

CORRELATION BETWEEN DRAWING ABILITY OF FREE BODY DIAGRAMS WITH STUDENT'S COGNITIVE ABILITY ON BALANCE AND ROTATIONAL DYNAMICS MATTER

Mirna Syafitri, Zulirfan, Yennita

Email: mirnasyafitri96@gmail.com HP. 082284014185, zirfanaziz69@gmail.com,
yennita_caca@yahoo.com

*Physics Education Study Program
Faculty of Teachers Training and Education
Riau University*

Abstract: *The aim of this study is to determine the relationship of the ability in drawing free body diagrams with cognitive ability of students on balance and dynamic rotation materials. Correlational study was used as research method, the ability to draw free body diagrams was defined as independent variable while dependent variable was students' cognitive ability. Primer data was obtained directly from the sample by using the ability of drawing free body diagram and cognitive ability students test instruments. Coefficient of correlation between those variables was 0.656, it can be catagorized in high level. According to regression analysis, the coefficient of regression was +3,682, means that independent and dependent variable have a positive relation. Coefficient of determination was 43%, it showed that the contribution of the ability in drawing free body diagrams to cognitive ability students is 43%. Significancy test indicated that there was a significant influence between both of variables. Based on that, it can be concluded that there is a positive and significant relation between the ability in drawing free body diagrams and cognitive ability students on balance and dynamic rotation materials of senior high school physics subject.*

Keywords : *Ability to draw free body diagrams, balance and dynamics rotation, cognitive ability, physics learning*

HUBUNGAN KEMAMPUAN MENGGAMBAR *FREE BODY DIAGRAMS* DENGAN KEMAMPUAN KOGNITIF SISWA PADA MATERI KESEIMBANGAN DAN DINAMIKA ROTASI

Mirna Syafitri, Zulirfan, Yennita
Email: mirnasyafitri96@gmail.com HP. 082284014185, zirfanaziz69@gmail.com,
yennita_caca@yahoo.com

Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Riau

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menentukan hubungan kemampuan menggambar *free body diagrams* dengan kemampuan kognitif siswa pada materi keseimbangan dan dinamika rotasi. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian korelasional, yaitu kemampuan menggambar *free body diagrams* sebagai variabel bebas dan kemampuan kognitif sebagai variabel terikat. Data penelitian diperoleh dari data primer yaitu diperoleh langsung dari sampel dengan menggunakan instrumen tes kemampuan menggambar *free body diagrams* dan instrumen tes kemampuan kognitif. Koefisien korelasi antara kemampuan menggambar *free body diagrams* dan kemampuan kognitif bernilai 0,656 yang jika diinterpretasikan berada pada kategori tinggi dan berdasarkan analisis regresi yang telah dilakukan diperoleh hasil koefisien regresi sebesar +3,682 yang bermakna bahwa variabel bebas dan variabel terikat memiliki hubungan yang positif. Adapun koefisien determinasinya adalah sebesar 43% yang berarti sumbangan pengaruh kemampuan menggambar *free body diagrams* sebagai variabel bebas terhadap kemampuan kognitif siswa sebagai variabel terikat sebesar 43%. Selanjutnya dilakukan analisis uji t (uji signifikansi) dan diperoleh hasil bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara kedua variabel tersebut. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang positif dan signifikan antara kemampuan menggambar *free body diagrams* dan kemampuan kognitif siswa pada materi keseimbangan dan dinamika rotasi.

Kata Kunci: Kemampuan menggambar *free body diagrams*, keseimbangan dan dinamika rotasi, kemampuan kognitif, pembelajaran fisika

PENDAHULUAN

Fisika merupakan cabang Ilmu Pengetahuan Alam yang mempelajari tentang ilmu alam beserta cara kerjanya yang dapat dijelaskan secara eksperimen dan dibuktikan secara matematis (Jamuri, 2015). Salah satu aspek penting dalam Taksonomi Bloom yang harus dimiliki siswa setelah melalui serangkaian pembelajaran adalah aspek kognitif. Menurut Mundilarto (2002) banyak konsep dan prinsip dalam fisika yang bersifat abstrak sehingga diperlukan kemampuan kognitif yang tinggi untuk mampu menyelesaikan soal-soal fisika. Roswati dalam Wisma (2008) mengemukakan bahwa siswa mengalami berbagai kesulitan dalam pembelajaran fisika, diantaranya kesulitan dalam memahami soal, menghubungkan konsep-konsep, membuat gambar penolong, dan mengaplikasikan konsep. Windy (2012) dalam penelitiannya menemukan bahwa siswa yang mengalami kesulitan-kesulitan tersebut cenderung memperoleh hasil belajar yang rendah dalam pembelajaran fisika.

Fisika merupakan salah satu ilmu yang memiliki multirepresentasi. Multirepresentasi adalah model yang merepresentasikan ulang konsep yang sama dalam beberapa format yang berbeda-beda (Cock, 2012). Rosengrant, et al (2007), Representasi merupakan sesuatu yang mewakili, menggambarkan atau menyimbolkan obyek dan atau proses. Mereka menambahkan bahwa dalam fisika representasi bisa berupa kata, gambar, diagram, grafik, simulasi komputer, persamaan matematika dan sebagainya. Hal ini dapat menjadi salah satu solusi bagi siswa untuk mengatasi kesulitan dalam pembelajaran fisika dengan memberikan berbagai alternatif penyelesaian untuk menginterpretasikan suatu soal sehingga meningkatkan kemampuan kognitif siswa. Yusuf (2009) menyatakan bahwa salah satu aspek kognitif yang harus dimiliki siswa adalah kemampuan representasi gambar. Dalam pokok bahasan Mekanika, siswa dituntut memiliki kemampuan representasi dalam bentuk diagram benda bebas atau disebut juga dengan *free body diagrams*.

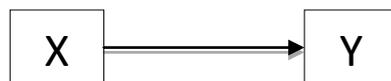
Free body diagrams adalah salah satu bentuk representasi dalam bentuk diagram gaya yang menggambarkan gaya-gaya yang bekerja pada suatu benda. Representasi dalam bentuk diagram benda bebas (*free body diagrams*) dapat membantu siswa mengumpulkan informasi yang diberikan dalam suatu soal, sehingga siswa tidak kesulitan ketika mencari informasi yang diperlukan dan membantu siswa dalam penyelesaian soal (Ainsworth, 2006). Rosengrant, et al (2007) mengatakan bahwa siswa yang mampu menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) cenderung menyelesaikan soal lebih baik dibandingkan dengan siswa yang tidak menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Carvalho dan Sousa (2005), kemampuan representasi diagram benda bebas (*free body diagrams*) yang dimiliki siswa masih tergolong sangat rendah. Hal ini menjadi salah satu penghambat pencapaian tujuan pembelajaran yang diharapkan, sehingga siswa cenderung memperoleh hasil belajar yang rendah. Etkina (2009) dalam penelitiannya menemukan bahwa siswa yang memecahkan masalah menggunakan diagram benda bebas (*free body diagrams*) tidak hanya untuk mengidentifikasi masalah tetapi juga untuk membantu mengkonstruksi persamaan matematis. Pada materi keseimbangan dan dinamika rotasi, Ogi Danika Pranata (2016) mendapatkan bahwa hanya sebanyak 54,3% siswa yang dapat mengidentifikasi gaya melalui diagram benda bebas (*free body diagrams*) dengan benar sedangkan sebagian lain masih mengalami kesulitan.

Berdasarkan uraian tersebut, terlihat bahwa kemampuan menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) dapat mempengaruhi kemampuan kognitif siswa. Siswa memiliki kemampuan menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) yang rendah cenderung memiliki kemampuan kognitif yang rendah, akan tetapi belum ada penelitian yang signifikan tentang hubungan antara keduanya. Oleh sebab itu, tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan hubungan kemampuan menggambar *free body diagrams* terhadap kemampuan kognitif siswa yaitu pada materi keseimbangan dan dinamika rotasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di kelas XI SMA Negeri Plus Provinsi Riau pada bulan Desember sampai Maret 2018. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian korelasional, menurut Sugiyono (2017) yaitu Penelitian ini bertujuan untuk menemukan ada atau tidaknya hubungan, dan apabila ada seberapa eratnya hubungan serta berarti atau tidaknya hubungan itu. Variabel yang akan dianalisis dalam penelitian ini adalah kemampuan menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) sebagai variabel independen (X), dan kemampuan kognitif siswa pada materi keseimbangan dan dinamika rotasi sebagai variabel dependen (Y). Bentuk rancangan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Rancangan penelitian

Ket:

X : Kemampuan Menggambar Diagram Benda Bebas

Y : Kemampuan Kognitif Siswa Pada Materi Dinamika Rotasi
(Sugiyono, 2017)

Populasi penelitian ini adalah siswa kelas XI di SMA Negeri Plus Provinsi Riau, terdiri dari 4 kelas yang berjumlah 92 orang. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *probability sampling* dengan menggunakan *proportional random sampling*, yaitu teknik pengambilan sampel yang memberikan peluang yang sama bagi setiap unsur (anggota) populasi untuk dipilih menjadi anggota sampel (Sugiyono, 2017). sehingga diperoleh jumlah sampel sebanyak 47 orang

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data primer dengan menggunakan instrumen tes kemampuan menggambar diagram benda bebas (*free body diagram*) dan instrumen tes kemampuan kognitif siswa pada materi keseimbangan dan dinamika rotasi. Data penelitian dikumpulkan melalui proses penyebaran instrumen tes kemampuan menggambar diagram benda bebas (*free body diagram*) dan instrumen tes kemampuan kognitif ke lokasi penelitian.

Analisis data dilakukan dengan 5 tahap yaitu yang pertama, interpretasi skor kemampuan menggambar diagram benda bebas. Data yang terkumpul dari hasil tes pada

masing-masing butir soal memiliki 3 indikator penilaian. Kategori skor kemampuan menggambar diagram benda bebas (*free body diagram*) disusun seperti Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kategori kemampuan representasi

Kategori Skor	Rata-Rata Skor Kemampuan Menggambar Diagram Benda Bebas
Sangat Tinggi	$7,1 \leq x < 10$
Tinggi	$6,0 \leq x < 7,1$
Rendah	$4,9 \leq x < 6,0$
Sangat Rendah	$1,0 \leq x < 4,9$

Selanjutnya, dilakukan interpretasi skor kemampuan kognitif dengan menginterpretasikan nilai hasil kemampuan kognitif pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Kategori kemampuan kognitif

Kategori	Kisaran Skor
Sangat Tinggi	$71,5 \leq \bar{X} < 100$
Tinggi	$60,5 \leq \bar{X} < 71,75$
Rendah	$49,25 \leq \bar{X} < 60,5$
Sangat Rendah	$0 \leq \bar{X} < 49,25$

(Harun Rasyid dan Masnur, 2007)

Analisis data yang kedua, yaitu analisis korelasi. Analisis korelasi menggunakan teknik korelasi *product moment*, yaitu teknik statistik untuk menetapkan hubungan antara pasangan skor. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel independen adalah kemampuan menggambar diagram benda bebas (*free body diagram*) dan kemampuan kognitif siswa sebagai variabel dependen, dan akan dicari hubungan kedua variabel tersebut. Interpretasi nilai r untuk korelasi positif tercantum pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Interpretasi nilai r

Koefisien korelasi	Tingkat Hubungan
0,80 – 1,000	Sangat Kuat
0,60 – 0,799	Kuat
0,40 – 0,599	Cukup Kuat
0,20 – 0,399	Lemah
0,00 – 0,199	Sangat Lemah

(Anas Sudijono, 2010)

Analisis data yang ketiga adalah analisis uji determinasi, untuk mengetahui lebih jauh hubungan antar variabel, salah satu analisis yang dapat digunakan adalah koefisien determinasi. Koefisien ini disebut koefisien penentu karena varians yang terjadi pada variabel bebas. Besarnya koefisien determinasi adalah kuadrat dari koefisien korelasi (r^2) (Sugiyono, 2017).

Keempat, analisis regresi linier sederhana yang digunakan dengan mengetahui peranan variabel independen terhadap variabel dependen. Secara umum persamaan regresi sederhana dapat dirumuskan sebagai berikut (Sugiyono, 2017).

$$Y = a + bX$$

Dimana Y; Variabel dependen (Kemampuan Kognitif), X; Variabel independen (Kemampuan menggambar diagram benda bebas), a; bilangan konstanta, b; bilangan prediktor.

Analisis kelima adalah uji t (uji signifikansi), digunakan dimaksudkan untuk melihat signifikan dari pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Tingkat kepercayaan dari uji t adalah 90 % dengan tingkat kesalahan 10 % dengan rumus:

$$t_{hitung} = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

dimana :

t = t hitung uji signifikansi

r = koefisien korelasi

n = jumlah sampel

Harga t hitung tersebut selanjutnya dibandingkan dengan t tabel dengan kriteria jika $t_{hitung} \geq t_{tabel}$ maka variabel bebas berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat (Sugiyono, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Deskripsi Menggambar Diagram Benda Bebas (*Free Body Diagrams*)

Menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) beracuan pada tiga indikator yaitu kesesuaian gaya yang digambarkan dengan keadaan soal, arah gaya yang bekerja, dan proposional dari gaya-gaya yang bekerja.

Untuk mengetahui gambaran empiris dari diagram benda bebas (*free body diagrams*) siswa kelas XI MS SMAN Plus Provinsi Riau, yang merupakan hasil survei dari penyebaran instrumen tes kemampuan menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*), digunakan teknik statistik rata-rata (*mean*). Selanjutnya, skor rata-rata tersebut diinterpretasikan pada skor kemampuan representasi. Interpretasi skor menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Interpretasi kemampuan siswa menggambar *free body diagrams*

No	Kategori	Jumlah Siswa	Persentase (%)
1.	Sangat Tinggi	2	4,2
2.	Tinggi	11	23,4
3.	Rendah	19	40,4
4.	Sangat Rendah	15	32
Jumlah		47	100

Tabel 4 memperlihatkan bahwa 4,2% dari siswa yang menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) pada kategori sangat tinggi, 23,4% siswa menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) pada kategori tinggi dan 40,4% siswa menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) rendah serta siswa yang tergolong sangat rendah menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) sebanyak 32%.

Adapun deskripsi hasil diagram benda bebas (*free body diagrams*) siswa tiap indikator dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Intepretasi kategori menggambar *free body diagrams* siswa berdasarkan indikator

No	Indikator	Rata-rata	Kategori
1.	Kesesuaian gaya yang digambarkan dengan keadaan soal	6,63	Tinggi
2.	Arah gaya yang bekerja	6,36	Tinggi
3.	Proposional	2,77	Sangat Rendah
Rata-rata		5,25	Rendah

Bedasarkan Tabel 5 diperoleh informasi bahwa rata-rata keterampilan siswa menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) tergolong rendah.

2. Deskripsi Kemampuan Kognitif Siswa

Data kemampuan kognitif siswa dapat dilihat pada lampiran 4, yang diperoleh melalui data primer yaitu dengan tes essay pada materi keseimbangan dan dinamika rotasi. Secara empiris persentase kategori hasil kemampuan kognitif siswa kelas XI MS SMAN Plus Provinsi Riau dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Interpretasi kemampuan kognitif siswa

No	Kategori Kemampuan Kognitif	Jumlah Siswa	Persentase
1.	Sangat Tinggi	14	29,79%
2.	Tinggi	13	27,66%
3.	Rendah	9	19,15%
4.	Sangat Rendah	11	23,40%
Jumlah		47	100%

Berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa 29,79% siswa memiliki kemampuan kognitif yang sangat tinggi, 27,66% dengan kemampuan kognitif pada kategori tinggi, 19,15% pada kategori rendah dan 23,40% pada kategori sangat rendah.

B. Pembahasan

1. Kemampuan Menggambar Diagram Benda Bebas (*Free Body Diagrams*)

a. Indikator 1, kesesuaian gaya yang digambarkan dengan keadaan soal

Indikator yang paling penting dalam keterampilan menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) adalah kesesuaian gaya yang digambarkan dengan keadaan soal yaitu menentukan serta menggambarkan semua gaya yang bekerja pada suatu permasalahan dalam soal.

Berdasarkan Tabel 5, pada indikator kesesuaian gaya yang digambarkan dengan keadaan soal terdapat nilai rata-rata 6,63 dengan kategori tinggi. Pada dasarnya menggambarkan gaya-gaya yang bekerja sangat penting untuk membantu siswa menentukan solusi yang tepat pada permasalahan soal. Dalam permasalahan mekanika, menggambar diagram atau tahap memahami masalah-masalah merupakan salah satu solusi yang digunakan untuk membantu mengkonstruksi persamaan matematis.

b. Indikator 2, Arah gaya yang bekerja

Berdasarkan Tabel 5, hasil diagram benda bebas siswa pada indikator arah gaya yang bekerja memiliki nilai rata-rata 6,36 yang termasuk pada kategori tinggi. Diagram benda bebas (*free body diagrams*) merupakan contoh penggambaran diagram vektor, sehingga arah anak panah menunjukkan arah gaya yang bekerja (Efrizon Umar, 2008). Dari hasil tes, beberapa orang siswa masih salah dalam menggambarkan beberapa arah gaya. Gambar arah gaya yang salah terdapat pada beberapa gaya, yaitu gaya gesekan dan gaya dari hasil proyeksi gaya miring terhadap sumbu x dan sumbu y. Meskipun demikian, secara keseluruhan rata-rata siswa menggambarkan arah gaya dengan benar.

c. Indikator 3, Proposional

Proposional merupakan proporsi gaya yang digambarkan, gaya-gaya yang memiliki besar yang sama harus digambarkan dengan panjang yang sama, gaya yang lebih besar akan lebih panjang, dan gaya yang lebih kecil harus digambarkan lebih pendek. (Purwoko, 2017). Berdasarkan Tabel 5 pada indikator proposional memiliki nilai rata-rata 2,77 yang termasuk pada kategori sangat rendah. Hampir semua siswa tidak mempertimbangkan proposionalnya gaya yang digambarkan, seperti gaya yang lebih besar tidak digambarkan dengan anak panah yang lebih panjang.

2. Kemampuan Kognitif Siswa

Berdasarkan Tabel 6, diperoleh rata-rata kemampuan kognitif siswa sebanyak 57,45% berada pada kategori sangat tinggi dan tinggi serta 42,55% berada pada kategori rendah dan sangat rendah. Hal ini menunjukkan bahwa hampir sebagian besar siswa kelas XI MS SMA Negeri Plus memiliki kemampuan kognitif yang tinggi pada materi keseimbangan dan dinamika rotasi.

3. Hubungan Kemampuan Menggambar Diagram Benda Bebas (*Free Body Diagrams*) dan Kemampuan Kognitif Siswa

Teknik untuk mengetahui hubungan antara kemampuan menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) dan kemampuan kognitif siswa menggunakan teknik korelasi *product moment*. Dari hasil analisis diperoleh nilai koefisien korelasi antara kemampuan menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) dan kemampuan kognitif siswa sebesar 0,656, artinya korelasi antara kedua variabel tersebut memiliki hubungan yang kuat (Anas Sudijono, 2010). Hal ini menunjukkan hubungan positif antara kemampuan menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) dan kemampuan kognitif siswa.

4. Pengaruh Kemampuan Menggambar Diagram Benda Bebas (*Free Body Diagrams*) dan Kemampuan Kognitif Siswa

Berdasarkan pada analisis regresi diperoleh persamaan regresi linier sebagai berikut.

$$y = 2,196 + 3,682 x$$

Artinya adalah jika tidak ada atau tidak memiliki keterampilan menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) maka kemampuan kognitif siswa kelas XI MS SMAN Plus Provinsi Riau sebesar 2,196. Nilai koefisien regresi kemampuan menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) sebesar 3,682 artinya adalah setiap meningkatnya kemampuan menggambar diagram benda bebas (*free body*

diagrams) sebesar 1 satuan maka akan meningkatkan kemampuan kognitif sebesar 3,682.

Berdasarkan nilai koefisien determinasi sebesar 43%, bermakna bahwa sumbangan pengaruh variabel keterampilan menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) terhadap kemampuan kognitif siswa sebesar 43%. Untuk materi mekanika khususnya tentang keseimbangan dan dinamika rotasi, dengan menggunakan gambar siswa lebih terpola dalam menentukan gaya, dari *general* siswa akan lebih mudah mengkhususkan penyelesaian soal karena adanya diagram benda bebas (*free body diagrams*). Hal ini berarti 57% kemampuan kognitif siswa pada materi dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar kelas XI MS SMAN Plus Provinsi Riau ditentukan oleh faktor lain yang tidak diukur dalam penelitian ini (Anas Sudijono, 2010).

5. Uji Signifikan

Nilai t hitung variabel kemampuan menggambar diagram benda bebas yang diperoleh sebesar 5,828 sedangkan nilai t tabel pada taraf signifikansi 10 % adalah 1,301. Karena nilai t hitung $\geq t$ tabel ($5,828 \geq 1,301$), maka dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh yang signifikan antara kemampuan menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) dan kemampuan kognitif.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh koefisien korelasi antara kemampuan menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) dan kemampuan kognitif yang diperoleh sebesar 0,656, yang berarti terdapat hubungan yang kuat antara kedua variabel. Semakin tinggi kemampuan menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) maka kemampuan kognitif siswa juga akan semakin tinggi. Koefisien regresi kedua variabel tersebut sebesar 3,682 yang menyatakan pengaruh positif antara kemampuan menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) dan kemampuan kognitif fisika siswa.

Jadi, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang positif dan signifikan antara kemampuan menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) dan kemampuan kognitif fisika siswa.

Rekomendasi

Berdasarkan kesimpulan di atas terlihat bahwa kontribusi kemampuan menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) terhadap kemampuan kognitif sebesar 43 %, dan sisanya sebesar 57 % dipengaruhi oleh faktor lain, untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan penelitian tentang faktor-faktor apa saja yang

mempengaruhi kemampuan kognitif siswa selain kemampuan menggambar diagram benda bebas (*free body diagrams*) pada materi keseimbangan dan dinamika rotasi.

DAFTAR PUSTAKA

Ainsworth, S. 2006. A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction* 16(3): 183–198.

Anas Sudijono. 2001. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.

Cock, M. D. 2012. *Representation use and strategi choise in physics problem solving*. Phys. Rev. ST;PER,8,020117.

Efrizon Umar. 2008. *Buku Pintar Fisika*. Pusindo. Jakarta.

Eugina Etkina. 2009. *Do Students Us And Understand Free Body Diagrams?.USA : Physcal Education Research*

Harun Rasyid dan Masnur. 2007. *Penilaian Hasil Belajar*. CV Wancara Prima. Yogyakarta.

Hugh D.Young dan Roger A. Freedman. 2002. *Fisika Universitas*. Erlangga. Jakarta.

Jamuri. 2015. Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Stad Berbasis Multi Media Interaktif Terhadap Penguasaan Konsep Siswa Pada Materi Termodinamika. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA)*. Januari 2015 ISSN: 2407-795X Vol. 1 No.1 (2015): Mataram (diakses pada tanggal 21 September 2017)

M. Yusuf. 2009. *Multirepresentasi dalam Pembelajaran Fisika*. Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya. Palembang.

Ogi Danika Pranata, Wartono, dan Lia Yuliati. 2016. Kesulitan Siswa SMA pada Penggunaan Free Body Diagram dalam Materi Dinamika. *Jurnal Pendidikan* 978(1): 394-398. Pendidikan Fisika Pascasarjana Universitas Negeri Malang. Malang.

Rosengrant, D., Etkina, E., & Heuvelen, A.V. 2007. *An Overview of Recent Research on Multiple Representations*. Rutgers, The State University of New Jersey GSE, 10 Seminary Place, New Brunswick NJ, 08904. (diakses tanggal 20 September 2017)

Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian dan Pengembangan*. Alfabeta. Yogyakarta..

Purwoko Haryadi. 2017. *Pengembangan Perangkat Project-Based Learning Untuk Mencapai Kemampuan Peserta Didik SMA dalam Planning & Carrying Out Investigation & Designing Solution pada Materi Hukum Newton* (diakses tanggal 21 September 2017)

Windy Anandia Putri. 2012. *Pengaruh Kemampuan Membuat Free Body Diagrams Terhadap Prestasi Belajar Siswa Sains Pada Pokok Bahasan Hukum Newton Tentang Gerak*. UPI: SKRIPSI.

Wisma Eliyanti. 2008. *Program Pembelajaran Fisika Melalui Latihan Memecahkan Masalah Dengan Berfikir Reflektif Untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Mahasiswa Pada Pokok Bahasan Kinematika Partikel*. UPI: TESIS.