See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/319507522>

PEMBELAJARAN MEDAN MAGNET MENGUNAKAN ONLINE INTERACTIVE MULTIMEDIA UNTUK MENINGKATKAN...

Thesis · June 2010

DOI: 10.13140/RG.2.2.16597.12005

CITATIONS

2

READS

17

1 author:

Sutarno Sutarno

Universitas Bengkulu

11 PUBLICATIONS 6 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

PENGEMBANGAN VIRTUAL LAB BERBASIS KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI [View project](#)

**PEMBELAJARAN MEDAN MAGNET MENGGUNAKAN
ONLINE INTERACTIVE MULTIMEDIA UNTUK MENINGKATKAN
KETERAMPILAN GENERIK SAINS DAN
BERPIKIR KRITIS MAHASISWA**

TESIS

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian dari
Syarat Memperoleh Gelar Magister Pendidikan IPA
Konsentrasi Pendidikan Fisika Sekolah Lanjutan

Oleh

**SUTARNO
NIM. 0808848**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2010**

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMBELAJARAN MEDAN MAGNET MENGGUNAKAN
ONLINE INTERACTIVE MULTIMEDIA UNTUK MENINGKATKAN
KETERAMPILAN GENERIK SAINS DAN
BERPIKIR KRITIS MAHASISWA**

**SUTARNO
NIM.0808848**

Pembimbing 1

Dr. Eng. Agus Setiawan, M.Si

Pembimbing 2

Dr. Aloysius Rusli

Mengetahui,
Ketua Program Studi Pendidikan IPA
Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia

**Prof. Dr. Liliyasi, M.Pd
NIP. 19490927 197803 2 001**

Kupersembahkan kepada istriku tercinta Marlina, S.Pd
Dan buah hatiku tersayang Widad Salsabila H. Nashwa

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis yang berjudul “Pembelajaran Medan Magnet Menggunakan *Online Interactive Multimedia* untuk Meningkatkan Keterampilan Generik Sains dan Berpikir Kritis Mahasiswa” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan tersebut, saya siap menanggung resiko yang dijatuhkan kepada saya apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap karya saya.

Bandung, Juni 2010
Yang membuat pernyataan,

Sutarno

**PEMBELAJARAN MEDAN MAGNET MENGGUNAKAN
ONLINE INTERACTIVE MULTIMEDIA UNTUK MENINGKATKAN
KETERAMPILAN GENERIK SAINS DAN
BERPIKIR KRITIS MAHASISWA**

(Sutarno, 0808848)

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengkonstruksi pembelajaran berbantuan *online interactive multimedia* dan menguji penggunaannya pada pembelajaran materi medan magnet untuk meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan generik sains dan berpikir kritis mahasiswa. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen kuasi dengan desain *nonequivalent control group design* yang dilaksanakan pada mahasiswa semester dua di salah satu universitas di Kota Bengkulu tahun akademik 2009/2010. Teknik pengambilan sampel menggunakan metode *convenience sampling*. Pengumpulan data menggunakan tes awal dan tes akhir untuk penguasaan konsep, keterampilan generik sains dan berpikir kritis, lembar observasi untuk mengamati keterlaksanaan pembelajaran, serta butir angket untuk mengetahui tanggapan dosen dan mahasiswa terhadap pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia*. Berdasarkan hasil analisis data diperoleh rata-rata *N-gain* penguasaan konsep 0,72 untuk kelas eksperimen dan 0,51 untuk kelas kontrol, keterampilan generik sains 0,72 untuk kelas eksperimen dan 0,53 untuk kelas kontrol, keterampilan berpikir kritis 0,53 untuk kelas eksperimen dan 0,46 untuk kelas kontrol. *N-gain* penguasaan konsep tertinggi kelas eksperimen sebesar 0,65 terjadi pada konsep gaya magnetik dan terendah sebesar 0,41 pada konsep sumber medan magnetik. *N-gain* keterampilan generik sains tertinggi kelas eksperimen sebesar 0,68 terjadi pada indikator berpikir dalam kerangka logika taat asas dan terendah sebesar 0,58 pada indikator memahami hukum sebab-akibat. *N-gain* keterampilan berpikir kritis tertinggi kelas eksperimen sebesar 0,53 terjadi pada indikator menerapkan prinsip dan terendah sebesar 0,44 pada indikator menggunakan strategi logis. Dosen dan mahasiswa memberikan tanggapan baik terhadap penerapan pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia*. Hasil uji hipotesis menggunakan uji t dua sampel independen dengan SPSS 16 menunjukkan bahwa peningkatan penguasaan konsep, keterampilan generik sains dan berpikir kritis mahasiswa yang mengikuti pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* lebih tinggi dibandingkan dengan mahasiswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. Disimpulkan bahwa pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* secara signifikan dapat lebih meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan generik sains dan berpikir kritis mahasiswa dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pembelajaran Medan Magnet Menggunakan *Online Interactive Multimedia* untuk Meningkatkan Keterampilan Generik Sains dan Berpikir Kritis Mahasiswa”. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan pada Program Studi Pendidikan IPA Konsentrasi Fisika SL Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyelesaian tesis ini banyak mendapatkan bantuan, bimbingan dan kemudahan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih dan penghargaan yang setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Agus Setiawan, M.Si, selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran dan pemikirannya dalam penulisan tesis ini.
2. Bapak Dr. Aloysius Rusli, selaku pembimbing II yang ditengah-tengah kesibukannya telah memberikan bimbingan dan perhatian dalam penyelesaian tesis ini.
3. Bapak Dr. Enjang A Juanda, M.Pd, selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan selalu memberikan motivasi dalam penyelesaian tesis ini.
4. Bapak Dr. Enjang A Juanda, M.Pd dan Bapak Dr. Wawan Setiawan, M.Kom, Bapak Paulus C. Tjiang, Ph.D dan Ibu Dr. Ida Hamidah M.Si

selaku pengkaji *online interactive multimedia* dan instrumen tes yang telah memberikan saran dan masukannya.

5. Ibu Prof. Dr. Liliasari, M.Pd, selaku ketua Program Studi Pendidikan IPA Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memberikan kesempatan dan arahan dalam penulisan tesis ini.
6. Bapak Prof. H.Furqon, Ph.D, selaku direktur beserta asisten direktur Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memberikan layanan dalam urusan administrasi dalam penyelesaian tesis ini.
7. Rektor Universitas Bengkulu yang telah memberikan izin untuk studi lanjut di Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia.
8. Dekan FKIP Universitas Bengkulu yang telah memberikan izin penelitian untuk tesis di Prodi Fisika FKIP Universitas Bengkulu.
9. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Pendidikan IPA Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia, terimakasih atas bimbingan dan ilmu pengetahuan yang diberikan.
10. Istriku tercinta Marlina, S.Pd dan mutiara hatiku Widad Salsabila Hanifah Nashwa yang telah berkorban dan selalu memberikan motivasi.
11. Rekan-rekan fisika angkatan 2008 (Hutnal, Alhusni, Iksari, Saprudin, Haris, Agus R, Hakim, Ramson, Suratman, Yerizan, Teh Nur dan yang lainnya) terimakasih atas kebersamaan dan segala bantuannya.
12. Semua pihak yang terkait yang tidak dapat disebutkan satu persatu, semoga amal baik yang bapak, ibu dan rekan-rekan berikan kepada penulis mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT.

Penulis menyadari masih banyak keterbatasan dan kekurangan dalam penulisan tesis ini, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi pengembangan matakuliah fisika di masa depan.

Bandung, Juni 2010

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	7
E. Hipotesis Penelitian.....	7
F. Definisi Operasional.....	8
BAB II. MULTIMEDIA INTERAKTIF, <i>E-LEARNING</i>, KETERAMPILAN GENERIK SAINS, KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS, DAN DESKRIPSI MATERI MEDAN MAGNET	
A. Multimedia Pembelajaran	11
B. Pembelajaran Berbasis Web	13
C. Komponen <i>Online Interactive Multimedia</i>	17
D. Keterampilan Generik Sains	20
E. Keterampilan Berpikir Kritis.....	23
F. Deskripsi Materi Medan Magnet dalam <i>Online Interactive Multimedia</i>	25
G. Uraian Materi Medan Magnet.....	38
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Jenis Penelitian	53
B. Desain Penelitian.....	53
C. Subyek Penelitian.....	54
D. Instrumen Penelitian	54
E. Prosedur Penelitian.....	55
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	65
1. Peningkatan Penguasaan Konsep Medan Magnet	65
a. Deskripsi Peningkatan Penguasaan Konsep.....	65
b. Pengujian Statistik Peningkatan Penguasaan Konsep	68

2. Peningkatan Keterampilan Generik Sains Medan Magnet	69
a. Deskripsi Peningkatan Keterampilan Generik Sains.....	69
b. Pengujian Statistik Peningkatan Keterampilan Generik Sains..	72
3. Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis.....	73
a. Deskripsi Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis.....	73
b. Pengujian Statistik Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis.	77
4. Uji Korelasi	77
5. Deskripsi Aktivitas Dosen dan Mahasiswa Pada Pembelajaran Medan Magnet Menggunakan <i>Online Interactive Multimedia</i>	79
6. Tanggapan Dosen Terhadap Penerapan Pembelajaran Medan Magnet Menggunakan <i>Online Interactive Multimedia</i>	80
7. Tanggapan Mahasiswa Terhadap Penerapan Pembelajaran Medan Magnet Menggunakan <i>Online Interactive Multimedia</i>	81
 B. Pembahasan.....	82
1. Karakteristik Pembelajaran Medan Magnet Menggunakan <i>Online Interactive Multimedia</i>	82
2. Penguasaan Konsep Medan Magnet	87
3. Keterampilan Generik Sains	91
4. Keterampilan Berpikir Kritis	93
5. Korelasi Antara Penguasaan Konsep, Keterampilan Generik Sains, dan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa	95
6. Aktivitas Dosen dan Mahasiswa pada Pembelajaran Medan Magnet Menggunakan <i>Online Interactive Multimedia</i>	97
7. Tanggapan Dosen dan Mahasiswa terhadap Penerapan Pembelajaran Medan Magnet Menggunakan <i>Online Interactive Multimedia</i>	98
8. Keunggulan dan Kelemahan Pembelajaran Medan Magnet Menggunakan <i>Online Interactive Multimedia</i>	99
 BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	101
B. Saran.....	102

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A : Perangkat Pembelajaran	108
Lampiran B : Instrumen Penelitian	152
Lampiran C : Hasil Uji Coba Soal Tes	169
Lampiran D : Data Tes Awal, Tes Akhir, dan <i>N-Gain</i>	190
Lampiran E : Rekapitulasi Analisis Angket.....	222
Lampiran F : Uji Statistik	225
Lampiran G : Administrasi dan Dokumentasi Penelitian	238

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1. Indikator penguasaan kosep, keterampilan generik sains, dan berpikir kritis yang dikembangkan dalam setiap pokok bahasan.....	31
Tabel 3.1 Desain penelitian.....	53
Tabel 3.2. Klasifikasi N- <i>gain</i>	61
Tabel 4.1 Keterlaksanaan RPP pada tiap-tiap pertemuan	79
Tabel 4.2 Rekapitulasi tanggapan dosen terhadap penerapan pembelajaran medan magnet menggunakan <i>online interactive multimedia</i>	80
Tabel 4.3 Rekapitulasi tanggapan mahasiswa terhadap penerapan pembelajaran medan magnet menggunakan <i>online interactive multimedia</i>	81

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Alur Proses Pembelajaran Berbasis Web	17
Gambar 2.2. Kaidah tangan-kanan untuk menentukan arah gaya magnetik pada partikel bermuatan yang bergerak dalam medan magnetik.....	39
Gambar 2.3. Potongan kawat berpenampang A dan panjang ℓ sedang menyalurkan arus I dengan kecepatan pembawa muatan v_d	39
Gambar 2.4. Partikel bermuatan yang bergerak dalam bidang tegak lurus terhadap medan magnetik seragam	41
Gambar 2.5. (a) Sebuah pemilih kecepatan untuk partikel bermuatan $+q$ menggunakan susunan medan listrik E dan medan magnet B yang saling tegak lurus, (b) Gaya listrik dan gaya magnet pada muatan listrik $+q$	41
Gambar 2.6. Skematik sederhana spektrometer massa	43
Gambar 2.7. Medan magnetik dB pada titik P yang dihasilkan oleh elemen arus Idl	44
Gambar 2.8. Elemen arus Idl dari sebuah simpal arus	44
Gambar 2.9. Geometri untuk menghitung medan magnetik di titik P pada sumbu simpal arus melingkar yang berjarak x dari pusatnya...	45
Gambar 2.10. Suatu elemen solenoid yang panjangnya dx pada jarak x dari titik asal menyalurkan arus $di = nIdx$	47
Gambar 2.11. (a) Geometri untuk menghitung medan magnetik di titik P akibat potongan elemen arus lurus. Setiap elemen memperbesar medan di P yang diarahkan keluar bidang halaman kertas. (b) Hasilnya dinyatakan dalam sudut-sudut θ_1 dan θ_2	48
Gambar 2.12. Garis-garis medan magnetik pada magnet batang	50
Gambar 2.13. Medan magnetik tegak lurus terhadap luasan	51
Gambar 2.14. Medan magnetik yang berubah dalam bidang tak teratur	52
Gambar 3.1. Alur pengembangan MMI	57
Gambar 3.2. Alur penelitian.....	60
Gambar 4.1. Perbandingan persentase skor rata-rata tes awal, tes akhir dan N- <i>gain</i> kelas eksperimen dan kelas kontrol.....	65
Gambar 4.2. Perbandingan skor rata-rata penguasaan konsep untuk setiap label konsep antara kelas eksperimen dan kelas kontrol	66
Gambar 4.3. Perbandingan N- <i>gain</i> penguasaan konsep untuk setiap label konsep kelas eksperimen dan kelas kontrol.....	67
Gambar 4.4. Perbandingan persentase skor rata-rata keterampilan generik sains kelas eksperimen dan kelas kontrol	69
Gambar 4.5. Perbandingan persentase skor rata-rata keterampilan generik sains untuk setiap indikator antara kelas eksperimen dan kelas kontrol	70
Gambar 4.6. Perbandingan N- <i>gain</i> keterampilan generik sains untuk setiap indikator kelas eksperimen dan kelas kontrol	72

Gambar 4.7.	Perbandingan persentase skor rata-rata tes awal, tes akhir dan N- <i>gain</i> keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen dan kelas kontrol.....	74
Gambar 4.8.	Perbandingan persentase skor rata-rata berpikir kritis untuk setiap indikator antara kelas eksperimen dan kelas kontrol ...	75
Gambar 4.9.	Perbandingan N- <i>gain</i> keterampilan berpikir kritis untuk setiap indikator kelas eksperimen dan kelas kontrol	75
Gambar 4.10.	Perbandingan N- <i>gain</i> penguasaan konsep, keterampilan generik sains dan keterampilan berpikir kritis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol	96

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perubahan paradigma pembelajaran menuntut langkah kreatif guru sebagai fasilitator pembelajaran. Esensi perubahan tersebut berorientasi pada usaha pencapaian tujuan pembelajaran yakni membentuk peserta didik sebagai pembelajar mandiri. Salah satu kunci pembelajar mandiri adalah menguasai keterampilan belajar, dan salah satunya adalah menguasai cara mendapatkan informasi yang mereka butuhkan. Belajar mandiri adalah pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student centered*), dimana sebagian besar waktu proses belajar mengajar berlangsung dengan berbasis pada aktivitas siswa. Tugas guru dalam belajar mandiri adalah sebagai fasilitator dan mediator, tidak lagi memposisikan diri sebagai aktor utama yang mendominasi pembelajaran.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang semakin pesat berdampak pada semakin mudahnya berbagai informasi dapat diakses menggunakan media internet. Bagi guru hal ini merupakan sebuah tuntutan sekaligus peluang untuk dapat mengembangkan suatu model pembelajaran baru, yaitu model pembelajaran dengan memanfaatkan media teknologi informasi dan komunikasi (Hoban dan Ferry, 2006). Menurut teori-teori Gestalt-field (Dahar, 1996), belajar merupakan sesuatu proses perolehan atau perubahan terhadap pengertian-pengertian yang mendalam (*insight*), pandangan-pandangan, harapan-harapan, atau pola-pola berpikir. Dalam proses perolehan atau perubahan

terhadap pengertian-pengertian yang mendalam diperlukan suatu alat pendidikan ataupun media pembelajaran.

Model pembelajaran fisika dengan memanfaatkan teknologi informasi berbasis komputer sangat sesuai dengan hakikat standar proses pembelajaran. Standar proses pembelajaran menurut standar nasional pendidikan adalah proses pembelajaran pada satuan pendidikan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, dan memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian peserta didik (Dikti, 2005).

Pembelajaran fisika merupakan bagian dari sains yang syarat dengan konsep-konsep abstrak. Karakteristik fisika tersebut diharapkan dapat dimanfaatkan untuk membiasakan dan mengembangkan kemampuan berpikir dasar siswa menuju pada kemampuan berpikir kompleks yang disebut berpikir tingkat tinggi. Redhana (2007) menemukan bahwa guru-guru sering tidak merencanakan pembelajarannya secara khusus untuk mengembangkan keterampilan berpikir. Penguasaan siswa terhadap konsep-konsep fisika sebagai indikator keberhasilan suatu proses belajar mengajar dari berbagai penelitian secara umum masih dangkal (Ridwan, 2006).

Menurut Exline (2004), dangkalnya penguasaan konsep-konsep fisika salah satunya disebabkan karena siswa tidak banyak dilibatkan dalam proses pengkonstruksian suatu konsep dalam pikirannya, siswa tidak terlibat untuk mendiskusikan dan menanyakan banyak hal melainkan tidak lebih dari sekedar mendengar dan mengulangi jawaban-jawaban yang diharapkan. Kenyataan ini menggiring siswa untuk senantiasa menghapalkan fakta-fakta.

Pentingnya pengembangan proses pembelajaran yang menekankan pada penanaman keterampilan berpikir tidak perlu diperbantahkan lagi, namun yang perlu dipikirkan adalah bagaimana menterjemahkannya kedalam bentuk pembelajaran yang mampu mengakomodasi gagasan-gagasan tersebut. Untuk itu perlu usaha untuk membiasakan dan mengembangkan kemampuan berpikir logis, kritis, berinisiatif dan kreatif siswa melalui suatu iklim belajar yang berlangsung dalam suasana keterbukaan, demokratis dan menyenangkan. Iklim belajar demikian akan memberikan kesempatan yang optimal bagi siswa untuk memperoleh dan menalar informasi yang lebih banyak mengenai materi yang dipelajari dan sekaligus melatih sikap dan keterampilan sosialnya sebagai bekal dalam kehidupannya di masyarakat (Slavin,1995).

Konsep medan magnet merupakan konsep yang cukup penting dalam kurikulum fisika. Konsep ini diperkenalkan kepada siswa sejak duduk di bangku sekolah menengah pertama dan merupakan konsep yang sangat dekat dengan fenomena yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Namun demikian, pada kenyataannya tidak sedikit siswa mengalami kesulitan dalam memahami dan mengaplikasikan konsep-konsep medan magnet dalam berbagai permasalahan. Hukum-hukum dasar yang menjelaskan berbagai faktor gejala alam terkait dengan konsep kemagnetan ini membentuk hubungan sebab-akibat yang hanya bisa ditemukan melalui inferensi logika dan penggunaan bahasa simbolik (Setiawan, 2007). Pada umumnya siswa memandang konsep-konsep kemagnetan sebagai konsep yang sulit dan bersifat abstrak. Hal ini dikarenakan dalam pengajarannya di sekolah, siswa menerima pelajaran ini hanya dengan mendengarkan atau mencatat hukum-hukum yang berlaku yang diberikan oleh guru tanpa benar-benar memahami konsep-konsep kemagnetan yang mereka pelajari.

Untuk memahami konsep-konsep abstrak, secara umum dibutuhkan kemampuan penalaran yang tinggi. Kemampuan penalaran tingkat tinggi siswa perlu dibiasakan dengan cara belajar yang menuntut penggunaan penalaran. Dengan terlatih menggunakan kemampuan penalarannya, maka dalam proses memahami konsep-konsep fisika siswa tidak hanya menggunakan pengalaman empiris, tetapi juga terbiasa memahami konsep melalui penalaran. Agar siswa terbiasa menggunakan penalarannya sehingga dapat mencapai penalaran tingkat tinggi, dibutuhkan suatu model, metode dan media pembelajaran yang dapat digunakan untuk mempermudah memahami dan menguasai konsep fisika dengan baik.

Salah satu solusi yang dapat membantu siswa dalam upaya mengembangkan keterampilan dasar (generik) menuju keterampilan berpikir kompleks adalah melalui visualisasi konsep-konsep fisika yang dikemas dalam bentuk multimedia interaktif yang dapat disajikan secara *offline* ataupun *online* menggunakan teknologi internet. Secara umum manfaat yang dapat diperoleh dari penggunaan multimedia interaktif pada pembelajaran diantaranya adalah proses pembelajaran dapat berjalan lebih menarik, lebih interaktif, jumlah waktu mengajar dapat dikurangi, proses belajar mengajar dapat dilakukan di mana dan kapan saja, serta kualitas belajar siswa dapat ditingkatkan (Heinich, 1996).

Le Master (2005) dalam penelitiannya tentang studi simulasi komputer sebagai pengganti perlengkapan laboratorium menemukan bahwa siswa dapat menjadi lebih pandai dalam pelajaran tertentu bila mereka melibatkan waktu yang cukup dalam pembelajaran menggunakan multimedia interaktif baik secara mandiri maupun kolektif. Syamsudin (2008) dan Faizin (2009) menemukan

bahwa model pembelajaran multimedia interaktif yang disajikan secara *offline* dapat meningkatkan sikap belajar dan penguasaan konsep siswa pada materi listrik dinamis. Selanjutnya, Budiman (2008) dalam penelitiannya menemukan bahwa konsep-konsep yang bersifat abstrak dapat dipahami oleh siswa dengan bantuan pembelajaran multimedia interaktif. Gunawan (2008) dan Yahya (2008) menunjukkan bahwa model pembelajaran multimedia interaktif yang disajikan secara *offline* dapat meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan generik sains, dan keterampilan berpikir kritis calon guru/guru fisika pada materi elastisitas dan optik fisis.

Mubarrak (2009) telah melakukan penelitian dengan mengaplikasikan model pembelajaran berbasis web untuk meningkatkan keterampilan generik sains dan penguasaan konsep siswa SMA pada materi fluida dinamis. Dalam penelitian tersebut ditemukan bahwa model pembelajaran berbasis web dapat meningkatkan keterampilan generik sains siswa. Darmadi (2007) menyatakan bahwa model pembelajaran fisika berbasis web dapat meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan generik sains mahasiswa calon guru pada materi termodinamika. Clinch dan Richard (2002) dalam penelitiannya tentang bagaimana internet dapat digunakan untuk meningkatkan pengajaran fisika menemukan bahwa penggunaan animasi sangat membantu pembelajaran fisika khususnya dalam praktikum.

Berdasarkan latar belakang dan beberapa hasil penelitian seperti yang telah diuraikan di atas, dipandang penting untuk mengembangkan suatu multimedia interaktif yang memiliki karakteristik berbeda dengan multimedia interaktif sebelumnya yaitu dengan cara mengadopsi karakteristik multimedia interaktif dan

karakteristik website pembelajaran secara sekaligus. Produk multimedia interaktif yang dihasilkan selanjutnya disebut *online interactive multimedia*. *Online interactive multimedia* tersebut diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai salah satu media pembelajaran alternatif yang dapat digunakan untuk meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan generik sains dan berpikir kritis siswa pada materi fisika.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “bagaimana peningkatan penguasaan konsep, keterampilan generik sains, dan keterampilan berpikir kritis mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia*?”. Secara rinci rumusan masalah tersebut dijabarkan sebagai berikut:

1. Bagaimana peningkatan penguasaan konsep mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia*?
2. Bagaimana peningkatan keterampilan generik sains mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia*?
3. Bagaimana peningkatan keterampilan berpikir kritis mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia*?
4. Bagaimana tanggapan dosen dan mahasiswa terhadap penerapan pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia*?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengkonstruksi pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* serta untuk melihat bagaimana pengaruhnya terhadap peningkatan penguasaan konsep, keterampilan generik sains, dan berpikir kritis mahasiswa.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan bukti empiris tentang pengaruh penerapan pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* dalam meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan generik sains dan berpikir kritis mahasiswa yang berguna bagi siapa saja yang berkepentingan.

E. Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Peningkatan penguasaan konsep mahasiswa yang mengikuti pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan mahasiswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. (H_{a1}) ; $H_{a1} : \mu_1 > \mu_2$
2. Peningkatan keterampilan generik sains mahasiswa yang mengikuti pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan mahasiswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. (H_{a2}) ; $H_{a2} : \mu_3 > \mu_4$
3. Peningkatan keterampilan berpikir kritis mahasiswa yang mengikuti pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia*

secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan mahasiswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. (H_{a3}) ; $H_{a3} : \mu_5 > \mu_6$

F. Definisi Operasional

Untuk menghindari kesalahan penafsiran terhadap istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian ini, maka perlu dijelaskan dalam definisi operasional sebagai berikut:

1. Pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* dalam penelitian ini merupakan kegiatan pembelajaran materi medan magnet dengan memanfaatkan multimedia interaktif yang disajikan secara *online* dalam suatu website sebagai media penyampaian pembelajaran. Fasilitas yang tersedia dalam *online interactive multimedia* yang digunakan diantaranya adalah modul materi medan magnet yang dilengkapi dengan animasi, simulasi interaktif, lembar kerja mahasiswa, dan evaluasi interaktif; fasilitas *download*, link ke web fisika lainnya, fasilitas *chatting*, serta fasilitas ruang diskusi. Alamat *online interactive multimedia* medan magnet yang digunakan adalah <http://fisika.web.id>.
2. Multimedia interaktif yang dimaksud pada penelitian ini adalah suatu multimedia yang memiliki kemampuan untuk mengakomodasi respon pengguna secara otomatis, disamping itu juga memiliki alat pengontrol yang dapat dioperasikan oleh pengguna secara fleksibel sehingga pengguna dapat memilih apa yang dikehendaki untuk proses selanjutnya. Multimedia interaktif telah diprogram dengan menyediakan *data base* terhadap kemungkinan respon/jawaban yang diberikan oleh siswa sehingga setiap respon dimungkinkan untuk mendapatkan penguatan (*reinforcemen*) secara

otomatis. Penguatan diberikan untuk meningkatkan motivasi dan ketertarikan mahasiswa pada program.

3. Keterampilan generik sains adalah kemampuan dasar ilmiah yang dapat ditumbuhkan ketika peserta didik menjalani proses belajar fisika yang bermanfaat sebagai bekal meniti karir dalam bidang yang lebih luas. Dalam penelitian ini ditinjau 3 indikator keterampilan generik sains yaitu pemodelan matematika, berpikir dalam kerangka logika taat azas, dan hubungan sebab-akibat. Keterampilan generik sains diukur menggunakan soal tes keterampilan generik sains dalam bentuk pilihan ganda.
4. Keterampilan berpikir kritis dalam penelitian ini didefinisikan sebagai kemampuan berpikir kompleks yang dimiliki mahasiswa meliputi keterampilan menerapkan prinsip, menggunakan strategi logis, dan mengidentifikasi kesimpulan pada konsep medan magnet. Keterampilan berpikir kritis mahasiswa diukur menggunakan soal tes keterampilan berpikir kritis dalam bentuk pilihan ganda.
5. Penguasaan konsep adalah kemampuan mahasiswa dalam memahami persamaan dan hukum-hukum dasar secara alamiah dalam hal ini pada materi medan magnet baik secara teori maupun penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Penguasaan konsep mahasiswa pada materi medan magnet ditinjau berdasarkan 4 label konsep yaitu gaya magnetik (LK1), pemilih kecepatan dan spektrometer massa (LK2), sumber medan magnetik (LK3), dan garis medan magnetik (LK4). Penguasaan konsep mahasiswa diukur menggunakan tes tertulis dalam bentuk pilihan ganda.

6. Pembelajaran konvensional didefinisikan sebagai model pembelajaran yang biasa digunakan oleh dosen di salah satu universitas di Kota Bengkulu yang menjadi tempat penelitian. Pembelajaran ini didominasi oleh metode ceramah dengan bantuan slide *powerpoint* dengan ilustrasi gambar statis. Pada pembelajaran ini dosen cenderung lebih aktif sebagai sumber informasi dan mahasiswa cenderung pasif dalam menerima materi perkuliahan. Adapun langkah-langkah pembelajaran konvensional dalam penelitian ini yaitu diawali oleh dosen memberi informasi, menampilkan slide *powerpoint* untuk menerangkan suatu konsep, meminta mahasiswa untuk mencatat, dosen memeriksa apakah mahasiswa sudah mengerti atau belum, selanjutnya dosen meminta mahasiswa untuk mengerjakan latihan soal, dan diakhiri dengan memberikan tugas (pekerjaan rumah) kepada mahasiswa.
7. Konsep medan magnet pada penelitian ini secara khusus membahas tentang: gaya magnetik (gaya magnetik pada partikel bermuatan yang bergerak dan pada kawat lurus berarus, gerak partikel bermuatan dalam medan magnetik, pemilih kecepatan, dan spektrometer massa), sumber medan magnetik (medan magnetik pada simpul melingkar berarus, medan magnetik pada solenoida, dan medan magnetik pada kawat lurus berarus), serta garis medan magnetik (karakteristik garis medan magnetik, fluks magnetik).
8. Kelas eksperimen adalah kelas yang dikenai pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* dan kelas kontrol adalah kelas yang dikenai pembelajaran konvensional.

BAB II

MULTIMEDIA INTERAKTIF, *E-LEARNING*, KETERAMPILAN GENERIK SAINS, KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS, DAN DESKRIPSI MATERI MEDAN MAGNET

A. Multimedia Pembelajaran

Multimedia adalah media yang menggabungkan dua unsur atau lebih media yang terdiri dari teks, grafis, gambar, foto, audio, video dan animasi secara terintegrasi. Multimedia interaktif adalah suatu multimedia yang dilengkapi dengan alat pengontrol yang dapat dioperasikan oleh pengguna sehingga pengguna dapat memilih apa yang dikehendaki untuk proses selanjutnya (Setiawan, 2007). Pembelajaran diartikan sebagai proses penciptaan lingkungan yang memungkinkan terjadinya proses belajar. Hal utama dalam pembelajaran adalah bagaimana siswa belajar yaitu belajar dalam pengertian aktifitas mental siswa dalam berinteraksi dengan lingkungan yang menghasilkan perubahan perilaku yang bersifat relatif konstan. Dalam konteks ini, aspek penting dalam aktifitas belajar adalah lingkungan yang diciptakan dengan menata unsur-unsurnya sehingga dapat mengubah perilaku siswa. Berdasarkan uraian tersebut maka multimedia pembelajaran dapat diartikan sebagai aplikasi multimedia yang digunakan dalam proses pembelajaran. Multimedia pembelajaran digunakan untuk menyalurkan pesan (pengetahuan, keterampilan dan sikap) serta dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan kemauan yang dimiliki siswa sehingga secara sengaja proses belajar terjadi, bertujuan dan terkendali.

Menurut Heinich (1996), secara umum manfaat yang dapat diperoleh dari penggunaan multimedia pembelajaran interaktif adalah proses pembelajaran dapat

berjalan lebih menarik dan lebih interaktif, jumlah waktu mengajar dapat dikurangi, kualitas belajar siswa dapat ditingkatkan, proses belajar mengajar dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja, serta sikap belajar siswa dapat ditingkatkan. Manfaat tersebut akan diperoleh mengingat terdapat keunggulan dari multimedia pembelajaran, yaitu (Heinich, 1996): (1) Dapat memperbesar benda yang sangat kecil dan tidak tampak oleh mata, seperti kuman, bakteri, elektron, dan lain-lain. (2) Dapat memperkecil benda yang sangat besar yang tidak mungkin dihadirkan ke sekolah, seperti gajah, rumah, gunung, dan lain-lain. (3) Dapat menyajikan benda atau peristiwa yang kompleks, abstrak, rumit dan berlangsung cepat atau lambat menjadi lebih jelas dan terlihat kongkrit, seperti sistem tubuh manusia, bekerjanya suatu mesin, beredarnya Planet Mars, eksitasi elektron, dan lain-lain. (4) Dapat menyajikan benda atau peristiwa yang jauh, seperti bulan, bintang, salju, dan lain-lain seolah-olah menjadi dekat. (5) Dapat menyajikan benda atau peristiwa yang berbahaya, seperti letusan gunung berapi, harimau, racun, dan lain-lain tanpa ada resiko dari bahaya tersebut. (6) Meningkatkan daya tarik dan perhatian siswa.

Sebagai salah satu komponen sistem pembelajaran, pemilihan dan penggunaan multimedia pembelajaran harus memperhatikan karakteristik komponen lain seperti tujuan, materi, strategi dan juga evaluasi pembelajaran. Menurut Heinich (1996), secara umum karakteristik multimedia pembelajaran adalah: (1) Memiliki lebih dari satu media yang *konvergen*, misalnya menggabungkan unsur *audio* dan *visual*. (2) Bersifat interaktif, dalam pengertian memiliki kemampuan untuk mengakomodasi respon pengguna dan (3) Bersifat mandiri, dalam pengertian memberi kemudahan dan kelengkapan isi sedemikian

rupa sehingga pengguna bisa menggunakannya tanpa bimbingan orang lain. Selain memenuhi ketiga karakteristik tersebut, multimedia pembelajaran sebaiknya memenuhi 4 fungsi yaitu: (1) Mampu memperkuat respon pengguna secepatnya dan sesering mungkin. (2) Mampu memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengontrol laju kecepatan belajarnya sendiri. (3) Memperhatikan bahwa siswa mengikuti suatu urutan yang koheren dan terkendalikan. (4) Mampu memberikan kesempatan adanya partisipasi dari pengguna dalam bentuk respon, baik berupa jawaban, pemilihan, keputusan, percobaan dan lain-lain.

Menurut Faizin (2009), model pembelajaran multimedia interaktif dapat digunakan dalam pengajaran dan pembelajaran fisika sebagai: (1) Laboratorium virtual melalui pemodelan dan presentasi fenomena dan proses. (2) Ruang belajar yang ekspresif dimana siswa dapat mendemonstrasikan ide-ide mereka, memprediksi, menurunkan hukum fisika dan menyelesaikan soal-soal. Simulasi konsep dan fenomena fisika melalui simulasi multimedia interaktif akan menjadi efektif dalam mengajar pada siswa karena: (1) Mendukung ruang pembelajaran yang kuat dalam mempelajari gejala-gejala fisika, (2) Mudah digunakan dan fleksibel, dan (3) Mudah diakses di lingkungan komputer.

B. Pembelajaran Berbasis Website (*E-learning*)

Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi bagi kepentingan pembelajaran sudah diterapkan dalam berbagai bentuk. Pada prinsipnya teknologi informasi dan komunikasi dapat dimanfaatkan lebih lanjut dengan mengadopsi konsep *e-learning*. Dalam *E-learning Framework* yang dikembangkan oleh Sun Microsystems (2003), *e-learning* didefinisikan sebagai kemampuan untuk menggunakan internet, jaringan komputer, dan teknologi

elektronika yang lainnya untuk memfasilitasi, mengukur, dan mengelola kegiatan belajar. Pembelajaran berbasis website merupakan bagian dari *e-learning* yang menyediakan sumber daya yang dapat diakses dari manapun, sistem pencarian yang tangguh, interaksi yang kaya, dukungan yang penuh terhadap pembelajaran yang efektif dan penilaian berdasarkan kinerja.

E-learning memiliki karakteristik tidak tergantung terhadap tempat dan waktu, menyediakan fasilitas *knowledge sharing* dan visualisasi pengetahuan yang lebih atraktif. Visualisasi pengetahuan menjadikan materi pembelajaran menjadi lebih menarik dan mudah dipahami oleh siswa (Exline, 2004). Konsep tersebut diharapkan dapat mendorong terwujudnya suasana pembelajaran yang baru dan dapat memotivasi semangat belajar siswa dan guru. Pembelajaran berbasis website (*e-learning*) merupakan usaha untuk membuat transformasi proses belajar mengajar ke dalam bentuk digital yang dijumpai oleh teknologi internet. Tujuan pembelajaran berbasis web ini menitikberatkan pada efisiensi proses belajar mengajar (Cheng *et al*, 2004). Cara pengajaran maupun materi ajar tetap mengacu pada satuan acara pembelajaran dan kurikulum nasional.

Agar dapat menghasilkan *e-learning* yang menarik dan diminati, beberapa syarat model interaktif yang dikemukakan Brown (2002) dapat dijadikan rambu-rambu dalam merencanakan dan mendesain pembelajaran berbasis website yaitu:

- (1) Berpusat pada konten; konten dari materi yang akan dikembangkan dalam websites harus menjadi prioritas utama.
- (2) Kesederhanaan; desain website yang bagus lebih menunjukkan halaman website yang sederhana dan tidak penuh dengan grafik, *bullet*, *heading*, gif animasi dan visual yang tidak perlu lainnya.
- (3) Ketercernaan; perancang maupun pengembang website harus mengevaluasi

sendiri apakah website yang dikembangkannya mudah dibaca dan kontennya secara keseluruhan mudah dipahami. Legibilitas akan turun dengan pemilihan warna yang tidak tepat, ukuran huruf terlalu kecil atau terlalu banyak perpindahan sehingga menyulitkan pembaca teks. (4) Kejelasan navigasi; navigator yang jelas membuat pengunjung mengetahui dalam konteks mana sedang beroperasi dan bagaimana mereka bisa terhubung dengan akhir situs. (5) Konsistensi; kekonsistenan pola website secara keseluruhan harus memungkinkan pengunjung familiar dengan perilaku situs sehingga tidak membingungkan. (6) Akurat; keefektifan metode pembelajaran kelas berbasis website menurun apabila pada situs masih banyak ditemukan kesalahan seperti pada link yang tidak jalan, HTML yang salah, atau image yang pecah atau tidak muncul. (7) Unik; website yang mempunyai tampilan dan nuansa yang unik memudahkan pengunjung untuk melakukan identifikasi ketika mereka masuk atau meninggalkan domainnya. (8) Kesesuaian; harus terdapat kesesuaian penampilan halaman website dengan tujuan pembelajaran tiap halaman. (9) Mengakomodasi keragaman; website harus memperhatikan keragaman pengunjung. Beberapa perangkat lunak yang digunakan dapat membantu memudahkan pengunjung secara otomatis menggali konten yang dikembangkan.

Clark (2002) menuliskan enam hal yang harus diperhatikan berkaitan dengan elemen media yang digunakan supaya sebuah program *e-learning* berlangsung efektif, yaitu: (1) Menambahkan grafik ke dalam teks meningkatkan kegiatan belajar. Grafik di sini maksudnya adalah gambar diam (garis, sketsa, diagram, foto) dan gambar bergerak (animasi dan video). Grafik yang ditambahkan ke dalam teks sebaiknya yang selaras dengan pesan yang

disampaikan dalam teks. (2) Menempatkan teks di dekat grafik meningkatkan kegiatan belajar. *Contiguity* merujuk pada susunan teks dan grafik pada layar. (3) Menjelaskan grafik dengan suara meningkatkan kegiatan belajar. Prinsip ini terutama berlaku untuk animasi atau visualisasi kompleks dalam suatu topik yang relatif kompleks dan belum dikenal oleh pebelajar. (4) Menjelaskan grafik dengan suara dan teks yang berlebihan dapat merusak kegiatan belajar. (5) Menggunakan visualisasi, teks, dan suara yang tidak berhubungan (sembarangan) dapat merusak kegiatan belajar. (6) Menggunakan bentuk percakapan dan gaya-gaya pedagogis dapat meningkatkan kegiatan belajar. Sejumlah penelitian yang dirangkum oleh Byron Reeves dan Clifford Nass dalam bukunya, *The Media Equation*, menunjukkan bahwa seseorang memberikan respon terhadap komputer seperti ketika ia memberi respon kepada orang lain.

Secara garis besar, aktivitas siswa dan guru dalam melaksanakan pembelajaran berbasis web ini diperlihatkan pada Gambar 2.1. Bagan kiri adalah aktivitas siswa dan bagan kanan menunjukkan aktivitas guru.

Gambar 2.1. Alur Proses Pembelajaran Berbasis Web (sumber : Mubarrak, 2008)

C. Komponen Multimedia Interaktif

Komponen multimedia interaktif yang dikembangkan dalam *online multimedia interactive* dapat mengacu pada apa yang dinyatakan oleh Prabath dan Andleigh (1996), yaitu:

1. Teks

Teks pada *online multimedia interactive* berfungsi sebagai narasi yang menjelaskan tentang isi aplikasi (materi medan magnet). Teks dibuat secara

internal dan eksternal. Teks yang dibuat secara internal dibuat dengan *word processing* yang ada pada *authoring tools*. Teks internal digunakan untuk membuat teks yang pendek-pendek, misalnya menggunakan *tooltip*. Teks eksternal dibuat dengan menggunakan *word processing* lain di luar *authoring tools*.

2. Gambar

Penggunaan gambar dalam *online multimedia interactive* ini meliputi : (1) *Background image*, digunakan sebagai gambar latar belakang aplikasi. *Background image* disesuaikan dengan tema aplikasi. *Background image* pada *online multimedia interactive* ini menggunakan gambar yang sudah ada, dan dapat juga membuat *background* sendiri berupa tekstur. (2) *Button image*, biasa kita kenal dengan tombol. Pada *button image* inilah terletak kontrol program (*navigasi*). Pembuatan *button image* disesuaikan dengan kebiasaan pemakai atau minimal memiliki kedekatan dengan kontrol yang akan direpresentasikan. (3) *Partial image*, dalam aplikasi *online multimedia interactive* ini *partial image* berfungsi sebagai gambar-gambar pendukung.

3. Suara

Dalam *online multimedia interactive* ini ada dua jenis format suara yang akan digunakan. Pertama adalah format WAV dan yang kedua adalah format MIDI. Format WAV paling tinggi adalah *CD Quality* dengan kualitas 44,1 kHz dan 16 bit. Namun dalam perekaman jarang sekali digunakan kualitas ini mengingat waktu yang dibutuhkan cukup lama. Biasanya digunakan kualitas 44,1 kHz, 8 bit. MIDI (*Music Interface for Digital Instrument*) merupakan format yang dapat menghasilkan lagu-lagu berdurasi panjang dengan ukuran file yang kecil.

Menurut penggunaannya, suara terbagi atas: (1) Musik, digunakan untuk melatari aplikasi. Biasanya musik dibuat sesuai dengan tema aplikasi. (2) Suara (*Natural Sound*), terdiri dari suara-suara yang direkam dalam format WAV. (3) *Sound FX*, merupakan suara-suara yang direkam dan secara sengaja dimodifikasi untuk memberi *theme sound* pada aplikasi. Biasanya digunakan sebagai suara pada saat mengklik tombol, suara peringatan kesalahan dan sebagainya.

4. Animasi

Animasi merupakan objek yang dapat bergerak. Pada dasarnya animasi merupakan gabungan beberapa gambar yang ditampilkan secara berurut, yang membedakannya dengan video ialah jika video didapat dari kejadian yang sebenarnya maka animasi didapat dengan membuat sendiri.

5. *Authoring*

Pemrograman dalam multimedia biasa disebut dengan *Authoring*. Pada *authoring* inilah interaktifitas sebuah aplikasi dirancang. Pemrogram menggunakan teknik-teknik penempatan navigasi, struktur navigasi dan sedapat mungkin menghindari tampilan-tampilan standar yang mudah sekali membuat pemakai jemu. Perangkat yang digunakan disebut *Authoring tools*. Jenis *authoring tools* terbagi atas: (1) *Authoring tools* berbasis ikon. Dengan *authoring tools* ini biasanya programmer hanya menempatkan ikon-ikon tertentu dan menyusun struktur aplikasi saja. (2) *Authoring tools* berbasis visual. Dengan *authoring tools* ini programmer dapat menggunakan fasilitas yang telah disediakan, kemudian menempatkannya pada suatu form dan memberi beberapa baris *script* pada elemen-elemen tertentu. (3) *Authoring tools* berbasis *real time*. Dengan *authoring tools* ini programmer dihadapkan pada sebuah *scoreboard* yang

berisi area-area frame agar programmer dapat meletakkan objek-objeknya. Sama seperti *authoring tools* berbasis visual, programmer juga perlu menambahkan beberapa baris script pada objek-objek yang diinginkannya.

D. Keterampilan Generik Sains

Menurut Broto Siswoyo (2001) kemampuan generik sains dalam pembelajaran IPA dapat dikategorikan menjadi sembilan indikator yaitu:

1. Pengamatan langsung

Pengamatan langsung adalah mengamati objek secara langsung dengan menggunakan alat indera. Sebagai contoh, ketika kita mengamati terjadinya pembiasan cahaya pada lensa atau prisma. Aspek pendidikan yang dapat muncul dari pengamatan adalah kesadaran akan batas-batas ketelitian yang dapat diwujudkan dan sikap jujur terhadap hasil pengamatan. Baik indera kita maupun alat bantu yang kita gunakan dalam pengamatan mengandung keterbatasan, dan itulah sebabnya kita mengenal “teori ketidakpastian” dalam pengukuran.

2. Pengamatan tak langsung

Pengamatan tak langsung adalah pengamatan yang menggunakan alat bantu karena keterbatasan alat indera kita. Penggunaan termometer untuk mengukur suhu suatu benda merupakan salah satu contoh pengamatan tak langsung.

3. Kesadaran akan skala besaran (*sense of scale*)

Fisika membahas peristiwa-peristiwa alam baik dalam keadaan makro maupun mikro. Untuk besaran panjang, fisika membahas ukuran yang sangat besar misalnya tahun cahaya, tetapi juga membahas ukuran panjang yang sangat kecil misalnya ukuran molekul atau atom. Dalam skala waktu, fisika juga

membahas ukuran waktu yang sangat kecil seperti *lifetime* dari pasangan elektron-positron.

4. Menggunakan bahasa simbolik

Banyak perilaku alam yang tidak dapat diungkapkan dengan bahasa komunikasi sehari-hari, khususnya perilaku yang bersifat kuantitatif. Sifat kuantitatif tersebut menyebabkan adanya keperluan untuk menggunakan bahasa yang kuantitatif juga. Ungkapan persamaan usaha yang dilakukan oleh gas ketika berekspansi secara isothermal dinyatakan dalam bentuk persamaan diferensial merupakan contoh penggunaan bahasa simbolik. Dalam belajar fisika penggunaan bahasa simbolik sangat membantu dalam mengkomunikasikan ide yang kompleks menjadi lebih sederhana.

5. Berpikir dalam kerangka logika taat azas

Dalam ilmu fisika diyakini bahwa aturan alam memiliki sifat taat asas secara logika. Contoh pemikiran yang taat azas dalam fisika adalah munculnya teori relativitas Einstein. Sebelum dikemukakan teori relativitas Einstein, terdapat keganjilan antara hukum-hukum mekanika Newton dan hukum Elektrodinamika Maxwell. Elektrodinamika meramalkan bahwa kecepatan gelombang elektromagnetik tidak akan terpengaruh oleh gerak sumber maupun pengamatnya, sedangkan menurut mekanika Newton kecepatan benda dapat berkurang atau bertambah sesuai dengan gerak pengamat atau sumbernya. Keganjilan tersebut akhirnya terjembatani oleh teori relativitas Einstein, mengoreksi mekanika Newton agar secara logika keduanya taat azas.

6. Melakukan inferensi logika secara berarti

Dalam fisika dikenal beberapa penemuan partikel mikro telah didahului oleh dugaan teoritis bahwa partikel-partikel tersebut memang secara matematik ada. Dalam menyampaikan dugaannya para ilmuwan mengandalkan inferensi logika. Contoh dalam kasus ini adalah inferensi logika yang dilakukan setelah munculnya teori relativitas Einstein, yang dengan mempersoalkan kecepatan cahaya, sampai pada kesimpulan bahwa ada ekivalensi antara massa benda dan energi dengan hubungan $E=mc^2$. Hasil inferensi logika tersebut akhirnya memang benar-benar terbukti secara empiris.

7. Memahami hukum sebab-akibat

Sebagian besar dari aturan fisika yang disebut "hukum" merupakan hubungan sebab-akibat. Sebagai contoh hukum II Termodinamika untuk mesin panas menyatakan bahwa mesin panas yang bekerja secara siklis tak mungkin memindahkan panas dari sebuah tandon, mengubah seluruhnya menjadi usaha tanpa efek lain. Untuk sampai kesimpulan bahwa hubungan variabel dalam hukum benar-benar merupakan sebab-akibat, perlu pengamatan percobaan yang berulang-ulang dan dengan variabel yang diubah-ubah dan harus menghasilkan akibat yang konsisten sesuai perubahan variabel tersebut.

8. Membuat pemodelan matematika

Banyak ungkapan aturan dalam fisika yang disebut "hukum" dinyatakan dalam bahasa matematika yang disebut rumus. Rumus-rumus yang melukiskan hukum-hukum alam dalam fisika adalah buatan manusia yang ingin melukiskan gejala dan perangai alam tersebut, baik dalam bentuk kualitatif maupun kuantitatif. Jadi kita dapat menyebutnya sebagai model yang ungkapannya menggunakan

bahasa matematika. Pemodelan matematika sering disebut sebagai model simbolik karena bersifat abstrak dan dapat diungkapkan secara simbolik berupa rumus. Pemodelan matematika umumnya bertujuan untuk memperoleh hubungan yang lebih akurat yang berlaku dalam suatu sistem dalam alam.

9. Membangun konsep abstrak yang fungsional

Tidak semua gejala alam dapat dipahami dengan menggunakan bahasa sehari-hari. Kadang-kadang diperlukan sebuah konsep atau pengertian-pengertian baru yang maknanya tidak ditemukan dalam bahasa sehari-hari.

Sembilan kemampuan generik tersebut di atas merupakan kemampuan dasar yang perlu ditumbuhkan dalam belajar fisika guna mencapai keterampilan berpikir tingkat tinggi pada diri siswa. Pembelajaran IPA dapat membekalkan keterampilan generik melalui pengamatan langsung atau tak langsung, bahasa simbolik, inferensi logika, pemodelan matematik, dan membangun konsep. Kerangka logika taat azas dan hukum sebab akibat merupakan ciri khas keterampilan generik fisika (Liliasari, 2007).

E. Keterampilan Berpikir Kritis

Proses berpikir kompleks dikenal sebagai proses berpikir tingkat tinggi. Proses berpikir kompleks meliputi empat kelompok, yakni pemecahan masalah, membuat keputusan, berpikir kritis dan berpikir kreatif (Costa, 1985). Pengertian berpikir kritis menurut para peneliti sebagaimana yang diungkapkan oleh Devi (2001) adalah kemampuan untuk mengorganisasi, menganalisis dan mengevaluasi argumen (Schlecht, 1989), proses mental, strategi dan representasi seseorang yang digunakan untuk memecahkan masalah, membuat keputusan dan mempelajari konsep baru (Sternberg, 1990), dan cara berpikir reflektif yang masuk akal atau berdasarkan nalar yang difokuskan untuk menentukan apa yang akan dikerjakan dan diyakini (Ennis, 1996).

Indikator keterampilan berpikir kritis menurut Ennis (1996) dibagi menjadi 5 kelompok yaitu: (1) memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*), (2) membangun keterampilan dasar (*basic support*), (3) membuat inferensi (*inferring*), (4) Membuat penjelasan lebih lanjut (*advanced clarification*), serta (5) mengatur strategi dan taktik (*strategies and tactics*).

Menurut Liliarsari (2000), untuk pembelajaran IPA indikator-indikator keterampilan berpikir kritis ini dirinci lebih lanjut sehingga diperoleh indikator-indikator yang sesuai dan spesifik untuk IPA yaitu sebagai berikut: (1)

Mengidentifikasi/merumuskan pertanyaan. (2) Mengidentifikasi kesimpulan, mengidentifikasi alasan yang dikemukakan, mengidentifikasi alasan yang tidak dikemukakan, menemukan persamaan dan perbedaan, mengidentifikasi hal yang relevan, menemukan struktur/rumus, dan merangkum. (3) Menjawab pertanyaan mengapa, menjawab pertanyaan tentang alasan utama, dan menjawab pertanyaan tentang fakta. (4) Menyesuaikan dengan sumber, memberikan alasan, dan kebiasaan berhati-hati. (5) Melaporkan berdasarkan pengamatan, melaporkan generalisasi eksperimen, mempertegas pemikiran, dan mengkondisikan cara yang baik. (6) Menginterpretasikan pertanyaan. (7) Menggeneralisasikan dan meneliti. (8) Menerapkan prinsip/rumus dan mempertimbangkan alternatif. (9) Menentukan strategi terdefinisi dan menentukan definisi materi subyek. (10) Mengidentifikasi asumsi dari alasan yang tidak dikemukakan dan mengkonstruksi pernyataan. (11) Merumuskan masalah, memilih kriteria untuk mempertimbangkan penyelesaian, merumuskan alternatif penyelesaian, menentukan hal yang dilakukan secara tentative, dan merangkum dengan mempertimbangkan situasi lalu memutuskan. (12) Menggunakan strategi logis.

Keterampilan berpikir kritis perlu dikembangkan dalam diri siswa karena melalui keterampilan berpikir kritis, siswa dapat lebih mudah memahami konsep, peka terhadap masalah yang terjadi sehingga dapat memahami dan menyelesaikan masalah, dan mampu

mengaplikasikan konsep dalam situasi yang berbeda (Scriven dan Paul, 2007). Pendidikan perlu mengembangkan potensi peserta didik agar mampu mengembangkan keterampilan hidup diantaranya berpikir kritis agar peserta didik memiliki kemampuan bersikap dan berperilaku adaptif dalam menghadapi tantangan dan tuntutan kehidupan sehari-hari secara efektif. Pengembangan keterampilan berpikir kritis dalam proses pembelajaran memerlukan keahlian guru. Keahlian dalam memilih media/model pembelajaran yang tepat adalah salah satu faktor yang menentukan keberhasilan pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa.

F. Deskripsi Materi Medan Magnet dalam *Online Interactive Multimedia*

Berdasarkan hasil analisis terhadap konsep materi medan magnet diketahui bahwa konsep-konsep materi medan magnet diantaranya memiliki karakteristik: (1) Konsep abstrak, misalnya: gaya magnet, medan magnet, arah medan magnet, fluks magnet, dan garis medan magnet. (2) Konsep yang menyatakan prinsip, misalnya: perubahan medan listrik selalu menghasilkan medan magnet dan sebaliknya perubahan medan magnet akan menghasilkan medan listrik, garis medan magnet di luar magnet batang selalu berarah dari kutub utara menuju kutub selatan, arah medan magnet pada penghantar lurus berarus mengikuti kaidah tangan kanan, dan kutub-kutub magnet yang sejenis bila didekatkan akan tolak menolak dan kutub yang berlainan jenis akan tarik menarik. (3) Konsep yang melibatkan penggambaran bahasa simbol, misalnya: besar medan magnet pada pusat simpul arus melingkar berjari r merupakan integral dari medan magnet suatu elemen kecil $Id\ell$ dari simpul tersebut. (4) Konsep yang menyatakan suatu proses, misalnya: mekanisme gerak partikel bermuatan yang dipercepat dalam siklotron untuk menghasilkan partikel berenergi tinggi. (5) Konsep yang

menggambarkan sifat, misalnya: besar Gaya Lorentz yang dialami oleh penghantar berarus dalam pengaruh medan magnet berbanding lurus dengan kuat arus, panjang penghantar, dan besar medan magnet.

Berdasarkan karakteristik konsep materi medan magnet tersebut diperoleh beberapa temuan-temuan, diantaranya yaitu: (1) Sebagian besar konsep medan magnet diungkapkan secara kuantitatif karena sulit untuk diungkapkan dengan bahasa komunikasi sehari-hari. Sifat kuantitatif tersebut menyebabkan adanya keperluan untuk menggunakan bahasa yang kuantitatif juga, misalnya menggunakan bentuk persamaan integral dan diferensial. (2) Besar medan magnetik dan gaya magnetik seringkali dinyatakan dalam bentuk persamaan matematis. (3) Konsep medan magnet sebagian besar muncul dari adanya hubungan sebab-akibat. Misalnya, bila arah gaya magnet yang bekerja pada partikel bermuatan q tegak lurus terhadap arah kecepatan gerak partikel v , maka lintasan partikel akan berbentuk lingkaran. (4) Beberapa konsep medan magnet dapat dipahami dengan baik bila konsep-konsep dasar yang membangunnya sebelumnya telah dipahami. Misalnya, pengetahuan terhadap besarnya gaya magnetik suatu partikel q yang bergerak dengan kecepatan v dalam pengaruh medan magnet B (dirumuskan $F = qvB \sin \theta$) dapat digunakan untuk memahami dan merumuskan besarnya medan magnet yang bekerja pada penghantar lurus berarus sepanjang ℓ dan luas penampang A . Dengan mengingat bahwa dalam penghantar berarus tersebut terdiri dari banyak muatan-muatan identik yang bergerak, maka gaya magnetik yang bekerja pada penghantar merupakan jumlah dari seluruh gaya yang bekerja pada setiap partikel dalam penghantar tersebut yang memberikan hasil akhir sebesar $F = BI\ell \sin \theta$. (5) Konsep materi medan

magnet dapat dibangun berdasarkan logika yang memenuhi prinsip dan hukum fisika. (6) Terdapat keterkaitan antar konsep dalam materi medan magnet, juga memiliki keterkaitan dengan konsep-konsep materi lainnya seperti konsep medan listrik, garis gaya listrik, muatan listrik dan sebagainya. Untuk dapat memahami keterkaitan antar konsep tersebut dibutuhkan kemampuan analisis dan kemampuan menarik kesimpulan yang baik. (7) Konsep-konsep medan magnetik yang lebih rumit dapat dipahami bila kita memahami dan memiliki kemampuan menerapkan konsep-konsep dasar yang membangunnya. Dibutuhkan strategi logis untuk dapat menerapkan konsep-konsep dasar tersebut sehingga menghasilkan pemahaman yang baik terhadap konsep-konsep yang sebelumnya dianggap rumit. Misal, untuk dapat menentukan besarnya medan magnetik disuatu titik yang terletak diantara dua penghantar lurus berarus sejajar maka dibutuhkan strategi logis yang baik dalam menerapkan konsep arah arus dan arah medan magnet untuk sebuah penghantar lurus berarus.

Terlepas dari hal-hal yang diuraikan di atas, konsep-konsep yang terdapat dalam materi medan magnet sebagian besar merupakan konsep yang sulit untuk dipahami bagi sebagian besar siswa. Selain mengandung prinsip-prinsip dan rumus-rumus yang menuntut kemampuan operasi matematis tingkat lanjut, konsep-konsep medan magnet secara umum memiliki tingkat keabstrakan yang tinggi. Seringkali siswa mengalami konflik kognitif dalam memahami konsep-konsep abstrak. Keadaan konflik kognitif ini salah satunya disebabkan karena skema awal dan kemampuan penalaran yang dimiliki siswa tidak mampu digunakan untuk memahami informasi baru yang abstrak dan kompleks. Rendahnya kemampuan penalaran siswa bisa jadi salah satunya disebabkan

karena sejak awal siswa tidak dibiasakan menggunakan kemampuan penalarannya dalam proses pembelajaran sehari-hari di kelas.

Untuk memahami konsep-konsep yang abstrak, secara umum dibutuhkan keterampilan berpikir/bernalair tingkat tinggi. Keterampilan berpikir tingkat tinggi akan lebih cepat diperoleh bila sejak awal siswa sudah dibiasakan menggunakan dan mengembangkan keterampilan-keterampilan dasar (generik) yang dimilikinya dalam pembelajaran. Untuk itu, jelaslah dibutuhkan suatu model, metode atau media pembelajaran yang dapat melatih siswa menggunakan keterampilan dasar yang dimilikinya sehingga dapat dikembangkan menuju keterampilan berpikir tingkat tinggi seperti keterampilan berpikir kritis, berpikir kreatif, pemecahan masalah, dan keterampilan membuat keputusan. Salah satu solusi yang dapat membantu siswa dalam upaya meningkatkan keterampilan dasar dan keterampilan berpikir kritis adalah melalui visualisasi konsep-konsep fisika yang dikemas dalam bentuk *online interactive multimedia*. Beberapa penelitian seperti yang telah disebutkan di bagian akhir latar belakang dalam laporan ini memperlihatkan bahwa pemanfaatan MMI dalam pembelajaran terbukti dapat meningkatkan keterampilan generik sains dan keterampilan berpikir kritis siswa dengan indikator pengukuran tertentu.

Dalam *online interactive multimedia*, materi pembelajaran dapat disusun dan disajikan sedemikian rupa sesuai dengan metode/model pembelajaran yang dikembangkan dan indikator-indikator yang akan diukur. Hal ini dapat membantu siswa dalam mempermudah menguasai dan memahami konsep-konsep materi yang diajarkan. Disamping mampu menyajikan materi secara menarik dan sistematis, dalam *online interactive multimedia* konsep-konsep medan magnet

dapat divisualisasikan menjadi lebih menarik dan interaktif. Melalui berbagai animasi dan simulasi yang terkandung dalam *online interactive multimedia*, siswa dapat melihat dengan jelas visualisasi gejala-gejala fisis yang bersifat abstrak yang sebelumnya hanya dapat dibayangkan atau dilihat dari gambar-gambar statis saja. Siswa dapat melakukan berbagai aksi atau perlakuan seperti merubah kuantitas variabel pengukuran, merubah posisi atau bentuk objek tertentu dalam simulasi dan mereka dapat langsung melihat pengaruh yang ditimbulkannya. Hal ini akan membantu siswa dalam meningkatkan keterampilan berpikir dan penguasaan konsep yang dimilikinya. Selain itu, *online interactive multimedia* dapat diprogram agar dapat memberikan penguatan secara otomatis terhadap respon yang diberikan oleh siswa, misalnya dalam tes peninjauan penguasaan konsep yang terdapat di dalam *online interactive multimedia*. Dengan demikian siswa dapat mengukur kemampuannya setiap saat dan dapat mengatur pola belajar mandiri sesuai dengan kecepatan pemahaman masing-masing.

Berdasarkan karakteristik dan penemuan-penemuan dalam analisis materi medan magnet yang diuraikan di atas, tentu sangatlah cocok bila konsep-konsep medan magnet disajikan dan divisualisasikan dalam bentuk *online interactive multimedia*. *Online interactive multimedia* konsep medan magnet yang akan dibuat diharapkan dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan-keterampilan generik sains yang dimiliki siswa terutama dalam hal keterampilan melakukan pemodelan matematika, kemampuan berpikir dalam kerangka logika taat asas, dan kemampuan dalam memahami hubungan sebab-akibat. Selanjutnya *online interactive multimedia* medan magnet juga diharapkan dapat meningkatkan

keterampilan berpikir kritis siswa dalam hal kemampuan menerapkan prinsip, kemampuan menggunakan strategi logis, dan kemampuan menarik kesimpulan.

Pokok bahasan materi medan magnet yang akan disajikan melalui *online interactive multimedia* beserta indikator pembelajaran yang dikembangkan untuk penguasaan konsep, keterampilan generik sains, dan keterampilan berpikir kritis pada materi medan magnet ditunjukkan pada Tabel 2.1. Berdasarkan Tabel 2.1, terdapat tiga indikator keterampilan generik sains yang dikembangkan melalui pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* yaitu pemodelan matematis, berpikir dalam kerangka taat asas, dan hukum sebab-akibat, sedangkan indikator keterampilan berpikir kritis yang dikembangkan yaitu menggunakan strategi logis, menerapkan prinsip, dan menarik kesimpulan. Pemilihan indikator keterampilan generik sains dan berpikir kritis tersebut didasarkan pada beberapa pertimbangan, yaitu: (1) Indikator tersebut dianggap cocok dengan karakteristik materi medan magnetik. (2) Belum ditemukannya acuan (referensi) yang membahas tentang karakteristik *online interactive multimedia* yang akan dikembangkan dan kesesuaiannya dengan indikator keterampilan generik sains dan berpikir kritis yang cocok untuk dikembangkan. Kenyataan ini akhirnya membuat peneliti memilih masing-masing hanya 3 indikator untuk keterampilan generik sains dan berpikir kritis pada penelitian ini dan berharap dapat mengembangkan indikator-indikator lainnya pada penelitian lanjutan.

Tabel 2.1. Indikator penguasaan konsep, keterampilan generik sains dan berpikir kritis yang dikembangkan dalam setiap pokok bahasan materi medan magnet

Pokok Bahasan	Sub Pokok Bahasan	Indikator Penguasaan Konsep	Indikator Keterampilan Generik Sains	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Bentuk Penyajian Materi
Gaya Magnetik	Gaya magnetik pada muatan titik yang bergerak dalam medan magnetik	<ul style="list-style-type: none"> Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi besar gaya magnetik pada partikel bermuatan yang bergerak dalam medan magnetik Menentukan arah gaya magnetik dari partikel bermuatan yang bergerak dalam medan magnetik Menjelaskan karakteristik gaya magnetik pada partikel bermuatan yang bergerak dalam medan magnetik Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi besar jejari lintasan melingkar partikel yang bergerak dalam medan magnet homogen 	Pemodelan Matematis		Teks, gambar
	Gaya magnetik pada kawat lurus berarus		Berpikir dalam kerangka logika taat asas	Menggunakan strategi logis Mengidentifikasi Kesimpulan	Teks, gambar
	Gerak muatan titik dalam medan magnetik			Mengidentifikasi Kesimpulan	Teks, gambar, simulasi interaktif
	Alat Pemilih Kecepatan	<ul style="list-style-type: none"> Menjelaskan prinsip kerja alat pemilih kecepatan 	Hukum Sebab-akibat	Menerapkan Prinsip	Teks, gambar, dan simulasi interaktif
	Spektrometer massa	<ul style="list-style-type: none"> Menjelaskan prinsip kerja alat spektrometer massa 	Pemodelan Matematis, Berpikir dalam kerangka logika taat asas	Menggunakan strategi logis	Teks, gambar, Simulasi interaktif
	Siklotron	<ul style="list-style-type: none"> Menjelaskan prinsip kerja alat siklotron 		Menerapkan Prinsip	Teks
Sumber Medan Magnetik	Medan magnetik akibat simpal arus	<ul style="list-style-type: none"> Menentukan persamaan dan menghitung besar medan magnetik pada sumbu simpal melingkar berarus 	Pemodelan Matematis, Berpikir dalam kerangka logika taat asas	Menggunakan strategi logis	Teks, dan gambar
	Medan magnetik akibat arus pada solenoida	<ul style="list-style-type: none"> Menghitung besar medan magnetik pada sumbu dan ujung solenoida 	Pemodelan Matematis, Hukum sebab-akibat	Mengidentifikasi Kesimpulan	Teks, gambar, dan animasi
	Medan magnetik akibat arus pada kawat lurus	<ul style="list-style-type: none"> Menentukan arah medan magnetik di sekitar kawat lurus berarus menggunakan kaidah tangan kanan Menentukan persamaan medan magnetik di suatu titik akibat arus pada kawat lurus Menghitung besar gaya magnetik pada suatu kawat lurus berarus akibat pengaruh kawat lurus berarus lainnya yang berdekatan 	Berpikir dalam kerangka logika taat asas	Menggunakan strategi logis	Teks, gambar, animasi, dan simulasi interaktif
Garis Medan Magnetik	Karakteristik garis medan magnetik	<ul style="list-style-type: none"> Menjelaskan karakteristik garis medan magnetik pada suatu magnet batang Mengidentifikasi persamaan dan perbedaan antara garis medan listrik dan garis medan magnetik 			Teks, gambar, animasi
	Fluks magnetik	<ul style="list-style-type: none"> Menjelaskan faktor yang mempengaruhi besar fluks magnetik Menentukan besar fluks magnet yang melalui suatu simpal dengan medan magnet homogen dan tak homogen 	Hukum Sebab-akibat	Menerapkan Prinsip	Teks, Gambar, simulasi interaktif

Pada Tabel 2.1 juga terlihat bahwa kemampuan penguasaan konsep materi medan magnet yang harus dimiliki oleh mahasiswa meliputi hampir seluruh konsep medan magnet, hal ini berarti bahwa *online interactive multimedia* yang dikembangkan menyediakan keluasaan materi medan magnet yang akan dipelajari. Hal ini mengindikasikan bahwa *online interactive multimedia* dapat digunakan oleh mahasiswa tanpa harus didukung oleh referensi materi medan magnet dari sumber lainnya. Siswa juga dapat mengakses materi pengayaan yang telah disediakan dalam *online interactive multimedia*.

Untuk melatih mahasiswa mengembangkan kemampuan sesuai dengan indikator keterampilan generik sains dan berpikir kritis yang dimaksud, susunan modul (uraian materi) dalam *online interactive multimedia* disajikan sedemikian rupa sehingga diharapkan dapat menunjang atau melatih mahasiswa untuk meningkatkan keterampilan generik sains dan berpikir kritis mahasiswa. Secara garis besar uraian tentang sistematika penyajian materi dalam hubungannya dengan indikator keterampilan berpikir kritis dijelaskan sebagai berikut:

(1) Keterampilan Menerapkan Strategi Logis

Pada awal penyajian materi, *online interactive multimedia* akan menyajikan konsep-konsep dasar yang merupakan prasyarat untuk dapat memahami konsep-konsep selanjutnya yang lebih luas dan kompleks. Penyajian konsep-konsep dasar didukung oleh visualisasi dalam bentuk gambar, animasi, simulasi dan link-link bagian kalimat tertentu yang membutuhkan keterangan atau pengertian lebih lanjut sehingga membentuk satu kesatuan yang utuh sebagai informasi dasar dalam konsep tertentu. Pada akhir penyajian konsep dasar, mahasiswa dihadapkan pada suatu permasalahan fisika dalam bentuk pertanyaan.

Pertanyaan/permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan baik bila mahasiswa memahami konsep dasar yang telah diuraikan serta memiliki kemampuan membangun strategi logis yang baik dalam mengaitkan antara konsep yang telah dikuasai dengan permasalahan yang dihadapi.

Pada bagian bawah kalimat pertanyaan permasalahan, terdapat tombol navigasi Lihat Solusi. Dengan cara meng-klik navigasi Lihat Solusi mahasiswa akan memasuki halaman terpisah yang berisi urutan strategi penyelesaian permasalahan hingga diperoleh solusi permasalahan dengan jelas. Untuk memperjelas solusi yang diberikan, uraian solusi dapat dilengkapi dengan visualisasi berupa gambar, animasi ataupun simulasi. Mahasiswa dapat membandingkan solusi yang telah didapatkan dengan solusi yang tersedia dalam *online interactive multimedia* sehingga dapat mengukur sejauh mana pemahaman yang telah dimilikinya. Penyajian halaman solusi sengaja dibuat terpisah dengan halaman utama yang dihubungkan oleh tombol navigasi Lihat Solusi dengan tujuan agar mahasiswa terlebih dahulu berusaha berpikir dan menemukan penyelesaian permasalahan sebelum melihat solusi yang benar yang ada di dalam *online interactive multimedia*. Untuk kembali pada halaman utama (melanjutkan materi) mahasiswa dapat meninggalkan halaman solusi dengan meng-klik tombol navigasi Kembali ke Materi yang terletak di bagian akhir halaman solusi.

Sebagai contoh, pada konsep gaya magnetik yang ditimbulkan oleh partikel bermuatan yang bergerak dalam pengaruh medan magnetik, pada awal penyajian *online interactive multimedia* menguraikan konsep-konsep dasar yang berkaitan dengan besarnya medan magnet yang dihasilkan oleh sebuah muatan q yang bergerak dengan kecepatan v dalam pengaruh medan magnetik B . Uraian

konsep dilengkapi oleh gambar, animasi, dan link-link bagian kalimat tertentu yang membutuhkan keterangan atau pengertian lebih lanjut. Pada akhir penyajian konsep dasar tersebut, mahasiswa diberikan suatu pertanyaan permasalahan misalnya yang berkaitan dengan bagaimana cara menentukan gaya magnetik yang dihasilkan oleh sebuah penghantar sepanjang ℓ dan luas A yang menghantarkan arus listrik?. Permasalahan tersebut akan dapat dijawab oleh mahasiswa bila mereka memiliki suatu pemahaman logis bahwa total gaya yang dihasilkan oleh penghantar berarus sesungguhnya merupakan jumlahan dari seluruh gaya magnetik yang dihasilkan oleh setiap partikel yang terdapat dalam penghantar. Selanjutnya mahasiswa dituntut memiliki kemampuan membangun strategi yang dapat diungkapkan dengan menuliskan langkah-langkah penyelesaian secara runut dan teliti dalam rangka menerapkan pemahaman logis tersebut sehingga dapat membantu mempermudah menemukan solusi dari permasalahan yang dihadapi.

(2) Keterampilan Menerapkan Prinsip

Online interactive multimedia menyajikan konsep-konsep materi medan magnet yang dilengkapi oleh gambar, animasi, simulasi, dan link-link bagian kalimat tertentu yang membutuhkan keterangan atau pengertian lebih lanjut. Pokok bahasan yang berisi prinsip/hukum-hukum fisika yang berkaitan dengan konsep medan magnet menjadi pilihan utama untuk melatih mahasiswa membiasakan diri menggunakan prinsip-prinsip fisika dalam menyelesaikan permasalahan fisika yang dihadapi. Dalam sajian materi, misalnya, awalnya dibahas mengenai konsep dasar Hukum Lorentz kemudian dalam sajian berikutnya diberikan beberapa contoh penerapan Hukum Lorentz seperti bagaimana menentukan arah Gaya Lorentz yang dialami oleh suatu kawat lurus

berarus akibat pengaruh kawat lurus berarus lainnya yang diletakkan berdekatan. Pada akhir pembahasan, siswa diberi suatu pertanyaan yang berkaitan dengan penerapan prinsip Hukum Lorentz dalam permasalahan yang lebih kompleks. Mahasiswa dapat membandingkan hasil yang diperoleh dengan solusi yang terdapat dalam *online interactive multimedia* dengan meng-klik tombol navigasi *Lihat Solusi*.

(3) Keterampilan Mengidentifikasi Kesimpulan

Online interactive multimedia menyajikan materi medan magnet yang menggambarkan adanya keterhubungan dari berbagai konsep medan magnet atau adanya hubungan antara beberapa variabel dalam suatu konsep tertentu dalam membentuk konsep-konsep baru. Untuk memperjelas uraian, materi dapat ditunjang oleh visualisasi berupa gambar, animasi, dan link-link bagian kalimat tertentu yang membutuhkan keterangan atau pengertian lebih lanjut. Pada akhir pembahasan, mahasiswa diminta melihat dan berinteraksi dengan simulasi interaktif tertentu yang telah tersedia. Siswa dapat memberikan perlakuan dengan cara mengubah beberapa variabel dalam simulasi sehingga mereka akan mengetahui pengaruhnya terhadap variabel lain. Perlakuan-perlakuan yang diberikan mahasiswa dapat membantu mengungkap bagaimana pola hubungan antar variabel/konsep, juga dapat mengamati pola hubungan sebab akibat antar konsep/variabel tertentu. Di akhir penyajian, melalui simulasi tersebut mahasiswa diminta untuk menarik kesimpulan tertentu yang berkaitan dengan konsep materi yang sedang dipelajari. Mahasiswa kemudian dapat membandingkan kesimpulan yang diperoleh dengan kesimpulan yang diberikan oleh dosen.

Secara garis besar uraian tentang strategi penyajian modul (materi) dalam hubungannya dengan indikator keterampilan generik sains yang akan dikembangkan dapat dijelaskan sebagai berikut :

(1) Keterampilan Membuat Pemodelan Matematika

Sebagian besar dari hasil pemodelan matematis untuk menyatakan kuantitas medan magnetik diperoleh melalui menggunakan bahasa simbol seperti bentuk persamaan diferensial dan integral sehingga menghasilkan suatu bentuk persamaan matematis tertentu. Untuk melatih kemampuan mahasiswa dalam membuat pemodelan matematis sebagai pernyataan yang menunjukkan kuantitas atau karakteristik fisis suatu konsep/variabel, dalam *online interactive multimedia* ini konsep materi yang melibatkan kemampuan membuat pemodelan matematis akan diuraikan secara runut dan sistematis. Misalnya pada pembahasan cara menentukan persamaan medan magnetik pada pusat simpal melingkar berarus, materi akan diuraikan secara runut dan sistematis mulai dari cara menentukan medan magnetik dB yang dihasilkan oleh elemen arus $Id\ell$, hingga cara menentukan besar medan magnet B pada pusat simpal yang dapat diperoleh dengan mengintegrasikan dB dengan $\ell = 2\pi r$. Pada akhir pembahasan akan disajikan contoh yang dapat melatih kemampuan mahasiswa membuat pemodelan matematis dalam permasalahan fisika. Selanjutnya mahasiswa akan diberikan suatu permasalahan tertentu yang mendukung kemampuan membuat pemodelan matematis.

(2) Keterampilan Berpikir dalam Kerangka Logika Taat Azas

Pada uraian pokok bahasan materi medan magnet terkait, uraian materi dalam *online interactive multimedia* diungkapkan sedemikian rupa sehingga

memberikan isyarat/pengertian bahwa suatu konsep baru diperoleh melalui kerangka berpikir logis yang tidak melanggar azas atau hukum fisika yang berlaku. Dapat dikatakan konsep baru tersebut merupakan konsep yang taat azas pada hukum atau prinsip fisika. Misalkan prinsip yang menyatakan bahwa bila perubahan medan listrik haruslah dapat menghasilkan medan magnet diperoleh dari suatu kerangka berpikir logis tertentu yang bersumber dari pengetahuan awal bahwa perubahan medan magnet dapat menghasilkan medan listrik. Pembahasan materi dapat disertai dengan gambar, animasi, link-link bagian kalimat tertentu yang membutuhkan keterangan atau pengertian lebih lanjut, dan contoh-contoh permasalahan yang relevan, dengan demikian diharapkan dapat melatih mahasiswa menggunakan kerangka berpikir logis berdasarkan prinsip/hukum fisika yang berlaku dalam menyelesaikan permasalahan fisika yang dihadapi.

(3) Keterampilan dalam Memahami Hukum Sebab-Akibat

Pola hubungan sebab-akibat antara konsep yang satu dengan konsep lainnya, atau pola hubungan sebab-akibat antar variabel dalam konsep tertentu diungkapkan melalui paparan materi yang disusun secara sistematis. Untuk mendukung hal tersebut, paparan materi disertai dengan animasi dan simulasi interaktif sehingga mahasiswa dapat menyelidiki secara langsung bagaimana pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain dalam suatu konsep yang sedang dibahas. Misalnya, mahasiswa dapat menyelidiki melalui simulasi bagaimana bentuk dan jejari lintasan suatu partikel bermuatan yang bergerak dengan kecepatan tertentu dalam pengaruh medan magnet atau medan listrik dengan arah dan besar tertentu. Mahasiswa dapat memilih dan mengubah kecepatan partikel, besar dan jenis muatan partikel, serta besar dan arah medan magnet/listrik sesuai

yang diinginkan. Melalui cara coba-coba tersebut mahasiswa akan dapat memahami pola hubungan sebab akibat antar variabel-variabel yang ingin diketahui. Pada akhir uraian materi, mahasiswa diberi suatu pertanyaan/permasalahan yang berkaitan dengan kemampuan mengidentifikasi/memahami hubungan sebab-akibat dalam suatu konsep fisika.

Selain hal-hal yang diuraikan di atas, *online interactive multimedia* juga akan menyajikan materi dan simulasi medan magnet dari sumber lain (link web) yang dapat didownload dengan mudah guna memperkuat penguasaan konsep medan magnet. Selain itu, juga disajikan latihan dan tes interaktif dalam bentuk pilihan ganda yang telah diprogram sehingga mahasiswa akan mendapatkan respon secara langsung dalam *online interactive multimedia* terhadap jawaban soal yang dipilih. Dengan demikian mahasiswa dapat mengukur sendiri terhadap tingkat penguasaan konsep medan magnet yang telah dimilikinya.

G. Uraian Materi Medan Magnet

Materi medan magnet yang dibahas dalam penelitian ini meliputi tiga pokok bahasan, yaitu: (1) gaya magnetik, (2) garis medan magnetik, dan (3) sumber medan magnetik. Masing-masing pokok bahasan terdiri dari beberapa sub pokok bahasan. Secara lebih rinci, bahasan materi medan magnet dijabarkan sebagai berikut:

1. Gaya Magnetik

a. Gaya Magnetik pada Partikel Bermuatan yang Bergerak dalam Medan Magnetik

Apabila muatan q bergerak dengan kecepatan v dalam medan magnetik B , maka pada muatan tersebut bekerja gaya magnetik F yang besarnya bergantung

pada besar muatan q , kecepatan v , dan sudut θ yang dibentuk antara v dan B .

Besar gaya magnetik dirumuskan;

$$F = qvB \sin \theta \quad (2.1)$$

Arah gaya magnetik F diberikan oleh kaidah tangan-kanan seperti yang dilukiskan pada Gambar 2.2.

Gambar 2.2. Kaidah tangan-kanan untuk menentukan arah gaya magnetik pada partikel bermuatan yang bergerak dalam medan magnetik (*sumber: Sears dan Zemansky*)

b. Gaya Magnetik pada Kawat Lurus Berarus

Apabila seutas kawat menyalurkan arus listrik dalam medan magnetik, maka pada kawat tersebut akan bekerja gaya yang besarnya sama dengan jumlah seluruh gaya magnetik pada partikel bermuatan yang gerakannya menghasilkan arus. Gambar 2.3 menunjukkan potongan kawat berpenampang A dan panjang ℓ yang menyalurkan arus I .

Gambar 2.3. Potongan kawat berpenampang A dan panjang ℓ sedang menyalurkan arus I dengan kecepatan pembawa muatan v_d (*sumber: Sears dan Zemansky*)

Jika kawat tersebut berada dalam medan magnetik B , maka pada setiap muatan q yang berada dalam kawat tersebut akan terdapat gaya magnetik sebesar $qv_d B \sin \theta$, dengan v_d merupakan kecepatan pembawa muatan. Jumlah total muatan dalam potongan kawat merupakan jumlah partikel pembawa muatan bebas n per satuan volume dikali volume kawat $A\ell$. Dengan demikian gaya pada potongan kawat tersebut adalah;

$$F = (nqv_d B \sin \theta) A\ell$$

Kita asumsikan bahwa masing-masing partikel membawa muatan q dan bergerak dengan kecepatan v_d . Dalam waktu Δt semua partikel dalam volume $A v_d \Delta t$ telah melewati area tertentu. Jumlah partikel dalam volume ini sama dengan $n A v_d \Delta t$ dan muatan totalnya adalah $\Delta Q = q n A v_d \Delta t$. Arus listrik yang mengalir merupakan jumlah total muatan yang melewati area tersebut per satuan waktu, yaitu;

$$I = \Delta Q / \Delta t = nqv_d A$$

Dengan demikian besar gaya magnetik yang dialami oleh kawat berarus tersebut dapat ditulis;

$$F = I\ell B \sin \theta \quad (2.2)$$

c. Karakteristik Gerak Muatan Titik dalam Medan Magnetik

Bila kecepatan partikel tegak lurus terhadap medan magnetik seragam, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4, partikel tersebut akan bergerak dalam lintasan melingkar. Berdasarkan hukum kedua Newton, persamaan (2.1) dalam hal ini dapat dinyatakan sebagai;

$$qvB = \frac{mv^2}{r}$$

Besar jejari lintasan melingkar partikel dapat ditulis sebagai;

$$r = \frac{mv}{qB} \quad (2.3)$$

Gambar 2.4 Partikel bermuatan yang bergerak dalam bidang tegak lurus terhadap medan magnetik seragam (*sumber: Sears dan Zemansky*)

c. Pemilih Kecepatan

Gambar 2.5 menunjukkan bagan alat pemilih kecepatan menggunakan susunan medan listrik E dan medan magnetik B yang saling tegak lurus. Partikel-partikel bermuatan yang dihasilkan oleh sumber partikel memiliki kecepatan yang berbeda-beda. Partikel dengan laju spesifik tertentu dapat dipilih dengan menggunakan susunan medan listrik dan medan magnet tertentu yang sesuai.

Gambar 2.5. (a) Sebuah pemilih kecepatan untuk partikel bermuatan $+q$ menggunakan susunan medan listrik E dan medan magnet B yang saling tegak lurus, (b) Gaya listrik dan gaya magnet pada muatan listrik $+q$ (*sumber: Sears dan Zemansky*)

Pada Gambar 2.5, partikel bermuatan q sedang memasuki ruangan antar pelat kapasitor yang menghasilkan medan listrik E dan medan magnet B saling

tegak lurus. Jika q positif, gaya listrik yang besarnya qE mengarah ke bawah dan medan magnetik qvB mengarah ke atas (untuk q negatif gaya listrik mengarah ke atas dan medan magnetik mengarah ke bawah). Untuk besar E dan B yang diketahui, pada sebuah nilai v yang khas maka gaya listrik qE dan gaya magnet qvB akan sama besar sehingga gaya totalnya sama dengan nol dan partikel tersebut akan bergerak lurus dengan kecepatan konstan. Hubungan antara kecepatan partikel, medan listrik dan medan magnetik tersebut dapat ditentukan sebagai berikut;

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ -qE + qvB &= 0 \\ v &= \frac{E}{B}\end{aligned}\tag{2.4}$$

Semua partikel dengan kecepatan yang memenuhi persamaan (2.4) tidak peduli sebesar apa massa partikelnya akan melewati daerah medan dengan lintasan lurus.

d. Spektrometer Massa

Gambar 2.6 menunjukkan skematik sederhana peralatan spektrometer massa. Ion dari sumber ion dipercepat oleh medan listrik melalui beda potensial ΔV dan bergerak memasuki medan magnetik seragam yang dihasilkan oleh magnet listrik. Medan magnetik mengarah ke luar bidang kertas dan ditandai oleh titik-titik. Ketika memasuki medan magnetik melalui S_3 , lintasan ion m dibelokkan membentuk busur melingkar dengan jari-jari r kemudian menabrak pelat fotografi.

Jika partikel awalnya diam maka energi kinetik partikel ketika memasuki medan magnetik sama dengan kehilangan energi potensialnya $q\Delta V$, sehingga;

$$\frac{1}{2} mv^2 = q\Delta V \quad (2.5)$$

Gambar 2.6. Skematik sederhana spektrometer massa (*sumber: Sears dan Zemansky*)

Bila persamaan (2.3) disubstitusikan ke dalam persamaan (2.5) diperoleh;

$$\frac{m}{q} = \frac{B^2 r^2}{2\Delta V} \quad (2.6)$$

Besar medan magnetik B dan beda potensial ΔV dapat diatur pada alat sesuai dengan kebutuhan dan jari-jari lintasan partikel r dapat diketahui setelah partikel menumbuk plat fotografi, dengan demikian bila muatan partikel diketahui maka massa partikel dapat dihitung menggunakan persamaan (2.6).

2. Sumber Medan Magnetik

Apabila muatan titik q bergerak dengan kecepatan v , muatan ini akan menghasilkan medan magnetik B dalam ruang yang diberikan oleh;

$$B = \frac{\mu_o qv \sin \theta}{4\pi r^2} \quad (2.7)$$

Kita dapat mencari medan magnetik disuatu titik di sekitar kawat berarus yang dihasilkan oleh elemen arus Idl dengan menggantikan qv dalam persamaan (2.7) dengan elemen arus Idl (Gambar 2.7). Dengan demikian kita peroleh;

$$dB = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{Idl \sin \theta}{r^2} \quad (2.8)$$

Medan magnetik akibat arus total dalam suatu rangkaian dapat dihitung dengan cara menjumlahkan (mengintegalkan) medan magnetik dB akibat elemen arus Idl dalam rangkaian tersebut.

Gambar 2.7. Medan magnetik dB pada suatu titik yang disebabkan oleh elemen arus Idl

a. Medan Magnetik Akibat Simpal Berarus

Gambar 2.8 menunjukkan suatu elemen arus Idl dari sebuah simpal arus yang berjari-jari R dan vektor satuan $\mathbf{r}$ yang diarahkan dari elemen tersebut menuju pusat simpalnya.

Gambar 2.8. Suatu elemen arus Idl dari sebuah simpal arus

Medan magnetik di pusat simpal akibat elemen ini diarahkan sepanjang sumbu simpalnya dan besarnya diberikan oleh;

$$dB = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{Idl \sin \theta}{R^2} \quad (2.9)$$

Dengan θ merupakan sudut antara Idl dan $\mathbf{r}$ yang besarnya 90° untuk setiap elemen arus, sehingga;

$$B = \int dB = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{I}{R^2} \int dl$$

Integral dl untuk simpal penuh memberikan panjang total $2\pi r$ sehingga;

$$B = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{I}{R^2} 2\pi r = \frac{\mu_o I}{2 R} \quad (2.10)$$

Tinjau suatu titik P yang terletak pada sumbu lingkaran berarus listrik yang berjarak x dari pusat simpalnya seperti ditunjukkan pada Gambar 2.9.

Gambar 2.9. Geometri untuk menghitung medan magnetik di titik P pada sumbu simpal arus melingkar yang berjarak x dari pusatnya (*sumber: Sears dan Zemansky*)

Berdasarkan persamaan (2.9), besar medan magnetik dB di titik P akibat simpal arus Idl dapat ditentukan;

$$|dB| = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{I |dl \times \hat{r}|}{r^2} = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{Idl}{x^2 + R^2}$$

Dengan $r^2 = x^2 + R^2$ dan $|dl \times \mathbf{r}| = dl$. Bila kita menjumlahkan semua elemen arus dalam simpal, komponen dB pada sumbu y yakni dB_y besarnya sama dengan nol. Selanjutnya kita hanya menghitung medan magnetik dalam komponen x, yaitu;

$$dB_x = dB \sin \theta = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{Idl}{x^2 + R^2} \frac{R}{\sqrt{(x^2 + R^2)}}$$

Besar medan magnetik total akibat keseluruhan simpal arus;

$$B_x = \int dB_x = dB \sin \theta = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{IR}{(x^2 + R^2)^{\frac{3}{2}}} \int dl$$

$$B_x = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{2\pi IR^2}{(x^2 + R^2)^{3/2}} \quad (2.11)$$

b. Medan Magnetik Akibat Arus dalam Solenoid

Solenoid digunakan untuk menghasilkan medan magnetik kuat dan seragam dalam daerah yang dikelilingi oleh simpalnya. Medan magnetik solenoid pada dasarnya adalah medan magnetik dari sederetan N simpal arus identik yang ditempatkan berdampingan. Kita akan menggunakan persamaan (2.11) untuk menghitung medan magnetik suatu solenoid berupa kawat yang digulung rapat menjadi heliks lilitan rapat. Anggaplah solenoid tersebut memiliki panjang L yang terdiri atas N lilitan kawat dan membawa arus I. Kita pilih sumbu solenoid melalui sumbu x dengan ujung kiri di $x = -a$ dan ujung kanan $x = +b$ seperti pada

Gambar 2.10. Kita tinjau elemen solenoid yang panjangnya dx pada jarak x dari titik asal. Jika $n = N/L$ merupakan jumlah lilitan per panjang satuan, maka terdapat $n dx$ lilitan kawat dalam elemen ini dengan setiap elemen membawa arus I . Elemen ini dengan demikian ekuivalen dengan simpal tunggal yang membawa arus $di = nI dx$.

Gambar 2.10. Suatu elemen solenoid yang panjangnya dx pada jarak x dari titik asal menyalurkan arus $di = nI dx$

Medan magnetik di titik P pada sumbu simpal akibat elemen simpal arus $di = nI dx$ dapat dihitung menggunakan persamaan (2.11) dengan mengganti I dengan $nI dx$, sehingga persamaannya menjadi;

$$dB_x = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{2\pi n I R^2 dx}{(x^2 + R^2)^{3/2}}$$

Medan magnetik total di sepanjang sumbu solenoid diperoleh;

$$B_x = \frac{\mu_o}{4\pi} 2\pi n I R^2 \int_{-a}^b \frac{dx}{(x^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$B_x = \frac{1}{2} \mu_o n I \left(\frac{b}{\sqrt{b^2 + R^2}} + \frac{a}{\sqrt{a^2 + R^2}} \right) \quad (2.12)$$

Untuk solenoid yang panjang dimana a dan b jauh lebih besar daripada R , kedua suku yang berada dalam tanda kurung masing-masing cenderung bernilai mendekati 1. Untuk pendekatan ini medan magnetik solenoid dapat ditentukan sebagai;

$$B = \mu_0 n I \quad (2.13)$$

c. Medan Magnet Akibat Arus pada Kawat Lurus

Gambar 2.11 menunjukkan geometri untuk menghitung medan magnetik B dititik P akibat arus dalam potongan kawat lurus. Perhatikan bahwa medan magnetik akibat seluruh elemen arus kawat tersebut berada dalam arah yang sama. Medan akibat elemen arus tersebut adalah;

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I dx}{r^2} \cos \theta \quad (2.14)$$

Gambar 2.11. (a) Geometri untuk menghitung medan magnetik dititik P akibat potongan elemen arus lurus. Setiap elemen memperbesar medan di P yang diarahkan keluar bidang halaman kertas. (b) Hasilnya dinyatakan dalam sudut-sudut θ_1 dan θ_2 .

Untuk menjumlahkan seluruh elemen arus, kita perlu menghubungkan peubah θ , r , dan x . Ternyata lebih mudah untuk menyatakan x dan r dalam θ , kita peroleh;

$$x = y \tan \theta$$

$$dx = y \sec^2 \theta d\theta = y \frac{r^2}{y^2} d\theta = \frac{r^2}{y} d\theta$$

Sehingga,

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I r^2 d\theta}{y r^2} \cos \theta = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{y} \cos \theta d\theta$$

Pertama sekali kita hitung kontribusi dari elemen arus ini terhadap sisi kanan titik dari $x = 0$. Kita jumlahkan seluruh elemen ini dengan mengintegrasikan dari $\theta = 0$ sehingga $\theta = \theta_1$ dengan θ_1 merupakan sudut antara garis yang tegak lurus terhadap kawat dan garis dari P ke sisi kanan kawat tersebut seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.11b. Karena kontribusi ini kita dapatkan;

$$B_1 = \int_0^{\theta_1} \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{I}{y} \cos \theta d\theta = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{I}{y} \int_0^{\theta_1} \cos \theta d\theta$$

$$B_1 = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{I}{y} \sin \theta_1 \quad (2.15)$$

Serupa halnya, kontribusi dari elemen ini ke sisi kiri $x = 0$ adalah;

$$B_2 = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{I}{y} \sin \theta_2 \quad (2.16)$$

Medan magnetik total akibat segmen kawat ini (bila $y = R$) adalah;

$$B = B_1 + B_2 = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{I}{R} (\sin \theta_1 + \sin \theta_2) \quad (2.17)$$

Untuk kawat dengan panjang tak berhingga maka;

$$B = \frac{\mu_o I}{2\pi R} \quad (2.18)$$

3. Garis Medan Magnetik

a. Karakteristik Garis Medan Magnetik

Medan magnetik dapat digambarkan oleh garis medan magnetik dimana arah medan ditandai oleh arah garis medan dan besar medan ditandai oleh kerapatan garis medannya. Gambar 2.7 memperlihatkan garis medan magnetik pada magnet batang. Garis-garis medan muncul dari kutub utara dan masuk ke

kutub selatan, tetapi garis-garis tersebut tidak memiliki awal dan akhir, ini berarti bahwa garis-garis tersebut saling bersambungan di dalam batang. Pada akhirnya garis-garis medan magnetik tersebut membentuk suatu simpal.

Gambar 2.12. Garis-garis medan magnetik pada magnet batang

Arah gaya magnetik bergantung pada arah kecepatan partikel dan tanda muatannya sehingga arah gaya magnetik pada sembarang partikel tidak dapat ditentukan hanya dengan melihat pada pola garis medan magnetiknya. Garis medan magnetik mempunyai arah yang dapat ditunjukkan oleh jarum kompas di sembarang tempat, hal ini akan membantu kita dalam menentukan arah garis medan magnetik.

b. Fluks Magnetik

Fluks magnetik berkaitan dengan jumlah garis medan magnetik yang melewati suatu luasan tertentu yang diketahui. Pada Gambar 2.13 medan magnetik menembus secara tegak lurus terhadap luasan yang dibatasi oleh rangkaian sederhana yang terbuat dari satu lilitan kawat.

Gambar 2.13. Medan magnetik tegak lurus terhadap luasan

Besarnya fluks magnetik ϕ_m sebanding dengan banyaknya garis-garis medan magnetik (rapat fluks) yang menembus suatu bidang luasan A. Besar medan magnetik sebanding dengan jumlah garis medan magnet per satuan luas, dengan demikian besar fluks magnetik sebanding dengan jumlah garis yang melalui luasan tersebut dan dituliskan sebagai;

$$\phi_m = BA \quad (2.19)$$

Satuan fluks magnetik merupakan satuan medan magnetik dikali satuan luas yaitu tesla meter persegi yang disebut weber (Wb), dimana $1 \text{ Wb} = 1 \text{ T.m}^2$. Jika medan magnetik tidak tegak lurus terhadap permukaannya, fluks magnetik ϕ_m didefinisikan sebagai;

$$\phi_m = B \cdot \hat{n}A = BA \cos \theta = B_n A \quad (2.20)$$

dimana B_n merupakan komponen vektor medan magnetik yang tegak lurus terhadap permukaan tersebut. Berdasarkan persamaan (2.20) dapat kita amati bahwa bila sudut yang dibentuk antara garis-garis medan magnetik dan permukaan bidang tidak saling tegak lurus maka fluks magnetik yang dihasilkan akan menjadi lebih kecil. Untuk kumparan yang terdiri dari N lilitan, fluks yang melalui kumparan tersebut ialah N dikali fluks yang melalui lilitan tunggal;

$$\phi_m = NB \cdot \hat{n}A = NBA \cos \theta = NB_n A \quad (2.21)$$

Kita dapat memperluas definisi tentang fluks magnetik untuk permukaan lengkung (dimana medan magnet dapat berubah besarnya atau arahnya atau keduanya) dengan membagi permukaan tersebut menjadi sejumlah elemen luasan yang sangat kecil (Gambar 2.14). Jika setiap elemen cukup kecil, elemen tersebut dapat dianggap sebagai suatu bidang dan perbedaan medan magnetik pada bidang

elemen tersebut dapat diabaikan. Misalkan $\hat{n}_i$ vektor satuan yang tegak lurus terhadap elemen yang demikian dan ΔA_i merupakan luasnya, maka fluks magnetik yang melalui medan ini adalah;

$$\Delta \Phi_{mi} = B \hat{n} \Delta A_i \quad (2.22)$$

Gambar 2.14. Medan magnetik yang berubah dalam bidang tak teratur

Fluks total yang melalui permukaan tersebut merupakan penjumlahan $\Delta \Phi_{mi}$ untuk seluruh elemen. Limitnya, karena jumlah elemen kecil tersebut mendekati tak terhingga dan luasan elemen mendekati nol, maka penjumlahan ini menjadi suatu integral;

$$\Phi_m = \lim_{\Delta A_i \rightarrow 0} \sum_i B \cdot \hat{n}_i \Delta A_i = \int_s B \cdot \hat{n} dA$$

Untuk bidang kumparan yang terdiri dari N lilitan berlaku;

$$\Phi_m = \int_s NB \cdot \hat{n} dA \quad (2.23)$$

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen kuasi yang difokuskan pada penggunaan *online interactive multimedia* pada pembelajaran medan magnet dengan tujuan untuk meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan generik sains, dan berpikir kritis mahasiswa. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia*, sedangkan variabel terikatnya adalah penguasaan konsep, keterampilan generik sains, dan berpikir kritis mahasiswa.

B. Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *nonequivalent control group design* seperti ditunjukkan pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Desain Penelitian

Kelas	Tes Awal	Perlakuan	Tes Akhir
Eksperimen	O	X ₁	O
Kontrol	O	X ₂	O

Keterangan: O = Tes awal dan tes akhir, berfungsi untuk mengukur kemampuan awal dan akhir mahasiswa dalam hal penguasaan konsep, keterampilan generik sains, dan berpikir kritis, X₁ = Pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia*, dan X₂ = Pembelajaran medan magnet secara konvensional menggunakan *power point* statis.

C. Subyek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di salah satu universitas di kota Bengkulu pada mahasiswa calon guru semester 2 tahun akademik 2009/2010. Teknik *sampling* yang digunakan adalah *convenience sampling* (Boxill *et al*, 1997). Teknik *Convenience sampling* merupakan teknik penyampelan yang semata-mata didasarkan pada pertimbangan kemudahan saja. Konsekuensi dari teknik *sampling* ini adalah bahwa data penelitian yang diperoleh tidak cukup memenuhi persyaratan untuk menggambarkan keadaan populasi dari mana sampel-sampel tersebut diambil. Hasil penelitian yang diperoleh tidak dapat digeneralisasi untuk menggambarkan keadaan populasi tetapi hanya berlaku bagi sampel-sampel itu sendiri pada waktu dimana data-data dikumpulkan. Subyek dalam penelitian ini adalah mahasiswa yang mengambil matakuliah Fisika Dasar II yang tersebar dalam dua kelas. Satu kelas dipilih sebagai kelas eksperimen, dan kelas lainnya merupakan kelas kontrol (pembanding). Kelas eksperimen terdiri dari 39 mahasiswa dan kelas kontrol terdiri dari 35 mahasiswa.

D. Instrumen Penelitian

Data penelitian diperoleh dengan menggunakan instrumen utama yaitu soal tes penguasaan konsep, keterampilan generik sains dan berpikir kritis mahasiswa pada konsep medan magnet. Tanggapan mahasiswa terhadap penerapan pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* diperoleh dengan angket dan untuk memperoleh data pendukung mengenai gambaran pelaksanaan kegiatan pembelajaran dipergunakan lembar observasi aktivitas dosen dan mahasiswa.

E. Prosedur Penelitian

Prosedur yang ditempuh dalam penelitian ini meliputi studi pendahuluan, studi literatur, persiapan, implementasi, analisis data dan penyusunan laporan.

1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dimaksudkan untuk mengetahui perkembangan pembelajaran medan magnet di universitas yang akan diteliti berkaitan dengan media/model pembelajaran yang dipergunakan dan kendala yang dihadapi dosen dan mahasiswa dalam pembelajaran. Studi pendahuluan ini dilaksanakan dengan cara mengamati kegiatan pembelajaran di dalam kelas dan mewawancarai dosen mengenai pembelajaran fisika di kelas. Selanjutnya, temuan tersebut digunakan sebagai pertimbangan untuk mengembangkan pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia*.

2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mencari teori-teori yang berkaitan dengan pembelajaran *online* (berbasis *website*), multimedia interaktif, penguasaan konsep, keterampilan generik sains, dan berpikir kritis. Studi ini juga dilakukan untuk mengkaji temuan-temuan penelitian sebelumnya. Selain itu, juga dilakukan studi terhadap standar kompetensi (SK), kompetensi dasar (KD), dan indikator pembelajaran. Berdasarkan kajian terhadap SK, KD, dan indikator dirumuskan tujuan pembelajaran dan konsep-konsep medan magnet yang akan dituangkan dalam materi pokok. Tujuan pembelajaran mengandung kompetensi yang diharapkan muncul pada diri mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran yang meliputi penguasaan konsep, keterampilan generik sains, dan berpikir kritis

mahasiswa. Hasil studi literatur juga digunakan sebagai landasan untuk mengembangkan multimedia dan website pembelajaran materi medan magnet.

3. Pembuatan Instrumen Penelitian dan *online interactive multimedia*

Instrumen penelitian yang dibuat berupa tes tertulis untuk mengukur penguasaan konsep, keterampilan generik sains, berpikir kritis, lembar observasi proses pembelajaran, dan angket tanggapan mahasiswa. Instrumen penelitian yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran B. *Online interactive multimedia* dibuat berdasarkan hasil analisis terhadap SK, KD, indikator-indikator, dan tujuan pembelajaran. Ilustrasi animasi dan simulasi dibuat menggunakan *software* utama *macromedia flash*, *dreamwiewer*, *imperator* dan *software* pendukung lainnya. Ilustrasi/gambar statis dibuat menggunakan *software* utama *microsoft word* dan *powerpoint 2007* yang didukung *software* lain yang relevan. Tahap-tahap pembuatan program *online interactive multimedia* secara garis besar dijelaskan sebagai berikut:

a. Pembuatan multimedia interaktif (MMI)

- (1) Membuat Garis Besar Program Media (GBPM), dalam kegiatan ini berisi identifikasi terhadap program. Melalui identifikasi program tersebut maka ditentukan: judul, sasaran, tujuan dan pokok-pokok materi yang akan dituangkan dalam MMI tersebut.
- (2) Membuat *flowchart*. *Flowchart* adalah alur program yang dibuat mulai dari pembuka (*start*), isi, sampai keluar program (*exit*).
- (3) Membuat *storyboard*. *Storyboard* adalah uraian yang berisi visual dan audio penjelasan dari masing-masing alur dalam *flowchart*. Satu kolom dalam *storyboard* mewakili satu tampilan di layar monitor.

(4) Mengumpulkan bahan-bahan yang diperlukan untuk melengkapi sajian MMI.

Bahan-bahan yang perlu disiapkan diantaranya: materi pembelajaran, suara, animasi, gambar dan simulasi.

(5) *Programming*. *Programming* yaitu merangkaikan semua bahan-bahan yang ada dan sesuai dengan tuntutan naskah. Kegiatan ini berakhir dengan dihasilkannya sebuah MMI.

(6) *Finishing*. Pada kegiatan ini dilakukan revidu dan uji keterbacaan program sesuai dengan target yang diharapkan.

Alur pembuatan multimedia interaktif diperlihatkan pada Gambar 3.1.

Gambar 3.1. Alur Pengembangan MMI (Sumber: Riyana, 2007)

b. Pembuatan website

- (1) Melakukan *download* fasilitas *Content Management System* (CMS), dalam penelitian ini menggunakan fasilitas AuraCMS.
- (2) Pembuatan *hosting account* dan *domain account* yang akan digunakan sebagai alamat URL website. *Hosting* dan *domain* yang digunakan dalam penelitian ini adalah “web.id” dengan alamat URL <http://fisika.web.id/>
- (3) Melakukan instalasi AuraCMS pada *hosting account* yang telah dibuat sebelumnya.
- (4) Melakukan editing tampilan dan fasilitas yang diinginkan dalam web sesuai dengan tujuan pembelajaran. Fasilitas pendukung yang digunakan dalam website adalah fasilitas forum diskusi, download, link-link ke situs lain, *chatting*, email, *searching*, penugasan, evaluasi, simulasi dan beberapa fasilitas pendukung lainnya.
- (5) Meng-*upload* multimedia interaktif yang telah dibuat ke dalam website.
- (6) *Online interactive multimedia* siap diujicobakan.

4. Uji Coba Soal Tes dan *Online Interactive Multimedia*

Setelah soal tes dan *online interactive multimedia* yang telah dibuat disetujui oleh pembimbing, soal tes dan multimedia tersebut kemudian dinilai (*judgement*) masing-masing oleh 2 orang dosen ahli. Hasil penilaian dari *expert judgement* dapat dilihat pada Lampiran F. Hasil penilaian dan pertimbangan kemudian dijadikan bahan acuan dalam proses perbaikan butir soal dan multimedia yang digunakan. Setelah melalui proses perbaikan dan persetujuan dosen pembimbing, soal tes dan multimedia yang akan digunakan siap untuk diujicobakan di lapangan. Uji coba soal tes dilakukan pada 35 orang mahasiswa

semester 4 program studi pendidikan fisika Universitas Bengkulu TA 2009/2010, sedangkan ujicoba keterbacaan dan kemudahan akses multimedia diujicobakan pada 8 orang mahasiswa fisika di universitas yang sama.

Hasil uji coba multimedia berupa saran dan masukan dari mahasiswa dijadikan bahan pertimbangan untuk perbaikan kembali. Hasil uji coba keterbacaan dan kemudahan akses multimedia dapat dilihat pada Lampiran C. Hasil ujicoba butir soal digunakan untuk menentukan validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda butir tes. Pengolahan data hasil ujicoba butir soal dilakukan menggunakan software analisis kualitas butir soal yaitu program Anates Versi 4. Rekapitulasi hasil uji validitas dan reliabilitas soal tes dapat dilihat pada Lampiran C. Berdasarkan hasil pengolahan data, sebanyak 25 butir soal dari 40 soal tes yang diujicobakan dinyatakan valid dan digunakan sebagai instrumen penelitian. Dua puluh lima soal tersebut terdiri atas 9 soal penguasaan konsep medan magnet, 8 soal keterampilan generik sains dan 8 soal keterampilan berpikir kritis.

5. Tahap Implementasi

Produk *online interactive multimedia* yang dihasilkan kemudian diimplementasikan pada pembelajaran medan magnet untuk mahasiswa semester II di salah satu universitas di Kota Bengkulu. Adapun prosedur yang ditempuh pada tahap ini yaitu: (1) Melaksanakan tes awal penguasaan konsep, keterampilan generik sains dan berpikir kritis mahasiswa. (2) Melaksanakan kegiatan pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia*. Pada setiap kegiatan pembelajaran peneliti melakukan observasi untuk memperoleh gambaran pelaksanaan kegiatan pembelajaran dan untuk memperoleh informasi

mengenai kendala yang terjadi. (3) Penilaian hasil belajar (tes akhir) penguasaan konsep, keterampilan generik sains dan berpikir kritis mahasiswa serta menyebarkan angket tanggapan mahasiswa. (4) Analisis dan interpretasi data.

Prosedur penelitian secara garis besar ditunjukkan melalui diagram alir pada Gambar 3.2.

Gambar 3. 2. Alur Penelitian

6. Teknik Analisis Data

Pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini dilakukan terhadap skor tes awal dan skor tes akhir mahasiswa dalam tes penguasaan konsep, keterampilan generik sains, berpikir kritis, serta terhadap angket tanggapan mahasiswa. Pengolahan dan analisis data yang dilakukan meliputi:

a. Penghitungan *Gain* dan *N-gain*

Gain dalam penelitian ini merupakan perubahan kemampuan yang dimiliki mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran. *Gain* yang diperoleh dinormalisasi oleh selisih antara skor maksimal dengan skor tes awal. Perubahan yang terjadi sebelum dan sesudah pembelajaran dihitung dengan rumus *g* faktor (*N-gain*) yang dikembangkan oleh Hake (1999), yaitu:

$$N - gain = \frac{S_{Post} - S_{Pre}}{S_{Max} - S_{Pre}} \quad (3.5)$$

Nilai *N-gain* yang diperoleh digunakan untuk melihat perbedaan peningkatan penguasaan konsep, keterampilan generik sains dan berpikir kritis antara mahasiswa yang mengikuti pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* dan pembelajaran konvensional. Nilai *N-gain* dikelompokkan dalam kategori tinggi, sedang dan rendah seperti disajikan pada Tabel 3.2

Tabel 3.2. Klasifikasi *N-gain*

Kategori Perolehan <i>N-gain</i>	Keterangan
$0,70 > N-gain$	Tinggi
$0,30 \leq N - gain \leq 0,70$	Sedang
$N-gain < 0,30$	Rendah

b. Uji Prasyarat

Uji Normalitas

Asumsi normalitas merupakan prasyarat kebanyakan prosedur statistika inferential. Pada penelitian ini asumsi normalitas dieksplorasi menggunakan uji normalitas *Kolmogorov Smirnov* melalui SPSS 16 dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Hipotesis untuk uji normalitas adalah sebagai berikut:

H_0 : data berasal dari populasi yang terdistribusi normal

H_1 : data tidak berasal dari populasi yang terdistribusi normal

Dalam pengujian hipotesis, kriteria untuk menolak atau tidak menolak H_0 berdasarkan nilai *Sig.* adalah jika *Sig.* $< \alpha$ maka H_0 ditolak dan jika *Sig.* $\geq \alpha$ maka H_0 tidak dapat ditolak.

Uji Homogenitas Varian Data

Apabila diketahui data berdistribusi normal, maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji homogenitas varian (*variance*) dengan Uji *Levene* menggunakan SPSS 16. Apabila data tidak berdistribusi normal maka dapat langsung dilakukan uji beda dua rerata (uji t) non parametrik dengan uji *Mann-Whitney* yang tersedia pada SPSS 16.

Uji hipotesis *Levene* digunakan untuk mengetahui apakah asumsi varian kedua kelompok data sama besar terpenuhi atau tidak terpenuhi. Hipotesis statistik yang digunakan adalah sebagai berikut:

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$

$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

dengan H_0 adalah skor kedua kelompok memiliki variansi yang sama dan H_1 adalah skor kedua kelompok memiliki variansi tidak sama. Dasar pengambilan

keputusan, jika nilai $Sig. > \alpha$ maka H_0 tidak dapat ditolak sedangkan jika $Sig. < \alpha$ maka H_0 ditolak.

c. Uji Perbandingan Dua Rerata

Uji perbandingan dua rerata pada penelitian ini dilakukan menggunakan uji t dua sampel independen melalui program SPSS 16 dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Uji t dua sampel independen digunakan untuk membandingkan selisih dua purata (*mean*) dari dua sampel yang independen dengan asumsi data terdistribusi normal. Rumusan hipotesis statistik pada uji ini adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

dimana, H_0 adalah rerata skor kelas eksperimen sama dengan rerata skor kelas kontrol dan H_1 adalah rerata skor kelas eksperimen lebih besar dibandingkan dengan rerata skor kelas kontrol. Dalam pengujian hipotesis, kriteria untuk menolak atau tidak menolak H_0 berdasarkan nilai $Sig.$ adalah jika $Sig. < \alpha$ maka H_0 ditolak dan jika $Sig. \geq \alpha$ maka H_0 tidak dapat ditolak.

Pada program SPSS 16 nilai $Sig.$ berarti peluang (*probability value*, sering disingkat *P-value*), maksudnya adalah jika hipotesis nol (H_0) benar maka nilai $Sig.$ menunjukkan besarnya peluang yang didapatkan untuk mengatakan bahwa H_0 salah. Jika nilai $Sig.$ yang didapatkan dari hasil uji t sama dengan atau lebih kecil dari nilai taraf signifikansi yang dipilih untuk menguji hipotesis yaitu $\alpha=0,05$ maka nilai ini jatuh pada daerah penolakan H_0 pada kurva normal, sebaliknya jika nilai $Sig.$ lebih besar dari $\alpha=0,05$ maka nilai ini akan jatuh pada daerah penerimaan H_0 pada kurva normal.

d. Analisis Data Angket

Data yang diperoleh melalui angket dalam bentuk skala kualitatif dikonversi menjadi skala kuantitatif. Untuk pernyataan yang bersifat positif kategori sangat setuju (SS) diberi skor 5, setuju (S) diberi skor 4, kurang setuju (KS) diberi skor 3, tidak setuju (TS) diberi skor 2, dan sangat tidak setuju (STS) diberi skor 1. Data-data tersebut kemudian dianalisis untuk mendapatkan persentase skor rata-rata tanggapan mahasiswa dalam setiap indikator.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Penguasaan Konsep

a. Deskripsi Peningkatan Penguasaan Konsep

Topik medan magnet yang dibahas dalam penelitian ini terdiri dari empat label konsep yaitu gaya magnetik, alat pemilih kecepatan dan spektrometer massa, sumber medan magnetik, dan garis medan magnetik. Perbandingan persentase pencapaian skor rata-rata tes awal, tes akhir dan *N-gain* penguasaan konsep medan magnet antara kelas eksperimen dan kelas kontrol ditunjukkan pada Gambar 4.1. Data lengkap hasil pengolahan skor tes dan *N-gain* penguasaan konsep medan magnet dapat dilihat pada Lampiran D.

Gambar 4.1. Perbandingan persentase skor rata-rata tes awal, tes akhir dan *N-gain* penguasaan konsep kelas eksperimen dan kelas kontrol

Berdasarkan data tes awal dan tes akhir pada Gambar 4.1 terlihat bahwa skor rata-rata kelas eksperimen mengalami peningkatan sebesar 34,2%, sedangkan pada kelas kontrol mengalami kenaikan sebesar 23,2%. Rata-rata *N-gain* untuk kelas eksperimen termasuk dalam kategori tinggi sedangkan rata-rata *N-gain* untuk kelas kontrol termasuk dalam kategori sedang. Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa rata-rata *N-gain* penguasaan konsep kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan rata-rata *N-gain* kelas kontrol.

Skor rata-rata penguasaan konsep materi medan magnet dapat ditinjau berdasarkan label konsep. Persentase skor rata-rata penguasaan konsep dari skor ideal setiap label konsep ditunjukkan pada Gambar 4.2.

Penguasaan Konsep

Keterangan :

LK1= Gaya Magnetik; LK2=Pemilih Kecepatan dan Spektrometer Massa; LK3= Sumber Medan Magnetik; LK4= Garis Medan Magnet

Gambar 4.2. Perbandingan skor rata-rata penguasaan konsep untuk setiap label konsep antara kelas eksperimen dan kelas kontrol

Berdasarkan Gambar 4.2 terlihat bahwa tes awal kelas eksperimen tertinggi terjadi pada konsep gaya magnetik sebesar 55,1% dan terendah terjadi pada konsep

sumber medan magnetik sebesar 43,6% sedangkan pada kelas kontrol persentase perolehan skor tes awal tertinggi terjadi pada konsep gaya magnetik sebesar 64,3% dan terendah terjadi pada konsep sumber medan magnetik sebesar 47,1%. Persentase perolehan skor penguasaan konsep tes akhir pada kelas eksperimen tertinggi terjadi pada konsep gaya magnetik sebesar 93,6% dan terendah terjadi pada konsep sumber medan magnetik sebesar 73,1%. Pada kelas kontrol persentase perolehan skor tes akhir tertinggi terjadi pada konsep gaya magnetik sebesar 91,4% dan terendah terjadi pada konsep sumber medan magnetik sebesar 64,3%. Berdasarkan data pada Tabel 4.2 terlihat kecenderungan baik pada tes awal maupun tes akhir kedua kelas bahwa persentase skor rerata penguasaan konsep menurun mulai dari LK1 hingga LK3 kemudian naik kembali pada LK4.

Skor rerata *N-gain* dapat ditinjau berdasarkan setiap label konsep materi medan magnet. Perbandingan *N-gain* untuk setiap label konsep ditunjukkan pada Gambar 4.3.

Keterangan :

LK1= Gaya Magnetik; LK2=Pemilih Kecepatan dan Spektrometer Massa; LK3= Sumber Medan Magnetik; LK4= Garis Medan Magnetik

Gambar 4.3. Perbandingan *N-gain* penguasaan konsep untuk setiap label konsep antara kelas eksperimen dan kelas kontrol

Berdasarkan Gambar 4.3 terlihat bahwa N-gain tertinggi kelas eksperimen terjadi pada konsep gaya magnetik sebesar 0,65 dengan kategori sedang dan terendah terjadi pada konsep sumber medan magnet sebesar 0,41 dengan kategori sedang. Pada kelas kontrol N-gain tertinggi terjadi pada konsep pemilih kecepatan dan spektrometer massa sebesar 0,52 dengan kategori sedang dan terendah terjadi pada konsep sumber medan magnetik sebesar 0,27 dengan kategori rendah. Berdasarkan data pada Tabel 4.3 terlihat kecenderungan bahwa skor N-gain tertinggi diperoleh pada LK 1 dan LK2 dan terkecil pada LK3.

b. Pengujian Statistik Peningkatan Penguasaan Konsep

Berdasarkan uji statistik menggunakan *software* SPSS 16 diperoleh hasil sebagai berikut (Lampiran F):

- (1) Pada uji normalitas distribusi data menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* diperoleh hasil bahwa data peningkatan penguasaan konsep berdistribusi normal berdasarkan nilai *Sig.* = 0,081 untuk kelas eksperimen dan 0,178 untuk kelas kontrol.
- (2) Pada uji homogenitas varians data menggunakan uji *Levene* diperoleh hasil bahwa varian data kedua kelas homogen berdasarkan nilai *Sig.* = 0,816.
- (3) Pada uji t dua sampel independen diperoleh nilai *Sig.* = 0,000 yang lebih kecil dibandingkan nilai $\alpha = 0,05$. Nilai *Sig.* ini jatuh pada daerah penolakan hipotesis nol (H_0) pada kurva normal. Berdasarkan data tersebut dikatakan bahwa pembelajaran medan magnetik menggunakan *online interactive multimedia* secara signifikan dapat lebih meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa dibanding dengan pembelajaran konvensional.

2. Keterampilan Generik Sains

a. Deskripsi Peningkatan Keterampilan Generik Sains

Ada tiga indikator keterampilan generik sains yang dikembangkan pada penelitian ini yaitu pemodelan matematika, berpikir dalam kerangka logika taat azas, dan memahami hukum sebab-akibat. Peningkatan keterampilan generik sains mahasiswa dieksplorasi berdasarkan jawaban tes awal dan tes akhir setelah mengikuti pembelajaran. Hasil penilaian keterampilan generik sains berupa skor yang kemudian dihitung persentasenya. Perbandingan persentase pencapaian skor rata-rata tes awal, tes akhir dan *N-gain* keterampilan generik sains materi medan magnet antara kelas eksperimen dan kelas kontrol ditunjukkan pada Gambar 4.4. Data lengkap hasil pengolahan skor tes dan *N-gain* keterampilan generik sains dapat dilihat pada Lampiran D.

Gambar 4.4. Perbandingan persentase skor rata-rata tes awal, tes akhir dan *N-gain* keterampilan generik sains kelas eksperimen dan kelas kontrol

Berdasarkan data tes awal dan tes akhir pada Gambar 4.4 terlihat bahwa skor rata-rata kelas eksperimen mengalami peningkatan sebesar 37,5%,

sedangkan pada kelas kontrol mengalami kenaikan sebesar 28,2%. Rata-rata *N-gain* kelas eksperimen termasuk dalam kategori tinggi sedangkan rata-rata *N-gain* kelas kontrol termasuk dalam kategori sedang. Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa rata-rata *N-gain* keterampilan generik sains kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan rata-rata *N-gain* kelas kontrol.

Skor rata-rata keterampilan generik sains dapat ditinjau berdasarkan setiap indikator yang dikembangkan. Persentase skor rata-rata keterampilan generik sains dari skor ideal setiap indikator ditunjukkan pada Gambar 4.5.

Keterampilan Generik Sains

Keterangan :

KGS1=Pemodelan Matematika; KGS2=Berpikir dalam Kerangka Logika Taat Azas; KGS3= Hukum Sebab-Akibat

Gambar 4.5. Perbandingan persentase skor rata-rata keterampilan generik sains untuk setiap indikator antara kelas eksperimen dan kelas kontrol

Berdasarkan Gambar 4.5 diketahui persentase skor rata-rata peningkatan keterampilan generik sains tes awal pada kelas eksperimen tertinggi terjadi pada indikator pemodelan matematis sebesar 49,6% dari skor ideal dan terendah

terjadi pada indikator berpikir dalam kerangka logika taat azas sebesar 44,4% dari skor ideal. Pada kelas kontrol, persentase perolehan skor rata-rata tes awal tertinggi terjadi pada indikator pemodelan matematis sebesar 50,5% dari skor ideal dan terendah terjadi pada indikator berpikir dalam kerangka logika taat azas sebesar 42,9% dari skor ideal.

Persentase skor rata-rata peningkatan keterampilan generik sains tes akhir pada kelas eksperimen tertinggi terjadi pada indikator pemodelan matematis sebesar 85,5% dari skor ideal dan terendah terjadi pada indikator berpikir dalam kerangka logika taat azas sebesar 83,8% dari skor ideal. Pada kelas kontrol, persentase skor tes akhir tertinggi terjadi pada indikator hukum sebab-akibat sebesar 81,4% dari skor ideal dan terendah terjadi pada indikator pemodelan matematis sebesar 71,4% dari skor ideal. Berdasarkan skor rata-rata tes akhir pada Gambar 4.5 terlihat bahwa persentase skor rata-rata setiap indikator keterampilan generik sains pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol.

Skor rerata *N-gain* dapat ditinjau berdasarkan setiap indikator keterampilan generik sains. Perbandingan *N-gain* untuk setiap indikator keterampilan generik sains ditunjukkan pada Gambar 4.6. Berdasarkan Gambar 4.6 terlihat bahwa perolehan *N-gain* pada kelas eksperimen tertinggi terjadi pada indikator berpikir dalam kerangka logika taat azas yaitu sebesar 0,68 dengan kategori sedang dan terendah terjadi pada indikator hukum sebab-akibat sebesar 0,58 dengan kategori sedang.

Keterangan :

KGS1=Pemodelan Matematis; KGS2=Berpikir dalam Kerangka Logika Taat Azas; KGS3= Hukum Sebab-Akibat

Gambar 4.6. Perbandingan N-gain keterampilan generik sains untuk setiap indikator antara kelas eksperimen dan kelas kontrol

Pada kelas kontrol, N-gain tertinggi terjadi pada indikator hukum sebab-akibat yaitu sebesar 0,67 dengan kategori sedang dan terendah terjadi pada indikator pemodelan matematis sebesar 0,40 dengan kategori sedang. Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa peningkatan N-gain keterampilan generik sains mahasiswa kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan peningkatan N-gain kelas kontrol.

b. Pengujian Statistik Peningkatan Keterampilan Generik Sains

Berdasarkan uji statistik menggunakan *software* SPSS 16 diperoleh hasil sebagai berikut (Lampiran F):

- (1) Pada uji normalitas distribusi data menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* diperoleh hasil bahwa data peningkatan penguasaan konsep berdistribusi

normal berdasarkan nilai *Sig.* = 0,094 untuk kelas eksperimen dan 0,130 untuk kelas kontrol.

(2) Pada uji homogenitas varian data peningkatan keterampilan generik sains mahasiswa menggunakan uji *Levene* diperoleh hasil bahwa varian data kedua kelas homogen berdasarkan nilai *Sig.* = 0,812.

(3) Pada uji t dua sampel independen diperoleh nilai *Sig.* = 0,000 yang lebih kecil dibandingkan nilai $\alpha = 0,05$. Nilai *Sig.* ini jatuh pada daerah penolakan hipotesis nol (H_0) pada kurva normal. Berdasarkan data tersebut dikatakan bahwa penerapan pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* secara signifikan dapat lebih meningkatkan keterampilan generik sains mahasiswa dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

3. Keterampilan Berpikir Kritis

a. Deskripsi Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis

Indikator keterampilan berpikir kritis yang menjadi pokok bahasan dalam penelitian ini meliputi menggunakan strategi logis, menerapkan prinsip, dan mengidentifikasi kesimpulan. Peningkatan keterampilan berpikir kritis mahasiswa dieksplorasi berdasarkan jawaban tes awal dan tes akhir setelah mengikuti pembelajaran. Hasil penilaian keterampilan berpikir kritis berupa skor yang kemudian dihitung persentasenya. Perbandingan persentase pencapaian skor rata-rata tes awal, tes akhir dan *N-gain* keterampilan berpikir kritis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol ditunjukkan pada Gambar 4.7. Data lengkap hasil pengolahan skor tes dan *N-gain* keterampilan berpikir kritis mahasiswa dapat dilihat pada Lampiran D.

Berdasarkan data skor rata-rata tes awal, tes akhir dan *N-gain* pada Gambar 4.7 diketahui bahwa skor rata-rata tes awal mahasiswa kelas eksperimen sebesar 41,4% dari skor ideal dan skor rata-rata tes awal mahasiswa kelas kontrol sebesar 38,2% dari skor ideal. Selanjutnya berdasarkan data skor rata-rata tes akhir pada kedua kelas diketahui bahwa skor rata-rata tes akhir kelas eksperimen sebesar 72,4% dari skor ideal sedangkan perolehan rata-rata skor tes akhir kelas kontrol sebesar 65,7% dari skor ideal.

Gambar 4.7. Perbandingan persentase skor rata-rata tes awal, tes akhir dan *N-gain* keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen dan kelas kontrol

Berdasarkan data tes awal dan tes akhir pada Gambar 4.7 terlihat bahwa skor rata-rata kelas eksperimen mengalami peningkatan sebesar 31,1%, sedangkan pada kelas kontrol mengalami kenaikan sebesar 27,5%. Rata-rata *N-gain* kelas eksperimen dan kelas kontrol termasuk dalam kategori sedang. Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa rata-rata *N-gain* keterampilan generik sains kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan rata-rata *N-gain* kelas kontrol.

Skor rata-rata keterampilan berpikir kritis dapat ditinjau berdasarkan setiap indikator yang dikembangkan. Persentase skor rata-rata keterampilan berpikir kritis dari skor ideal setiap indikator ditunjukkan pada Gambar 4.8.

Keterampilan Berpikir Kritis

Keterangan :

KBK1= Menggunakan Strategi Logis; KBK2=Menerapkan Prinsip; KBK3= Mengidentifikasi Kesimpulan

Gambar 4.8. Perbandingan persentase skor rata-rata keterampilan berpikir kritis untuk setiap indikator

Berdasarkan Gambar 4.8 terlihat bahwa persentase skor rata-rata peningkatan keterampilan berpikir kritis tes akhir pada kelas eksperimen tertinggi terjadi pada indikator mengidentifikasi kesimpulan sebesar 73,1% dari skor ideal dan terendah terjadi pada indikator menggunakan strategi logis sebesar 71,8% dari skor ideal. Pada kelas kontrol, prosentase skor rata-rata tes akhir tertinggi terjadi pada indikator menerapkan prinsip sebesar 71,4% dari skor ideal dan terendah terjadi pada indikator mengidentifikasi kesimpulan sebesar 57,1% dari skor ideal. Berdasarkan skor rata-rata tes akhir pada Gambar 4.8 terlihat bahwa persentase skor rerata setiap indikator keterampilan berpikir kritis pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol.

. Skor rerata *N-gain* dapat ditinjau berdasarkan setiap indikator keterampilan berpikir kritis. Perbandingan *N-gain* keterampilan berpikir kritis setiap indikator ditunjukkan pada Gambar 4.9. Berdasarkan Gambar 4.9 terlihat bahwa perolehan *N-gain* pada kelas eksperimen tertinggi terjadi pada indikator menerapkan prinsip yaitu sebesar 0,53 dengan kategori sedang dan terendah terjadi pada indikator menggunakan strategi logis sebesar 0,44 dengan kategori sedang. Pada kelas kontrol, *N-gain* tertinggi terjadi pada indikator menerapkan prinsip yaitu sebesar 0,49 dengan kategori sedang dan terendah terjadi pada indikator mengidentifikasi kesimpulan yaitu sebesar 0,33 dengan kategori sedang. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa peningkatan *N-gain* kemampuan berpikir kritis mahasiswa kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol.

Keterangan :

KBK1= Menggunakan Strategi Logis; KBK2=Menerapkan Prinsip; KBK3= Mengidentifikasi Kesimpulan

Gambar 4.9. Perbandingan *N-gain* keterampilan berpikir kritis untuk setiap indikator antara kelas eksperimen dan kelas kontrol

b. Pengujian Statistik Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis

Berdasarkan uji statistik menggunakan *software* SPSS 16 diperoleh hasil sebagai berikut (Lampiran F):

- (1) Pada uji normalitas distribusi data menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* diperoleh hasil bahwa data peningkatan penguasaan konsep berdistribusi normal berdasarkan nilai *Sig.* = 0,092 untuk kelas eksperimen dan 0,073 untuk kelas kontrol.
- (2) Pada uji homogenitas varian data peningkatan keterampilan berpikir kritis mahasiswa menggunakan uji *Levene* diperoleh hasil bahwa varian data kedua kelas homogen dengan nilai *Sig.* = 0,074.
- (3) Pada uji t dua sampel independen diperoleh nilai *Sig.* = 0,032 yang lebih kecil dibandingkan nilai $\alpha = 0,05$. Nilai *Sig.* ini jatuh pada daerah penolakan hipotesis nol (H_0) pada kurva normal. Berdasarkan data tersebut dapat dikatakan bahwa penerapan pembelajaran medan magnetik menggunakan *online interactive multimedia* secara signifikan dapat lebih meningkatkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa dibanding dengan penerapan pembelajaran konvensional.

4. Uji Korelasi

Berdasarkan uji korelasi *Pearson Product Moment* (Lampiran E) diperoleh hasil sebagai berikut:

a. Kelas Eksperimen

- (1) Pada korelasi antara penguasaan konsep dan keterampilan generik sains diperoleh koefisien korelasi *Pearson Product Moment* $r = 0,482$ dan *Sig.* = 0,002. Karena *Sig.* lebih kecil dari $\alpha = 0,01$ maka $H_0 : \rho = 0$ ditolak.

Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan linear positif yang signifikan antara penguasaan konsep dan keterampilan generik sains.

(2) Pada korelasi antara penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis diperoleh koefisien korelasi *Pearson Product Moment* $r = 0,303$ dan *Sig.* = 0,061. Karena *Sig.* lebih besar dari $\alpha = 0,01$ maka $H_0 : \rho = 0$ tidak dapat ditolak. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan linear positif yang tidak signifikan antara penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis.

(3) Pada korelasi antara penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis diperoleh koefisien korelasi *Pearson Product Moment* $r = 0,089$ dan *Sig.* = 0,589. Karena *Sig.* lebih besar dari $\alpha = 0,01$ maka $H_0 : \rho = 0$ tidak dapat ditolak. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan linear positif yang tidak signifikan antara keterampilan generik sains dan keterampilan berpikir kritis.

b. Kelas Kontrol

(1) Pada korelasi antara penguasaan konsep dan keterampilan generik sains diperoleh koefisien korelasi *Pearson Product Moment* $r = 0,545$ dan *Sig.* = 0,001. Karena *Sig.* lebih kecil dari $\alpha = 0,01$ maka $H_0 : \rho = 0$ ditolak. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan linear positif yang signifikan antara penguasaan konsep dan keterampilan generik sains.

(2) Pada korelasi antara penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis diperoleh koefisien korelasi *Pearson Product Moment* $r = 0,413$ dan

$Sig. = 0,014$. Karena $Sig.$ lebih besar dari $\alpha = 0,01$ maka $H_0 : \rho = 0$ tidak dapat ditolak. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan linear yang tidak signifikan antara penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis.

- (3) Pada korelasi antara keterampilan generik sains dan keterampilan berpikir kritis diperoleh koefisien korelasi *Pearson Product Moment* $r = 0,443$ dan $Sig. = 0,008$. Karena $Sig.$ lebih kecil dari $\alpha = 0,01$ maka $H_0 : \rho = 0$ ditolak. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan linear positif yang signifikan antara keterampilan generik sains dan keterampilan berpikir kritis.

5. Deskripsi Aktivitas Dosen dan Mahasiswa pada Pembelajaran Medan Magnet Menggunakan *Online Interactive Multimedia*

Aktivitas dosen dan mahasiswa selama pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* diperoleh dari lembar observasi yang telah disediakan untuk setiap RPP yang dilaksanakan. Keterlaksanaan RPP berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan oleh observer dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Keterlaksanaan RPP pada tiap-tiap pertemuan pada pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia*

No	Aspek yang diobservasi	Rata-rata keterlaksanaan (%)
1	Kegiatan awal	100
2	Kegiatan inti	94,4
3	Kegiatan akhir	100

Berdasarkan persentase keterlaksanaan pembelajaran pada Tabel 4.1, hanya terdapat 5,6% kegiatan pembelajaran yang tidak terlaksana yaitu terdapat

pada kegiatan ini. Secara umum baik pada kegiatan awal, kegiatan inti maupun kegiatan akhir pembelajaran terlihat bahwa dosen dan mahasiswa telah melaksanakan pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* sesuai dengan yang diharapkan.

6. Tanggapan Dosen terhadap Pembelajaran Medan Magnet Menggunakan *Online Interactive Multimedia*

Untuk mengetahui tanggapan dosen terhadap pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* dilakukan dengan membagikan angket yang berisi 15 butir pernyataan yang berkaitan dengan pembelajaran yang diterapkan. Butir-butir pernyataan tersebut dikelompokkan ke dalam tiga indikator pernyataan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Rekapitulasi tanggapan dosen terhadap penerapan pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia*

No	Indikator	Skor Rata-Rata	Persentase (%)	Kriteria
1	Menunjukkan bahwa <i>online interactive multimedia</i> dapat mempermudah dosen dalam mengajarkan materi medan magnet	4,4	88	Sangat Baik
2	Menunjukkan bahwa <i>online interactive multimedia</i> materi medan magnet dapat meningkatkan keterampilan generik sains, berpikir kritis dan penguasaan konsep mahasiswa	4,2	84	Sangat Baik
3	Menunjukkan relevansi <i>online interactive multimedia</i> dengan materi medan magnet	4,2	84	Sangat Baik

Kriteria: 0%≤sangat tidak baik≤20%; 21%≤kurang baik≤40%; 41%≤cukup≤60%; 61%≤baik≤80%; 81%≤sangat baik≤100%

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat disimpulkan bahwa dosen memberikan tanggapan sangat baik terhadap penerapan pembelajaran medan magnetik menggunakan *online interactive multimedia*. Menurut dosen, *online interactive multimedia* yang digunakan dapat mempermudah dosen dalam mengajarkan materi medan magnet, *online interactive multimedia* yang digunakan dapat meningkatkan keterampilan generik sains, berpikir kritis dan penguasaan konsep mahasiswa; dan terdapat relevansi yang baik antara *online interactive multimedia* yang digunakan dengan materi medan magnet. Data lengkap tentang tanggapan dosen dapat dilihat pada Lampiran E.

7. Tanggapan Mahasiswa terhadap Pembelajaran Medan Magnet Menggunakan *Online Interactive Multimedia*

Untuk mengetahui tanggapan mahasiswa terhadap pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* dilakukan dengan membagikan angket yang berisi 15 butir pernyataan yang berkaitan dengan pembelajaran yang diterapkan seperti ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Rekapitulasi tanggapan mahasiswa terhadap penerapan pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia*

No	Indikator	Rata-Rata	Persentase (%)	Kriteria
1	Menunjukkan perasaan senang terhadap fisika dengan <i>online interactive multimedia</i>	4,0	80,0	Baik
2	Menunjukkan ketertarikan terhadap tampilan dan fasilitas dalam <i>online interactive multimedia</i>	4,0	79,5	Baik
3	Menunjukkan kesungguhan dalam belajar materi medan magnet menggunakan <i>online interactive multimedia</i>	4,1	81,0	Sangat Baik

Kriteria: $0\% \leq \text{sangat tidak baik} \leq 20\%$; $21\% \leq \text{kurang baik} \leq 40\%$; $41\% \leq \text{cukup} \leq 60\%$; $61\% \leq \text{baik} \leq 80\%$; $81\% \leq \text{sangat baik} \leq 100\%$

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat disimpulkan bahwa mahasiswa memberikan tanggapan baik terhadap penerapan pembelajaran medan magnetik menggunakan *online interactive multimedia*. Mahasiswa menunjukkan perasaan senang terhadap fisika dengan *online interactive multimedia*, mahasiswa menunjukkan ketertarikan terhadap tampilan dan fasilitas dalam *online interactive multimedia*, dan mahasiswa menunjukkan kesungguhan dalam belajar materi medan magnet menggunakan *online interactive multimedia*. Data lengkap tentang tanggapan dosen dapat dilihat pada Lampiran E.

B. Pembahasan

1. Karakteristik Pembelajaran Medan Magnet Menggunakan *Online Interactive Multimedia*

Rancangan penerapan pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* didahului dengan melakukan analisis konsep abstrak, konsep berdasarkan prinsip, konsep konsep yang menggambarkan proses, dan atribut kritis dari setiap label konsep pada materi medan magnet. Hal ini dilakukan untuk mempermudah penyusunan alur pembelajaran bagi pencapaian penguasaan konsep medan magnet. *Online interactive multimedia* yang dikembangkan dalam penelitian ini berbentuk *elearning* yang bertujuan utama untuk memberikan penguasaan konsep kepada mahasiswa mengenai materi medan magnet yang dipelajari. Rambu-rambu modul (isi multimedia sebagai satu kesatuan) yang dikembangkan pada *online multimedia interactive* medan magnet mengacu pada ketentuan sebagai berikut: (1) *Online interactive multimedia* diharapkan dapat meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan generik sains, keterampilan berpikir kritis dan sikap positif mahasiswa. (2) *Online interactive*

multimedia yang dikembangkan disesuaikan dengan karakteristik materi medan magnet. (3) Mencakup tujuan kegiatan pembelajaran yang spesifik, (4) Mencakup materi pembelajaran secara rinci dalam kegiatan dan latihan untuk mendukung ketercapaian tujuan, (5) Terdapat evaluasi sebagai umpan balik (*self evaluation*) dan alat untuk mengukur keberhasilan mahasiswa sesuai dengan pendekatan belajar tuntas. (6) *Online interactive multimedia* dikembangkan sesuai dengan kaidah-kaidah pengembangan modul sajian interaktif, misalnya adanya fasilitas forum diskusi, *chatting*, *email*, adanya link-link dari bagian-bagian teks untuk memperjelas pemahaman mahasiswa, adanya fasilitas download, serta link-link pada web lain yang menunjang pembelajaran medan magnet.

Untuk menghasilkan modul yang mampu meningkatkan motivasi dan efektivitas penggunaannya, pengembangan modul *online interactive multimedia* dalam penelitian ini diarahkan pada 7 karakteristik multimedia seperti yang diuraikan oleh Riyana (2007) yaitu:

(1) Pembelajaran mandiri

Melalui modul *online interactive multimedia* mahasiswa mampu membelajarkan diri sendiri, tidak tergantung pada pihak lain. Untuk memenuhi karakter pembelajaran mandiri (*self instruction*), pada modul terdapat: (a) Tujuan yang dirumuskan dengan jelas. (b) Materi pembelajaran yang dikemas kedalam unit-unit spesifik sehingga memudahkan mahasiswa belajar secara tuntas. (c) Contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran. (d) Soal-soal latihan, tugas dan sejenisnya yang memungkinkan mahasiswa memberikan respon dan mengukur penguasaannya. (e) Kontekstual, yaitu materi-materi yang disajikan terkait dengan suasana atau konteks tugas dan

lingkungan mahasiswa. (f) Menggunakan bahasa sederhana dan komunikatif. (g) Terdapat instrumen penilaian/*assessment* yang memungkinkan mahasiswa melakukan *self assessment*. (h) Tersedia informasi tentang rujukan/pengayaan/referensi/ yang mendukung materi pembelajaran. (i) Tersedia link-link web lain sebagai rujukan yang dapat diakses mahasiswa untuk mendukung materi pembelajaran, (j) Fasilitas forum diskusi pada *online interactive multimedia* yang dapat digunakan oleh mahasiswa untuk mendiskusikan bagian materi yang belum dipahami. Mahasiswa dapat menuliskan permasalahan yang ingin didiskusikan baik pada saat belajar di kelas maupun di luar kelas. Tidak hanya dosen, semua mahasiswa peserta dapat memberikan tanggapan terhadap topik permasalahan dalam forum diskusi. (k) Terdapat fasilitas download sehingga mahasiswa dapat mendownload baik terhadap materi yang ada dalam modul maupun materi-materi pendukung lainnya sehingga mahasiswa memiliki keleluasaan untuk belajar dimanapun dan kapanpun, dan (l) Terdapat fasilitas interaksi seperti *chatting* dan *email* yang dapat dimanfaatkan sebagai sarana diskusi, komunikasi maupun pengumpulan penugasan.

(2) Keutuhan modul

Yang dimaksud dengan keutuhan modul (*self contained*) yaitu seluruh materi pembelajaran dari satu kompetensi atau sub-kompetensi yang dipelajari terdapat di dalam satu modul secara utuh. Tujuan dari konsep ini adalah memberikan kesempatan peserta didik mempelajari materi secara tuntas.

(3) Berdiri sendiri

Berdiri sendiri (*stand alone*) berarti modul yang dikembangkan tidak bergantung pada bahan ajar lain atau tidak harus digunakan secara bersama-sama

dengan bahan ajar lain. Mahasiswa dapat menyelesaikan persoalan materi medan magnet atau kegiatan dalam pembelajaran medan magnet dengan berpedoman pada modul yang ada pada *online interactive multimedia*.

(4) Adaptif

Modul memiliki daya adaptif yang baik terhadap perkembangan iptek serta fleksibel digunakan diberbagai tempat. Modul yang adaptif adalah jika isi materi pembelajaran dan perangkat lunaknya dapat digunakan sampai dengan kurun waktu tertentu.

(5) Bersahabat dengan pemakai

Modul memenuhi kaidah bersahabat/akrab (*user friendly*) dengan pemakainya. Setiap instruksi dan paparan informasi yang tampil bersifat membantu dan bersahabat dengan pemakainya, termasuk kemudahan pemakai dalam merespon dan mengakses sesuai dengan keinginan. Termasuk juga penggunaan bahasa yang sederhana, mudah dimengerti serta menggunakan istilah yang umum.

(6) Representasi isi

Online interactive multimedia dikembangkan tidak sekedar memindahkan teks dalam buku menjadi pembelajaran MMI berbasis web tetapi materi diseleksi sehingga menghasilkan materi yang betul-betul representatif untuk digunakan dalam pembelajaran menggunakan multimedia interaktif berbasis web. Misalnya dalam teks materi terdapat animasi dan simulasi sehingga mahasiswa tidak hanya membaca teks tetapi juga melihat animasi tentang sebuah proses menyerupai proses yang sebenarnya sehingga mempermudah pemahaman dengan biaya yang lebih rendah dibanding apabila langsung pada obyek nyata.

(7) Respon pembelajaran dan penguatan

Pembelajaran menggunakan *online interactive multimedia* memberikan respon terhadap stimulus yang diberikan oleh mahasiswa pada saat mengoperasikan program. *Online interactive multimedia* telah diprogram dengan menyediakan *data base* terhadap kemungkinan jawaban yang diberikan oleh siswa. Selain itu setiap respon dimungkinkan untuk diberikan penguatan (*reinforcement*) secara otomatis yang telah terprogram. Penguatan terutama diberikan terhadap jawaban benar dan salah dari mahasiswa pada saat mengerjakan latihan/*self assessment*. *Reinforcement* diberikan untuk meningkatkan motivasi dan ketertarikan mahasiswa pada program.

(8) Dapat digunakan secara klasikal atau individual

Pembelajaran *online interactive multimedia* dapat digunakan oleh mahasiswa secara individual, tidak hanya dalam setting kampus tetapi juga di rumah. Materi dapat diulang-ulang sesuai dengan kehendak mahasiswa. *Online multimedia interactive* juga dapat digunakan secara klasikal dengan jumlah mahasiswa hingga 40 orang di ruang komputer atau kelas biasa yang dapat dipandu oleh dosen.

Pembelajaran *online interactive multimedia* medan magnet ini dirancang agar dapat memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk secara aktif menemukan sendiri konsep-konsep yang disajikan baik dalam teks maupun dalam animasi/simulasi. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Ausubel (dalam Dahar, 1996) bahwa konsep diperoleh dengan dua cara yaitu melalui formasi konsep (*concept formation*) dan asimilasi konsep (*concept assimilation*). Formasi konsep erat kaitannya dengan perolehan ilmu melalui proses induktif. Dalam

proses induktif mahasiswa dilibatkan belajar penemuan (*discovery learning*). Melalui belajar penemuan, peserta didik akan merasakan suatu yang dipelajarinya akan bertahan lebih lama dibandingkan dengan cara belajar klasik (hafalan). Sementara perolehan konsep melalui asimilasi erat kaitannya dengan proses deduktif. Dalam proses ini peserta didik memperoleh konsep dengan cara menghubungkan atribut konsep yang sudah dikenalnya dengan gagasan yang relevan yang sudah dalam struktur kognitifnya.

Online interactive multimedia medan magnet terdiri dari presentasi dalam bentuk teks, audio, grafik, animasi dan simulasi interaktif yang mampu mengadaptasi perbedaan cara belajar mahasiswa sehingga mereka belajar dalam lingkungan yang menyenangkan. Visualisasi yang disajikan memungkinkan mahasiswa melakukan navigasi, berinteraksi, berkreasi dan berkomunikasi dengan menghubungkan panca indera mereka dengan antusias sehingga informasi yang masuk ke dalam bank memorinya lebih tahan lama dan mudah untuk dipanggil pada saat informasi tersebut diperlukan. Pemrosesan informasi dalam pembentukan konsep akan mudah dipanggil apabila tersimpan dalam memori jangka panjang terutama dalam bentuk gambar (Matlin, 1994).

2. Penguasaan Konsep Medan Magnet

Setelah dilakukan perlakuan pada kedua kelompok melalui penerapan pembelajaran yang berbeda, selanjutnya diberikan tes akhir untuk mengetahui penguasaan konsep terhadap materi medan magnet. Berdasarkan hasil analisis data diketahui bahwa persentase rata-rata *N-gain* untuk kelas eksperimen termasuk dalam kategori tinggi sedangkan kelas kontrol termasuk dalam kategori

sedang. Berdasarkan data terlihat bahwa rata-rata *N-gain* untuk kelas eksperimen 21% lebih tinggi dari rata-rata *N-gain* kelas kontrol.

Hal yang menarik baik pada kelas eksperimen maupun pada kelas kontrol adalah terdapat kecenderungan bahwa rata-rata *N-gain* terbesar diperoleh pada materi gaya magnetik (LK1) dan pemilih kecepatan dan spektrometer massa (LK2) sedangkan *N-gain* terkecil kedua kelas tersebut diperoleh pada materi sumber medan magnetik (LK3). Hal ini diduga berkaitan dengan karakteristik materi pada tiap label konsep yang akhirnya berpengaruh terhadap paparan materi dalam *online interactive multimedia* yang digunakan. Materi LK3 merupakan materi yang memiliki kompleksitas yang tinggi dibandingkan dengan materi LK lainnya. Selain berisi penurunan matematis yang rumit materi LK4 memiliki tingkat abstraksi yang jauh lebih tinggi. Sebagian besar konsep pada materi LK4 yang disajikan pada pertemuan ke tiga membutuhkan prasyarat pemahaman dari materi-materi LK1 dan LK2, juga membutuhkan pengetahuan terhadap prinsip atau kaedah-kaedah fisika yang berkaitan dengan kelistrikan dan kemagnetan. Tingkat abstraksi konsep-konsep materi LK3 yang kompleks juga berpengaruh terhadap sulitnya untuk membuat/menampilkan visualisasi dinamis seperti animasi dan simulasi interaktif. Akibatnya, simulasi interaktif yang berhasil digunakan dalam *online interactive multimedia* pada LK3 merupakan simulasi sederhana yang secara signifikan kurang memberikan gain yang baik terhadap pemahaman/penguasaan konsep-konsep inti pada LK3. Simulasi yang digunakan pada LK3 adalah simulasi Gaya Lorentz yang menunjukkan interaksi gaya magnetik yang diakibatkan oleh arus listrik yang mengalir pada dua kawat lurus. Simulasi ini diduga kurang menunjang terhadap pemahaman/penguasaan konsep

misalnya seperti dalam hal menentukan medan magnetik pada pusat simpal arus, pada titik tertentu di sepanjang sumbu simpal arus, medan magnet pada solenoida, dan dalam menentukan medan magnetik pada suatu titik disekitar kawat lurus berarus yang menjadi kajian utama pada materi LK3. Hal inilah yang diduga menjadi penyebab rendahnya *N-gain* yang diperoleh mahasiswa pada LK3. Meskipun demikian berdasarkan analisis data diperoleh bahwa *N-gain* materi LK3 mahasiswa kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol.

Jika diamati berdasarkan skor *N-gain* kelas eksperimen dan kelas kontrol didapatkan suatu kecenderungan bahwa skor *N-gain* menurun dari LK 1 hingga pada LK3 kemudian meningkat kembali pada LK4. Seperti yang telah diuraikan sebelumnya, diduga kecenderungan ini dipengaruhi oleh karakteristik konsep materi pada setiap label konsep. Skor *N-gain* meningkat kembali pada label konsep garis medan magnet (LK4) karena konsep inti dari materi ini kurang memiliki keterkaitan dengan konsep materi pada LK sebelumnya. Materi LK4 lebih menekankan pada visualisasi medan magnetik yang dapat digambarkan melalui garis-garis medan magnet. Besar medan magnet digambarkan oleh kerapatan garis-garis medan magnet dan arah medan magnet digambarkan oleh arah garis-garis medan magnet. Materi ini selanjutnya membahas tentang rapat garis-garis medan magnet yang menembus suatu luasan bidang tertentu (fluks magnet). Konsep-konsep materi yang ada pada LK4 ini lebih berperan sebagai pengantar/penghubung untuk masuk ke dalam pokok bahasan induksi magnetik yang merupakan kelanjutan dari pokok bahasan medan magnetik yang dibahas pada penelitian ini.

Berdasarkan data persentase skor rata-rata penguasaan konsep tes awal dan tes akhir untuk kelas eksperimen, diketahui bahwa persentase skor rata-rata mahasiswa mengalami peningkatan sebesar 34,2% dari persentase skor rata-rata mahasiswa sebelum pembelajaran, sedangkan pada kelas kontrol hanya mengalami peningkatan sebesar 23,2%. Peningkatan skor rata-rata penguasaan konsep mahasiswa kelas eksperimen 11,0% lebih tinggi dibandingkan dengan peningkatan rata-rata penguasaan konsep kelas kontrol setelah kedua kelas diberikan perlakuan pembelajaran yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *online interactive multimedia* yang diterapkan pada kelas eksperimen dapat lebih meningkatkan penguasaan konsep dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

Peningkatan penguasaan konsep melalui pembelajaran *online interactive multimedia* merupakan implikasi dari pembelajaran menggunakan bantuan multimedia interaktif yang disajikan secara *online* dengan beberapa keunggulan karakteristik seperti yang telah diuraikan di atas. Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa peningkatan penguasaan konsep mahasiswa yang mengikuti pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan mahasiswa yang memperoleh pembelajaran konvensional. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Yahya (2008), Gunawan (2008), dan Faizin (2009) juga menunjukkan bahwa pemanfaatan multimedia interaktif dalam pembelajaran fisika secara signifikan dapat lebih meningkatkan penguasaan konsep siswa dibandingkan dengan siswa yang mengikuti pembelajaran dengan metode ceramah (konvensional).

3. Keterampilan Generik Sains

Pada penelitian ini indikator keterampilan generik sains yang dikembangkan antara lain pemodelan matematis, kerangka logika taat asas, dan hukum sebab-akibat. Perolehan persentase skor rata-rata *N-gain* keterampilan generik sains untuk kelas eksperimen termasuk dalam kategori tinggi dan rata-rata *N-gain* untuk kelas kontrol termasuk dalam kategori sedang. Berdasarkan hasil uji t dua sampel independen pada $\alpha = 0,05$ diperoleh hasil bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara peningkatan keterampilan generik sains kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *online interactive multimedia* dapat lebih meningkatkan keterampilan generik sains daripada pembelajaran konvensional.

Berdasarkan pengolahan data tampak bahwa peningkatan keterampilan generik sains mahasiswa pada indikator pemodelan matematis dan logika taat asas kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, hal ini menunjukkan bahwa sistematika paparan materi dalam *online interactive multimedia* yang digunakan mampu memberikan kemudahan kepada mahasiswa untuk memahami berbagai persamaan-persamaan matematis yang rumit berangkat dari sebuah pemahaman konsep yang membangunnya. Hal ini berarti bahwa mahasiswa bukan sekedar menghafalkan rumus-rumus tetapi rumus-rumus tersebut dapat diformulasikan berangkat dari berbagai pemahaman konsep medan magnet. Selain itu, animasi yang ditampilkan dan simulasi interaktif yang harus dikerjakan oleh mahasiswa melalui lembar diskusi dapat melatih logika berpikir mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan-permasalahan fisika yang berkaitan dengan konsep medan magnetik.

Peningkatan keterampilan generik sains pada indikator hukum sebab-akibat kelas kontrol lebih tinggi dibandingkan kelas eksperimen hal ini diduga karena paparan materi dalam *online interactive multimedia* kurang memberikan penekanan pola hubungan sebab akibat pada konsep-konsep tertentu tetapi pola hubungan ini hanya tersirat dalam uraian materi. Misalnya pada soal nomor 7, mahasiswa kelas eksperimen dapat mengetahui dan memahami dengan baik melalui simulasi interaktif bahwa bila besar gaya magnetik dan gaya listrik yang diberikan pada alat pemilih kecepatan adalah sama besar dan berlawanan arah maka partikel bermuatan yang dilewatkan pada daerah medan tersebut akan bergerak lurus dengan kecepatan sebesar $v = E/B$ sehingga dapat melewati celah penghalang. Namun demikian beberapa mahasiswa kelas eksperimen masih kurang teliti dalam memahami bagaimana pola gerak lurus tersebut, apakah dengan kecepatan konstan, dipercepat, atau bahkan diperlambat. Seharusnya mereka dapat menganalisa berdasarkan besar medan listrik E dan medan magnet B yang besarnya konstan sehingga kecepatan yang dihasilkan juga bersifat konstan. Hal inilah yang menyebabkan sebagian dari mereka masih ada yang salah dalam memilih alternatif jawaban pada soal, namun demikian meskipun *N-gain* pada indikator memahami hukum sebab-akibat kelas eksperimen lebih rendah dibandingkan dengan kelas kontrol tetapi jika dilihat dari persentase skor rata-rata pada indikator ini baik pada tes awal maupun tes akhir kelas eksperimen memiliki skor yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa peningkatan keterampilan generik sains mahasiswa yang mengikuti pembelajaran medan magnet menggunakan pembelajaran *online interactive multimedia* secara

signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan mahasiswa yang memperoleh pembelajaran konvensional. Hal ini bersesuaian dengan hasil penelitian Wiyono (2009) dan Mubarrak (2009) yang menemukan bahwa penggunaan multimedia interaktif dan pemanfaatan internet (pembelajaran *online*) dapat meningkatkan keterampilan generik sains siswa pada materi fisika.

4. Keterampilan Berpikir Kritis

Pada penelitian ini indikator keterampilan berpikir kritis yang dikembangkan meliputi kemampuan menggunakan strategi logis, menerapkan prinsip, dan mengidentifikasi kesimpulan. Rata-rata *N-gain* keterampilan berpikir kritis untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol termasuk dalam kategori sedang. Berdasarkan hasil uji t dua sampel independen pada $\alpha = 0,05$ diperoleh hasil bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara peningkatan keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *online interactive multimedia* dapat lebih meningkatkan keterampilan berpikir kritis dari pada pembelajaran konvensional

Hasil analisis data menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis pada indikator menerapkan prinsip dan mengidentifikasi kesimpulan pada kelas eksperimen memiliki *N-gain* yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol, sedangkan indikator menggunakan strategi logis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki *N-gain* yang relatif sama besar. Paparan materi medan magnetik pada *online interactive multimedia* yang diuraikan secara runtut dengan disertai contoh soal, latihan dan tes interaktif, penugasan untuk mengerjakan soal, serta kegiatan membuat kesimpulan pada setiap lembar diskusi pada simulasi interaktif terbukti dapat meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam

menyelesaikan permasalahan fisika yang berkaitan dengan kemampuan menerapkan prinsip dan mengidentifikasi kesimpulan pada materi medan magnet. Namun demikian, contoh-contoh soal dalam *online multimedia interactive* tidak disertai dengan uraian solusi permasalahan yang disajikan secara rinci dan runut menggunakan langkah-langkah (strategi) yang dapat dibangun secara logis berdasarkan konsep-konsep medan magnetik yang memungkinkan. Hal inilah yang diduga menyebabkan *online interactive multimedia* yang digunakan kurang dapat melatih dan menumbuhkan kemampuan mahasiswa dalam menciptakan strategi logis dalam menyelesaikan persoalan-persoalan yang berkaitan dengan konsep medan magnet.

Hasil analisis data menunjukkan bahwa peningkatan keterampilan berpikir kritis mahasiswa yang mengikuti pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan mahasiswa yang memperoleh pembelajaran konvensional, namun demikian dapat diamati bahwa peningkatan keterampilan berpikir kritis secara umum masih belum memuaskan. *Online interactive multimedia* yang digunakan hanya mampu meningkatkan skor *N-gain* sebesar 0,53 (kategori sedang) dari skor ideal 1. Berdasarkan analisa yang dilakukan peneliti terhadap hasil penelitian serupa yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu, ditemukan bahwa peningkatan keterampilan berpikir kritis yang dihasilkan cenderung lebih rendah dibandingkan dengan peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan generik sains. Hal ini mengindikasikan bahwa untuk membuat suatu satu kesatuan modul pembelajaran dalam multimedia interaktif yang dapat mengarahkan pada peningkatan keterampilan berpikir kritis mahasiswa tidaklah mudah. Rendahnya kemampuan

online interactive multimedia yang digunakan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa diduga disebabkan karena sebelum pembuatan *online interactive multimedia* kurang dilakukannya analisis yang tepat dan cermat terhadap kesesuaian antara setiap indikator keterampilan berpikir kritis yang dikembangkan dengan: karakteristik materi yang akan dipelajari, tujuan pembelajaran yang hendak dicapai, sistem penyajian satu kesatuan modul pembelajaran, simulasi yang digunakan, kegiatan pembelajaran yang dilakukan, evaluasi interaktif, serta instrumen tes yang digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis.

Keterampilan berpikir kritis termasuk salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi. Keterampilan berpikir kritis secara esensial merupakan keterampilan menyelesaikan masalah (*problem solving*). Menurut Ennis dalam berpikir kritis adalah kemampuan bernalar dan berpikir reflektif yang diarahkan untuk memutuskan hal-hal yang meyakinkan untuk dilakukan (Costa. 1985). Keterampilan berpikir kritis perlu dikembangkan dalam diri mahasiswa karena melalui keterampilan berpikir kritis mahasiswa dapat lebih mudah memahami konsep fisika, peka akan masalah yang terjadi sehingga dapat memahami dan menyelesaikan masalah dan mampu mengaplikasikan konsep-konsep dalam situasi yang berbeda.

5. Aktivitas Dosen dan Mahasiswa pada Pembelajaran Medan Magnet Menggunakan *Online Interactive Multimedia*

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada kelas eksperimen yang menerapkan pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* selama empat kali pertemuan pembelajaran, mahasiswa dan dosen terlihat aktif dan bersemangat dalam mengikuti proses pembelajaran. Hal itu dapat

dilihat dari hasil observasi bahwa persentase rata-rata keterlaksanaan kegiatan awal mencapai 100%, kegiatan inti 94,4 % dan kegiatan akhir 100%. Keaktifan mahasiswa tersebut diduga dipengaruhi oleh peran dan fungsi multimedia dalam pembelajaran.

Hasil penelitian Syamsudin (2008) dan Faizin (2009) menunjukkan bahwa penggunaan multimedia interaktif dalam pembelajaran fisika dapat memperbaiki sikap belajar siswa. Hal ini bersesuaian dengan fungsi multimedia pembelajaran diantaranya yaitu: (1) Membantu mempermudah memahami konsep yang abstrak, menyederhanakan perhitungan yang rumit, dan mempercepat keberlangsungan proses belajar mengajar. Penyajian informasi atau keterampilan secara utuh dan lengkap, serta merancang lingkup informasi dan keterampilan secara sistematis sesuai dengan tingkat kemampuan dan alokasi waktu. (2) Membantu mahasiswa dalam mengaktifkan fungsi psikologis dalam dirinya antara lain dalam pemusatan perhatian dan mempertahankan perhatian, memelihara keseimbangan mental, serta mendorong belajar mandiri (Arifin dkk, 2003).

6. Tanggapan Dosen dan Mahasiswa terhadap Pembelajaran Medan Magnet Menggunakan *Online Interactive Multimedia*

Berdasarkan sebaran angket yang diberikan kepada dosen, diketahui bahwa dosen memberikan tanggapan sangat baik terhadap penerapan pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* dengan persentase skor rata-rata sebesar 85%. Dosen menyatakan bahwa pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* dapat mempermudah dosen dalam mengajarkan materi medan magnet yang bersifat abstrak serta dapat meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan generik sains dan berpikir kritis

mahasiswa, juga bahwa *online interactive multimedia* yang digunakan memiliki relevansi yang baik dengan materi medan magnet.

Berdasarkan sebaran angket yang diberikan kepada mahasiswa, diketahui bahwa mahasiswa memberikan tanggapan baik terhadap penerapan pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* dengan persentase skor rata-rata sebesar 80%. Mahasiswa menunjukkan perasaan senang terhadap fisika melalui pembelajaran menggunakan *online interactive multimedia*, mahasiswa tertarik terhadap tampilan dan fasilitas yang terdapat dalam *online interactive multimedia*, dan mahasiswa menunjukkan kesungguhan dalam mempelajari topik medan magnet menggunakan *online interactive multimedia*.

Tanggapan baik yang dikemukakan oleh dosen dan mahasiswa menunjukkan bahwa fungsi dari multimedia interaktif dalam dunia pendidikan sebagai perangkat lunak (*software*) pembelajaran mampu memberikan kemudahan kepada mahasiswa untuk mempelajari suatu materi baik secara mandiri ataupun dalam kelompok menurut kecepatan belajar masing-masing. Multimedia interaktif memiliki keistimewaan diantaranya: (1) Interaktif dengan memberikan kemudahan umpan balik. (2) Kebebasan menentukan topik pembelajaran. (3) Kontrol yang sistematis dalam proses belajar (Munir, 2008).

7. Keunggulan dan Kelemahan Pembelajaran Medan Magnet Menggunakan *Online Interactive Multimedia*

Berdasarkan hasil pengamatan dan penemuan terhadap implementasi pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* dapat dikemukakan keunggulan dan kelemahan pembelajaran ini. Keunggulan yang teramati atau ditemukan adalah: (1) Pembelajaran berpusat pada mahasiswa. (2) Aktivitas mahasiswa dapat terkontrol. (3) Mahasiswa mendapat fasilitas untuk

mengulang jika diperlukan, dalam pengulangan tersebut mahasiswa bebas mengembangkan kreativitasnya. (4) Mahasiswa memiliki kebebasan untuk mendownload dan mempelajari materi-materi serupa dari link dengan web-web fisika lainnya sehingga dapat meningkatkan penguasaan konsep terhadap materi yang sedang dipelajari. (5) Mahasiswa tetap dapat membangun interaksi dengan dosen maupun dengan sesama mahasiswa meskipun pembelajaran dilakukan di luar kelas melalui fasilitas ruang diskusi, *chatting*, *email*, dan sebagainya. (4) Tercipta iklim belajar yang efektif bagi mahasiswa yang lambat (*slow learner*), tetapi juga dapat memacu efektivitas belajar bagi mahasiswa yang lebih cepat (*fast learner*). (5) Evaluasi interaktif yang dibuat dapat lebih memotivasi mahasiswa dalam menjawab setiap soal yang diberikan.

Kelemahan dari penerapan pembelajaran medan magnetik menggunakan *online interactive multimedia* yang teramati atau ditemukan antara lain: (1) Beberapa mahasiswa belum terbiasa belajar mandiri dan masih tergantung dengan apa yang diberikan oleh dosen. (2) Beberapa mahasiswa belum dapat mengoperasikan komputer dan memahami penggunaan internet dengan baik. (3) Ketersediaan komputer dan jaringan internet di program studi fisika yang masih kurang memadai karena biasanya komputer hanya dipakai pada laboratorium ICT atau mata kuliah yang berkaitan dengan aplikasi komputer.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan tentang penerapan pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* untuk meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan generik sains dan berpikir kritis mahasiswa dapat disimpulkan bahwa:

1. Peningkatan penguasaan konsep mahasiswa yang mengikuti pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan mahasiswa yang mengikuti pembelajaran konvensional.
2. Peningkatan keterampilan generik sains mahasiswa yang mengikuti pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan mahasiswa yang mengikuti pembelajaran konvensional.
3. Peningkatan keterampilan berpikir kritis mahasiswa yang mengikuti pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia* secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan mahasiswa yang mengikuti pembelajaran konvensional.
4. Terdapat korelasi linear positif antara peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan generik sains, penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis, serta keterampilan generik sains dan keterampilan berpikir kritis mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran medan magnet menggunakan

online interactive multimedia. Korelasi tersebut signifikan untuk penguasaan konsep dan keterampilan generik sains, tidak signifikan untuk penguasaan konsep dan berpikir kritis, serta tidak signifikan untuk keterampilan generik sains dan berpikir kritis.

5. Dosen dan mahasiswa memberikan tanggapan baik terhadap penerapan pembelajaran medan magnet menggunakan *online interactive multimedia*. Menurut dosen, *online interactive multimedia* dapat mempermudah dosen dalam mengajarkan materi medan magnet, dapat meningkatkan keterampilan generik sains, berpikir kritis dan penguasaan konsep mahasiswa, serta terdapat relevansi yang baik antara *online interactive multimedia* dengan materi medan magnet. Mahasiswa menunjukkan perasaan senang terhadap fisika melalui pembelajaran menggunakan *online interactive multimedia*, menunjukkan ketertarikan terhadap tampilan dan fasilitas yang terdapat dalam *online interactive multimedia*, serta menunjukkan kesungguhan dalam mempelajari materi medan magnet menggunakan *online interactive multimedia*.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang penerapan pembelajaran medan magnetik menggunakan *online interactive multimedia* untuk meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan generik sains dan berpikir kritis, peneliti menyarankan:

1. Pada penelitian selanjutnya, keterampilan generik sains dan berpikir kritis dapat diukur menggunakan instrumen tes yang tidak dibebani oleh konten materi yang akan dipelajari kemudian dicari sejauhmana pengaruh

keterampilan generik sains dan berpikir kritis terhadap penguasaan konsep siswa.

2. Perlunya dilakukan penelitian lanjutan untuk mengembangkan indikator-indikator keterampilan generik sains dan berpikir kritis lainnya melalui *online interactive multimedia* yang dikemas dengan model-model pembelajaran inovatif seperti inkuiri, PBL, CTL dan model-model lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M., *et al.* (2003). *Strategi Belajar Mengajar Kimia*. Bandung : Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA UPI.
- Arikunto, S. (2002). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, S. (2007). *Manajemen Penelitian*. Jakarta : Reineka Cipta.
- Boxill, I., *et al* (1997). *Introduction to Social research With Applications to the Caribbean*. University of The West Indies Press.
- Brotosiswoyo, B.S. (2001). *Hakikat Pembelajaran Fisika di Perguruan Tinggi*. Jakarta : Proyek Pengembangan Universitas Terbuka, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Depdiknas.
- Brown, I.T.J. (2002). Individual and technological factors affecting perceived ease of Use of web-based learning technologies in a developing country. *Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*.
- Budiman, I; Suhandi, A; Setiawan, A. (2008). Model pembelajaran multimedia interaktif dualisme gelombang partikel untuk meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan berpikir kritis. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, Vol 2 (1). Bandung : SPs UPI
- Cheng, K.K., *et al.* (2004). Using an online homework system enhances students' learning of physics concepts in an introductory physics course. *Journal American Association of Physic Teacher*, vol 72(11).
- Clark, R. (2002). Six principles of effective e-learning: what works and why. *The E-learning Developers' Journal*. [Online]. Tersedia: <http://www.elearningguild.com/>"title="http://www.elearningguild.com/"target="_blank" <http://www.elearningguild.com>.
- Clinch, J and Richards. (2002). How can the internet be used to enhance the teaching of physics?. *Physics Teacher*, vol 3(2).
- Costa, A.L . (1985). Goals for a critical thinking curriculum. *Developing Mind : A Resource Book for Teaching Thinking*. ASCD: Alexandria, Virginia.
- Dahar, R. (1996). *Teori-teori Belajar*. Jakarta: Erlangga
- Darmadi, I.W. (2007). Model Pembelajaran Berbasis Web Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Generik Sains Calon Guru pada Materi Termodinamika, *Tesis*, Bandung : SPs UPI
- Devi, P.K. (2001). Pengembangan model pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis melalui kegiatan eksperimen dan non eksperimen. *Proceeding National Seminar On Science And Mathematics Education*. Bandung : UPI

- Dikti. (2005). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan*. Jakarta: Depdiknas.
- Ennis, (1996). *Critical Thinking*. New Jersey : Prentice Hall, Uper Saddle River.
- Exline. (2004). *Workshop: Inquiry-based Learning*. [Online]. Tersedia: http://www.thirteen.org/edonline/concept2class/inquiry/index_sub2.html.
- Faizin, M.N. (2009). Penggunaan model pembelajaran multimedia interaktif pada konsep listrik dinamis untuk meningkatkan penguasaan konsep dan memperbaiki sikap belajar siswa. *Laporan Penelitian*. Kudus : SMPN 2 Kudus.
- Gunawan; Setiawan A; Rusdiana D. (2008). Model pembelajaran berbasis multimedia interaktif untuk meningkatkan penguasaan konsep calon guru pada materi elastisitas. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, vol 2 (1). Bandung : SPs UPI
- Hake, R. (1999). *Analyzing Change/Gain Scores*. [Online]. Tersedia: <http://lists.asu.edu/cgi-bin/wa?A2=ind9903&L=aera-d&P=R6855>.
- Heinich, R. (1996). *Instructional Media and Technologies for Learning*. New Jersey : Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Hoban, G dan Ferry, B. (2006). *Teaching Science Concepts in Higher Education Classes with Slow Motion Animation (Slowmation)*. [Online]. Tersedia: http://edserver2.uow.edu.au/~ghoban/CITE_Garry/docs/ELearnConferencePaper.pdf.
- Le Master, R. (2005). When learning about the real world is better done virtually: a study of substituting computer simulation for laboratory equipment. *Computer and Education*, vol 30(7). [Online]. Tersedia: <http://www.elsevier.com/locate/compedu>.
- Liliasari. (2000). Pengembangan model pembelajaran materi subyek untuk meningkatkan keterampilan berpikir konseptual tingkat tinggi mahasiswa calon guru IPA (suatu studi pengembangan berpikir kritis). *Laporan Hibah Dikti Tahun Anggaran 1997-2000*. Bandung : SPs UPI
- Liliasari. (2002). Pengembangan model pembelajaran kimia untuk meningkatkan strategi kognitif mahasiswa calon guru dalam menerapkan berpikir konseptual tingkat tinggi. *Laporan Penelitian Hibah Bersaing IX Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2001-2002*. Bandung : FPMIPA UPI.
- Liliasari. (2007). Scientific concepts and generic science skills relationship in the 21st century science education. *Makalah pada Seminar Internasional I SPs UPI*. Bandung : SPs UPI.
- Matlin. (1994). *Cognitive*. New York : Mc Graw Hill.
- Mubarrak, L. (2009). Model Pembelajaran Berbasis Web Pada Materi Fluida Dinamis untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Generik Sains Siswa, *Tesis*, Bandung : SPs UPI

- Munir. (2008). *Kurikulum Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Bandung : ALFABETA.
- Prabath K., Andleigh. (1996). *Multimedia System Design*. Prentice Hall PTR, New Jersey
- Redhana, IW. (2007). Chemistry teachers views toward teaching and learning and assessment of critical thinking skills. *Makalah pada Seminar Internasional Pendidikan IPA*. Bandung : SPs UPI.
- Riyana, C. (2007). Pedoman Pengembangan MMI. *Program P3AI Universitas Pendidikan Indonesia*. Bandung.
- Ridwan, I. (2006). Model Pembelajaran Inkuiri untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Hukum-hukum Dasar Kimia, *Tesis*, Bandung : SPs UPI.
- Ruseffendi. (2005). *Dasar-Dasar Penelitian Pendidikan dan Bidang Non-Eksakta Lainnya*. Bandung : Tarsito.
- Sear dan Zemansky. (2000). *Fisika Universitas*. Jakarta : Erlangga.
- Setiawan, A. (2007). Pengaruh model pembelajaran hipermedia induksi magnetik terhadap penguasaan konsep dan keterampilan generik sains guru fisika. *Makalah pada Seminar Internasional Pendidikan IPA 1 SPS UPI*. Bandung : SPs UPI.
- Setiawan, A. (2007). *Dasar-dasar Multimedia Interaktif (MMI)*. Bandung: SPs UPI.
- Scriven, M. dan Paul, R. (2007). *Defining Critical Thinking*. [Online]. Tersedia: http://www.criticalthinking.org/aboutct/define_critical_thinking.cfm.
- Slavin, R.E. (1995) *Cooperative Learning. Teory, Research and Practice*. Boston : Allyn and Bacon.
- Sun Microsystem. (2003). *E-learning Framework*. [Online]. Tersedia di [http://www.sun.com/](http://www.sun.com/ "http://www.sun.com/")
- Syamsudin, A. (2008). Penggunaan Model Pembelajaran Multimedia Interaktif Optik Geometrik Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Sikap Belajar Siswa, *Tesis*, Bandung : SPs UPI.
- Tippler, P.A. (2001). *Physics for Scientists and Engineers*. (alih bahasa: Bambang Soegijono). Jakarta : Erlangga.
- Uyanto, S.S. (2009). *Pedoman Analisis Data dengan SPSS*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Wiyono, K (2009). Penerapan Model Pembelajaran Multimedia Interaktif untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep, Keterampilan Generik Sains dan Berpikir Kritis Siswa SMA Pada Topik Relativitas Khusus, *Tesis*, Bandung : SPs UPI
- Yahya, S; Setiawan, A; Suhandi, A. (2008). Model pembelajaran multimedia interaktif optika fisis untuk meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan generik sains dan keterampilan berpikir kritis guru fisika. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, Vol 2(1). Bandung : SPs UPI.