkk (2009), diagram bebas benda yang termasuk dalam kategori butuh peningkatan artinya siswa sudah mampu menggambarkan diagram bebas

benda dan menentukan gaya-gaya yang bekerja pada benda dengan benar tetapi belum mampu menentukan panjang dan titik pangkal vektor gaya. Berdasarkan gambar tersebut siswa belum mampu menggambarkan vektor gaya berat benda A dengan tepat. Letak vektor gaya berat benda A tidak terdapat pada titik pusat dari benda A.



Gambar 2. Hasil Jawaban Soal Nomor 7 Siswa Kelompok Atas

Dari Gambar 2 diketahui bahwa hasil jawaban perhitungan siswa sudah benar. Siswa mampu menyusun persamaan matematis awal berdasarkan diagram bebas benda sehingga siswa dapat menyelesaikan soal perhitungan dengan benar. Walaupun diagram bebas benda yang digambarkan termasuk dalam kategori butuh peningkatan, tapi diagram gaya yang sudah dibuat siswa sudah menunjukkan arah gaya yang bekerja pada benda sehingga siswa mampu menyusun persamaan matematis dengan benar. Hal ini seperti yang diungkapkan oleh Ayes, et al. (2010) bahwa siswa yang mengerjakan atau menggambar diagram bebas benda dengan benar dapat menyelesaikan masalah fisika dengan tepat.



Gambar 3. Hasil Jawaban Soal Nomor 7 Siswa Kelompok Tengah

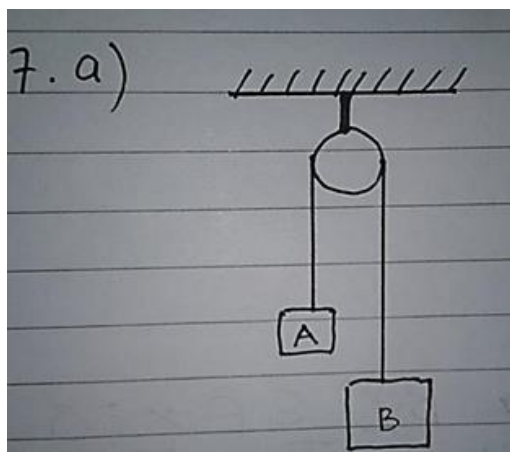
Gambar 3 merupakan hasil jawaban salah satu siswa kelompok tengah yaitu Putri. Dari gambar tersebut, diketahui bahwa diagram bebas benda yang dibuat termasuk dalam kategori butuh peningkatan. Menurut Rosengrant, dkk (2009), diagram bebas benda yang termasuk dalam kategori butuh peningkatan artinya siswa sudah mampu menggambarkan diagram bebas benda dan menentukan gaya-gaya yang bekerja pada benda dengan benar tetapi belum mampu menentukan panjang dan titik pangkal vektor gaya. Berdasarkan gambar tersebut siswa belum mampu menentukan panjang vektor gaya berat benda A dan B yang seharusnya panjang vektor gaya berat benda B lebih panjang dari benda A karena massa benda B lebih besar daripada benda A. Selain itu, siswa belum mampu menentukan titik pangkal gaya berat benda A dan B yang seharusnya berada pada titik pusat benda.

Dari gambar 3 diketahui bahwa hasil jawaban perhitungan siswa sudah benar. Siswa mampu menyusun persamaan matematis awal berdasarkan diagram bebas benda sehingga

siswa dapat menyelesaikan soal perhitungan dengan benar. Walaupun diagram bebas benda yang digambarkan termasuk dalam kategori butuh peningkatan, tapi diagram gaya yang sudah dibuat siswa sudah menunjukkan arah gaya yang bekerja pada benda sehingga siswa mampu menyusun persamaan matematis dengan benar. Pernyataan tersebut sesuai dengan pernyataan Savinainen, et al. (2013) bahwa siswa yang membuat diagram bebas benda secara signifikan lebih berhasil dalam pemecahan masalah kuantitatif dibandingkan dengan siswa yang menggambar diagram secara tidak benar.

Gambar 4 merupakan hasil jawaban salah satu siswa kelompok bawah yaitu Bagus. Dari gambar tersebut, diketahui bahwa diagram bebas benda yang dibuat termasuk dalam kategori sangat kurang. Siswa belum menggambarkan diagram bebas benda dan hanya menggambarkan keadaan benda yang berada pada katrol. Selain belum menggambarkan diagram bebas benda, siswa juga belum mampu menyelesaikan soal perhitungan. Siswa belum mampu menyelesaikan soal perhitungan dikarenakan siswa tidak menggambarkan gaya-gaya yang bekerja pada benda sehingga siswa tidak mampu menyusun persamaan matematis untuk menyelesaikan soal perhitungan.

Dalam penelitian ini, dilakukan kegiatan wawancara untuk mengkonfirmasi jawaban-jawaban siswa yang diperoleh dari tes yang telah dilakukan. Selain itu, wawancara juga dilakukan untuk mengetahui kesulitan-kesulitan yang dialami siswa dalam membuat diagram bebas benda.



Gambar 4. Hasil Jawaban Soal Nomor 7 Siswa Kelompok Bawah

Siswa yang mewakili kelompok atas untuk kegiatan wawancara adalah Skolastika dan Adam. Transkrip wawancara dengan siswa kelompok atas yang berkaitan dengan istilah diagram bebas benda adalah sebagai berikut.

X : Apakah pernah diajarkan atau diperkenalkan dengan istilah diagram bebas benda?

Y : **Tidak pernah diajarkan istilah diagram bebas benda.** Guru hanya mengajarkan cara menggambarkan gaya yang bekerja pada benda.

Dari hasil wawancara, diketahui bahwa selama proses pembelajaran guru belum pernah mengajarkan mengenai istilah diagram bebas benda sehingga siswa belum mengetahui definisi dari diagram bebas benda. Selama ini, siswa hanya diajarkan untuk menggambar gaya-gaya yang bekerja pada benda tanpa diajarkan istilah diagram bebas benda. Walaupun siswa belum mengetahui istilah diagram bebas benda, siswa sudah mampu untuk membuat diagram bebas benda.

Transkrip wawancara dengan siswa kelompok atas berkaitan dengan kesulitan yang dialami ketika menggambarkan diagram bebas benda

X : Apa saja kesulitan yang dialami ketika menggambarkan diagram bebas benda?

*Y*₁ : **Tidak banyak mengalami kesulitan** hanya terkadang kurang teliti dalam mengubah soal yang berbentuk tulisan ke dalam bentuk gambar.

*Y*₂ : Biasanya mengalami **kesulitan dalam menentukan panjang vektor gaya.** Dalam menggambar gaya tidak memperhitungkan panjangnya, hanya sekedar menggambarkan gaya yang bekerja

Dalam menggambarkan diagram bebas benda, Skolastika tidak banyak mengalami kesulitan, hanya saja terkadang kurang teliti dalam mengubah soal yang berbentuk tulisan ke dalam bentuk gambar. Sedangkan menurut Adam, kesulitan yang dialami ketika menggambarkan diagram bebas benda adalah menentukan panjang vektor gaya yang bekerja.

Transkrip wawancara dengan siswa kelompok tengah tentang kesulitan yang dialami ketika menggambarkan diagram bebas benda.

X : Apa saja kesulitan yang dialami ketika menggambarkan diagram bebas benda?

Y : **Menentukan arah dan titik pangkal vektor gaya yang bekerja pada benda serta menentukan panjang vektor gaya.**

Dalam menggambarkan diagram bebas benda, Khumairo dan Nabila mengalami kesulitan dalam menggambarkan diagram bebas benda diantaranya kesulitan dalam menentukan arah dan titik pangkal vektor gaya yang bekerja pada benda serta menentukan panjang vektor gaya. Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil jawaban tes tertulis siswa yang menunjukkan bahwa Siswa masih salah dalam menentukan titik pangkal vektor gaya dan menentukan panjang vektor gaya.

Transkrip wawancara dengan siswa kelompok bawah tentang kesulitan yang dialami ketika menggambarkan diagram bebas benda.

X : Apa saja kesulitan yang dialami ketika menggambarkan diagram bebas benda?

Y : **Menentukan titik pangkal vektor gaya, menentukan proyeksi vektor gaya yang bekerja pada benda yang berada pada bidang**

miring dan menentukan panjang vektor gaya yang bekerja pada benda.

Dalam menggambarkan diagram bebas benda, Bagus dan Bagus mengalami kesulitan dalam menggambarkan diagram bebas benda diantaranya kesulitan dalam menentukan titik pangkal vektor gaya dan menentukan proyeksi vektor gaya yang bekerja pada benda yang berada pada bidang miring. Kesulitan lain yang dialami adalah menentukan panjang vektor gaya yang bekerja pada benda. Dari hasil jawaban siswa juga dapat diketahui bahwa siswa masih salah dalam menentukan titik pangkal vektor gaya terutama untuk vektor gaya normal dan gaya berat. Panjang vektor gaya yang digambarkan siswa juga masih belum tepat. Selain itu, dari hasil jawaban siswa dapat diketahui bahwa siswa kesulitan dalam menentukan gaya-gaya yang bekerja pada benda. Siswa belum menggambarkan gaya-gaya yang bekerja pada benda secara lengkap. Hal ini sesuai dengan pernyataan Masdukiyanto (2016) bahwa pada umumnya siswa mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi gaya-gaya yang bekerja pada benda secara lengkap dan menemukannya dalam diagram.

Dari uraian pembahasan tersebut diketahui bahwa kesulitan-kesulitan yang dialami dalam membuat diagram bebas benda diantaranya menentukan gaya yang bekerja pada benda, menentukan titik pangkal vektor gaya, menentukan panjang vektor gaya, dan menentukan proyeksi vektor gaya yang bekerja pada benda yang berada pada bidang miring. Dari beberapa kesulitan tersebut, siswa paling banyak mengalami kesulitan dalam hal menentukan panjang vektor gaya yang bekerja pada benda.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Kemampuan representasi diagram bebas benda siswa kelas X MIPA SMA Negeri 1 Kudus pada materi Hukum Newton termasuk dalam kategori

Needs Improvement (butuh peningkatan). Kesulitan-kesulitan yang dialami oleh siswa kelas X MIPA SMA Negeri 1 Kudus dalam membuat representasi diagram bebas benda adalah menentukan gaya yang bekerja pada benda, menentukan titik pangkal vektor gaya, menentukan panjang vektor gaya, dan menentukan proyeksi vektor gaya yang bekerja pada benda yang berada pada bidang miring.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Muhamad Yusuf. 2012. Strategi Efektif Pembelajaran Fisika: Ajarkan Konsep. *Prosiding: Seminar Nasional Fisika*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Angell, C., Guttersurd, O. and Henriksen, E.K. 2007. Multiple Representations as a Framework for a Modelling Approach to Physics Education. Department of Physics, University of Oslo, Norway, and Per Morten Kind, School of Education, Durham University, UK.
- Atjiang, Nurhijrah N., dan Darsikin. 2015. Analisis Kemampuan Siswa Mengubah Representasi dalam Physics Problem Solving Pada Siswa SMA Kelas X. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako*, 2(3).
- Ayesh, N. Qamheih, N. Tit, and F. Abdelfattah. 2010. The Effect of Student Use of The Free-Body Diagram Representation on Their Performance. *Educational Research* 1(10);505-511.
- Kemendikbud. 2014. *Materi Pelatihan Implementasi Kurikulum 2013 Tahun Ajaran 2014, Mata Pelajaran Fisika SMA/SMK*. Jakarta: tidak diterbitkan.
- Masduki, dkk. 2016. Kesulitan Siswa dalam Memecahkan Masalah dalam Hukum Newton. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA Pascasarjana UM*. Malang: Universitas Negeri Malang

- Nurhayani, Jusman Mansyur dan Darsikin. 2015. Kualitas Diagram Benda Bebas Buatan Siswa Dalam Physics Problem Solving. *Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako*, 4(3):28-35.
- Rahmaniar, A., Rusnayati, H. and Sutiadi, A., 2016. Analisis Free Body Diagrams pada Siswa SMA dalam Menyelesaikan Tes Uraian Terstruktur. *JPPPF*, 2(2):1-6.
- Rosengrant, D., E. Etkina and AV. Heuvelen. (2007). An Overview of Recent Research on Multiple Representations. *Rutgers, The State University of New Jersey GSE, 10 Seminary Place, New Brunswick NJ, 08904*.
- Rosengrant, D., A. Van Heuvelen, & E. Etkina. 2009. Do Students Use and Understand Free-Body Diagrams?. *Physical Review Special Topics Physics Education Research* 5: 010108.
- Sabirin, Muhammad. 2014. Representasi Dalam Pembelajaran Matematika. *JPM IAIN Antasari*, 1(2):33-34.
- Savinainen, A. Asko Ma'kynen, Pasi Nieminen, and Jouni Viiri. 2013. Does using a visual-representation tool foster students' ability to identify forces and construct free-body diagrams?. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research* 9, 010104
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kombinasi (Mix Methods)*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Trianto. 2012. *Model Pembelajaran Terpadu: Konsep, Strategi dan Implementasinya dalam Kurikulum Tingkat Satuan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Utami, Galuh. 2013. *Pengaruh Skill Representasi Free Body Diagram Terhadap Pemahaman Konsep Pada Materi Ajar Dinamika Partikel*. Skripsi. Bandar Lampung: FKIP Universitas Lampung.
- Huda, M. 2014. *Model-model Pengajaran dan Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar