

KUALITAS DIAGRAM BENDA BEBAS BUATAN SISWA DALAM *PHYSICS PROBLEM SOLVING*

Nurhayani¹, Jusman Mansyur dan Darsikin²

rnurhayani@yahoo.com

¹ (Mahasiswa Program Studi Magister Pendidikan Sains Pascasarjana Universitas Tadulako)

² (Staf Pengajar Program Studi Magister Pendidikan Sains Pascasarjana Universitas Tadulako)

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas diagram yang dibuat oleh siswa dalam *physics problem solving*. Responden penelitian adalah dua belas siswa terpilih yang terdiri dari Kelas X dan Kelas XI SMA Negeri di Poso Kota yang telah mendapatkan konsep dinamika partikel. Instrumen penelitian yang digunakan terdiri dari tes soal *essay* untuk menyeleksi responden dan tes untuk menganalisis kualitas FBD buatan siswa dan panduan wawancara. Pengambilan data untuk kemampuan *problem solving* dan kemampuan menyusun representasi dalam bentuk diagram dilakukan dengan kegiatan *thinking-aloud*, yaitu responden mengerjakan soal dengan menulis pada lembar jawaban sambil mengungkapkan hal-hal yang berhubungan dengan apa yang ditulis. Kegiatan itu direkam dengan *handycam*. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan data pendukung dalam menganalisis data hasil *thinking-aloud*. *Free body diagram* buatan siswa dalam *physics problem solving* dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu kategori tidak lengkap, kategori kurang lengkap dan kategori cukup lengkap. Responden yang membuat diagram dengan mengidentifikasi variabel-variabel yang bekerja pada sistem secara lengkap dapat menyelesaikan soal secara benar dan siswa yang membuat diagram dengan tidak mengidentifikasi variabel-variabel gaya secara lengkap tidak mendapatkan solusi yang tepat dalam menyelesaikan soal.

Kata kunci: *free body diagram*, *thinking-aloud*, wawancara

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. 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

Ifamuyiwa and Ajilogba (2012) menyatakan bahwa *problem solving* merupakan suatu cara untuk menemukan atau menciptakan solusi baru untuk suatu masalah. Pemahaman konsep fisika penting dalam mendukung pembelajaran serta pemecahan masalah. Hal tersebut menuntut peserta didik

untuk memahami fisika secara konseptual. Kurangnya pemahaman konsep dalam fisika akan mempengaruhi cara penggunaan strategi siswa dalam pemecahan masalah. Seperti yang dikemukakan Pol, *et al.*, (2009) bahwa strategis pengetahuan memberikan solusi dalam pemecahan masalah. Kurangnya pengetahuan strategis telah diduga menjadi penyebab utama kegagalan pemecahan masalah bagi siswa fisika (Mathan and Koedinger, 2005).

Representasi merupakan bentuk baru sebagai hasil translasi dari suatu masalah atau ide dan translasi suatu diagram atau model fisik ke dalam simbol atau kata-kata. Misalnya, representasi bentuk perbandingan ke dalam beberapa model konkrit, dan representasi suatu diagram ke dalam bentuk simbol atau kata-kata.

Diagram dalam fisika meliputi diagram benda bebas atau *free body diagram*. Kanginan (2000) menyatakan bahwa *free body diagram* merupakan diagram terpisah untuk tiap benda atau sistem yang memperlihatkan semua gaya yang bekerja pada tiap benda atau sistem yang memperlihatkan semua gaya yang bekerja pada tiap benda atau sistem. Menurut Sutrisno (1997) diagram benda bebas (*free body diagram*) adalah diagram yang menunjukkan arah dan besar relative yang bekerja pada suatu benda tertentu.

Van Heuvelen, *et al.* (2009) FBD merupakan salah satu cabang mekanika yang dapat direpresentasikan dalam bentuk diagram, 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 siswa menggambar, hal ini akan terlihat bahwa siswa yang mampu menggambar dengan benar maka pemahaman konsep siswa baik dan siswa mampu memecahkan masalah dengan baik. Ayes, *et al.* (2010) mengemukakan bahwa siswa yang mengerjakan atau menggambar FBD dengan benar dapat menyelesaikan masalah fisika dengan tepat. Hal di atas juga dikemukakan oleh Rosengrant, *et al.* (2009) bahwa penggunaan FBD sangat membantu siswa dalam memecahkan masalah fisika bahkan siswa dapat mengetahui langkah-langkah pekerjaan selanjutnya.

Rosengrant, *et al.* (2009) menunjukkan bahwa siswa yang mengerjakan soal dengan menarik garis pada FBD secara benar 85 % dapat memecahkan masalah secara benar. Hal yang sama dikemukakan Savinainen, *et al.* (2013) bahwa siswa yang menarik FBD secara signifikan lebih berhasil dalam pemecahan masalah kuantitatif dibandingkan dengan siswa yang menggambar diagram secara tidak benar.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif dengan menggunakan metode deskriptif. Subyek penelitian adalah siswa Kelas X dan Kelas XI yang berasal dari empat SMA Negeri yang berada di Kota Poso. Responden dalam penelitian ini adalah 12 orang siswa. Penentuan responden menggunakan tes seleksi responden dengan pertimbangan bahwa siswa yang mengikuti tes merupakan siswa yang telah mengikuti pokok bahasan dinamika partikel yaitu Hukum Newton. Responden terbagi atas tiga kategori kelompok berdasarkan kelengkapan diagram yang dibuat, yaitu kategori sangat lengkap, cukup lengkap dan tidak lengkap. Responden terpilih selanjutnya terlibat dalam aktivitas *thinking-aloud* yang diikuti dengan wawancara. Dalam *thinking-aloud* diberikan soal *essay* dan selama kegiatan tersebut partisipan mengungkapkan secara lisan dan/atau tertulis apa yang ada dalam pikirannya. Kegiatan ini direkam dengan menggunakan video camera. Setelah responden menyelesaikan soal dalam format TA, selanjutnya dilakukan wawancara untuk memperoleh data kualitas diagram yang dibuat.

Data kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal dengan merepresentasikan soal dalam bentuk diagram diperoleh melalui hasil kerja tertulis dan transkrip hasil TA berupa skor dari masing-masing responden. Data yang lain diperoleh dari hasil wawancara yang berfungsi sebagai data pendukung atau penguat data dari hasil kerja tertulis dan transkrip TA tersebut. Data selanjutnya dianalisis secara kualitatif untuk memperoleh deskripsi kualitas FBD buatan responden. Responden terpilih dikategorikan sesuai skor perolehan. Skor satu kategori tidak lengkap skor dua kategori cukup lengkap dan skor tiga kategori sangat lengkap.

Tabel 1. Responden Terpilih dari Hasil TSR

No	Kode Responden	Responden Terpilih	Kategori
1	TRS1	3	SL
2	TRS2	2	CL
3	TRS3	1	TL
4	TRS4	1	TL
5	TRS5	2	CL
6	TRS6	3	SL
7	TRS7	1	TL
8	TRS8	2	CL
9	TRS9	3	SL
10	TRS10	1	TL
11	TRS11	2	CL
12	TRS12	3	SL

Tabel satu menunjukkan bahwa dari dua belas responden terpilih terdapat empat responden memperoleh kategori TL, empat responden memperoleh kategori cukup lengkap dan empat responden memperoleh sangat lengkap.

HASIL DAN PEMBAHASAN

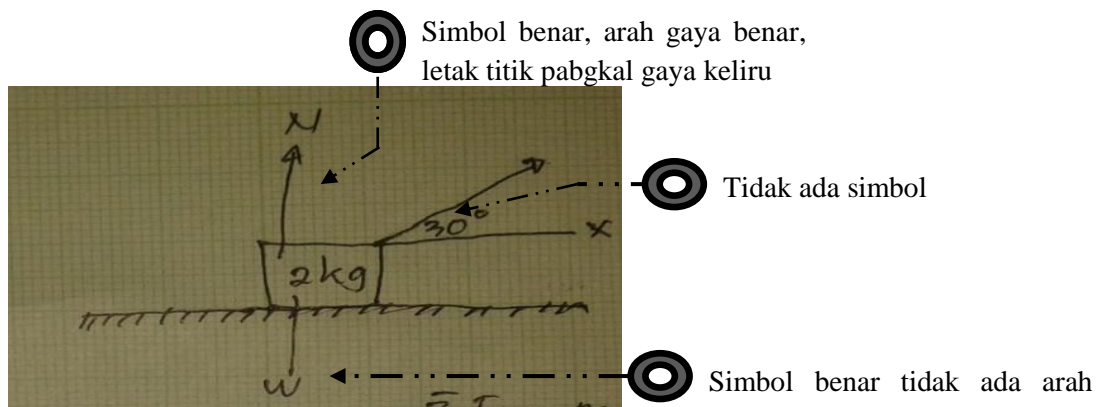
Empat nomor soal TA dalam penelitian ini menuntut responden membuat FBD yang lengkap dengan mengidentifikasi variabel-variabel gaya yang bekerja pada diagram tersebut. Responden yang membuat gambar secara tepat akan menemukan solusi yang tepat yang dapat membantu penyelesaian soal secara benar. Ayes, *et al.* (2010) mengemukakan bahwa siswa yang mengerjakan atau menggambar FBD dengan benar dapat menyelesaikan masalah fisika dengan tepat. Hal diatas juga dikemukakan oleh Rosengrant, *et al.* (2009) bahwa penggunaan FBD sangat membantu siswa dalam memecahkan masalah fisika bahkan siswa dapat mengetahui langkah-langkah pekerjaan selanjutnya.

Berdasarkan gambar FBD dan TA responden yang telah dianalisis, didengarkan dan diamati secara berulang-ulang dengan mengacu pada rubrik penilaian yang telah dibuat maka diperoleh skor FBD responden. Skor kemampuan ini juga diperkuat hasil transkrip wawancara. Kemudian responden di kelompokkan berdasarkan skor FBD tersebut.

Tabel 2. Kualitas Diagram Buatan Responden Soal Nomor Satu

No	Responden	Skor perolehan				Kategori
		1	2	3	4	
1.	RS1, RS5, RS7, RS8, RS10	√				TL
2.	RS2, RS3, RS4, RS11, RS12		√			KL
3.	RS6			√		CL

Keterangan: TL : Tidak Lengkap KL : Kurang Lengkap CL : cukup Lengkap



Gambar 1. Diagram Buatan RS5 Soal Nomor Satu Kategori TL

Kutipan transkrip TA dari RS5 untuk soal nomor satu :

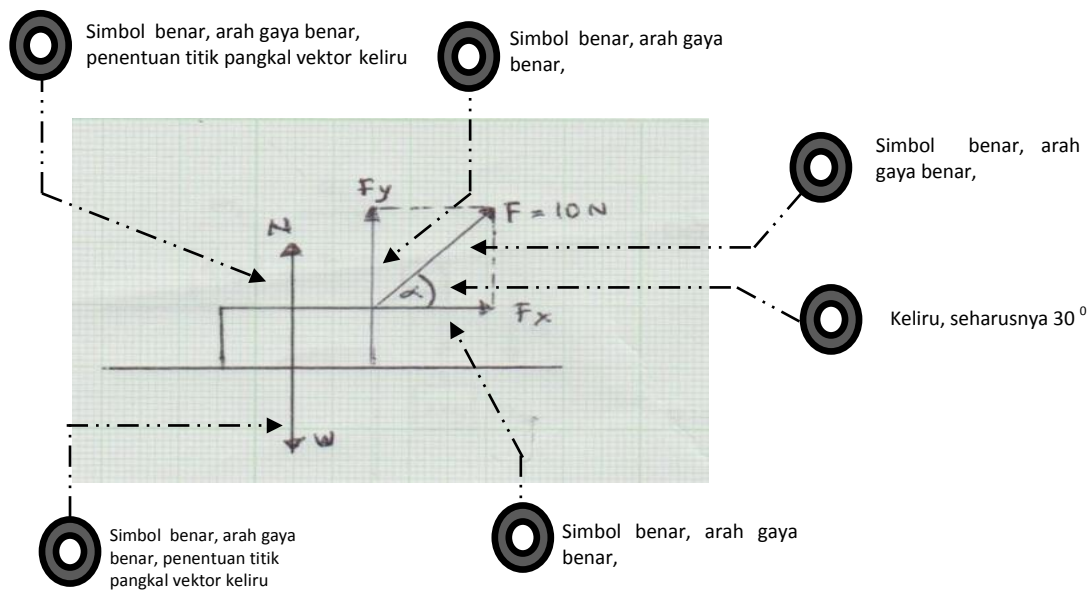
Diketahui sebuah balok dengan massa 2 kg ditarik diatas permukaan meja dengan membentuk sudut tiga puluh derajat ditanya besar gaya yang diberikan meja terhadap balok berarti gaya normal, kalo digambarkan berarti <...> meja? Balok ditarik diatas permukaan meja terhadap sumbu x ada gaya normalnya dan ada gaya beratnya berarti gaya juga bekerja pada sumbu x,, yang ditanyakan adalah gaya normal dan percepatan<...> berarti dalam menyelesaikan soal <...> menggunakan hukum Newton pertama. <...> gaya gesek nol karena lantai licin maka<...>

Berdasarkan TA RS5 dalam melakukan penyelesaian soal tampak memahami sebagian konsep dalam soal. Kualitas FBD buatan RS5 memperoleh skor satu dengan analisis terlihat pada gambar satu. Gambar buatan responden menunjukkan bahwa responden tidak memahami letak gaya normal. Responden seolah-olah hanya menghafal bahwa gaya normal vertikal dengan arah ke atas. Gaya normal merupakan gaya yang muncul akibat adanya sentuhan permukaan kedua benda. Gambar 1 memberikan informasi bahwa gaya normal pada diagram tidak menunjukkan adanya interaksi kedua permukaan tersebut akan tetapi gaya normal merupakan gaya yang berada pada benda yang terdapat di atas meja.

Gaya berat yang terdapat pada gambar memberikan informasi bahwa penentuan simbol benar, penarikan garis benar. Terlihat dari pengamatan TA responden menarik garis dari benda di atas meja kearah bawah secara vertikal, akan tetapi responden tidak memberikan tanda arah.

Transkrip TA dan Gambar 1 buatan memberikan informasi bahwa variabel gaya yang diidentifikasi tidak lengkap. RS5 tidak menyelesaikan gambar secara tuntas. Hal ini merupakan salah satu penyebab responden tidak merepresentasikan soal secara tuntas sehingga tidak menemukan solusi yang tepat dalam penyelesaian soal. Pada dasarnya penyelesaian diagram sangat penting untuk membantu responden menemukan solusi yang tepat. Hal ini mendukung penelitian-penelitian sebelumnya seperti Rosengrant, *et al.* (2009) mengemukakan bahwa penyelesaian diagram sangat penting dalam merepresentasikan diagram tersebut.

Transkrip TA menunjukkan bahwa RS6 menarik garis gaya normal dan gaya berat dari atas vertikal ke bawah melewati kedua permukaan benda. Penarikan garis yang dilakukan RS6 baik garis gaya normal maupun gaya berat keliru. Gambar diagram buatan RS6 menunjukkan bahwa pemberian simbol benar, penentuan arah gaya normal dan gaya berat benar.



Gambar 2. Diagram Buatan RS6 Soal Nomor Satu Kategori CL

Transkrip TA dan gambar FBD buatan responden memberikan informasi bahwa responden menyelesaikan diagram dengan benar. Gambar FBD buatan RS6 menunjukkan bahwa responden memahami konsep dengan baik.

Gambar 2 menunjukkan bahwa semua variabel gaya dapat teridentifikasi. Hal ini

memudahkan RS6 dalam merepresentasikan soal kedalam matematik. Pernyataan diatas memperkuat penemuan Savinainen, *et al.* (2013) bahwa siswa yang menarik FBD secara signifikan lebih berhasil dalam pemecahan masalah kuantitatif dibandingkan dengan siswa yang menggambar diagram secara tidak benar.

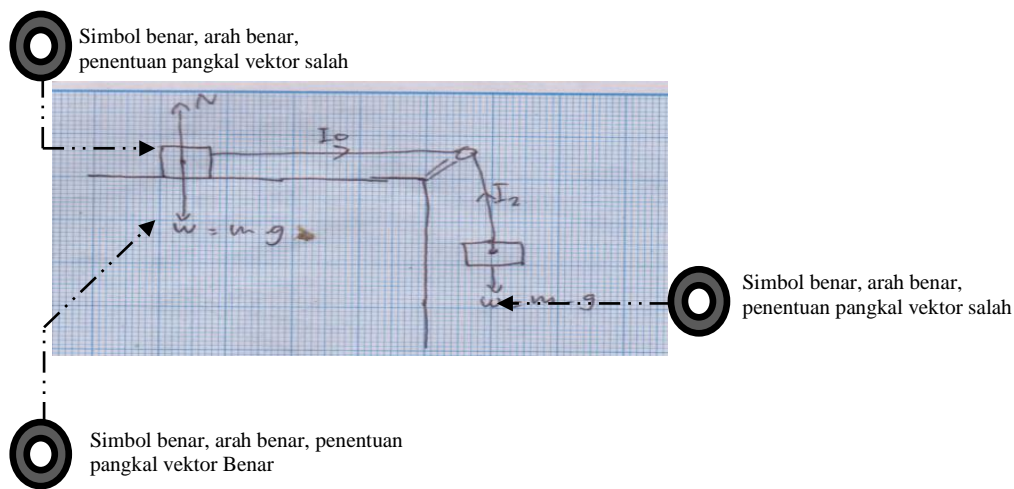
Transkrip Wawancara RS6 untuk soal nomor satu.

- Interviewer : Dapatkah anda mengidentifikasi variabel-variabel gaya yang bekerja pada diagram berdasarkan soal?
- RS6 : iya bu'. Ada gaya normal gaya berat, gaya tarik dan gaya gesek tetapi gaya geseknya sama dengan nol.
- Interviewer : Mengapa anda menggambar diagram sesuai dengan soal?
- RS6 : Diagram ini sangat membantu saya dalam menyelesaikan soal.
- Interviewer : Jelaskan bagaimana hal-hal yang ditampilkan dalam diagram dapat membantu dalam menyelesaikan soal tersebut?
- RS6 : Misalkan seperti gaya tarik 10 N terhadap sumbu x artinya bahwa gaya tarik ini bisa bekerja pada sumbu x dan sumbu y sehingga ada gaya F_x dan F_y sesuai arah, untuk gaya normal merupakan gaya yang berlawanan arah dengan gaya berat, jelaslah kalo ada gaya yang berlawanan arah, gaya tersebut dikurangkan sehingga gaya normal saya kurangkan dengan gaya berat sedangkan gaya normal saya harus tambahkan dengan gaya F_y
- Interviewer : Mengapa anda menambahkan gaya normal dengan gaya F_y ?
- RS6 : Kalo gaya normal pada gambar sama arah dengan F_y Bu
- Interviewer : Apakah penentuan vektor dalam diagram dibutuhkan?
- RS6 : Dibutuhkan. Gaya itu adalah vektor jadi dalam menggambar gaya pada soal harus jelas letak-letak dan arah gayanya.

Tabel 3. Kualitas FBD Buatan Responden Soal Nomor Dua

No	Responden	Skor perolehan				Kategori
		1	2	3	4	
1.	RS1, RS2, RS5, RS11, RS12	√				TL
2.	RS3		√			KL
3.	RS6			√		CL

Transkrip wawancara menunjukkan bahwa responden memahami konsep arah variabel-variabel yang diidentifikasi seperti contohnya gaya normal dan gaya berat.



Gambar 3. Kualitas Diagram Buatan RS3 Soal Nomor Dua Kategori KL

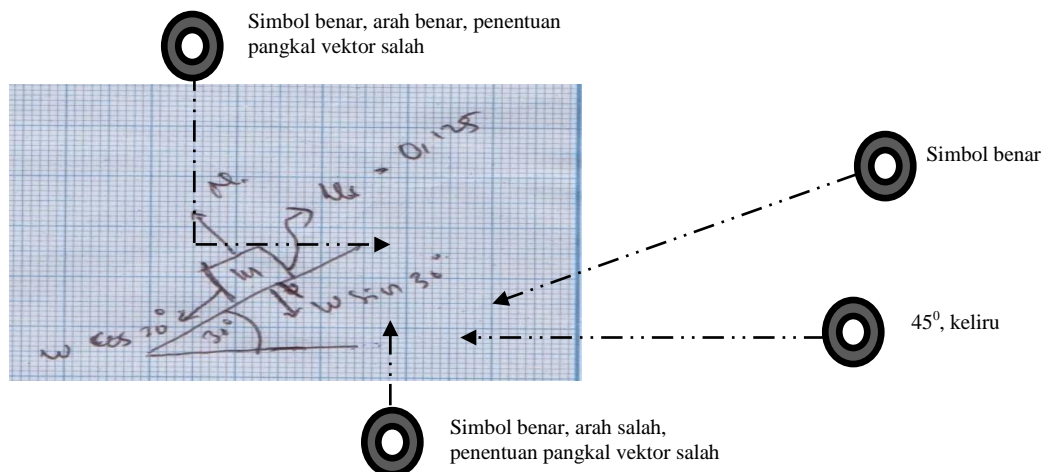
Gambar 3 menunjukkan bahwa FBD buatan RS3 memperoleh kategori kurang lengkap. Gambar 3 memberikan informasi bahwa RS3 mengidentifikasi tiga variabel gaya yaitu gaya berat, gaya normal dan gaya tegangan tali. Kedua sistem yang terdapat pada Gambar 3 menunjukkan bahwa pada sistem pertama RS3 menarik garis gaya berat secara tepat sedangkan pada sistem kedua menunjukkan bahwa RS3 menarik garis tidak tepat.

Tabel 4. Kualitas FBD Buatan Responden Soal Nomor Tiga

No	Responden	Skor perolehan				Kategori
		1	2	3	4	
1.	RS1, RS3, RS5, RS8, RS10	√				TL
2.	RS2		√			KL
3.	RS6			√		CL

Responden yang membuat gambar pada soal nomor dua berjumlah tujuh responden, seperti yang terlihat pada tabel empat. Data kualitas FBD responden menunjukkan adanya perbedaan kategori masing-masing responden yang dikelompokkan menjadi kategori tidak lengkap, kurang lengkap, cukup lengkap.

Berikut perbandingan pemahaman masing-masing responden berdasarkan skor perolehan pada soal nomor dua. Pada perbandingan pemahaman akan dibahas salah satu sampel berdasarkan pengelompokkan skor. Untuk skor satu akan dibahas RS1.



Gambar 4. Kualitas Diagram Buatan RS1 Soal Nomor Tiga kategori TL

Kutipan transkrip TA dari RS1 untuk soal nomor tiga

<...> Massa 100 kg dengan kemiringan 45 derajat, jadi koefisien geseknya disini 0,125.? Disini $w \cos 45$ derajat? Disini $w \sin 45$ derajat? gaya normal? diketahui m 100 kg, θ 45 derajat (...) 0,125, g nilainya 10 ditanyakan percepatan jadi ΣF sama dengan m kali a . jadi kita mencari gaya normalnya dulu (...) massa dikali gravitasi yaitu? Jadi kita masukan kesini? ΣF sama dengan m dikali a .

Gambar FBD buatan responden menunjukkan bahwa dalam merepresentasikan diagram kategori tidak lengkap. Gambar FBD buatan RS1 menunjukkan bahwa pemahaman konsep responden kurang. Dalam gambar terlihat bahwa semua variabel teridentifikasi akan tetapi arah dan penentuan pangkal vektor tidak jelas.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian dapat dikemukakan kesimpulan bahwa terdapat tiga kategori kualitas diagram yang diperoleh yaitu kualitas tidak baik kategori tidak lengkap, kualitas kurang kategori kurang lengkap dan kualitas baik kategori cukup lengkap. Duabelas responden menyelesaikan soal dengan merepresentasikan ke dalam bentuk diagram. Responden yang membuat diagram dengan mengidentifikasi variabel-variabel lengkap dapat menyelesaikan soal secara tepat.

Rekomendasi

Berdasarkan kesimpulan yang dikemukakan di atas, maka disarankan:

- 1) Dalam mempelajari konsep yang berhubungan dengan FBD, pembelajaran harus dapat diarahkan pada peningkatan pengetahuan, pemahaman, sehingga siswa memiliki kemampuan merepresentasikan konsep dalam bentuk verbal, grafik, diagram, dan matematika sebagai syarat pengetahuan dalam konsep fisika sehingga pebelajar dapat memecahkan masalah fisika dengan tepat.
- 2) Dibutuhkan penelitian yang mengkaji perilaku dan kebiasaan siswa dalam menjawab soal dalam *physics problem solving* dari konteks atau materi yang telah ditentukan oleh peneliti.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada tim pembimbing: Dr Jusman Mansyur, M.Si dan Dr. Darsikin, M.Si yang telah membimbing peneliti dalam penyelesaian penelitian ini tim penyunting, tim editor dan validator ahli yang telah memberikan penilaian terhadap tes yang digunakan dalam penelitian.

DAFTAR RUJUKAN

- Ayesh, N. Qamhieh, N. Tit, and F. Abdelfattah. 2010. The Effect of Student Use of The Free-Body Diagram Representation on Their Performance. *International Research Journal*. Volume 1 (10) PP. 505-511
- Ifamuyiwa, S. A. and Ajilogba I. S. 2012. A Problem Solving Model as a Strategy for Improving Secondary School Students' achievement and Retention in Further Mathematics. *ARPN Journal of Science and Technology*. VOL. 2, NO. 2, March 2012 ISSN 2225-7217
- Kanginan, M. 2000. *Seribu Pena FISIKA SMU kelas 1*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Mathan S, A and Koedinger R, K. 2005. Fostering the Intelligent Novice: Learning From Errors With Metacognitive Tutoring. *Educational Psychologist*, 40(4), 257–265.
- Pol, H. J., E. G. Harskamp, C. J. M. Suhre, M. J. Goedhart. 2009. How indirect supportive digital help during and after solving physics problems can improve problem-solving abilities. *Computers and Education* 53 (1):34–50.
- Rosengrant, D., Van Heuvelen, A., Etkina, E. (2009). Do students use and understand free-body diagrams? *Physics Review S. T. Physics Education*. Res.5:010108.
- 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
- Sutrisno. 1997. *Fisika Dasar Mekanika*. ITB Bandung.