

## ANALISIS PENGUASAAN KONSEP MAHASISWA PRODI FISIKA FMIPA UNIMED PADA MATERI VEKTOR

**Winsyahputra Ritonga**

### Abstrak

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif. Metode ini dipilih untuk mencapai tujuan penelitian yaitu mendeskripsikan analisis penguasaan konsep dan miskonsepsi mahasiswa pada topik vektor setelah mengikuti perkuliahan mata kuliah gelombang. Subjek penelitian sebanyak 46 orang mahasiswa program studi fisika semester III pada Fakultas MIPA Universitas Negeri Medan tahun akademik 2014-2015. Data penelitian dikumpulkan melalui instrumen tes essay sebanyak 5 soal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 56,52% mahasiswa yang memiliki penguasaan konsep vektor dengan sangat baik, sebesar 8,70 % mahasiswa yang memiliki penguasaan konsep vektor dengan baik dan 34,78 % mahasiswa yang memiliki penguasaan konsep vektor dengan cukup baik. Dari hasil penelitian diperoleh informasi bahwa 95,65 % mahasiswa telah menguasai tentang konsep penjumlahan dua vektor, 93,48 % mahasiswa telah menguasai tentang konsep perkalian titik dua vektor, 84,78 % mahasiswa telah menguasai tentang konsep arah resultan perkalian titik dua vektor, 82,61 % mahasiswa telah menguasai tentang konsep perkalian silang dua vektor. Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini antara lain 1) Pemahaman mahasiswa terhadap konsep vektor sudah baik, 2) Letak kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan vektor sebagian besar terletak pada kesalahan tentang konsep penentuan arah resultan dari perkalian vektor. Baik itu perkalian titik maupun perkalian silang dua buah vektor.

**Kata kunci:** *Penguasaan Konsep, Vektor*

### PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini sangat pesat. Perkembangan iptek ini pada hakekatnya untuk menjawab perkembangan dan kebutuhan kehidupan manusia. Berbagai komponen sederhana maupun elektronik telah berhasil dirancang untuk memudahkan pekerjaan manusia. Penemuan dan keberhasilan yang diraih manusia, tidak lepas atau bahkan sangat bergantung dari keberadaan ilmu pengetahuan.

Perkembangan iptek secara tidak langsung sangat dipengaruhi oleh

*Winstahputra Ritonga adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas negeri Medan*

perkembangan kajian ilmu Fisika. Dengan memanfaatkan teori, hukum, prinsip dan kajian fisika, manusia dapat menjelaskan dan mendefinisikan berbagai gejala alam, bahkan dapat memperkirakan gejala alam yang akan terjadi. Sebagai contoh, masalah perahu yang akan menyeberangi sungai. Jika air sungai tenang, dan arusnya berjalan lambat, perahu dapat dengan mudah menyeberangi sungai. Tetapi, jika arusnya deras, maka perahu akan hanyut. Sepintas, masalah ini adalah masalah yang sepele. Namun, dengan fisika, hal ini dapat ditelaah, dan menjadi dasar pemikiran

pemecahan masalah-masalah lainnya (Rahgunastra, 2012).

Dengan menerapkan konsep vektor, penyelesaian permasalahan fisika di atas akan sangat mudah dipahami. Kamajaya (2007:50) menyatakan bahwa vektor merupakan besaran yang memiliki besar dan arah. Vektor dapat menyederhanakan dan memecahkan masalah seperti masalah perahu di atas. Jika dimisalkan posisi perahu semula adalah A, dan tujuannya adalah B, perahu yang semula arahnya dari A ke B akan tiba di seberang sungai tidak di tujuan sebenarnya, misalnya C. Akan tetapi, dengan mengerti vektor, dapat ditemukan solusi agar perahu tetap tiba di B, yakni dengan mengarahkan perahu ke hulu untuk mengimbangi aliran sungai. Vektor merupakan pengetahuan yang sangat penting, dan banyak diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari (Rahgunastra, 2012).

Beberapa konsep vektor yang dipelajari dalam silabus prodi fisika antara lain perbedaan vektor komponen dan vektor satuan, menentukan vektor resultan, menentukan hasil kali vektor. Pembelajaran teori vektor selalu diawali dengan mendiskusikan tentang perbedaan besaran skalar dan besaran vektor. Besaran Skalar adalah besaran yang memiliki besar namun tidak memiliki arah. Sedangkan besaran Vektor merupakan besaran yang

memiliki besar dan arah (Kamajaya, 2007:50). Perbedaan dua besaran di atas secara sederhana dapat diimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya, panjang sebuah batang kayu adalah 5 m. Hal ini tentunya sudah cukup menggambarkan apapun tentang besi. Tidak perlu lagi mengetahui arah untuk mengetahui panjang batang kayu. Panjang cukup dinyatakan dengan angka dan satuan. Besaran inilah yang dimaksud dengan besaran skalar. Berbeda halnya dengan contoh berikut ini. Sepeda motor berubah posisi sejauh 2 kilometer. Pernyataan ini belum cukup untuk menjelaskan perubahan posisi dari sepeda motor. Kemana sepeda motor akan berubah posisi akan menjadi pertanyaan berikutnya.

Materi selanjutnya dalam konsep vektor adalah berkaitan dengan vektor komponen dan vektor satuan. Setiap vektor dapat diuraikan menjadi 2 vektor yang saling tegak lurus (Kanginan, 2002:77). Pada koordinat kartesian, vektor dapat diuraikan ke arah sumbu x, sumbu y dan sumbu z jika 3 dimensi. Vektor-vektor hasil penguraian inilah yang disebut dengan vektor komponen. Vektor yang terletak di sumbu x, disebut dengan vektor komponen sumbu x, dan vektor yang terletak di sumbu y disebut dengan vektor komponen sumbu y. Besar dari vektor

komponen tergantung dari vektor bersangkutan, tetapi arahnya selalu diketahui dan konstan. Vektor satuan (*unit vector*) adalah vektor yang besarnya satu satuan (Istiyono, 2004:32). Vektor satuan berfungsi untuk menyatakan arah dari vektor dalam ruang, dimana vektor satuan arahnya sejajar sumbu koordinat, dan pertambahannya juga sejajar sumbu koordinat. Dalam koordinat kartesian xyz, vektor satuan biasanya dilambangkan dengan vektor satuan  $i$  untuk sumbu  $x$  positif, vektor satuan  $j$  untuk sumbu  $y$  positif dan vektor satuan  $k$ , untuk 3 dimensi.

Menentukan vektor resultan dari penjumlahan dua buah vektor merupakan materi selanjutnya dalam konsep vektor. Untuk menentukan vektor resultan, terdapat 2 metode, yakni metode grafis dan metode analitis. Metode grafis dapat dibagi menjadi 3 metode yakni metode segitiga, metode jajar genjang dan metode polygon. Metode analitis juga dapat dibagi menjadi 3, yakni metode sinus, metode kosinus dan metode vektor komponen. Metode vektor yang lazim digunakan adalah metode jajar genjang untuk menentukan resultan 2 buah vektor dan metode vektor komponen untuk menentukan resultan banyak vektor.

Perkalian Vektor merupakan materi selanjutnya dalam konsep vektor.

Materi juga akan dibahas tentang arah resultannya. Dalam mempelajari konsep perkalian vektor diperkuliah ketelitian dan keuletan. Perkalian vektor ada 2 jenis, yaitu perkalian silang (*cross product*) dan perkalian titik (*dot produk*). Dalam perkalian silang Hasil perkalian silang vektor  $\mathbf{A}$  dan vektor  $\mathbf{B}$  menghasilkan vektor  $\mathbf{C}$  (Kamajaya, 2007:62). Vektor  $\mathbf{C}$  yang dihasilkan selalu tegak lurus bidang yang dibentuk oleh vektor  $\mathbf{A}$  dan vektor  $\mathbf{B}$ , sehingga vektor  $\mathbf{C}$  tegak lurus dengan vektor  $\mathbf{A}$  dan juga dengan vektor  $\mathbf{C}$ . Arah vektor  $\mathbf{C}$  adalah mengikuti *putaran sekrup*, dimana jika  $\mathbf{A}$  diputar ke arah  $\mathbf{B}$ , maka hasil kali vektornya ke arah atas. Sebaliknya, jika  $\mathbf{B}$  diputar ke arah  $\mathbf{A}$ , atau  $\mathbf{B} \times \mathbf{A}$ , maka hasil kali vektornya  $-\mathbf{C}$  ke arah bawah. Jadi hasil dan arah dari perkalian vektor  $\mathbf{A} \times \mathbf{B}$  dengan  $\mathbf{B} \times \mathbf{A}$  tidak sama.

Dalam pembelajaran fisika, konsep vektor merupakan kemampuan prasyarat untuk mengikuti perkuliahan beberapa mata kuliah yang lain. Hal ini disebabkan banyak konsep fisika dalam bidang kajian lain bisa dipahami apabila telah menguasai konsep vektor. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang pemahaman konsep mahasiswa terhadap konsep vektor sebagai masukan dalam memperbaiki perkuliahan konsep vektor.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif. Metode penelitian deskriptif adalah salah satu metode penelitian yang banyak digunakan pada penelitian yang bertujuan untuk menjelaskan suatu kejadian. Seperti yang dikemukakan oleh Sugiyono (2011) “penelitian deskriptif adalah sebuah penelitian yang bertujuan untuk memberikan atau menjabarkan suatu keadaan atau fenomena yang terjadi saat ini dengan menggunakan prosedur ilmiah untuk menjawab masalah secara aktual”. Sedangkan, Sukmadinata (2006) menyatakan bahwa metode penelitian deskriptif adalah sebuah metode yang berusaha mendeskripsikan, menginterpretasikan sesuatu, misalnya kondisi atau hubungan yang ada, pendapat yang berkembang, proses yang sedang berlangsung, akibat atau efek yang terjadi atau tentang kecenderungan yang sedang berlangsung.

Penelitian dilaksanakan pada mahasiswa Program Studi Fisika semester III Fakultas MIPA Universitas Negeri Medan tahun akademik 2014-2015 sesudah mengikuti mata kuliah gelombang materi vektor dengan jumlah subjek sebesar 46 mahasiswa.

Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data pada penelitian ini

adalah tes tertulis (tes diagnostik) berupa tes essay sebanyak 5 soal. Materi soal berkaitan dengan konsep vektor yaitu penjumlahan vektor, perkalian vektor dan arah resultan perkalian vektor. Penskoran tes essay dilakukan dengan metode analisa dimana jawaban dianalisa menjadi beberapa elemen yang terpisah dan untuk tiap item ditetapkan skor tertentu.

Jawaban mahasiswa akan dianalisis dan dikelompokkan berdasarkan skor yang diperolehnya. Jawabannya diskor dengan menggunakan pedoman penskoran yang dimodifikasi berdasarkan tahapan-tahapan pemecahan masalah yang ditemukan oleh Dianne M. Bunce dan Heikkeinen (dalam Tanjung, 2003). Skor maksimum tiap soal adalah 20.

Tingkat penguasaan konsep mahasiswa akan dikelompokkan berdasarkan konsep penilaian yang berlaku di Unimed. Tingkat dengan baik jika mahasiswa memperoleh nilai diatas 80 (B). Pengelompokan nilai mahasiswa dikelompokkan seperti tabel berikut:

Tabel 1. Pengelompokan nilai mahasiswa

No	Rentang Nilai	Huruf
1	90 - 100	A
2	80 - 89	B
3	70 - 79	C
4	0 - 69	E

Keterangan:

- A = Sangat Kompeten
- B = Kompeten
- C = Cukup Kompeten
- D = Tidak Kompeten

Data yang diperoleh dari hasil tes dianalisa secara kuantitatif, kemudian menafsirkan jawaban yang dilakukan mahasiswa. Hubungan antara persentase kesalahan dengan tafsiran dinyatakan pada tabel 2 dibawah ini (Subino, 1987).

Tabel 2. Tafsiran persentase kesalahan

% Kesalahan	Tafsiran
0	Tidak
1 – 25	Sebagian kecil
26 – 49	Hampir separuh
50	separuhnya
51 – 75	Sebagian besar
76 – 99	Hampir seluruhnya
100	Seluruhnya

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dari penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Rata-rata nilai hasil belajar mahasiswa pada materi vektor

No Kode	Nomor Soal/Nilai					Jumlah	
	1	2	3	4	5	A	H
1	20	20	20	10	20	90	A
2	20	10	20	20	0	70	C
3	20	20	15	15	0	70	C
4	20	20	10	20	0	70	C
5	20	20	20	15	20	95	A
6	20	20	10	10	10	70	C
7	20	20	20	10	20	90	A
8	20	20	20	20	20	100	A
9	20	20	20	20	20	100	A
10	20	20	20	10	5	75	C
11	20	20	15	20	20	95	A
12	20	20	20	10	20	90	A
13	20	10	20	20	0	70	C
14	20	20	20	20	20	100	A
15	20	20	10	20	0	70	C
16	20	20	20	10	0	70	C
17	20	20	20	20	20	100	A
18	20	20	20	20	20	100	A
19	25	25	25	15	10	100	A
20	20	20	20	20	20	100	A
21	20	20	20	20	20	100	A
22	20	10	20	20	0	70	C
23	5	20	20	20	10	75	C
24	20	20	20	10	0	70	C
25	20	20	20	20	20	100	A
26	20	20	20	20	20	100	A
27	20	20	20	20	20	100	A

28	20	20	20	20	20	100	A
29	0	20	20	20	20	80	B
30	20	20	10	20	20	90	A
31	20	20	20	20	20	100	A
32	20	20	20	20	20	100	A
33	20	20	20	20	20	100	A
34	20	20	20	20	20	100	A
35	20	20	10	0	20	70	C
36	20	20	10	20	0	70	C
37	20	20	10	20	0	70	C
38	20	20	20	20	20	100	A
39	20	20	20	20	20	100	A
40	20	20	20	0	20	80	B
41	20	20	15	20	0	75	C
42	20	20	20	20	20	100	A
43	20	20	0	20	20	80	B
44	20	20	15	0	20	75	C
45	20	20	15	15	20	90	A
46	20	20	20	0	20	80	B
JUMLAH						4000	
RERATA						86,96	

Berdasarkan tabel 1 diatas terlihat bahwa rata-rata nilai capaian mahasiswa prodi fisika pada materi vektor adalah 86,96. Nilai ini dikategorikan Kompeten (Baik). nilai ini menunjukkan secara umum mahasiswa prodi fisika Unimed telah menguasai konsep-konsep vektor dengan baik.

Dari data diatas terlihat bahwa sebagian besar mahasiswa telah memperoleh nilai diatas 80. Ini menunjukkan bahwa sebahagian besar mahasiswa telah menguasai konsep vektor. Hasil yang diperoleh mahasiswa tentunya sudah cukup menggembirakan. Tetapi dari data diatas diperoleh informasi masih terdapat beberapa mahasiswa yang memperoleh nilai minimal lulus yaitu 70 (C). Ini tentunya akan menjadi perhatian dalam perkuliahan selanjutnya.

Gambaran nilai diatas merupakan rata-rata dari keseluruhan nilai mahasiswa. Secara khusus, dibawah ini disajikan tabel rekapitulasi hasil belajar mahasiswa tentang materi vektor sebagai berikut.

Tabel 2. Rekapitulasi nilai mahasiswa pada materi vektor

Nilai		Jumlah	Persentase
Rentang	Huruf		
90 – 100	A	26	56,52
80 – 89	B	4	8,70
70 – 79	C	16	34,78
0 – 69	D	0	0
Jumlah		46	100

Berdasarkan tabel 2 diatas terlihat bahwa 26 orang mahasiswa (56,52 %) memperoleh nilai A (nilai 90). Selanjutnya terdapat 4 orang mahasiswa (8,70 %) memperoleh nilai B (nilai 80 – 90). Kedua kelompok nilai ini merupakan kategori kompeten/baik. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas mahasiswa prodi pendidikan fisika (65,22%) telah

menguasai dengan baik materi vektor. Tetapi dari tabel 2 diatas juga diperoleh informasi, masih terdapat 16 orang mahasiswa (34,78) yang memperoleh nilai C (nilai 70-79) dalam kategori cukup kompeten.

Untuk meninjau tingkat pemahaman mahasiswa terhadap materi vektor dianalisis dengan melihat kemampuan mahasiswa untuk setiap butir soal. Tingkat kemampuan mahasiswa untuk setiap butir soal digambarkan pada tabel berikut.

Tabel 3. Persentase kemampuan mahasiswa berdasarkan soal.

No. Soal	Jawaban	
	% Benar	% Salah
1	95,65	4,35
2	93,48	6,52
3	84,78	15,22
4	82,61	17,39
5	71,74	28,26

Berdasarkan tabel 3 diatas dapat dianalisis hasil belajar siswa berdasarkan masing-masing soal sebagai berikut.

1. Soal nomor 1 merupakan permasalahan yang berkaitan dengan penjumlahan dua buah vektor posisi pada sumbu x, y, dan z. Berdasarkan data diatas terlihat bahwa 95,65 % menjawab dengan benar permasalahan ini. Sementara terdapat 4,35 % mahasiswa yang menjawab salah permasalahan ini. Sebahagian besar

kesalahan mahasiswa terletak pada kesalahan melihat tanda + (positif) atau tanda - (negatif) pada vektor posisi, sehingga hasil akhir menjadi salah. Berdasarkan data diatas diperoleh informasi bahwa hampir seluruhnya mahasiswa mampu menjawab permasalahan penjumlahan dua buah vektor.

2. Soal nomor 2 merupakan permasalahan tentang perkalian titik (*dot*) dari dua buah vektor posisi pada sumbu x, y, dan z. Berdasarkan data diatas terlihat bahwa 93,48 % menjawab dengan benar permasalahan ini. Sementara terdapat 6,52 % mahasiswa yang menjawab salah permasalahan ini. Sebagian besar kesalahan mahasiswa terletak pada kesalahan pada konsep perkalian titik vektor. Mahasiswa masih memberikan jawaban dalam bentuk vektor. Padahal pada konsep perkalian titik vektor, hasil dari perkalian titik dari kedua vektor adalah skalar. Berdasarkan data diatas diperoleh informasi bahwa hampir seluruhnya mahasiswa mampu menjawab permasalahan penjumlahan dua buah vektor.
3. Soal nomor 3 merupakan permasalahan yang berkaitan dengan arah resultan dari dua buah vektor posisi pada sumbu x, y, dan z.

Berdasarkan data diatas terlihat bahwa 84,78 % mahasiswa menjawab dengan benar permasalahan ini. Sementara terdapat 15,22 % mahasiswa yang menjawab salah permasalahan ini. Sebagian besar kesalahan mahasiswa terletak pada kesalahan menentukan besar vektor posisi, sehingga hasil akhir menjadi salah. Berdasarkan data diatas diperoleh informasi bahwa hampir seluruhnya mahasiswa mampu menjawab permasalahan penjumlahan dua buah vektor.

4. Soal nomor 4 merupakan permasalahan tentang perkalian silang (*cross*) dari dua buah vektor posisi pada sumbu x, y, dan z. Berdasarkan data diatas terlihat bahwa 82,61 % menjawab dengan benar permasalahan ini. Sementara terdapat 17,39 % mahasiswa yang menjawab salah permasalahan ini. Sebagian besar kesalahan mahasiswa terletak pada kesalahan pada konsep perkalian silang vektor. Mahasiswa masih memberikan jawaban yang sama seperti perkalian titik vektor. Padahal pada konsep perkalian silang, hasil dari perkalian silang dari kedua vektor adalah vektor. Berdasarkan data diatas diperoleh informasi bahwa hampir seluruhnya mahasiswa mampu

menjawab permasalahan penjumlahan dua buah vektor.

5. Soal nomor 5 merupakan permasalahan tentang arah resultan dari perkalian silang (*cross*) dari dua buah vektor posisi pada sumbu  $x$ ,  $y$ , dan  $z$ . Berdasarkan data diatas terlihat bahwa 71,74 % menjawab dengan benar permasalahan ini. Sementara terdapat 28,26 % mahasiswa yang menjawab salah permasalahan ini. Sebagaimana besar kesalahan mahasiswa terletak pada konsep arah resultan dari perkalian silang dua buah vektor. Berdasarkan data diatas diperoleh informasi bahwa sebagian besar mahasiswa mampu menjawab permasalahan penjumlahan dua buah vektor.

Dari hasil penelitian terlihat bahwa hampir seluruhnya mahasiswa bisa menyelesaikan masalah tentang penjumlahan dua buah vektor. Persentase mahasiswa yang menguasai tentang perkalian titik dua vektor lebih kecil jika dibandingkan dengan persentase mahasiswa yang menguasai penjumlahan dua vektor. Demikian halnya persentase mahasiswa yang menguasai konsep perkalian silang dua vektor lebih kecil jika dibandingkan persentase mahasiswa yang

menguasai konsep perkalian titik dua vektor.

Persentase tingkat penguasaan mahasiswa terhadap konsep vektor sangat berkaitan dengan tingkat kesukaran materi perkuliahan. Materi penjumlahan dua vektor tergolong materi yang masih mudah dipahami mahasiswa. Sedangkan materi tentang perkalian silang dua vektor termasuk materi yang sulit dipahami pada perkuliahan vektor.

Letak kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan vektor sangat bervariasi. Dalam penyelesaian masalah penjumlahan vektor, kesalahan mahasiswa terletak pada kurang telitian mahasiswa dalam melihat tanda plus (+) atau minus (-) dari nilai vektor. Sementara pada penyelesaian perkalian titik dua vektor, kesalahan mahasiswa terletak pada pemahaman konsep perkalian titik vektor, dimana mahasiswa menuliskan hasil perkalian titik dua vektor dalam bentuk besaran vektor. Padahal seharusnya hasil perkalian titik dua vektor merupakan besaran skalar. Berkaitan dengan penentuan arah resultan hasil perkalian dua vektor, letak kesalahan mahasiswa terletak pada masih lemahnya pemahaman mahasiswa terhadap konsep penyelesaiannya.



## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemahaman mahasiswa terhadap konsep vektor sudah baik. Hal ini terlihat dari hasil penelitian yang menunjukkan bahwa rata-rata nilai capaian mahasiswa sebesar 86,96 yang masuk pada kategori kompeten (Baik).
2. Letak kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan vektor sebagian besar terletak pada kesalahan tentang konsep penentuan arah resultan dari perkalian vektor. Baik itu perkalian titik maupun perkalian silang dua buah vektor.

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian serta kesimpulan yang diperoleh, maka disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Kepada pengajar materi vektor, untuk melihat tingkat pemahaman mahasiswa terhadap konsep vektor, diharapkan hendaknya melihat proses perhitungannya dan konsep apa yang

harus digunakan dalam menjawab permasalahan yang diajukan dengan banyak memberikan latihan mengenai pemecahan masalah. Selain itu, Temuan miskonsepsi pada konsep vektor menjadi rekomendasi dalam memilih strategi yang tepat untuk mengatasinya pada saat perkuliahan.

2. Pada dasarnya, konsep vektor sangat berguna dalam implementasi kehidupan sehari-hari. Tetapi terkadang peserta didik tidak memahami makna mengapa mempelajari vektor sehingga menganggap mempelajarinya merupakan sebuah kesia-siaan. Untuk itu bagi pengajar fisika diharapkan memberikan pemahaman kepada peserta didik tentang pentingnya belajar konsep vektor. Selain itu juga diperlukan penerapan pembelajaran kontekstual sehingga bisa menjelaskan bagaimana aplikasi dari vektor ini dalam kehidupan manusia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Halliday, D, Resnick, R, & Walker, J. (2011) *Principles of Physics*, 9<sup>th</sup> Edition. New York : John Wiley & Sons.
- Istiyono, Edi (2004). *Fisika untuk SMA Kelas X*. Jakarta : Intan Pariwara
- Kanginan, Marthen. (2002). *Fisika untuk SMA Kelas X*. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Kamajaya (2007). *Cerdas Belajar Fisika*. Bandung : Grafindo Media Pratama
- Rahgunastra I Nyoman, (2012) <http://www.sharinganswers.blogspot.com>.
- Subino, (1987), *Konstruksi dan Analisis Tes : Suatu Pengantar Kepada Teori Tes dan Pengukuran*, Jakarta, Depdikbud.
- Sugiyono.(2006). *Metode Penelitian Pendidikan. Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukmadinata, Syaodih Nana. (2006). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung : Remaja Rosdakarya.
- Tanjung R. (2003). *Diagnosis kesalahan Siswa SMU dalam Memecahkan Soal-Soal Fluida Tak Bergerak dengan Pendekatan Pemecahan Masalah di SMUN 1 Medan*, Laporan Penelitian FMIPA Unimed, tidak diterbitkan.