

PROSIDING SEMINAR NASIONAL FISIKA DAN PENDIDIKAN FISIKA

Menyegarkan kembali Fisika Kita
(Tinjauan Filosofi, Aplikasi, dan Implikasi dalam Pembelajaran)



Penyunting :

1. **Dr. Moh. Toifur, M.Si**
2. **Drs. Ishafit, M.Si.**
3. **Drs. Widodo, M.Si.**



UAD PRESS



Pendidikan Fisika
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Ahmad Dahlan

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL
FISIKA DAN PENDIDIKAN FISIKA

Menyegarkan Kembali Fisika Kita (Tinjauan Filosofi, Aplikasi, dan Implikasi dalam Pembelajaran)

Hak Cipta dilindungi undang-undang
All rights reserved
2008

ISBN:
978-979-3812-15-1

Penyunting:

1. Dr. Moh. Toifur, M.Si
2. Drs. Ishafit, M.Si.
3. Drs. Widodo, M.Si.

Desain Cover :

Faza Lutfian

Diterbitkan oleh:

UAD Press
Jln. Kapas No.9 Semaki Yogyakarta
Tel. 0274-563515, 511829, 511830 Fax. 0274-564604

Pendidikan Fisika
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Ahmad Dahlan
Jl. Prof. Dr. Soepomo, SH, Warungboto
Yogyakarta 55164, Tel. (0274) 379418

Website : <http://www.pf.uad.ac.id>

Cetakan 1 : Mei 2008

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi,
Atau memperbanyak sebagian atau seluruh buku ini
Tanpa izin tertulis dari penerbit

SEKAPUR SIRIH

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah atas segala rahmat dan hidayah-Nya Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika 2008 terlaksana. Shalawat serta salam tidak lupa kita panjatkan kepada nabi kita Muhammad SAW yang telah memberikan pencerahan bagi umatnya dari zaman kegelapan menuju jalan yang terang-benderang.

Kegiatan ini merupakan kegiatan rutin setiap tahun yang diadakan oleh Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan, sebagai salah satu agenda kegiatan yang bertujuan untuk menumbuhkan kemampuan akademis dan kualitas penelitian di fisika dan Pendidikan Pada kesempatan ini panitia memilih tema dengan judul "*Menyegarkan Kembali Fisika Kita (Tinjauan Filosofi, Aplikasi, dan Implikasi dalam Pembelajaran)*". Dari kegiatan ini juga diharapkan ada pertukaran ide, pendapat, pengalaman, inovasi, baru dalam bentuk konsep maupun teknologi baru pada bidang fisika dan pendidikan fisika serta terjalin kerjasama yang baik diantara pemakalah dan peserta seminar ini.

Panitia mengucapkan terima kasih pada semua pihak yang telah membantu terlaksananya acara seminar nasional ini. Semoga prosiding ini bermanfaat serta berguna bagi perkembangan fisika dan pendidikan fisika di Indonesia

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 05 Mei 2008

Ketua Panitia

Drs. Ishafit, M.Si

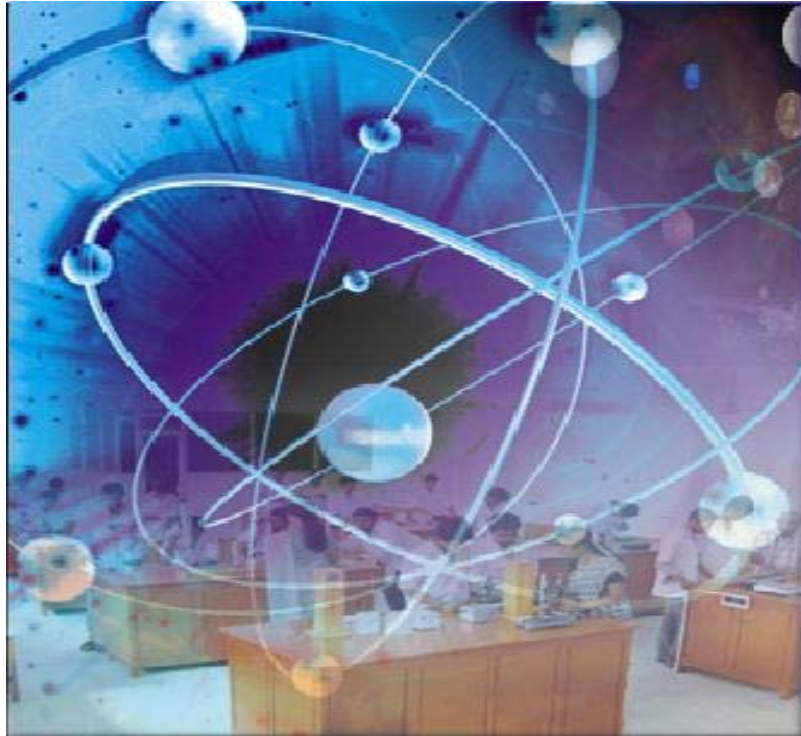
DAFTAR ISI

Sekapur Sirih	i
Daftar isi	1
Makalah Utama	
Pembelajaran Fisika yang disesuaikan dengan Sifat Alamiahnya Oleh Muhammad Farchani Rosyid.....	3
Mendadak Fisika Oleh Sabrang Mowo Damar Panuluh.....	17
Kelas A	
Penghitungan Harga Medan Nukleasi Permukaan Superkonduktor Tipe II dengan Minimisasi Downhill Simplex Oleh Fuad Anwar, dkk.....	23
Simulasi Tumbukan Sentral Sebuah Benda dengan Benda yang dihubungkan dengan Pegas terikat Menggunakan <i>Software Opensource Easy Java Simulations</i> Oleh Widodo, dkk.....	30
Melalui Pemberian Tugas Akhir Pembelajaran (TAP) Fisika Sebagai Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas XII IPA SMA Negeri 1 Purwantoro Oleh Singgih Santoso, dkk.....	43
Studi Tentang Pemanfaatan Komputer untuk Pembelajaran Fisika di Sekolah Menengah Umum di Kota Yogyakarta Oleh winarti ..	66
Kelas B	
Simulasi dan Soal Interaktif Gerak Bandul Matematis Tere-dam dengan <i>Software Opensource Easy Java Simulation(EJS)</i> Oleh Suwandi, dkk.....	75
Perancangan Program Numerik Sederhana Tentang Pegas Untuk Pembelajaran Fisika SMA	1

Oleh Sudarmadi.....	86
Simulasi Gerak Benda pada Sistem dengan Satu Katrol Tetap dan Satu Katrol Bebas dengan <i>Software Opensource Easy Java Simulations</i>	
Oleh Mohammad Yusuf, dkk.....	95
Upaya Peningkatan Hasil Belajar Siswa Pada Pembelajaran Fisika Yang Efektif dan Menyenangkan Melalui Pendekatan Kontekstual Berbasis Quantum Di SMA Negeri 4 Magelang Oleh M. Arief Fauzan Bukhori.....	105
Upaya Meningkatkan Ketuntasan Belajar Fisika Melalui Pembelajaran Remedial dengan Model <i>Peer Teaching</i>	
Oleh Ari Satriana	123
Efektifitas Model Pembelajaran Cooperative Learning dalam Meningkatkan Hasil Belajar	
Oleh Syubhan Annur.....	138
Inovasi Pembelajaran Eksperimen Fisika Berbasis Teknologi Multimedia	
Oleh Ishafit	141
Eksperimen Penentuan Rasio Giromagnetik Elektron dengan Metode Einstein-De Haas Oleh Moh. Toifur.....	151

PROSIDING SEMINAR NASIONAL FISIKA DAN PENDIDIKAN FISIKA

Menyegarkan kembali Fisika Kita
(Tinjauan Filosofi, Aplikasi, dan Implikasi dalam Pembelajaran)



Penyunting :

1. **Dr. Moh. Toifur, M.Si**
2. **Drs. Ishafit, M.Si.**
3. **Drs. Widodo, M.Si.**



UAD PRESS



Pendidikan Fisika
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Ahmad Dahlan

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL
FISIKA DAN PENDIDIKAN FISIKA

Menyegarkan Kembali Fisika Kita (Tinjauan Filosofi, Aplikasi, dan Implikasi dalam Pembelajaran)

Hak Cipta dilindungi undang-undang
All rights reserved
2008

ISBN:
978-979-3812-15-1

Penyunting:
1. Dr. Moh. Toifur, M.Si
2. Drs. Ishafit, M.Si.
3. Drs. Widodo, M.Si.

Desain Cover :

Faza Lutfian

Diterbitkan oleh:

UAD Press
Jln. Kapas No.9 Semaki Yogyakarta
Tel. 0274-563515, 511829, 511830 Fax. 0274-564604

Pendidikan Fisika
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Ahmad Dahlan
Jl. Prof. Dr. Soepomo, SH, Warungboto
Yogyakarta 55164, Tel. (0274) 379418

Website : <http://www.pf.uad.ac.id>

Cetakan 1 : Mei 2008

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi,
Atau memperbanyak sebagian atau seluruh buku ini
Tanpa izin tertulis dari penerbit

SEKAPUR SIRIH

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah atas segala rahmat dan hidayah-Nya Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika 2008 terlaksana. Shalawat serta salam tidak lupa kita panjatkan kepada nabi kita Muhammad SAW yang telah memberikan pencerahan bagi umatnya dari zaman kegelapan menuju jalan yang terang-benderang.

Kegiatan ini merupakan kegiatan rutin setiap tahun yang diadakan oleh Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan, sebagai salah satu agenda kegiatan yang bertujuan untuk menumbuhkan kemampuan akademis dan kualitas penelitian di fisika dan Pendidikan Pada kesempatan ini panitia memilih tema dengan judul "*Menyegarkan Kembali Fisika Kita (Tinjauan Filosofi, Aplikasi, dan Implikasi dalam Pembelajaran)*". Dari kegiatan ini juga diharapkan ada pertukaran ide, pendapat, pengalaman, inovasi, baru dalam bentuk konsep maupun teknologi baru pada bidang fisika dan pendidikan fisika serta terjalin kerjasama yang baik diantara pemakalah dan peserta seminar ini.

Panitia mengucapkan terima kasih pada semua pihak yang telah membantu terlaksananya acara seminar nasional ini. Semoga prosiding ini bermanfaat serta berguna bagi perkembangan fisika dan pendidikan fisika di Indonesia

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 05 Mei 2008

Ketua Panitia

Drs. Ishafit, M.Si

DAFTAR ISI

Sekapur Sirih	i
Daftar isi	1
Makalah Utama	
Pembelajaran Fisika yang disesuaikan dengan Sifat Alamiahnya Oleh Muhammad Farchani Rosyid.....	3
Mendadak Fisika Oleh Sabrang Mowo Damar Panuluh.....	17
Kelas A	
Penghitungan Harga Medan Nukleasi Permukaan Superkonduktor Tipe II dengan Minimisasi Downhill Simplex Oleh Fuad Anwar, dkk.....	23
Simulasi Tumbukan Sentral Sebuah Benda dengan Benda yang dihubungkan dengan Pegas terikat Menggunakan <i>Software Opensource Easy Java Simulations</i> Oleh Widodo, dkk.....	30
Melalui Pemberian Tugas Akhir Pembelajaran (TAP) Fisika Sebagai Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas XII IPA SMA Negeri 1 Purwantoro Oleh Singgih Santoso, dkk.....	43
Studi Tentang Pemanfaatan Komputer untuk Pembelajaran Fisika di Sekolah Menengah Umum di Kota Yogyakarta Oleh winarti ..	66
Kelas B	
Simulasi dan Soal Interaktif Gerak Bandul Matematis Tere-dam dengan <i>Software Opensource Easy Java Simulation(EJS)</i> Oleh Suwandi, dkk.....	75
Perancangan Program Numerik Sederhana Tentang Pegas Untuk Pembelajaran Fisika SMA	1

Oleh Sudarmadi.....	86
Simulasi Gerak Benda pada Sistem dengan Satu Katrol Tetap dan Satu Katrol Bebas dengan <i>Software Opensource Easy Java Simulations</i>	
Oleh Mohammad Yusuf, dkk.....	95
Upaya Peningkatan Hasil Belajar Siswa Pada Pembelajaran Fisika Yang Efektif dan Menyenangkan Melalui Pendekatan Kontekstual Berbasis Quantum Di SMA Negeri 4 Magelang Oleh M. Arief Fauzan Bukhori.....	105
Upaya Meningkatkan Ketuntasan Belajar Fisika Melalui Pembelajaran Remedial dengan Model <i>Peer Teaching</i>	
Oleh Ari Satriana	123
Efektifitas Model Pembelajaran Cooperative Learning dalam Meningkatkan Hasil Belajar	
Oleh Syubhan Annur.....	138
Inovasi Pembelajaran Eksperimen Fisika Berbasis Teknologi Multimedia	
Oleh Ishafit	141
Eksperimen Penentuan Rasio Giromagnetik Elektron dengan Metode Einstein-De Haas Oleh Moh. Toifur.....	151

Pembelajaran Fisika yang disesuaikan dengan Sifat Alamiahnya*

Oleh : Muhammad Farchani Rosyid^{†, ‡}

Abstrak :

Pengertian fisika sebagai upaya mengungkap keteraturan alam dibahas. Prosedur pemilihan dan penyusunan model-model matematis yang sesuai dengan pola-pola keteraturan alam dibicarakan. Disajikan pula pembahasan tentang kaitan antara fisika teroretik dan fisika eksperimental. Cakupan objek material ilmu fisika dibicarakan. Peranan ilmu fisika dalam berbagai bidang kehidupan secara umum dibahas. Peranan ilmu fisika dan persepsi masyarakat tentang fisika di Indonesia juga didiskusikan. Metode pembelajaran fisika berbasis kompetensi melalui penelitian dibicarakan. Manfaat teknologi bagi proses pembelajaran fisika dibahas dan dikritisi.

1. Fisika : Upaya Membangun Teori

Tatkala musim kemarau tiba, air telaga akan surut dan bertambah jernih. Sementara itu, pepohonan rela merontokkan daun-daun mereka demi mengurangi penguapan. Dari malam hingga dini hari udara terasa kering serta dingin menyungsum. Di langit yang tak berawan tampak rasi-rasi bintang. Dari mereka kita belajar tentang waktu dan penanggalan : kapan sebaiknya mulai membajak sawah, kapan sebaiknya menebar jala di laut, dan lain sebagainya. Bulan muda timbul dan mengembang hingga purnama, lalu menyusut dan menyabit hingga kembali tenggelam.

Seolah tiada mau ketinggalan, langit yang lebih tinggi pun menawarkan adegan-adegan yang jauh lebih dramatik. Matahari kita adalah salah satu bintang dari sekitar 100 milyar bintang yang bertebaran di seluruh Bimasakti. Dan Bimasakti bukanlah satu-satunya galaksi di alam semesta ini. Ia hanyalah salah satu dari 100 milyar galaksi yang bertebaran di alam semesta ini. Galaksi-galaksi membentuk kelompok galaksi. Kemudian kelompok-kelompok galaksi membentuk gugus (*cluster*) galaksi dan adigugus (*supercluster*). Bintang-gemintang dan sistem-sistem tatasurya di setiap galaksi layaknya manusia. Mereka lahir.

Lalu mereka berkembang sehingga dewasa. Lalu, sampai saatnya mereka mulai menua. Dan kemudian mati. Bintang-bintang yang mulai menua menampakkan watak ketuaan mereka, menjadi kurang ramah bagi planet-planet di sekitar mereka. Bintang-bintang berukuran besar berumur jauh lebih singkat dibandingkan dengan bintang-bintang berukuran kecil. Watak tua bintang-bintang berukuran besar adalah supernova. Watak tua bintang kecil adalah raksasa



* Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika pada tanggal 05 Mei 2008

[†] Jurusan Fisika FMIPA Universitas Gadjah Mada

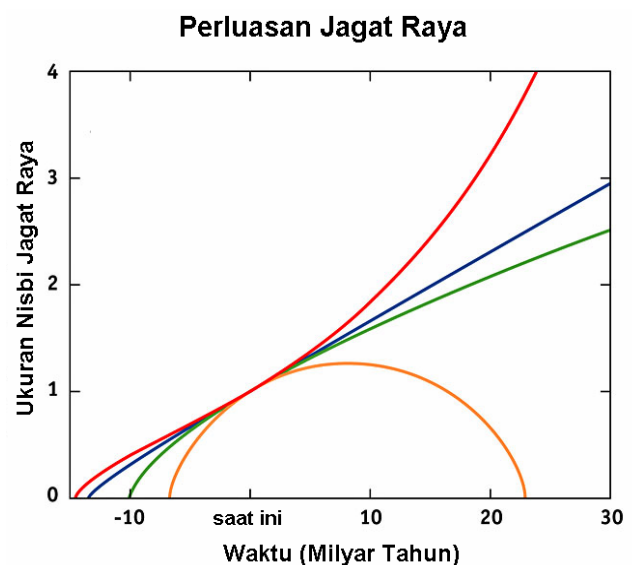
[‡] Institut untuk Sains di Yogyakarta (I-Es-Ye)

merah. Tak kalah menarik adalah kenyataan bahwa alam semesta ini mengembang. Setiap galaksi bergerak saling menjauh satu dari yang lain. Tetapi mereka sama-sama menjauhi satu titik. Titik singularitas “tempat” seluruh materi jagat raya ini pernah bersatu padu. Titik itu adalah “tempat” yang tiada kemaren atau tadi, yakni titik “ketika” ruang dan waktu belum dilahirkan. Ruang dan waktu dilahirkan dalam proses persalinan yang maha dahsyat, dentuman besar.

Tampak dengan nyata bahwa gejala-gejala di alam ini memiliki pola-pola tertentu. Tidak salah jika kemudian kita menyimpulkan bahwa *alam diciptakan oleh-Nya sebagai suatu harmoni yang tunduk kepada pola-pola keteraturan*. Mereka tunduk kepada hukum-hukum atau kaidah-kaidah tertentu yang secara keseluruhan sering kita sebut sebagai hukum alam atau sunatullah. Walaupun gejala-gejala alamiah sering terlihat terjadi secara acak, namun tetap saja sesungguhnya adalah acak yang teratur. Ketika seseorang belum mengetahui keteraturan suatu gejala alamiah, biasanya ia mengatakan bahwa gejala itu tidak teratur (kacau). Semisal lampu lalu lintas (*trafik light*) yang ada di sebuah perempatan tiba-tiba mati, maka dikatakan bahwa lalu lintas menjadi kacau. Padahal pengamatan lebih seksama mendapatkan adanya keteraturan atau kesetangkupan (simetri) pada situasi lalu lintas seperti itu. Semakin sulit mendapatkan pola keteraturan suatu gejala alamiah, maka dikatakan bahwa semakin rendah simetri yang dimiliki oleh gejala alamiah itu.

Sekarang marilah kita merenung sejenak. Mungkinkah akan terasa nyaman andaikata kita mampu mengetahui kaidah-kaidah atau pola-pola yang dianut oleh setiap gejala alamiah dalam setiap rinciannya. Dengan panduan kaidah-kaidah itu kita dapat meramalkan segala sesuatunya lalu mengambil tindakan yang memadai agar kita dapat mengambil keuntungan ataupun menghindari dari kerugian. Bisa jadi, hidup kita akan terasa lebih mudah. Sesuatunya akan tampak pasti, jauh dari kegalauan dan ke Gundahan. Atau mungkin malah sebaliknya, dengan kepastian semacam itu hidup kita justru terasa sulit, tidak pernah tenang dan selalu dalam kesedihan sebagaimana seorang narapidana yang telah mendapat kepastian kapan akan dihukum mati. Akan tetapi, terlepas dari kemungkinan-kemungkinan semacam itu, cita-cita sains khususnya ilmu fisika hanyalah menemukan kaidah-kaidah atau pola-pola yang sering disebut hukum alam itu. Jadi, *fisika adalah upaya menemukan kaidah-kaidah atau pola-pola keteraturan alam itu*.

Walaupun tidak ada kesepakatan secara formal namun telah berkembang keyakinan secara luas bahwa pola-pola keteraturan alam itu paling layak dimodelkan dengan pola-pola matematis. Bahkan ada yang berkeyakinan bahwa alam ini memang matematis. Bagi kaum eksternalis (platonik) pandangan ini tidak bermasalah. Kaum eksternalis meyakini bahwa matematika maujud pada alam eksternal (alam gagasan atau idea kata Plato), yang eksis di luar alam kita (alam internal). Oleh karena itu bagi mereka, matematika bebas dari alam internal ini. Matematika tidak harus tunduk kepada pola-pola keteraturan alam. Jadi, matematika tidak bisa dikatakan “lebih kecil” daripada alam ini. Boleh jadi, ada perpadanan antara matematika dengan alam ini. Tetapi, kaum *internalis*



Grafik adalah salah satu model matematik yang sering digunakan untuk menggambarkan pola-pola keteraturan alam.

(Aristotelian) –yang meyakini bahwa matematika maujud di dalam alam internal ini– akan banyak mengalami kesulitan apabila mengatakan bahwa alam ini matematis. Yang telah ditunjukkan oleh Kurt Gödel tentang ketiadaan matematika yang konsisten dan komplet telah cukup meyakinkan mereka akan ketiadaan matematika yang ‘besarnya menyamai’ alam ini. Karena alam ‘lebih besar’ dari matematika manapun, maka bagi kaum internalis keyakinan bahwa alam itu matematis perlu ditinggalkan. Namun, keyakinan bahwa deskripsi terbaik pola-pola keteraturan alam adalah deskripsi matematis tetap harus dipertahankan. Yang diusahakan adalah mendapatkan deskripsi matematis *maksimal* bagi keteraturan alam ini.

Penggambaran (deskripsi) keteraturan alam secara matematis direalisasikan dalam bentuk pola-pola matematis. Pola-pola matematis yang menggambarkan keteraturan alam itu disebut teori. Jadi, fisika boleh dikatakan sebagai *usaha membangun teori* tentang keteraturan alam.

A. Bagaimana pola-pola matematis itu didapatkan?

Telah disebutkan bahwa pola-pola keteraturan alam akan dimodelkan dengan pola-pola matematis. Jadi, matematika berperan sebagai media atau bahan, sebagaimana batu atau kayu bagi para pemahat ataupun kanvas dan cat minyak bagi para pelukis.

Pola-pola keteraturan alam adalah konsep yang berada di balik gejala-gejala alam dan menentukan wujud gejala-gejala alam itu. Ketika seseorang memahat patung seekor kambing pada seongkah batu, maka sesungguhnya ia sedang berusaha *memindahkan* konsep tentang binatang yang bernama kambing dari seekor kambing ke seongkah batu itu. Ketika patung kambing telah selesai dikerjakan, tentu saja tidak seluruh konsep tentang kambing dapat dipindahkan secara utuh ke dalam seongkah batu itu, malahan lebih banyak *bagian* konsep tentang kambing yang tidak dapat dipindahkan oleh pemahat tadi. Banyak tidaknya bagian (porsi) konsep tentang kambing yang dapat dipindahkan oleh pemahat tersebut bergantung pada beberapa hal. Pertama, seberapa dalam sang pemahat memahami konsep tentang kambing. Semakin dalam pemahamannya tentang anatomi kambing misalnya, maka patung kambing yang ia selesaikan semakin mirip dengan kenyataan seekor kambing. Kedua, media atau bahan yang dipakai untuk menampung konsep tentang kambing itu. Bahan yang terlalu lembek dan tidak pernah bisa mengeras tentu saja akan sulit untuk dipakai membuat patung. Ketiga, kemampuan memahat sang pemahat. Patung kambing yang dipahat oleh seorang pemahat berbakat yang telah berpengalaman tentu akan lebih baik dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh seorang yang sedang belajar memahat.

Seorang fisikawan yang sedang menyusun model matematik bagi suatu fenomena alam, sesungguhnya sedang memindahkan konsep yang berada dibalik gejala alam itu ke dalam realitas matematis, yang biasanya berupa persamaan-persamaan atau grafik-grafik. Sayangnya, untuk dapat menampung konsep yang ada di balik gejala alam *secara utuh* sering dibutuhkan matematika yang tidak sederhana. Sebagai contoh, kaitan antara kuat arus dengan beda potensial pada penghantar maupun dioda menunjukkan perilaku semacam ini. Untuk penghantar, kaitan antara kedua besaran itu ditentukan oleh persamaan $V = iR$. Anda saksikan sendiri, betapa sederhananya persamaan tersebut karena hanya melibatkan operasi-operasi biner yang telah kita kenal sejak kelas satu sekolah dasar, yakni perkalian dan pembagian. Sedangkan untuk suatu dioda, persamaan matematis yang menunjukkan pola hubungan antara kuat arus dan beda potensial tidaklah sesederhana persamaan untuk penghantar. Operasi perkalian dan pembagian tidak cukup untuk menggambarkan pola-pola keteraturan yang dimiliki oleh sebuah dioda. Bahkan seringkali, matematika yang diperlukan dalam perumusan suatu kaidah bagi suatu gejala alam belum dibayangkan sama sekali oleh para matematikawan. Dalam hal ini fisika menunjukkan perannya *menentukan arah* pengembangan ilmu matematika. Pengembangan aljabar operator, teori distribusi, geometri nonkomutatif dan grup kuantum menegaskan masalah ini.

Untuk mewujudkan obsesi tersebut sebagian fisikawan (yang dikenal sebagai fisikawan teoretik) berusaha menyusun model-model hukum alam dengan memanfaatkan matematika sebagai media untuk mewujudkannya. Penyusunan model-model ini haruslah dipandu oleh data-data yang telah digali oleh sebagian fisikawan yang lain (yang dikenal sebagai fisikawan eksperimental) melalui serangkaian eksperimen atau pengamatan. Model hukum alam yang diusulkan, tentu saja, tidak mungkin identik dengan hukum atau pola-pola keteraturan alam yang sesungguhnya (yakni yang dimodelkannya), melainkan hanya sekedar pendekatan semata. Oleh karena itu diperlukan ukuran apakah model-model atau pola-pola matematika yang diusulkan diterima atau ditolak. Ukuran tersebut haruslah terkait dengan kesesuaian antara model-model tersebut dengan perilaku alam yang diwakilinya. Model atau teori yang paling sesuai dengan perilaku alam merupakan model yang paling diterima. Dominasi kaum *empiris* dalam Fisika (dan juga sains secara umum) atas kaum *rasionalis* membawa kecenderungan untuk mengambil *eksperimen sebagai penentu kesesuaian suatu model dengan perilaku alam yang diwakilinya*. Selain dituntut untuk mampu menjelaskan hasil-hasil eksperimen yang *telah* dilakukan, model yang diusulkan dituntut pula mampu meramalkan hasil-hasil eksperimen yang *akan* dilakukan. Jadi, semakin banyak hasil eksperimen yang dapat dijelaskan dan diramalkan oleh suatu teori secara tepat, maka teori tersebut semakin diterima. Maka dapatlah dikatakan bahwa para ekperimentator merupakan ‘hakim’ dalam fisika (sains), yakni menentukan apakah suatu model diterima ataukah ditolak (tentu saja melalui eksperimen). Akan tetapi, walaupun suatu model telah mampu memainkan peran tersebut secara memuaskan, ia terpaksa harus pula ditinggalkan atau paling tidak direvisi bila terdapat paling sedikit sebuah eksperimen yang tidak mampu dijelaskannya atau diramalkannya. Jadi, tidak ada model hukum alam yang diterima secara langgeng. Albert Einstein, seorang teoriwan terpopuler mengatakan, “*No number of experiments can prove me right; a single experiment can prove me wrong.*” Jadi, seribu macam eksperimen yang mendukung kebenaran suatu teori atau model *belumulah cukup* untuk menyatakan bahwa teori atau model itu benar, tetapi *sebuah* eksperimen saja (sekali lagi, hanya sebuah eksperimen saja) *telah mencukupi* untuk menggugurkan suatu teori atau model manakala hasil-hasil eksperimen tersebut sama sekali tidak mampu dijelaskan oleh teori atau model itu. Oleh karenanya, dalam fisika, kalimat “suatu model telah lolos uji” tidak dikenal. Tidak pernah ada teori atau model yang telah lolos uji. Kalimat yang dikenal adalah “suatu model masih lolos uji” dan “suatu model tidak lolos uji”. Sekali lagi, tidak ada model yang *telah* lolos uji. Yang ada adalah model yang *masih* lolos uji dan model yang *tidak* lolos uji.

Jadi, model-model yang masih lolos uji akan terus bertahan, sedangkan yang telah gagal perlu direvisi atau ditinggalkan sama sekali. Model-model yang masih lolos uji perlu disintesa (digabungkan) sehingga didapatkan model-model yang memiliki wilayah (domain) keberlakuan yang lebih luas.

Selanjutnya, model-model hasil sintesa kemudian harus diuji lagi dengan eksperimen-eksperimen atau pengamatan-pengamatan. Sekali lagi, yang masih lolos akan bertahan, yang gagal direvisi atau ditinggalkan. Proses semacam ini berlangsung terus-menerus. Lalu, kapan akan berakhir? Jawabnya : tiada akan pernah berakhir.

B. Fisika Teoretik dan Fisika Eksperimental

Uraian di atas menunjukkan bahwa dalam usaha menemukan model-model matematis yang tepat bagi hukum-hukum alam, sangat dibutuhkan kolaborasi atau kerjasama yang erat antara dua kelompok fisikawan, yakni kelompok teoretik dan kelompok eksperimental. Kedua kelompok tersebut perlu memiliki kesadaran bahwa masing-masing mendapatkan peran yang sama pentingnya dalam pencarian formulasi atau model matematis bagi pola-pola keteraturan alam. Jadi, para ekperimentator pun memainkan peran yang sangat penting dalam penyusunan suatu teori, sama pentingnya dengan yang dimainkan oleh teoriwan. Oleh

karena itu, perkembangan ilmu fisika sangat bergantung pada kolaborasi ini. Agar pencarian pola-pola keteraturan alam mendapatkan hasil yang maksimum, haruslah ada interelasi semacam itu antara keduanya dalam setiap penelitian.

Jadi, dalam ilmu fisika dikenal dua metodologi riset yang bersifat komplementer (saling melengkapi), yakni fisika teoretik dan fisika eksperimental. *Keduanya mempunyai tujuan yang sama, yakni membangun teori.*

C. Dari Kuarsar Sampai Muon

Obyek material ilmu fisika sangat beragam, dan memiliki rentang yang begitu luas. Dari segi ukuran, obyek material yang dipelajari ilmu fisika bervariasi dari yang berukuran sangat kecil (partikel-partikel elementer : elektron, proton, positron, neutrino, meson, muon, kaon, dlsb.) hingga yang berukuran sangat besar atau gigantik (bintang-gemintang, kuarsar, tata surya, galaksi, bahkan seluruh kosmos ini).

Dari segi kelajuan, obyek material ilmu fisika memiliki rentang kelajuan yang sangat panjang, dari yang diam (aquaduk, jembatan-jembatan, bangunan-bangunan), yang berkelajuan rendah (orang berjalan, gerobak sapi), yang berkelajuan sedang (kereta api, mobil), yang berkelajuan tinggi (pesawat terbang), sangat tinggi (partikel-partikel elementer, misalnya) sampai dengan yang memiliki kelajuan mendekati/sama dengan cahaya.

Dari segi fase zat, obyek material yang dipelajari oleh ilmu fisika ada yang berfase cair, padat, gas maupun yang memiliki fase keempat yang dikenal sebagai plasma. Selain itu obyek-obyek material ilmu fisika dapat pula dibedakan apakah berupa benda-benda yang hidup yakni yang mengalami metabolisme dan reproduksi atautkah yang mati.

2. Peranan Fisika

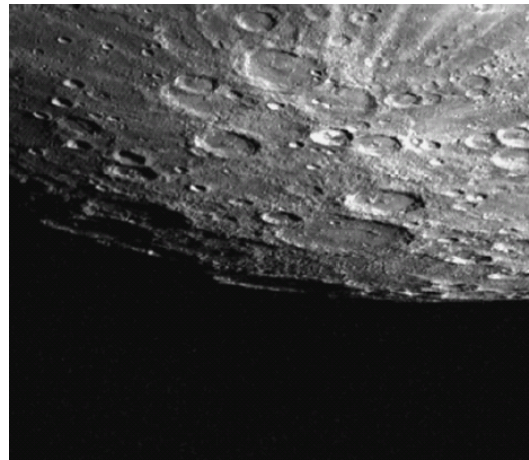
A. Secara Umum

Fisika menjadi sangat penting bagi manusia karena ia merupakan upaya memahami keteraturan alam dan pemahaman yang diperoleh memainkan peran yang menentukan dalam pengembangan berbagai macam teknologi. Sementara fisika berupaya memahami berbagai gejala alamiah, teknologi adalah upaya memanipulasi gejala-gejala alamiah tersebut sehingga bermanfaat atau sesuai dengan tuntutan kebutuhan manusia. Koefisien “AB” dalam gejala transisi antara aras-aras energi atomik yang ditemukan oleh Einstein pada tahun 1920-an memungkinkan ditemukannya pembangkit laser tahun 1950 oleh fisikawan C.H. Townes dan A. M. Prokhorov serta N. Basov. Tak dapat dimungkiri, berbagai peranti yang kita manfaatkan dalam keseharian dewasa ini banyak melibatkan peristiwa *lasing* ini : dari CD player, laser pointer, mainan anak-anak, dekorasi panggung-panggung pertunjukan, percetakan, sampai pemotong baja. Siapa menyangka, teori elektromagnetika Maxwell mampu menghubungkan benua-benua dengan pesawat radio beberapa dekade setelah diungkapkan dan mampu menghibur sekian milyar manusia dengan pesawat televisi? Siapa pula yang menyangka, gejala radioaktivitas yang ditemukan oleh Becquerel pada tahun 1896 mampu memenuhi kebutuhan listrik sekian ratus juta penduduk bumi serta menyelamatkan sekian juta penderita berbagai kanker ganas?

Fisika menjadi penting karena rentang waktu antara didupkannya suatu pemahaman (teori) tentang gejala alamiah dan penerapannya dalam kehidupan (teknologi) seringkali sangat pendek. Pada tahun 1947, para fisikawan di laboratorium Bell berhasil membuat prototipe transistor pertama. Sejenak kemudian, eksplorasi sifat-sifat semikonduktor memberikan pemahaman lebih mendalam tentang fisika zat mampat secara atomistik. Pemahaman ini pada gilirannya memberikan umpan balik bagi pengembangan industri mikroelektronik secara besar-besaran.

Fisika menjadi penting karena fisika *berada di mana-mana*. Fisika bukanlah semata-mata urusan sekolahan sehingga harus terpenjara di laboratorium-laboratorium jurusan fisika

berbagai universitas dan hanya berdengung di ruang-ruang kelas maupun ruang-ruang kuliah. Pada paruh pertama abad kedupuluh, para fisikawan telah terlibat bersama-sama insinyur-insinyur teknik elektro bahu-membahu membangun fasilitas radar yang memainkan peran penting dalam perang dunia kedua. Para fisikawan juga berkolaborasi dengan insinyur-insinyur teknik kimia dan industri serta para pakar ilmu logam untuk membangun reaktor-reaktor atom raksasa guna menghasilkan baik tenaga listrik maupun senjata. Dewasa ini betapa banyak fisikawan yang bekerja di bidang nanoteknologi menjalin kemitraan dengan dunia industri. Para fisikawan juga bergabung bersama para pakar biologi dalam bidang genetika. Barangkali tidak lama lagi mereka akan mempergunakan peranti-peranti optis guna menyusun kembali kode-kode genetik sesuai kebutuhan. Para fisikawan juga dapat ditemukan di NASA dan di industri. Fisikawan Bob Leighton memimpin proyek misi Mariner ke planet Merkurius untuk membuktikan teori Witherhill (seorang astrofisikawan) tentang tahap akresi dalam pembentukan tata surya kita. Fisikawan teoretik Richard Feynman menjadi ketua tim penyelidikan penyebab meledaknya pesawat ulang-alik Chelenger. Semakin banyak pula fisikawan yang bekerja di Wall Street. Mereka memperlihatkan peran penting yang dapat dimainkan oleh fisika dalam memahami dinamika modal, utang-piutang, stock, opsi, saham, dan berbagai surat berharga lainnya.



Permukaan Merkurius diambil dari Mariner 10

Dari catatan sejarah kita dapat mengenali kurun waktu ketika berbagai penemuan teknologi yang bermanfaat bagi umat manusia harus didahului dengan serangkaian pekerjaan tanpa kepastian dan sangat melelahkan serta menghabiskan biaya yang sebegitu besar. Yakni saat-saat ketika penemuan-penemuan diperoleh dengan cara coba-coba. Pada masa-masa itu, seringkali orang harus melakukan percobaan seribu kali sebelum berhasil mendapatkan sesuatu yang diimpikan atau bahkan gagal tanpa hasil sama sekali.



Bom fusi pertama di dunia

Zaman 'kegelapan' ini pun berakhir, ditutup tatkala manusia mulai menyadari pentingnya pengetahuan tentang perilaku alam, yakni pengetahuan akan pola-pola keteraturan yang dianut oleh gejala-gejala alamiah. Dengan ilmu pengetahuan atau sains ini, usaha manusia untuk mendapatkan suatu teknologi tidak lagi harus menempuh jalur-jalur panjang yang penuh dengan spekulasi, tetapi sebaliknya sesuatunya dituntun dan diarahkan oleh teori. Dengan cara ini, teknologi berkembang dengan pesat dan tampak kepastiannya.

Secara umum *teknologi adalah rekayasa atau manipulasi perilaku alam sehingga bermanfaat bagi umat manusia*. Monitor televisi atau komputer dapat menghasilkan gambar karena perekayasaan perilaku elektron di dalam medan listrik dan medan magnet. Sinar laser dihasilkan berkat pengetahuan kita tentang perilaku atom-atom terhadap pemaparan foton-

foton (cahaya). Boleh dikatakan *hampir mustahil* bahwa manusia mampu mendapatkan sinar laser tanpa bekal teori tentang perilaku atom-atom terhadap radiasi elektromagnetik.

Oleh karena itu pengetahuan kita tentang perilaku alam atau pola keteraturan yang dianut oleh alam sangatlah penting perannya dalam pengembangan teknologi sebab berdasarkan pengetahuan semacam itulah kita dapat merekayasa atau memanipulasi perilaku alam. Padahal, sebagaimana telah diuraikan di atas sains (khususnya fisika) berusaha menemukan pola perilaku alam. Jadi, sesungguhnya ilmu fisika memainkan *peran sentral* dalam pengembangan teknologi. Peran semacam ini tampak sangat jelas ketika kita menengok perkembangan teknologi di negara-negara maju. Di sana pengembangan teknologi selalu mendapat *nutrisi* yang melimpah dari hasil-hasil riset ilmu fisika.

Dalam pengembangan teknologi terdapat adagium yang menyatakan bahwa '*Sains adalah peretas jalan bagi teknologi*'. Sebagai contoh, begitu sains (khususnya fisika) mulai merambah alam mikroskopis, perkembangan teknologi pun mulai menapaki wilayah tersebut. Sebagai akibat, pada gilirannya muncullah teknologi-teknologi yang berbasiskan pengetahuan manusia akan alam mikroskopis ini. Sekedar untuk disebutkan, teknologi-teknologi itu di antaranya adalah teknologi zat padat (*solid state technology*), teknologi nuklir, teknologi laser dll. Inilah teknologi yang secara dominan mewarnai perikehidupan manusia dewasa ini.

B. Peran Fisika di Indonesia

Jika masyarakat di barat sebegitu respek terhadap ilmu fisika maupun para fisikawan, itu bukan hal yang aneh. Hal itu sangat wajar sebab masyarakat barat menyaksikan sejak terjadinya revolusi industri (mencapai puncak pertamanya menjelang perang dunia kedua) hingga sekarang betapa ilmu fisika merupakan kunci pengembangan berbagai teknologi modern. Di mata mereka ilmu fisika telah menampakkan peran kunci dalam peningkatan kesejahteraan, kemakmuran dan kemajuan.

Harus diakui bahwa ilmu fisika belum menampakkan peran kuncinya di berbagai bidang kehidupan di Indonesia. Oleh karena itu, dapatlah dipahami apabila masyarakat kita mengalami kesulitan dalam melihat peran penting ilmu fisika. Jika ilmu fisika dan para fisikawan di Indonesia belum mendapat tempat yang sewajarnya, itu bukan hal yang aneh. Riset bidang fisika di Indonesia, misalnya, belum mampu memberi pengaruh sedikitpun bagi dunia industri. Ada dua hal terkait dengan masalah ini. Pertama, industri kita adalah industri di bawah lisensi. Industri kita merasa tidak membutuhkan hasil-hasil riset bidang fisika di tanah air karena tuntutan itu sudah dipenuhi oleh lembaga-lembaga riset perusahaan induk mereka. Kedua, hasil-hasil riset bidang fisika di tanah air tampak belum layak untuk diimplementasikan dalam skala industri.

Di Indonesia, ilmu fisika secara sistematis terpenjara di sekolahan dan bimbingan test. Ilmu fisika masih dipandang semata-mata sebagai urusan sekolahan, hanya terkait dengan ujian, merupakan wilayah kompetensi para tentor, dibicarakan paling efektif di bimbingan test, dan (bahkan) fisika hanyalah salah satu cabang olimpiade. Masih secara luas dipahami bahwa fisika tidak memiliki kaitan nyata dengan kesejahteraan dan kemakmuran. Bahwa fisika berada di mana-mana, bahwa fisika bermanfaat, bahwa fisika mampu menyelesaikan berbagai permasalahan belumlah menjadi pemahaman dan kesadaran umum. Selain itu, profesi sebagai fisikawan masih terasa asing bagi masyarakat kita. Hal ini jauh berbeda dari profesi dokter, arsitek, dan insinyur.

3. Pembelajaran Fisika

Pembelajaran sains berbasiskan isi (*content based*) adalah pembelajaran sains yang menekankan penguasaan dan pemahaman fakta-fakta ilmiah (*scientific content*). Dalam pendekatan ini, pembelajaran sains lebih bernuansakan doktrinasi sehingga kebenaran

bersifat konvergen dan cenderung menjauhkan siswa dari bersikap skeptis terhadap suatu kebenaran. Di negara-negara maju, pendekatan tradisional ini telah lama mendapatkan kritik dan telah pula dimuseumkan (Dewey, 1910; Schwab, 1960, 1966; Bybee dan deBoer, 1993; deBoer 1991). Pendekatan ini merupakan implementasi dari persepsi yang sempit terhadap sains, yakni persepsi yang menganggap sains melulu sebagai suatu kumpulan (sistem) informasi. Hasil-hasil kajian dan penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini menyandang berbagai kelemahan yang cukup esensial. Dalam pembelajaran sains secara konvensional ini, para siswa tidak diajar* untuk *bersains*†, melainkan hanya dilatih untuk *melantunkan* fakta-fakta sains. Sementara itu pandangan yang utuh tentang sains menyarankan suatu pendekatan yang mengedepankan kompetensi akan sains itu sendiri. Berbeda dari metode tradisional, dalam pendekatan berbasis kompetensi ini, para siswa diajar untuk *bersains*. Pendekatan semacam ini lebih komprehensif dibandingkan dengan yang pertama karena pendekatan yang terakhir ini selain mencakup penguasaan dan pemahaman kandungan ilmiah (fakta-fakta sains) ia mencakup pula pembinaan terhadap sikap dan perilaku ilmiah, misalnya. Pendekatan ini dikenal sebagai *competence based approach*. Reformasi pendidikan sains berarti perluasan pendekatan, dari hanya pendekatan isi (*content*) menjadi pendekatan kompetensi

Hanya untuk sekedar menjadi wacana saja, reformasi pendidikan sains semacam ini di Indonesia belum bergaung. Tampaknya kebutuhan akan reformasi pendidikan sains belum menjadi kesadaran kita bersama. Keterlambatan ini barangkali sebagai akibat dari kurangnya kesadaran dan salah persepsi masyarakat terhadap arti pentingnya pendidikan. Dalam menilai keberhasilan pendidikan pun bagian terbesar masyarakat kita masih terjebak oleh parameter-parameter sekunder‡. Belum lagi berbagai langkah pragmatis yang dilakukan oleh para pelaku pendidikan - dalam menjawab persepsi masyarakat tersebut - tanpa didukung dengan pemikiran-pemikiran mendalam (misalnya, tujuan pendidikan yang begitu mulia dan visioner telah direduksi menjadi hal-hal yang bersifat murahan, instant dan sensasional) telah membelokkan pendidikan sains dari filosofi yang semestinya, sehingga peluang bagi munculnya gagasan-gagasan yang bernuansakan pembaharuan cukup kecil.

A. Pembelajaran Fisika Melalui Penelitian

Kebanyakan orang di sekitar kita cenderung memahami sains sebagai segala hal yang dapat dipelajari dari buku-buku sains. Demikian halnya bagi sebagian besar cendekiawan atau akademisi kita, meskipun dengan sedikit variasi, sains dalam pemahaman mereka adalah berbagai hal yang dibicarakan dalam pertemuan-pertemuan ilmiah, jurnal-jurnal ilmiah atau majalah-majalah ilmiah. Dalam persepsi ini, sains dimengerti sebagai *kumpulan informasi dan penjelasan tentang fakta-fakta ilmiah dan hipotesa-hipotesa ilmiah yang berkaitan dengan gejala alamiah*. Dalam pandangan ini, misalnya, berbagai informasi dan penjelasan tentang perilaku makhluk hidup (menyangkut reproduksi, metabolisme, perkembangan, rantai makanan, dll) dapat diperoleh dari buku-buku atau jurnal-jurnal ilmiah biologi. Oleh karena itu segala informasi dan penjelasan tentang makhluk hidup mereka tampung dalam cabang sains yang disebut biologi atau ilmu hayat. Informasi tentang perilaku hidup tumbuhan khususnya ditampung dalam cabang biologi yang disebut botani. Sementara informasi tentang perilaku hidup hewan ditampung dalam cabang biologi yang disebut zoologi. Informasi-informasi dan penjelasan tentang tubuh manusia ditampung dalam suatu cabang

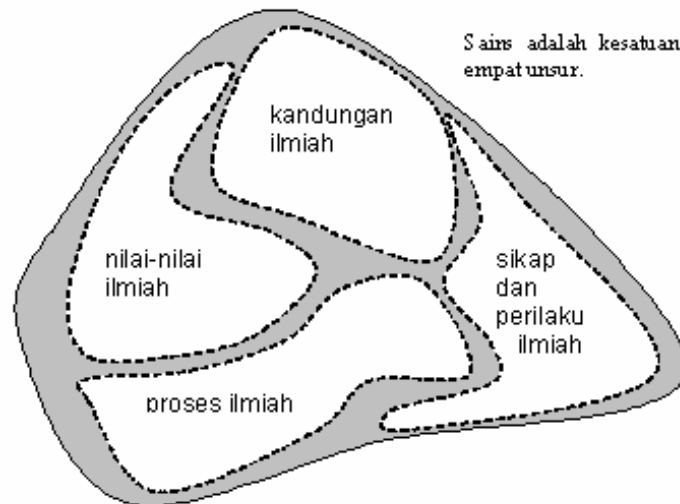
* Dalam hal ini, nasib pembelajaran sains mirip dengan nasib pembelajaran bahasa Inggris di sekolah-sekolah kita. Siswa tidak diajar untuk dapat berbahasa Inggris, namun mereka hanya diajar untuk dapat mengerjakan soal-soal bahasa Inggris. Guru bahasa Inggris sendiri belum tentu dapat berbahasa Inggris.

† Bandingkan kata 'bersains' ini dengan kata 'berfilsafat'. 'Berfilsafat' mempunyai makna yang berbeda dari 'belajar filsafat' apalagi dengan 'belajar tentang filsafat'.

‡ Misalnya : Nilai rata-rata dalam UN (Ujian Nasional), jumlah lulusan yang lolos SPMB ataupun UM, dll.

biologi yang disebut anatomi. Kemudian, astronomi atau ilmu falak dipahami sebagai segala informasi dan penjelasan tentang distribusi, konfigurasi dan pergerakan bintang-bintang serta galaksi-galaksi di ruang angkasa. Semua informasi dan penjelasan tentang mineral dan bebatuan ditampung dalam cabang sains yang dinamakan geologi. Perihal susunan materi (sampai pada tataran atom) dan perubahannya dibahas oleh buku-buku kimia. Oleh karenanya, informasi-informasi dan penjelasan tentang perubahan materi ditampung oleh cabang sains yang disebut kimia. Berbagai informasi mengenai ruang-waktu, materi, struktur materi dan energi dapat diperoleh dari buku-buku dan jurnal-jurnal ilmiah fisika. Berbagai informasi dan penjelasan tentang ruang dan waktu, materi, struktur materi, dan energi dipahami sebagai cabang sains yang disebut fisika.

Pandangan bahwa sains merupakan kumpulan informasi tentang fakta-fakta dan hipotesa-hipotesa ilmiah yang terkait dengan gejala-gejala alamiah tidaklah keliru seratus persen, meskipun masih cukup jauh untuk dikatakan benar seratus persen. Sains dapat dipahami secara utuh apabila segala sesuatu yang *menyebabkan* adanya dinamika atau perkembangan fakta-fakta dan hipotesa-hipotesa ilmiah itu didudukan pada posisi yang sama pentingnya dengan fakta-fakta dan hipotesa-hipotesa ilmiah



yang harus dituliskan dalam buku-buku dan jurnal-jurnal sains. Jadi, sains dipahami bukan saja sebagai fakta-fakta dan hipotesa-hipotesa ilmiah, tetapi lebih daripada itu, sains juga meliputi hal-hal yang berperan dalam penggalian fakta-fakta ilmiah dan kemunculan serta perkembangan hipotesa-hipotesa ilmiah itu. Sekali lagi, sains itu sejatinya lebih dari sekedar kumpulan informasi tentang fakta-fakta dan hipotesa-hipotesa ilmiah. Sains adalah suatu kesatuan (sistem) yang tersusun atas empat unsur yang terjalin oleh saling keterkaitan (interelasi). Salingketerkaitan yang ada di antara keempat unsurnya inilah yang memungkinkan sains itu 'hidup', yakni dinamis dan berkembang. Empat unsur tersebut adalah nilai-nilai ilmiah (*scientific values*), sikap dan perilaku ilmiah (*scientific attitudes*), proses-proses ilmiah (*scientific processes*) dan kandungan ilmiah (*scientific content*). Keempatnya terjalin berkelindan oleh saling keterkaitan yang padu dan kompak. Jadi, sains adalah *sistem nilai, perilaku dan sikap, proses* dan sekaligus merupakan *kumpulan informasi (fakta-fakta dan penjelasannya)*. Agar dapat menjawab *secara utuh dan tuntas* pertanyaan 'Apakah sains itu?' orang harus melibatkan keempat unsur tersebut dalam pembahasan. Melupakan salah satu saja dari keempatnya berakibat timpangnya pengertian tentang sains itu dan pada gilirannya akan menimbulkan penyikapan yang kurang tepat terhadap sains, termasuk timpangnya pengelolaan pembelajaran sains. Fisika sebagai cabang sains tidak lepas dari persoalan ini. Metode pembelajaran fisika yang diterapkan oleh seorang guru di kelasnya sangat bergantung pada persepsi guru itu tentang fisika.

Salah satu sistem pembelajaran fisika yang lahir sebagai pengejawantahan pandangan yang utuh tentang sains adalah pembelajaran fisika melalui penelitian (*learning by research or inquiry*). Kata 'penelitian ilmiah (*scientific inquiry*)' lazim digunakan orang untuk menyebut berbagai kegiatan dan proses berpikir yang dilakukan oleh para ilmuwan (*secientists*) dalam mengungkapkan dan menyusun penjelasan tentang gejala-gejala alamiah.

Kegiatan-kegiatan tersebut merupakan implementasi sains sebagai satu kesatuan dari unsur-unsur sains dan interelasi di antara unsur-unsur tersebut. Apabila kata ‘penyelidikan’ atau ‘inquiry’ dikaitkan dengan sistem pembelajaran sains, maka maknanya tidak jauh dari yang disebutkan di atas. Pada pembelajaran sains yang berbasiskan *inquiry*, para siswa dilibatkan dalam berbagai aktifitas dan proses berpikir sebagaimana aktifitas dan proses berpikir para ilmuwan (NRC, 2000). Dalam pendekatan semacam ini, para siswa selalu dilatih untuk menjalankan apa yang disebut sebagai metode* ilmiah, dari mencari permasalahan, menyusun pertanyaan-pertanyaan yang *visible*, mengajukan hipotesa, pencarian data-data, studi literatur sampai pada tahap penarikan kesimpulan-kesimpulan secara logis dan mengkomunikasikan hasil-hasil penyelidikan melalui diskusi-diskusi. Dalam kegiatan-kegiatan semacam ini para siswa mendapatkan ruang gerak bagi tumbuhnya sikap-sikap dan perilaku ilmiah : rasa ingin tahu, kejujuran, kesangsian akan suatu kebenaran, objektivitas, dll.

B. Problem Posing dan Problem Solving

Salah satu varian metode pembelajaran fisika melalui penelitian adalah pembelajaran melalui *problem posing* dan *problem solving*. Karena pertanyaanlah maka sains (fisika) itu berkembang. Bertanya merupakan perwujudan dari rasa ingin tahu dan skeptis. Bertanya adalah salah satu *pekerjaan utama* seorang ilmuwan. Seorang Yunani kuno yang bernama Thales (kira-kira hidup 624-546 SM) dinobatkan sebagai bapak filsafat ”hanya” karena ia menanyakan bahan penyusun alam semesta ini : ‘Terbuat dari apa sajakah alam semesta ini?’. Dijawab sendiri olehnya : ‘Air’. Suatu jawaban yang terlalu sederhana. Jauh lebih sederhana dibandingkan dengan pertanyaannya sendiri. Thales dikatakan sebagai filsuf pertama bukan karena jawaban ‘air’ itu, melainkan karena ia mampu mengajukan pertanyaan yang besar. Pertanyaan Thales itu dikatakan besar sebab sekian banyak orang tertarik dan tergerak untuk menjawab pertanyaan itu. Dari Demokritus dan Aristoteles, kemudian Jabir dan Dalton, sampai Thomson, Rutherford dan Bohr. Dan bahkan sampai detik ini, pertanyaan itu masih terus menerus bergaung. Berbagai fasilitas laboratorium dari kamar gelembung sampai akselerator yang harganya trilyunan rupiah dibangun guna mencari jawaban atas pertanyaan itu. Pertanyaan Thales itu dikatakan besar sebab pertanyaan itu memiliki pengaruh (*impact*) yang luar biasa baik dalam perkembangan sains maupun dalam segi-segi kehidupan lainnya (teknologi, gaya hidup, dll.).

Dalam pembelajaran fisika sudah semestinya para siswa dilatih untuk mengajukan pertanyaan-pertanyaan berbobot yang untuk menjawabnya diperlukan penalaran, penelusuran pustaka dan eksperimen (projek). Pertanyaan-pertanyaan tersebut selanjutnya didiskusikan oleh para siswa tentang kemungkinan jawabannya. Tiada wilayah dalam fisika yang tabu untuk ditanyakan dan disangsikan kebenarannya. Kesadaran semacam ini harus ditanamkan dalam diri para siswa.

Sudah jamak diketahui bahwa buku-buku kumpulan soal dan penyelesaiannya merupakan buku-buku yang paling laris di kalangan pelajar (bahkan di kalangan guru pun buku semacam ini juga diminati). Apalagi kalau dalam buku-buku itu penulis menyediakan cara-cara singkat yang mudah diingat dalam mengerjakan soal-soal fisika. Beberapa penerbit bahkan “memaksa” para penulis untuk memperbanyak contoh soal dan penyelesaiannya. Hal ini mudah dimaklumi dan dipahami karena “mampu mengerjakan soal-soal” tidak disadari telah menjadi tujuan utama pembelajaran fisika di Indonesia. Sebagian besar guru fisika cenderung mendorong para siswa mereka untuk memperbanyak berlatih mengerjakan soal. Yang disebut “belajar” dewasa ini di kalangan pelajar adalah latihan mengerjakan soal-soal atau membaca buku-buku kumpulan soal-soal dan penyelesaiannya. Dengan begitu diharapkan, para siswa menjadi lebih “berpengalaman” menghadapi berbagai jenis soal.

* Bandingkan dengan apa yang terjadi di sekolah-sekolah kita tempat metode ilmiah itu hanya sekedar dihafalkan.

Siswa diharapkan melengkapi memori di otaknya dengan “kasanah” soal-soal beserta penyelesaian.

Sebagian besar guru mengira bahwa latihan mengerjakan soal adalah *problem solving*. Tetapi, anggapan ini sungguh keliru. *Problem solving* bukanlah latihan mengerjakan soal. Dalam *problem solving* siswa dihadapkan pada persoalan-persoalan atau tantangan-tantangan yang mungkin belum diketahui penyelesaiannya (bahkan oleh para guru sendiri). Persoalan-persoalan itu boleh jadi merupakan hasil perenungan maupun eksplorasi para siswa dalam kegiatan *problem posing* ataupun berasal dari guru. Siswa diharapkan mencari jalan guna menyelesaikan persoalan-persoalan itu baik individual maupun berkelompok dengan menerapkan konsep-konsep yang telah mereka pelajari. Dalam hal ini para guru hanya bertindak sebagai fasilitator saja. Kegiatan semacam ini akan merangsang munculnya berbagai gagasan siswa dan juga mengasah berbagai kemampuan mereka (berintuisi, menggunakan analogi, dll). Kegiatan ini dapat digunakan untuk melatih para siswa dalam penerapan konsep-konsep di samping menjadi sarana bagi para siswa untuk memahami konsep-konsep baru secara mandiri sebab tidak tertutup kemungkinan bahwa untuk menyelesaikan persoalan-persoalan itu diperlukan konsep-konsep yang belum dikuasai oleh para siswa.

Memperbanyak berlatih mengerjakan soal-soal hanya akan menjadikan siswa kita berpikir “birokratis”, yakni cenderung mengikuti langkah-langkah atau prosedur sebagaimana yang telah dicontohkan sebelumnya oleh guru ataupun buku. Memperbanyak berlatih mengerjakan soal-soal hanya menambah “speed” para siswa, tetapi bukan intuisi, kreatifitas dan kemandirian dalam penyelesaian masalah.

Kegiatan *problem solving* diharapkan mampu melatih para siswa dalam menggunakan intuisi mereka, mengasah kreatifitas mereka dan membangun kemandirian mereka dalam penyelesaian masalah maupun dalam penguasaan konsep-konsep. Kegiatan *problem solving* diharapkan akan merangsang para siswa untuk berpikir secara bebas, menyadarkan mereka bahwa banyak cara dalam penyelesaian suatu masalah dan bahwa cara yang telah dicontohkan oleh orang-orang sebelumnya bukanlah satu-satunya cara.

4. Peranan Teknologi dalam Pembelajaran

Teknologi berhutang besar pada fisika. Teknologi telah membayar sebagian utang itu dengan berperan dalam pengembangan ilmu fisika. Fasilitas-fasilitas penelitian fisika partikel, fisika zat padat maupun astrofisika yang dibangun di berbagai negara maju membuktikan hal itu. Pesawat-pesawat luar angkasa membawa berbagai teleskop optik berukuran raksasa yang dapat dikendalikan dari bumi dan juga berbagai fasilitas pengamatan dan pengukuran untuk memahami sejarah alam semesta. Umpan balik yang diberikan oleh teknologi itu berdampak luar biasa bagi pengembangan ilmu fisika.

Teknologi bukan saja membayar hutangnya dengan membantu pengembangan ilmu fisika, namun juga dalam kaderisasi fisikawan. Dalam pembelajaran fisika pun teknologi mampu memberikan dukungannya. Akan tetapi efektifitas dan dampak-dampak negatifnya perlu untuk dikritisi dan dipikirkan.

A. e-Learning

Konon *e-learning* digagas sebagai antisipasi terhadap pesatnya perkembangan teknologi informasi terutama internet agar dunia pendidikan dapat mengambil manfaat dari *booming* tersebut. Hal itu dimungkinkan sebab dengan teknologi internet arus informasi dapat diperoleh dan disebarluaskan dengan cepat secara *on-line*. Harus diakui bahwa secara ekonomis implementasi *e-learning* memiliki prospek yang cerah, yakni yang terkait dengan efisiensi proses pembelajaran. Akan tetapi dalam dunia pendidikan, keberhasilan suatu proses pembelajaran *terutama* dilihat dari kualitas lulusan, bukan efisiensi penyelenggaraanya.

Efisiensi memang perlu tetapi hal ini sejatinya bukan yang utama. Penerapan secara penuh *e-learning* mengandung kelemahan-kelemahan *inherent* yang cukup serius, sehingga kualitas lulusan yang dihasilkan tidak lebih baik ketimbang yang dihasilkan melalui pembelajaran konvensional. Hal ini disebabkan sejatinya secara metodologis didaktis *e-learning* tidak berbeda dari pembelajaran konvensional, sementara kualitas sumber-sumber pembelajaran *e-learning* selalu di bawah kualitas sumber-sumber pembelajaran konvensional.

Kata adalah unit bahasa terkecil yang masih memiliki makna. Ia dapat mewakili suatu benda, suatu sifat, suatu keterangan atau suatu pekerjaan. Jadi, sebuah kata adalah wakilan yang selalu berpadanan dengan hal-hal yang diwakilinya. Penyebutan sesuatu tidak lain adalah penunjukan wakilan bagi sesuatu itu. Pada taraf tertentu penunjukan ini berdasarkan kesepakatan masyarakat penutur. Oleh karena itu dibutuhkan konsistensi dalam pemakaian kata-kata. Dalam suatu masyarakat dengan kultur berbahasa yang mapan umumnya terdapat konsistensi dalam penyebutan. Namun kadangkala terjadi inkonsistensi. Ini terjadi bilamana terdapat intervensi yang bersifat ekonomis, psikologis, politis, estetis ataupun sosiologis. Maka terjadilah apa yang dikenal sebagai gejala bahasa. Dalam kasus istimewa semacam ini nilai jual dan gengsi suatu istilah merupakan pertimbangan utama dalam penyebutan. Jadi, suatu istilah akhirnya dapat dijadikan sebagai komoditas ekonomis maupun politis.

Adanya imbuhan 'e' (singkatan dari kata 'electronic') pada kata 'e-learning' sudah semestinya secara *essensi* membedakan sesuatu yang diwakili oleh kata 'e-learning' dari yang diwakili oleh kata 'learning'. Bagi orang-orang yang telah mafhum dengan dunia pendidikan khususnya yang menekuni teori pembelajaran (*theory of learning*) keberadaan imbuhan 'e' pada kata 'e-learning' tentu saja memberi konotasi adanya perubahan makna yang cukup esensial dari kata 'learning' dan akan 'diwaspadai' sebagai pengejawantahan suatu teori baru pembelajaran, menambah daftar panjang teori-teori pembelajaran yang telah ada. Sekiranya imbuhan 'e' memang dimaksudkan untuk menekankan adanya metode baru pembelajaran, maka bagi para pakar teori pembelajaran, keberadaan ajektif 'electronic' mengarahkan pada suasana laboratorium psikologi dimana para pakar mempelajari aktivitas otak manusia dengan memasang centang-perenang kabel-kabel yang menghubungkan suatu peranti dengan kepala seseorang melalui elektroda-elektroda, misalnya peranti yang dikenal sebagai *electroencephalograph (EEG)*. Lalu membayangkan bahwa *e-learning* adalah proses belajar di mana fungsi-fungsi psikologis diregulasi secara eksternal melalui centang-perenang kabel-kabel tersebut oleh suatu peranti elektronik (komputer) yang cara kerjanya dalam beberapa hal berkebalikan dengan cara kerja *electroencephalograph*. Dalam hal ini *knowledge* dimodulasi dalam bentuk pulsa-pulsa listrik dan di-*transfer* melalui kabel-kabel ke otak manusia. Kalau memang demikian maka imbuhan 'e' pada kata 'e-learning' bukanlah sekedar komoditas istilah belaka, melainkan ia secara esensial membedakan *e-learning* dari metode pembelajaran konvensional (*learning*).

Akan tetapi *e-learning* yang akhir-akhir ini *booming* di tanah air bukanlah *e-learning* sebagaimana yang dibayangkan di atas : tidak ada satupun elektroda yang harus ditempelkan pada kepala manusia untuk mentransmisikan pulsa-pulsa listrik. e-Learners.com (salah satu proponent *e-learning*) menyatakan bahwa *e-learning* adalah segala bentuk pembelajaran yang menggunakan media rangkaian elektronik termasuk jaringan komputer (internet, LAN, WAN) untuk distribusi bahan/materi pembelajaran, untuk interaksi dan juga sebagai fasilitator. Kegiatan-kegiatan perkuliahan dapat diselenggarakan secara *sinkronous* (pada saat yang sama) maupun *asinkronous* (pada saat yang berbeda). Ini dimungkinkan karena dalam *e-learning* para dosen 'dipaksa' memiliki situs tersendiri di internet tempat ia meletakkan berbagai sumber pembelajaran (catatan-catatan kuliah maupun rekaman-rekaman kuliah) yang dengan bebas dapat diakses oleh mahasiswa kapanpun dan darimanapun. Jadi, dibutuhkan peran aktif mahasiswa. Dengan dilibatkannya jaringan komputer, *e-learning* memungkinkan terjadinya diskusi maya –*sinkronous* maupun *asinkronous* – melalui suatu

mailing list. Terlihat bahwa para proponent *e-learning* sesungguhnya adalah para *Brunerian cognitivist*. Tidak terdapat perbedaan essential antara stimulus dalam *e-learning* dengan stimulus pada metode pembelajaran biasa, yakni berupa teks-teks, gambar-gambar (baik yang diam maupun yang bergerak), audio dan lain sebagainya. Hanya saja stimulus-stimulus itu kini didigitalisasi sehingga dengan mudah dapat disebarakan melalui jaringan-jaringan komputer. Jadi, *e-learning* berbeda dari *learning* hanya pada media (fasilitas) yang dipakai untuk menyajikan sesuatu yang harus dibaca, dilihat dan didengar oleh mahasiswa. Kalau dalam *learning* mahasiswa membaca teks-teks atau melihat gambar-gambar yang dicetak di atas kertas, maka dalam *e-learning* mahasiswa membaca teks-teks dan melihat gambar-gambar yang tersaji pada layar monitor. Kalau dalam *learning* mahasiswa mendengarkan suara dosen yang sedang berceramah di depan kelas atau speaker yang terhubung dengan suatu studio, maka dalam *e-learning* mahasiswa mendengarkan suara dosen melalui speaker di samping monitor. Oleh karena itu kegiatan membaca, mendengarkan dan melihat dalam *e-learning* masih memainkan peran utama sebagaimana dalam proses pembelajaran biasa. Dalam *e-learning* persamaan medan gravitasi Einstein, misalnya, tetap merupakan persamaan matematis yang sulit untuk dimengerti, dan tidak menjadi sedikit lebih mudah lantaran disajikan di atas layar monitor. Untuk memahaminya orang tetap saja harus membaca uraiannya, hanya saja uraian itu sekarang tidak lagi ditulis di atas kertas melainkan ditampilkan di atas layar monitor. Dalam hal lain, bahkan *e-learning* tidak mampu mengakomodir stimulus-stimulus yang harus ditangkap oleh indera penciuman, perasa dan peraba. Oleh karena itu, antara proses ideogenesis yang terjadi pada *e-learning* dan yang terjadi pada pembelajaran konvensional sama sekali *tidak* terdapat perbedaan. Ajektif 'electronic' oleh karena itu tidaklah essential. Implementasi *e-learning* sejatinya tidak lebih dari sekedar evakuasi sumber-sumber pembelajaran dari tempat-tempat konvensional (perpustakaan dan ruang-ruang kuliah) ke alam maya (*cyberspace*). *e-Learning* adalah metode pembelajaran biasa yang mana sumber-sumber pembelajaran dikemas secara elektronik. Yang baru sejatinya hanyalah tampilan sumber-sumber pembelajaran. Adapun proses regulasi fungsi-fungsi psikologis dalam diri manusia tetap saja sama yakni melalui indera pendengaran dan penglihatan, itupun *seandainya* peran ketiga indera lainnya –yang stimulusnya tidak mungkin disediakan oleh jaringan komputer– boleh diabaikan dalam proses pembelajaran. *e-Learning* berbeda dari *learning* semata-mata hanya pada fasilitas-fasilitas pembelajaran. Jadi, *e-learning* bukanlah metode atau sistem pembelajaran yang sama sekali baru. Maka dari itu orang perlu arif dalam menanggapi *booming* istilah ini. Di negara-negara maju orang memahami bahwa implementasi internet dalam pembelajaran hanyalah sebagai pendukung (*support*) yang mempermudah tersedianya sumber-sumber pembelajaran, bukan sebagai sistem atau metodologi. Sehingga tanggapan mereka atas implementasi internet dalam dunia pendidikan biasa-biasa saja tanpa ada yang dibesar-besarkan, apalagi sampai taraf menjanjikan keberhasilan pendidikan. Begitulah keajaiban masyarakat kita : sesuatu yang di luar negeri biasa-biasa saja, akan menjadi luar biasa bila telah sampai di Indonesia. (Semoga para pembaca masih ingat berkah yang diterima oleh para bintang telenovela Amerika Latin : di negeri mereka sendiri mereka ditanggapi biasa-biasa saja, tetapi di sini mereka dipuja setinggi langit.)

Oleh karena itu, wajarlah kalau kemudian diusulkan untuk tidak mencantumkan imbuhan 'electronic' kalau hanya sekedar untuk menyebut suatu sistem pembelajaran yang difasilitasi oleh jaringan komputer dan peranti-peranti elektronik lain dalam artian di atas. Mudah untuk diingat : yang elektronik itu sumber-sumber pembelajarannya bukan proses pembelajarannya. Pada poin ini perlu diingat bahwa para ilmuwan (*scientists*) telah lama pula mengimplementasi-kan jaringan komputer (internet) dalam *aktivitas ilmiah* mereka : mengkomunikasikan capaian-capaian mereka, berdiskusi jarak jauh, mempublikasikan karya ilmiah dalam journal-journal elektronik (*e-journal*), menyampaikan undangan seminar dll.

Tetapi toh kemudian tidak muncul istilah *e-science*. Hal ini karena nyata betul bahwa peran jaringan komputer dalam aktivitas mereka hanyalah fasilitas penunjang. Dengan demikian, bila pemakaian istilah ‘e-learning’ masih harus dipaksakan, maka wajarlah bila kemudian tumbuh kecurigaan. Bagi masyarakat awam yang mulai skeptis terhadap ‘prestasi’ pendidikan di tanah air dewasa ini, istilah ‘e-learning’ memang lebih eksotis dan menjanjikan adanya terobosan baru guna memecahkan kebuntuan pendidikan di tanah air.

B. Visualisasi dan Laboratorium Maya

Kemajuan teknologi komputer memungkinkan kita membuat visualisasi bagi segala sesuatu yang sebelumnya hanya bisa kita dibayangkan. Misalnya, gerak bulan mengelilingi bumi dan gerak pusat massa bumi-bulan mengorbit matahari menjadi mudah dipahami dengan melihat visualisasinya. Akan tetapi, seringkali para siswa melihat visualisasi akan menyebabkan lemahnya daya imajinasi dan abstraksi mereka. Visualisasi dihasilkan dengan asumsi-asumsi. Oleh karena itu, situasi yang digambarkan dalam visualisasi tentu berbeda dari situasi riil yang digambarkannya.

Kemajuan teknologi komputer juga memungkinkan kita melakukan simulasi. Sebagaimana visualisasi, simulasi juga menuntut adanya asumsi-asumsi. Biasanya situasi riil yang disimulasikan menyangkut sistem kompleks. Simulasi sangat bermanfaat ketika eksperimen riil tidak mungkin dilakukan atau terlalu mahal atau berbahaya untuk dilakukan. Dengan simulasi orang membangun adanya laboratorium maya yang secara finansial sangat terjangkau.

DAFTAR PUSTAKA

- G. E. deBoer. 1991. *A History of Ideas in Science Education : Implication for Practice*. Teacher College Press, Columbia University. New York.
- R. W. Bybee dan G. E. deBoer. 1993. *Goals for the Science Curriculum*. Dalam Handbook of Research on Science Teaching and Learning. NSTA. Woshington, DC.
- J. Dewey. 1910. *How We Think*. D.C. Heath. Boston.
- P. Kitcher. 1982. *Abusing science : The case against creationisme*. MIT Press. Cambridge Mass.
- National Research Council. 2000. *Inquiry and the National Science Education Standards*. National Academy Press. Washington, D.C.
- J. Schwab. 1960. What Do Scientist Do? *Behavioral Science*, 5(1).
- J. Schwab. 1966. *The Teaching of Science*. Harvard University Press. Cambridge, M.A.

Mendadak F I S I K A ?¹

Oleh Sabrang Mowo Damar Panuluh (Noe Vokalis Letto)

- sering saya berharap TITI KAMAL membintangi film sangat asyik berjudul

Mendadak Fisika ---

1. Ada sebuah bunga yang dimana jika kita berada di bawahnya 5 menit saja, kita akan mati.
2. Berapa jumlah angka 9 dari 0 – 100.
3.(verbal)

APA YANG FISIKA AJARKAN

- Brief history

1780

1782 Conservation of matter, Lavoisier

1785 Inverse square law for electric charges confirmed, Coulomb

1801 Wave theory of light, Young

1803 Atomic theory of matter, Dalton

1805

1806 Kinetic energy, Young

1814 Wave theory of light, interference, Fresnel

1820 Evidence for electro-magnetic interactions, Ampere, Biot, Savart

1824 Ideal gas cycle analysis, internal combustion engine, Sadi Carnot

1827 Resistance, etc., Ohm

1830

1838 Lines of force, fields, Faraday

1838 Earth's magnetic field, Weber

1842–3 Conservation of energy, Julius Robert Mayer, William

Thomson

1842 Doppler effect, Lord Kelvin

1845 Faraday rotation (light and electromagnetic)

1847 Conservation of energy 2, Joule, von Helmholtz

1850–1 Second law of thermodynamics, Rudolf Clausius, Kelvin

1855

1857–9 Kinetic theory, Clausius, James Clerk Maxwell

1861 Black body, Kirchhoff

1863 Entropy, Clausius

¹ Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika pada tanggal 05 Mei 2008

1864 A dynamical theory of the electromagnetic field, Maxwell
 1867 Dynamic theory of gases, Maxwell
 1880
 1871–89 Statistical mechanics, Boltzmann, Gibbs
 1884 Boltzmann derives Stefan radiation law
 1887 Electromagnetic waves, Hertz
 1893 Wein's radiation law
 1895 X-rays
 1897 Electron
 1900 Planck formula for radiation
 1905
 1905 Special relativity, Einstein
 Photoelectric effect, Einstein
 Brownian motion, Einstein
 1911 Equivalence Principle
 Discovery of the nucleus
 Superconductivity
 1913 Bohr atom
 1916 General relativity, Einstein
 1919 Light bending confirmed
 1922 Friedmann proposes expanding universe
 1923 Stern-Gerlach experiment
 Matter waves
 Galaxies
 Particle nature of photons confirmed
 1925–7 Quantum mechanics
 1925 Stellar structure understood
 1927 Big Bang proposed by Lemaitre
 1928 Antimatter predicted
 1929 Hubble confirms expansion of universe
 1930
 1932 Antimatter confirmed
 Neutron discovered
 1933 Dark matter found
 1937 Muon discovered
 1938 Superfluidity discovered
 Energy production in stars understood
 1939 Uranium fission discovered
 1944 Theory of magnetism in 2D Ising model
 1947 Pion discovered
 1948 Quantum electrodynamics
 1955
 1956 Electron neutrino discovered
 1956–7 Parity found violated
 1957 Superconductivity explained
 1959–60 Role of topology in quantum physics, predicted and confirmed
 1962 SU(3) theory of strong interactions
 Muon neutrino found
 1963 Quarks predicted
 1967 Unification of weak and electromagnetic interactions

	Solar neutrino problem found
	Pulsars (neutron stars) discovered
1968	Experimental evidence for quarks found
1970–3	Standard model of elementary particles invented
1971	Helium 3 superfluidity
	1974 Black hole radiation predicted
	Renormalization group Charmed quark found
1975	Tau lepton found
1977	Bottom quark found
1978	Dark matter found in galaxies
1980	
1980	Quantum Hall effect
1981	Theory of cosmic inflation proposed
1982	Fractional quantum Hall effect
1985	Bose-Einstein condensate found
1995	Top quark found
1998	Dark energy discovered
2000	Tau neutrino found
2003	WMAP observations of Cosmic microwave background

PHYSICS vs SOCIETY

- Hukum Newton melahirkan sebuah era. Dengan dilokomotif mesin uap melahirkan Era Revolusi Industri.
Michael Faraday dan James Clerk dengan penemuan bahwa Electricity dan magnetism adalah dua aspek dari force (gaya) yang sama melahirkan
- Electromagnetism. Melahirkan era Elektronik.
- Einstein dengan $E=MC^2$ menemukan koneksi antara massa dengan energy. Melahirkan Era Nuklir.

Menimbulkan kecurigaan tentang kekuatan fisika dalam mempengaruhi sebuah peradaban.

Menimbulkan pertanyaan sejauh mana fisika mempengaruhi manusia yang notabene adalah unsur utama dalam pembentukan sebuah peradaban.

APA YANG FISIKA AJARKAN KEPADA SAYA

Cara berfikir :

- Metode Ilmiah
Dipioniri oleh *Ibn al-Haytham 965-1039*, Metode ilmiah membuka cara yang terstruktur untuk mencari sebuah kebenaran. Singkatnya :
 1. **Gunakan pengalaman** : Cari tahu apakah permasalahan yang akan dibahas masuk akal, pertanyakan adakah penjelasan untuk masalah ini sebelumnya. Jika tidak ada, melangkah ke langkah 2.
 2. **Coba membuat hipotesa/conjecture** : dengan informasi yang ada (walau biasanya belum lengkap) coba memformulasikan sebuah penjelasan dari masalah di no 1.

3. **Buat prediksi/ramalan** : berdasarkan dari hipotesa yang kita buat di point 2, coba buat sebuah prediksi apa kensekuensi dari hipotesa tersebut.
4. **Test** : point ini sebenarnya yang paling tricky. Test bukanlah mencoba membuktikan prediksi yang kita buat no 3. (kesalahan berfikir ini biasa disebut *affirming the consequent*). Yang kita lakukan pada point ini adalah mencoba mencari kesalahan pada point no 2. Selama belum ditemukan kesalahan, point no 2 masih berpotensi untuk mengandung kebenaran.

Ada pemikiran mendasar yang sangat menarik pada metode ini. Semua test yang dilakukan dan membenarkan poin 2 tidak akan pernah secara absolute membenarkan poin 2. Test hanya mampu menyalahkan Poin 2. (ingat Einstein ? ingat Sherlock Holmes ?)

Einstein : Sebanyak apapun experiment tidak akan mampu menunjukkan bahwa saya benar. Tapi cukup satu experiment untuk membuktikan bahwa saya salah.

Sherlock Holmes : (... Baca novelnya).

Dipioniri *Ludwig Fleck 1896-1961*, ada usulan tentang bagaimana kita harus lebih memperhatikan secara seksama pengalaman-pengalaman kita sehari-hari. Pengalaman sangat rentan terhadap bias. Satu point yang sangat menarik : kepercayaan.

Bagaimana sebuah bentuk *kepercayaan* yang kita percayai bisa memberi kabut kepada pengalaman-pengalaman kita.

Secara sederhana saya contohkan, dari ‘lampu kuning’ yang diberikan *Ludwig dkk*, kita bisa lebih ‘terbuka’ menerima realitas yang diberikan oleh Fisika Quantum yang notabene seringkali sangat berbeda dengan intuisi yang kita miliki dan gunakan sehari-hari.

Pelajaran-pelajaran ini memberi modal dan motivasi yang sangat besar untuk meneliti lebih lanjut tentang Manusia, Otak dan Akalnya.

Seberapa kita mengetahui otak kita ? seberapa percaya kita kepada otak kita ?

3 pertanyaan ngga penting yang sedikit memberi ilustrasi tentang ‘keakraban’ kita dengan otak kita sendiri : 1,2,3.

Ilustrasi dan konklusi dari pertanyaan 1,2,3 :

FISIKA MEMBERI MODAL DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI

Jika kita belajar fisika hanya sebagai sebuah ilmu pengetahuan, Ia (fisika) akan memberikan modal yang sangat terbatas dalam kehidupan sehari-hari.

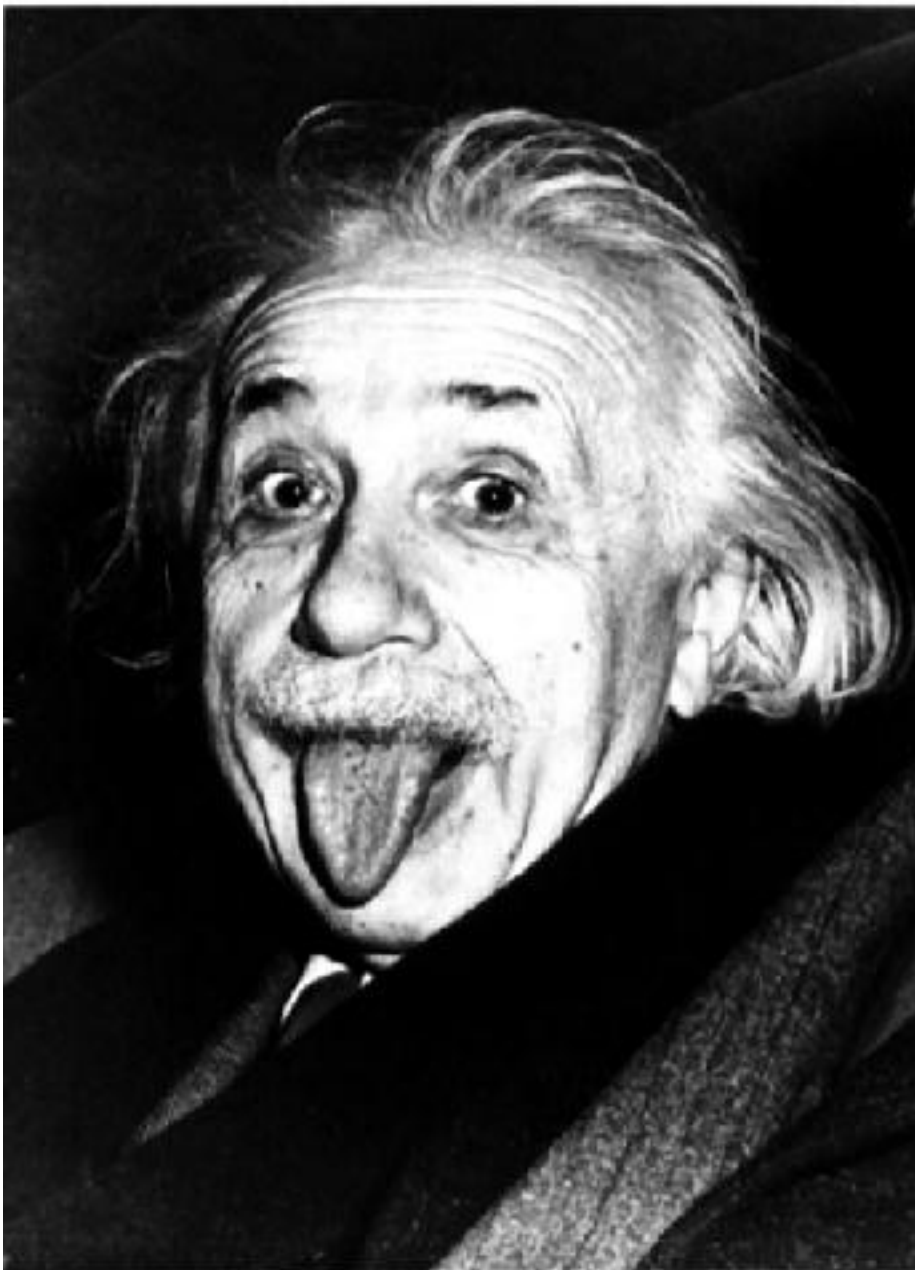
Contoh : bagaimana cara memberitahu adik kita yang nakal agar tak lagi hobby ngomong jorok.

Atau mungkin yang lebih kontekstual dengan Noe : bagaimana cara membuat lagu dengan disiplin ilmu fisika.

Akan sangat susah mencari rumus yang tepat untuk memecahkan masalah-masalah tersebut.

Tapi jika kita mengambil ilmu fisika tidak hanya berhenti pada rumus, melainkan sesuatu yang lebih fundamental yaitu *cara berfikir*, kita akan mampu menghadapi masalah-masalah tersebut dengan lebih baik. Minimal lebih baik dari orang yang belum pernah belajar fisika.

LETTO = Melet kalo difoto



TENTANG METODE BELAJAR FISIKA YANG ASYIK DAN MUDAH DIFAHAMI

Pertanyaan ini sebenarnya gampang-gampang susah untuk dijawab. Saya pribadi sebenarnya tidak setuju jika *belajar asyik* selalu harus dibebankan kepada pencari ilmu. Pendidik dan terdidik sama-sama mempunyai peran yang besar jika tujuannya adalah agar fisika menjadi *menyenangkan*.

Hal nomor satu yang harus dilakukan adalah merubah *prekonsepsi* bahwa fisika adalah tentang rumus dan rumus. Fisika adalah buku dan buku.

Fisika adalah hal yang menyenangkan ! Untuk bisa memahami suatu fenomena adalah hal yang sangat menyenangkan. Dan fisika bukanlah tentang bagaimana kita bisa memecahkan soal ketika ujian. Fisika adalah moment cahaya ketika kita bisa dan berhak berkata “ooooo gitu toh ternyata”.

Kesadaran seperti ini harus dimiliki oleh pihak pendidik dan terdidik. Sangat dibutuhkan kekreatifan seorang pengajar untuk bisa mencari titik paling penting dari proses pembelajaran. Bahkan kadang-kadang dibutuhkan soal-soal pertanyaan yang sangat tidak ‘fisika’ untuk memahami ‘cara berfikir’ fisika.

Contoh :

Neraka. Apakah Neraka Exothermic atau Endothermic. ??

Pertanyaan ini diberikan oleh Dr. Schambaugh, dari University of Oklahoma School of Chemical Engineering, Ujian akhir bulan Mei 1997

Hanya satu mahasiswa yang berhasil mendapatka nilai A, bernama Tim Graham.

PERAN FISIKA

Fisika sebagai metode untuk belajar berfikir ternyata jauh lebih fundamental dari yang sering kita kira. Ia tidak hanya belajar hal yang paling kecil dengan Quantum Mechanicnya ataupun hal terbesar dengan Astrophysicsnya.

Memperlakukan fisika sebagai metode berfikir ternyata membuat semua hal mendadak Fisika

**PENGHITUNGAN HARGA MEDAN NUKLEASI PERMUKAAN
SUPERKONDUKTOR TIPE II
DENGAN MINIMISASI DOWNHILL SIMPLEX ***

Fuad Anwar¹, Pekik Nurwantoro², Agung B.S.U.², Harsojo², Arief Hermanto²,
Prayoto²

¹*Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret, Surakarta*

²*Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*

fuada70@yahoo.com

Abstrak

Telah dilakukan penghitungan harga medan nukleasi permukaan H_{c3} superkonduktor tipe II yang berbentuk lempeng semi tak berhingga. Proses penghitungan menggunakan persamaan Ginzburg-Landau yang diselesaikan dengan metode variasi dan program minimisasi Downhill Simpleks. Dari hasil penghitungan diperoleh harga H_{c2}/H_{c3} sebagai fungsi arah medan magnet luar. Perbandingan dengan penelitian sebelumnya menunjukkan metode komputasi yang dipakai sudah benar namun hasilnya masih kurang teliti.

Kata kunci : medan nukleasi permukaan, superkonduktor tipe II, minimisasi Downhill Simpleks

**CALCULATION OF SURFACE NUCLEATION FIELD
OF TIPE II SUPERCONDUCTOR
USING DOWNHILL-SIMPLEX MINIMIZE**

Abstract

It was calculated surface nucleation field at H_{c3} of tipe II superconductor in the form of semi infinite slab. The calculation used Ginzburg-Landau equation then it was solved with variation method and Downhill-Simplex minimize. It was found H_{c2}/H_{c3} in the function of direction of external magnetic field. When it compared with the researches before, it is seen this computational method is right, but the result is less accurate.

Keywords : surface nucleation field, tipe II superconductor, Downhill-Simplex minimize

* Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika pada tanggal 05 Mei 2008

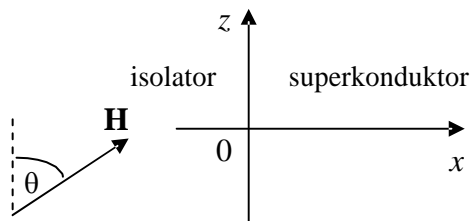
1. Pendahuluan

Superkonduktor tipe II mempunyai tiga tingkatan harga medan kritis, yaitu medan kritis rendah H_{c1} , medan kritis tinggi H_{c2} dan medan nukleasi permukaan H_{c3} (Tinkham, 1996). Kajian terhadap H_{c3} telah menarik perhatian banyak peneliti (Nurwantoro, 1998 ; Jones dkk, 1998; Mourachkine, 2004). Nurwantoro (1998) telah menghitung harga H_{c2}/H_{c3} superkonduktor tipe II berbentuk lempeng semi tak berhingga sebagai fungsi arah medan magnet luar. Proses penghitungan menggunakan persamaan Ginzburg-Landau yang diselesaikan dengan metode variasi dan proses minimisasi. Dalam proses minimisasi tersebut, Nurwantoro menggunakan *subroutine E04JAF* (metode minimisasi *quasi-Newton*) dari *NAG Library*.

Menurut Press dkk (1989), tak ada algoritma minimisasi yang sempurna, sehingga mereka menyarankan perlunya menggunakan lebih dari satu metode dalam mencari nilai minimum suatu fungsi. Dengan demikian, penelitian pembandingan untuk menghitung ulang harga H_{c2}/H_{c3} dengan menggunakan metode minimisasi lain merupakan salah satu penelitian yang perlu untuk dilakukan.

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, superkonduktor tipe II yang dikaji berbentuk lempeng semi tak berhingga dan berbatasan dengan isolator. Superkonduktor tersebut dikenai medan magnet luar \mathbf{H} dengan arah membentuk sudut θ . Keadaan selengkapnya dapat dilihat di Gambar 1.



Gambar 1 Superkonduktor dikenai medan magnet \mathbf{H}

Mengacu pada kerja Nurwantoro (1998) sebelumnya, penghitungan harga H_{c2}/H_{c3} pada kasus di atas dilakukan dengan menggunakan persamaan Ginzburg-

Landau yang diselesaikan dengan metode variasi. Hasilnya dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\frac{H_{c2}}{H_{c3}} = \text{harga minimum } F(\gamma, \{a_{ij}\}) \quad (1)$$

di mana :

$$F(\gamma, \{a_{ij}\}) = \frac{1}{\gamma} \frac{2}{T} \frac{3}{T} \frac{4}{-T} - \left(\frac{5}{T} - \frac{6}{T^2} \right) \quad (2)$$

dan :

$$ij \leq 7 \quad 2T_7^2 \quad \varnothing$$

$$T_1 = 2 \sin \theta \sum_{i=0}^{N_z} \sum_{j=0}^{N_x} \sum_{l=0}^{N_x} \left(i + \frac{1}{2} \right) I_{2j+2l} a_{ij} a_{il} \quad (3a)$$

$$T_2 = 8 \cos \theta \sum_{i=0}^{N_z} \sum_{j=0}^{N_x} \sum_{l=0}^{N_x} \left[j l I_{2(j+l-1)} + \gamma^2 I_{2(j+l+1)} - (j+l) \gamma I_{2(j+l)} \right] a_{ij} a_{il} \quad (3b)$$

$$T_3 = \frac{\cos \theta}{2} \sum_{i=0}^{N_z} \sum_{j=0}^{N_x} \sum_{l=0}^{N_x} I_{2(j+l+1)} a_{ij} a_{il} \quad (3c)$$

$$T_4 = \sqrt{\sin \theta \cos \theta} \sum_{i=0}^{N_z-1} \sum_{j=0}^{N_x} \sum_{l=0}^{N_x} \sqrt{i+1} I_{2(j+l)+1} (a_{i+1j} a_{il} + a_{ij} a_{i+1l}) \quad (3d)$$

$$T_5 = \sqrt{\cos \theta} \sum_{i=0}^{N_z} \sum_{j=0}^{N_x} \sum_{l=0}^{N_x} I_{2(j+l)+1} a_{ij} a_{il} \quad (3e)$$

$$T_6 = \sqrt{\sin \theta} \sum_{i=0}^{N_z-1} \sum_{j=0}^{N_x} \sum_{l=0}^{N_x} \sqrt{i+1} I_{2(j+l)} (a_{i+1j} a_{il} + a_{ij} a_{i+1l}) \quad (3f)$$

$$T_7 = \sum_{i=0}^{N_z} \sum_{j=0}^{N_x} \sum_{l=0}^{N_x} I_{2(j+l)} a_{ij} a_{il} \quad (3g)$$

Besaran N_x dan N_z pada persamaan di atas menunjukkan panjang deret yang dipakai, γ dan a_{ij} menunjukkan parameter variasi, sedangkan I_n menunjukkan suatu rumus rekursi sebagai berikut :

$$I_n = \frac{n-1}{4\gamma} I_{n-2}, \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (4)$$

dengan

$$I_1 = \frac{1}{4\gamma} \quad \text{dan} \quad I_0 = \sqrt{\frac{\pi}{8\gamma}} \quad (5)$$

Maksud rumus di atas, jika fungsional $F(\gamma, \{a_{ij}\})$ tersebut diminimisasikan terhadap satu set parameter variasi $(\gamma, \{a_{ij}\})$, maka akan diperoleh harga H_{c2}/H_{c3} . Mengingat $F(\gamma, \{a_{ij}\})$ merupakan fungsi sudut θ , di mana sudut θ menunjukkan arah medan magnet luar \mathbf{H} seperti gambar 1, maka secara tidak langsung, harga H_{c2}/H_{c3} merupakan fungsi dari harga dan arah medan magnet luar \mathbf{H} .

Adapun cara mencari harga minimum $F(\gamma, \{a_{ij}\})$ dalam penelitian ini dilakukan dengan memakai program komputer. Program tersebut memakai *Procedure Amoeba* dari buku *Numerical-Recipes* (Press dkk, 1989), yaitu suatu *procedure* yang digunakan untuk mencari nilai minimum suatu fungsi berdasarkan metode minimisasi *downhill simplex*.

3. Hasil Dan Pembahasan

Dari metode penelitian ini, dapat diperoleh data harga H_{c2}/H_{c3} untuk berbagai sudut θ . Data harga H_{c2}/H_{c3} untuk sudut $\theta = 0^0$ dan $\theta = 90^0$ hasil penelitian sekarang dan hasil beberapa penelitian lain dapat dilihat di Tabel 1.

Tabel 1 Harga H_{c2}/H_{c3} hasil penelitian sekarang dan penelitian lain

Jenis Penelitian		Harga H_{c2}/H_{c3} pada	
		$\theta = 0^0$	$\theta = 90^0$
Penelitian Saint-James dan de Gennes (Tinkham, 1996)		0,59	1
Penelitian Nurwantoro (1998) : $N_x = 3$ dan $N_z = 3$		0,590191	1,000000
Penelitian sekarang	$N_x = 1$ dan $N_z = 1$	1,183622	1,000000
	$N_x = 2$ dan $N_z = 2$	0,890298	1,000000
	$N_x = 3$ dan $N_z = 3$	0,750128	1,000000
	$N_x = 4$ dan $N_z = 4$	0,602810	1,000000
	$N_x = 5$ dan $N_z = 5$	Sulit menentukan harga awal a_{ij} dan γ di program komputer	

Penelitian Saint-James dan de Gennes di Tabel 1 di atas menggunakan metode analitik, sedangkan penelitian lain menggunakan metode komputasi. Dari tabel 1 di atas terlihat bahwa pada penelitian sekarang, harga H_{c2}/H_{c3} akan semakin mendekati hasil penelitian Saint-James dan de Gennes, jika harga N_x dan

N_z dipilih berharga semakin besar. Hal ini sesuai dengan pemahaman terhadap matematika (Arfken, 1985), yang menyebutkan seharusnya jika deret di Pers. (2) dan Pers. (3) semakin panjang (harga N_x dan N_z semakin besar), maka harga H_{c2}/H_{c3} penelitian sekarang semakin teliti (mendekati hasil Penelitian Saint-James dan de Gennes). Dan harga terbesar yang bisa dipilih adalah empat, karena di atas harga tersebut, harga awal a_{ij} dan γ yang harus diberikan di program komputer sulit ditentukan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa metode komputasi ini akan memberikan hasil yang optimal jika dipilih $N_x=4$ dan $N_z=4$, di mana dengan pilihan tersebut, parameter variasi akan berjumlah 26 buah.

Dari Tabel 1 juga terlihat, harga H_{c2}/H_{c3} penelitian sekarang untuk sudut $\theta = 90^0$ lebih teliti daripada untuk sudut $\theta = 0^0$. Kajian terhadap persamaan (2) dan (3) menunjukkan pada kasus sudut $\theta = 90^0$, harga T2, T3, T4 dan T5 menjadi nol, sehingga fungsi menjadi relatif sederhana, sebaliknya pada kasus sudut $\theta = 0^0$ fungsi menjadi panjang dan rumit. Dengan demikian, pada kasus sudut $\theta = 0^0$ akan terjadi banyak pembulatan dalam proses penghitungan, sehingga hasilnya kurang teliti.

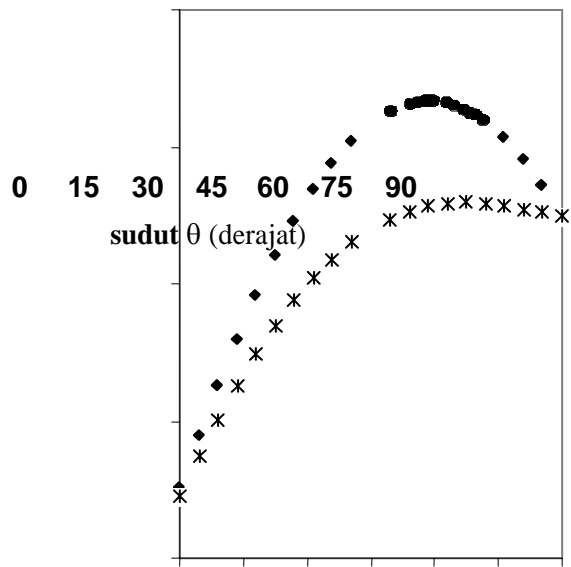
Data harga H_{c2}/H_{c3} penelitian sekarang dan hasil dua penelitian lain untuk banyak sudut θ dapat dilihat di Gambar 2. Di gambar tersebut terlihat grafik harga H_{c2}/H_{c3} sebagai fungsi θ mempunyai pola/kecenderungan yang sama dengan hasil penelitian lain, namun harganya sedikit lebih kecil. Diduga, hal ini menunjukkan data hasil penelitian sekarang sudah menunjukkan kecenderungan yang benar, hanya saja secara umum ketelitiannya kurang.

◆

1.3
1.1
 H_{c2}/H_{c3} 0.9

data penelitian
sekarang
data Nurwanto

0.7
0.5



4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa : kombinasi metode variasi dan metode minimisasi *downhill simplex* dapat dipakai untuk menghitung medan nukleasi permukaan superkonduktor tipe II sebagai fungsi arah medan magnet luar, namun hasilnya sedikit kurang teliti.

Daftar Acuan

- Arfken, G., *Mathematical Methods for Physicist*, Third Edition, Academic Press, Orlando, 1985.
- Jones, R.C., Keene, M.N. dan Nurwantoro, P., 1998, Variational Calculations of Sheath-state Nucleation in Isotropic Type II Superconductors, *Physica C*, **298**, 140-158.
- Mourachkine, A., 2004, *Room-Temperature Superconductivity*, Cambridge International Science Publishing, Cambridge.
- Nurwantoro, P., Ph.D. Thesis, Faculty of Science, University of Birmingham, Birmingham, 1998.
- Press, W.H., Flannery, B.P., Teukolsky, S.A. dan Vetterling, W.T., *Numerical Recipes The Art of Scientific Computing*, Cambridge University Press, Cambridge, 1989.
- Tinkham, M., *Introduction to Superconductivity*, McGraw-Hill, Singapore, 1996.

Tumbukan Sentral Benda Tunggal dan Sebuah Benda Terhubung Pegas Diam Disimulasikan dengan *Easy Java Simulations**

¹Widodo, ² Suminar Pratapa, ³Lila Yuwana.

1. Mahasiswa Pascasarjana Jurusan Fisika FMIPA ITS Surabaya, dodo@physics.its.ac.id
2&3. Program Pascasarjana Jurusan Fisika FMIPA ITS Surabaya

Abstrak

Telah dilakukan pembuatan simulasi dan soal interaktif tumbukan sentral sebuah benda dengan sebuah benda yang dihubungkan dengan pegas menggunakan *Software Opensource Easy Java Simulations (EJS)*. *EJS* merupakan *Software* yang didesain khusus untuk mensimulasikan fenomena fisika yang dapat mengintegrasikan unsur audio dan visual sehingga dapat digunakan untuk media simulasi berbagai tingkatan. Kegiatan ini dimulai dengan studi literatur tentang formulasi tumbukan yang dimaksud untuk menemukan persamaan geraknya. Dari persamaan gerak yang diperoleh selanjutnya dibuat simulasi dengan menggunakan *EJS* yang dapat ditampilkan dalam format *html*. Pengguna dapat menjalankan simulasi ini pada variasi massa dan (besar dan arah) kecepatan benda, tetapan pegas dan koefisien restitusi tumbukan. Selain simulasi gerak disusun pula soal interaktif berdasarkan fenomena tersebut yang darinya pengguna dapat menguji kemampuannya untuk menjawab soal (kuantitatif) berdasarkan gerak simulasi yang waktunya dipilih sendiri oleh pengguna. Kegiatan ini sedang dikembangkan untuk beberapa jenis tumbukan lain dan dilengkapi dengan penjelasan teoritik, audio dan video sehingga dapat dioptimalkan pada implementasi pengajaran di kelas.

Kata kunci: Simulasi, Tumbukan Sentral, *Easy Java Simulation*

1. Pendahuluan

Sampai saat ini kebanyakan guru atau dosen mengajarkan fisika terutama materi tumbukan dengan ceramah, *problem solving* dan kadang-kadang praktikum, padahal membuat gambar dan grafik serta animasi sangat baik untuk mendukung dalam pembelajaran fisika (Rusmiyati *et al.*, 2002).

* Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika pada tanggal 05 Mei 2008

Oleh karena itu seiring perkembangan teknologi informasi maka visualisasi dan simulasi dengan pemrograman komputer diharapkan dapat memainkan peranan penting dalam pembelajaran interaktif dan eksperimen maya. Salah satunya dengan basis pemrograman *java* yang merupakan bahasa pemrograman berorientasi objek yang dapat mensimulasikan secara riil fenomena fisika yang terjadi (Kadir, 2004). Dalam kenyataan di lapangan bahwa banyak guru fisika yang masih awam terhadap bahasa pemrograman. Untuk itu diperlukan *software* yang dapat membantu para guru fisika dalam mensimulasikan fenomena fisika.

Permasalahan penelitian ini "Bagaimana desain simulasi tumbukan sentral sebuah benda dengan benda yang dihubungkan dengan pegas terikat". Tujuan penelitian ini untuk mensimulasikan tumbukan sebuah benda dengan benda terikat pegas menggunakan *software EJS* secara interaktif. Sedang manfaat penelitian ini adalah memudahkan memahami konsep tumbukan sentral dan memberikan kontribusi dalam mengembangkan media yang efektif dalam bidang pendidikan.

2. Kajian Teori

2.1. Easy java Simulation

Easy Java Simulation merupakan perangkat *software* yang didesain untuk membuat simulasi peristiwa alam (sains) melalui komputer dengan mudah, cepat dan tepat (Madlazim, 2007). Simulasi komputer adalah program komputer yang mereproduksi fenomena alam melalui pengembangan visualisasi dari keadaan-keadaan yang ada. Masing-masing keadaan dijelaskan oleh seperangkat variabel yang berubah terhadap waktu iterasi yang diberikan algoritma. *Ejs* dan simulasi

yang dibuat dapat digunakan sebagai program independent pada sistem operasi yang berbeda, atau didistribusikan lewat internet dalam tampilan html oleh web browsers.

Yang membuat *Ejs* berbeda dengan kebanyakan produk lain adalah *Ejs* tidak didesain untuk membuat kerja *programmer* profesional lebih mudah, tetapi dikhususkan untuk guru sains dan siswa yang lebih memperhatikan isi dari simulasi itu sendiri dan aspek yang diperlukan untuk membangun simulasi sangat sedikit.

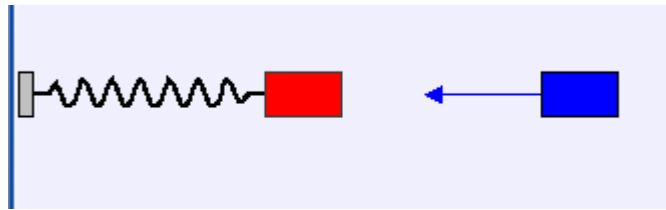
Kebanyakan simulasi komputer saintifik dapat dijelaskan dengan istilah model-kontrol dan tampilan paradigma. Dalam *Ejs*, keadaan paradigma tersebut tersusun dalam tiga bagian yaitu

- a. *Model*, menjelaskan fenomena yang dipelajari dengan istilah variabel-variabel, evolution dan constrain.
- b. *Control*, yang mendefinisikan aksi tertentu yang pengguna dapat tunjukkan dalam simulasi.
- c. *View*, yang menunjukkan representasi grafis fenomena yang disimulasikan.

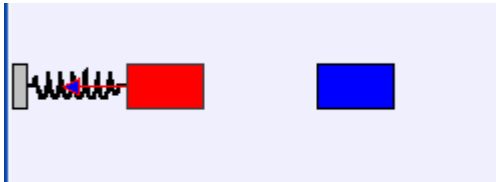
Ketiga bagian ini saling berhubungan.

2.2. Tumbukan Sentral Sebuah Benda dengan Sebuah Benda yang dihubungkan dengan Pegas.

Gambar 1 mengilustrasikan sebuah m_1 benda menumbuk sebuah benda m_2 keadaan diam yang dihubungkan dengan pegas yang terikat. Selanjutnya pegas akan mengalami isosalasi dan akan menumbuk benda satu.



Sebelum tumbukan



Sesudah tumbukan

Gambar 1. Tumbukan sebuah benda dengan sebuah benda yang dihubungkan dengan pegas yang terikat.

Dengan mensubstitusikan nilai koefisien restitusi pada tumbukan satu

dimensi dengan $e = \frac{(v_{1f} - v_{2f})}{v_{1i} - v_{2i}}$ maka diperoleh

$$v_{1f} = \frac{m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} - m_2 e (v_{1i} - v_{2i})}{m_1 + m_2} \quad (1)$$

$$v_{2f} = \frac{m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} + m_1 e (v_{1i} - v_{2i})}{m_1 + m_2} \quad (2)$$

Jenis tumbukan bila nilai $e = 1$ adalah elastis sempurna, nilai $e = 0 < e < 1$ adalah tumbukan tidak elastis sebagian dan nilai $e = 0$ adalah tidak elastis sempurna.

Penurunan misalnya menggunakan persamaan Lagrange memberikan persamaan gerak sebagai berikut :

$$a_{1f} = \frac{k x_{1f}}{m_1}$$

Maka solusinya

$$x_1 = A \cos(\omega t + \beta)$$

$$x_2 = x_2 + v_2 \cdot dt$$

dengan A adalah amplitudo getaran dan ϕ adalah sudut fase.

3. Mendesain Simulasi Tumbukan sebuah Benda dengan Benda yang Terhubung Pegas

3.1 Membuat Model

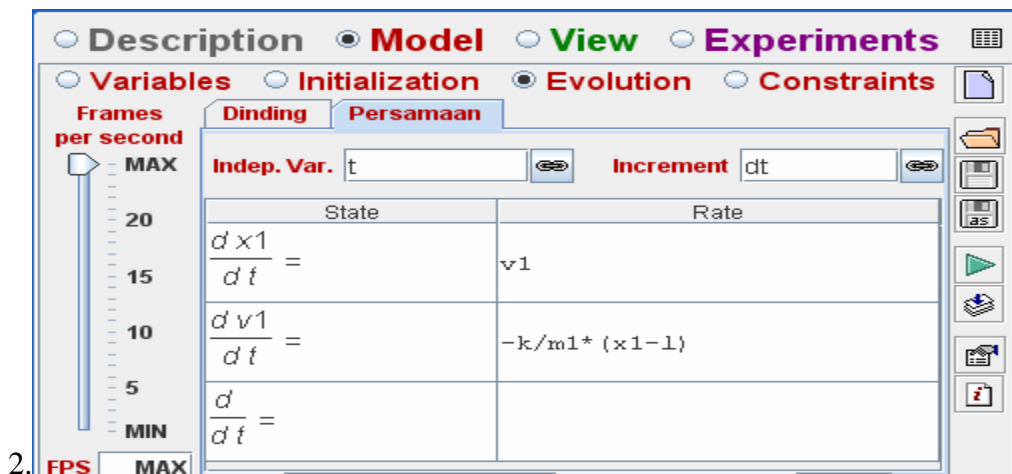
3.1.1. Mendeklarasikan Variabel

Pendeklarasian variabel-variabel pada tumbukan sentral sebuah benda dengan benda yang dihubungkan dengan pegas terikat dapat dituliskan antara lain: $m_1, m_2, x_1, x_2, v_1, v_2, t, dt, k, e, E_1$ dan E_2 .

3.1.2. Menuliskan pada Sub Panel *Evolution*

Penulisan persamaan diferensial benda yang sesuai dengan persamaan

$$a_{1f} = \frac{kx_{1f}}{m_1} \text{ pada Evolution seperti Gambar 2.}$$



Gambar 2. Persamaan diferensial pada sub panel *Evolution*

3.1.3 Menuliskan Persaman Tumbukan pada *Constraints*

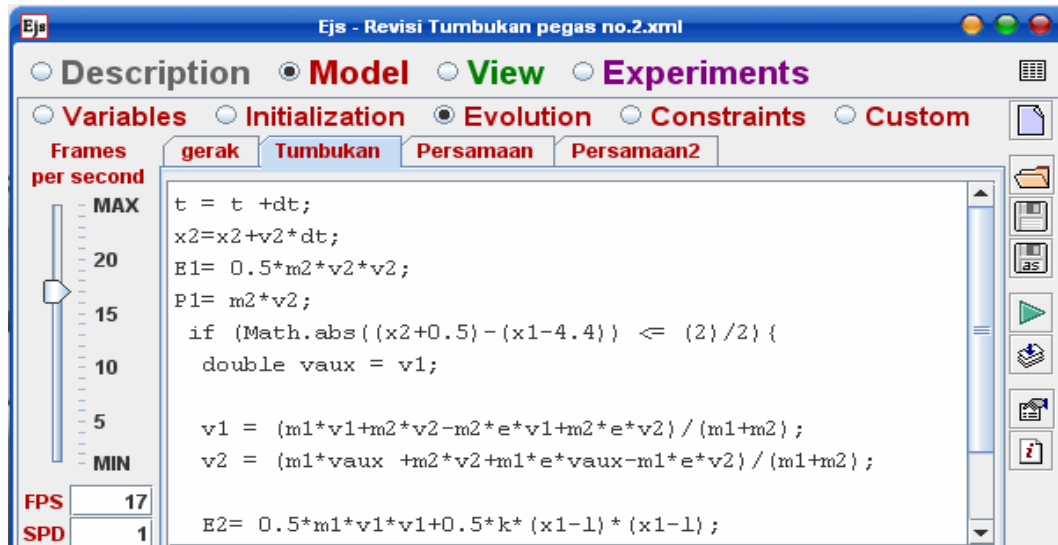
Pada sub- panel *Constraints* (Gambar 3) dituliskan persamaan tumbukan

$$v_{1f} = \frac{m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} - m_2 e (v_{2i} - v_{1i})}{m_1 + m_2} \quad v_{2f} = \frac{m_2 v_{2i} + m_1 v_{1i} + m_1 e (v_{2i} - v_{1i})}{m_1 + m_2}$$

dan persamaan energi mekanik sebelum benda mengalami tumbukan yaitu

$$E_1 = 0.5 * m_2 * v_2 * v_2; \text{ dan energi mekanik setelah tumbukan}$$

$$E_2 = 0.5 * m_1 * v_1 * v_1 + 0.5 * k * (x_1 - 1) * (x_1 - 1).$$



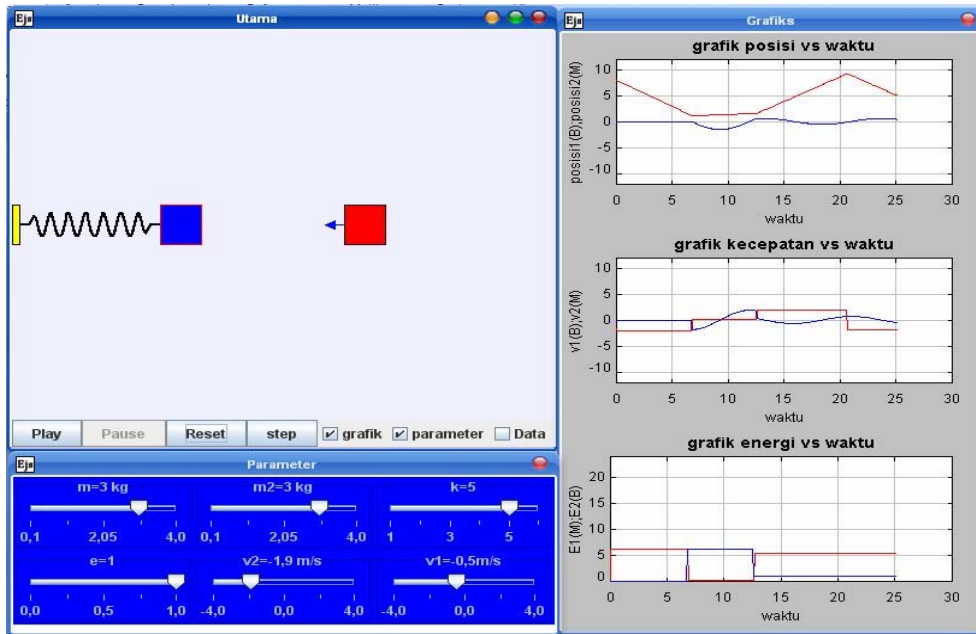
Gambar 3. Penulisan persamaan tumbukan dan energi mekanik

3.2. Membuat View

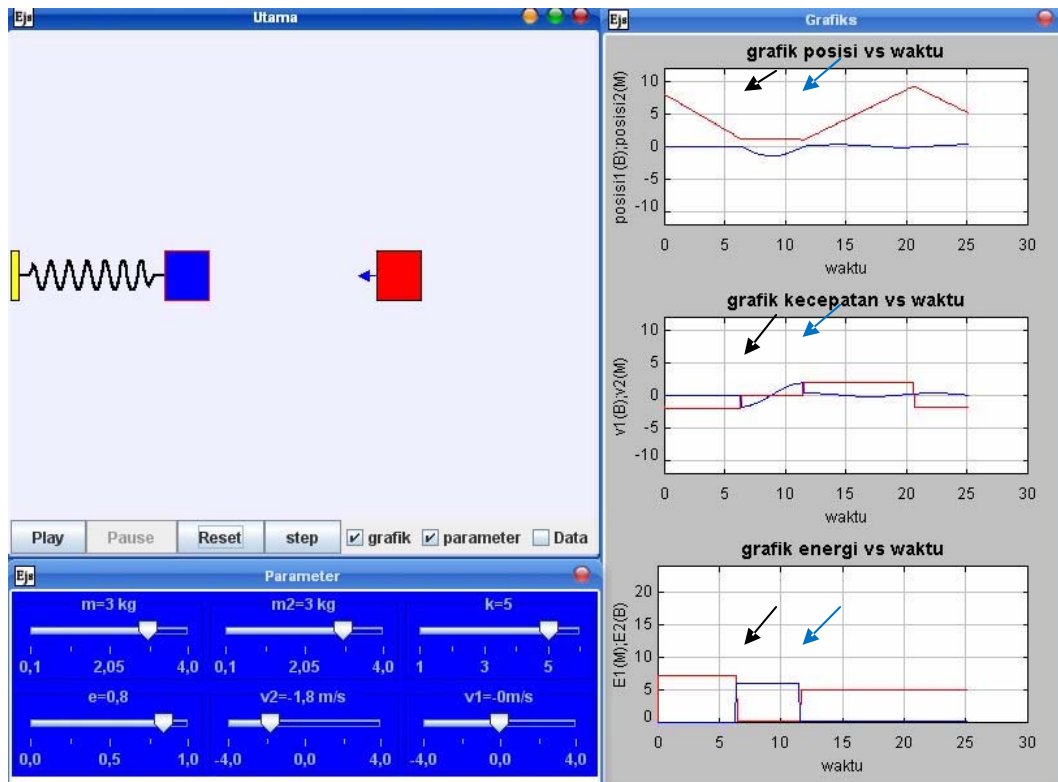
Halaman *View* ini digunakan untuk membuat simulasi tumbukan sentral. Menu-menu pada *View* menghasilkan *output* tampilan yang interaktif dan menarik. Pada halaman *View* ini terdapat dua bagian. Bagian sebelah kiri adalah *Tree of Elements* dan bagian kanan *Elements for View* Setiap elemen pada *View*. Setiap elemen pada *View* ini dikontrol pada panel *properties*. Input parameter pada *properties* ini harus disesuaikan dengan parameter-parameter pada panel *Model*, *Constraints* dan *Custom*.

1.3. Hasil Simulasi

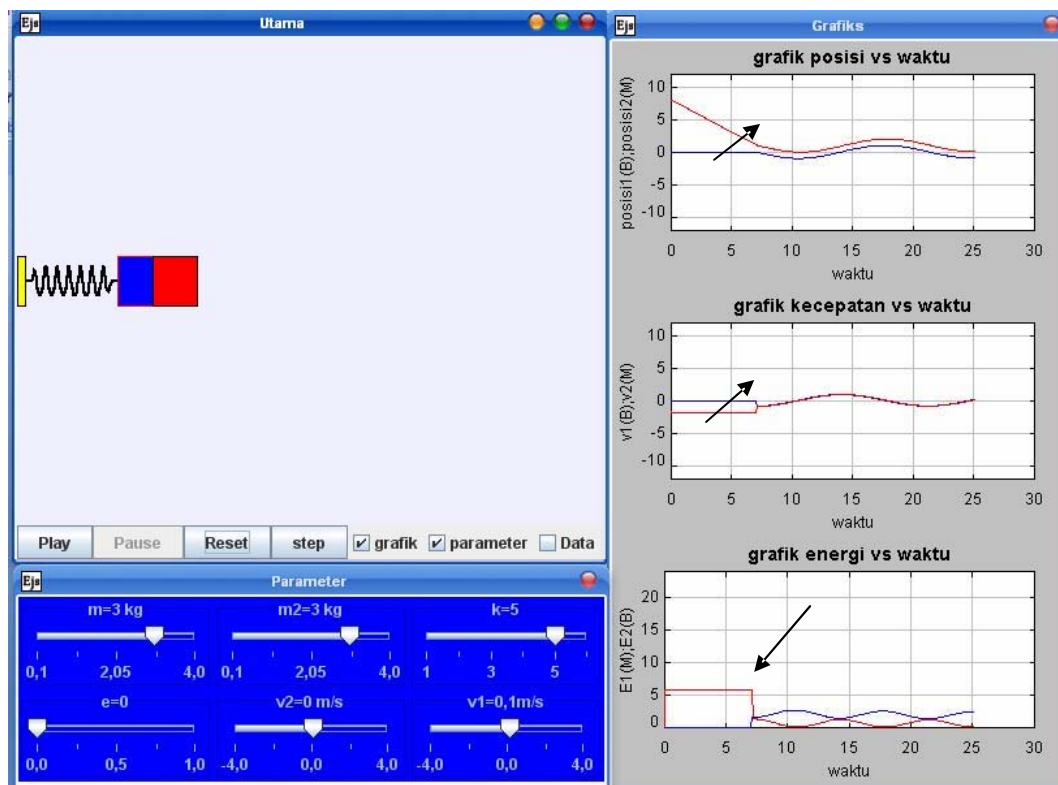
Dari input parameter pada panel *Model* dan *View* akan menghasilkan tampilan simulasi tumbukan elastis sempurna dengan nilai $e = 1$ seperti ditunjukkan Gambar 4. Untuk tumbukan tidak elastis sebagian dengan nilai $e = 0.8$ dapat disimulasikan seperti gambar 5, sedang untuk tumbukan tidak elastis sempurna dengan nilai $e = 0$ dapat disimulasikan seperti Gambar 6.



Gambar 4. Tampilan simulasi tumbukan elastis sempurna ($e = 1$), Bagian kanan menunjukkan plot grafik posisi dengan waktu, plot grafik kecepatan dengan waktu, plot grafik energi mekanik dengan waktu. Di bagian bawah disediakan *slider* massa benda, kecepatan, konstanta pegas dan nilai restitusi tumbukan. Tanda panah menunjukkan ketika dua benda melakukan tumbukan, panah warna hitam menunjukkan ketika sebuah benda bebas menumbuk benda terikat pegas sedang panah warna biru menunjukkan ketika benda terikat pegas menumbuk sebuah benda bebas.



Gambar 5. Tampilan simulasi tumbukan tidak elastis sebagian ($e = 0.8$) benda bebas dan benda terikat pegas. Bagian kanan menunjukkan plot grafik posisi dengan waktu, plot grafik kecepatan dengan waktu, plot grafik energi mekanik dengan waktu. Di bagian bawah disediakan *slider* massa benda, kecepatan, konstanta pegas dan nilai restitusi tumbukan. Tanda panah menunjukan ketika dua benda melakukan tumbukan, panah warna hitam menunjukan ketika sebuah benda bebas menumbuk benda terikat pegas sedang panah warna biru menunjukan ketika benda terikat pegas menumbuk sebuah benda beban



Gambar 6. Tampilan simulasi tumbukan tidak elastis sempurna ($e = 0$) benda bebas dan benda terikat pegas. Bagian kanan menunjukkan plot grafik posisi dengan waktu, plot grafik kecepatan dengan waktu, plot grafik energi mekanik dengan waktu. Di bagian bawah disediakan *slider* massa benda, kecepatan, konstanta pegas dan nilai restitusi tumbukan. Tanda panah menunjukkan ketika dua benda melakukan tumbukan, panah warna hitam menunjukkan ketika sebuah benda bebas menumbuk benda terikat pegas sedang panah warna biru menunjukkan ketika benda terikat pegas menumbuk sebuah benda bebas.

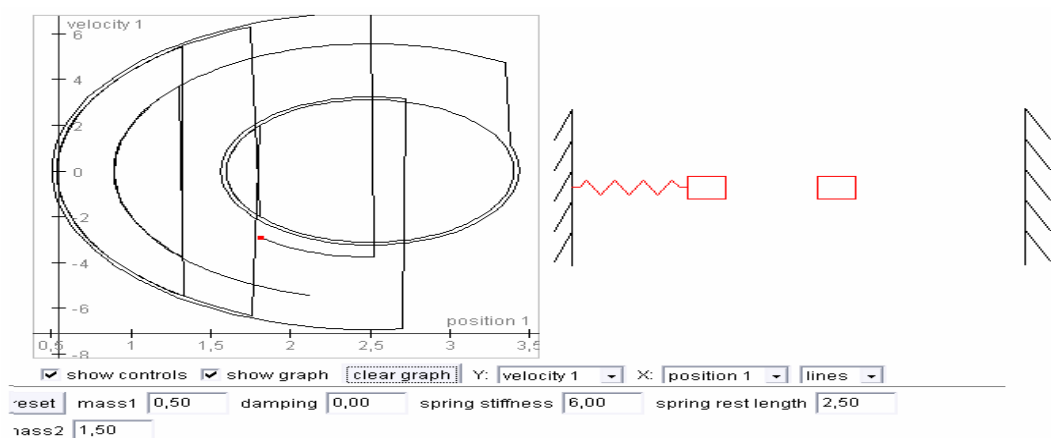
Simulasi ini sangat interaktif, karena pengguna bisa secara langsung memberi input kecepatan sebelum tumbukan, massa yang diinginkan dan dapat mengubah restitusinya (e) akan elastis sempurna, tidak elastis sebagian atau tidak elastis sempurna.

2. Hasil Simulasi dan Pembahasan

4.1. Perbandingan Tampilan Hasil Simulasi yang dibuat menggunakan *EJS* dengan Simulasi *Applet_Myphysiclab* ([www. Myphysicslab.com](http://www.Myphysicslab.com)).

Simulasi pada *applet_myphysiclab* (www. Myphysicslab.com).

Ditampilkan seperti Gambar 7.

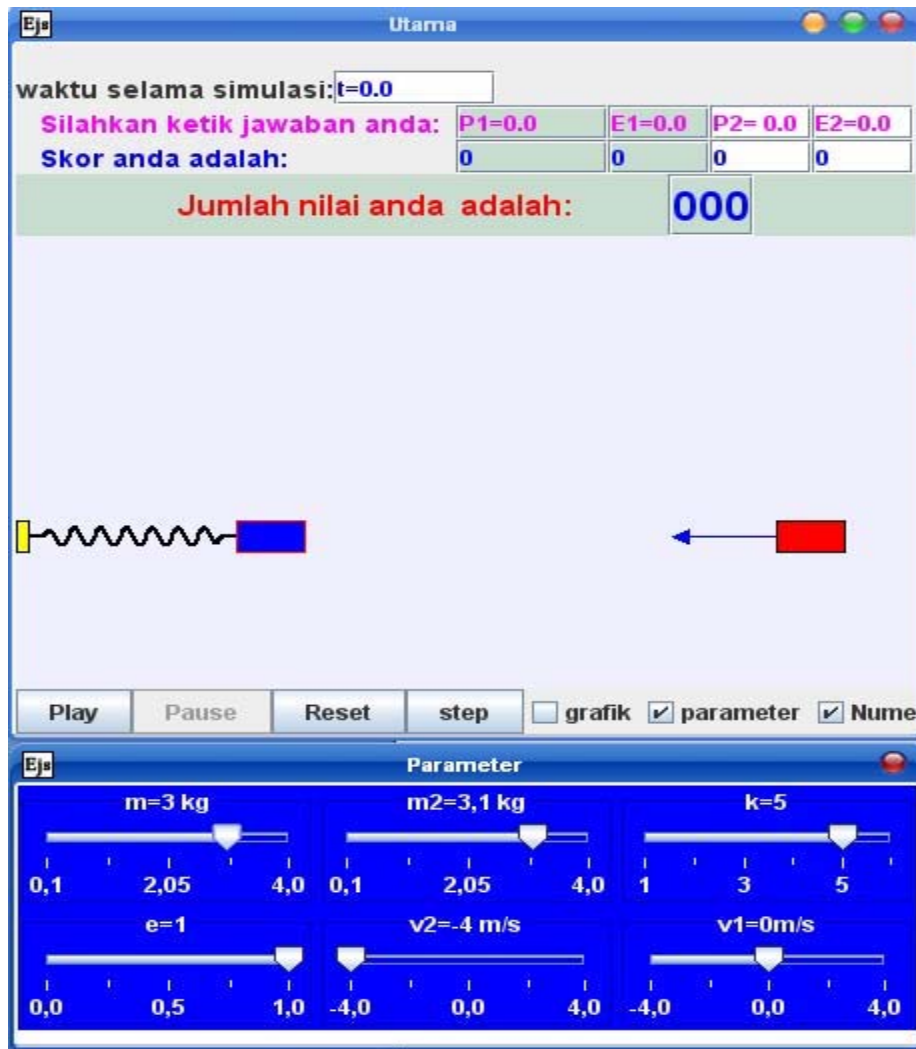


Gambar 7. Hasil Simulasi *Applet_Myphysiclab* (www. Myphysicslab.com)

Applet_myphysicslab menampilkan simulasi untuk jenis gerak yang sama dengan yang dibahas penulis, namun beberapa persamaan dan perbedaan, misal:

1. keduanya menampilkan simulasi dan grafik secara simultan, dengan parameter-parameter massa, tetapan pegas, dan koefisien restitusi (yang ada pada *myphysicslab* disebut *damping*), yang menjadi pengguna dapat lebih mudah memahami fenomena gerak ini.
2. simulasi dibuat dengan *software* dasar *Java*, sedangkan penulis menggunakan *EJS*.
3. Grafik yang ditampilkan hanya kecepatan dan posisi, sedangkan penulis menampilkan juga energi mekanik selama gerak benda.

Keunggulan yang menonjol pada simulasi yang disusun dalam penelitian ini adalah tersedianya contoh soal yang interaktif ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Contoh soal interaktif tumbukan elastis sempurna dengan EJS

Dengan soal interaktif ini pengguna dapat memilih soal dengan cara menentukan terlebih dahulu massa, kecepatan sebelum tumbukan, konstanta pegas dan nilai restitusi. Kemudian simulasi dijalankan dan dilanjutkan dengan mempause simulasi. Pada saat itu simulasi sedang pada suatu kondisi tertentu dan pengguna dipersilahkan untuk memberikan jawaban pada tempat yang telah disediakan. Program ini akan memberikan komentar mengenai jawaban dari

pengguna. Dengan jenis soal interaktif seperti ini, pengguna bebas memilih kapan akan mengerjakan soal. Ini juga memberikan peluang kepada pengembangan pembuatan soal yang tidak gayut jenis soal, sehingga menghindarkan pengguna dari melihat hasil pekerjaan lain.

3. Kesimpulan

Dari studi ini dapat diambil kesimpulan bahwa pembuatan simulasi dan soal interaktif persoalan tumbukan elastis sempurna, tidak elastis sebagian dan tidak elastis sempurna dapat dilakukan menggunakan *EJS*. Meskipun memiliki kesamaan dengan simulasi gerak sejenis berdasarkan program java yang lain, namun studi ini memberikan kelebihan, yaitu pada bentuk umum tampilan dan tersedianya soal interaktif. Pengguna juga dapat mengembangkan lebih jauh hasil studi ini untuk keperluan implementasinya. Penulis masih mengembangkan studi ini pada aspek jenis tumbukan dan kelengkapan tampilan yang meliputi kajian teoritik, tampilan video, fasilitas audio dan jenis soal.

Daftar Pustaka

- Arya, A.P,(1990), *Introduction to Classical Mechanics*, Prentice-Hall International Inc.
- Well, D.A, (1967), *Theory and Problems of Lagrangian Dynamics*, Mc Graw-Hill, Inc
- Christian,W, dan Esquember,F, (2007), *Modeling Physics With Easy Java Simulations, The Physics Teacher*, Vol.45, hal 475-480.
- [www. Myphysicslab.com](http://www.Myphysicslab.com).

Hwang, F. 2007. *Easy Java Simulation: A Modelling Tool for Physics Teaching and Learning*. National Science Council, <http://fem.um.es/Ejs>.

Rusmiyanti dan Nanang Suwondo, (2002), “Aplikasi Microsoft Excel Sebagai Alat Bantu Ajar Fisika Pokok Bahasan Gelombang di Sekolah Menengah”, *Himpunan Fisika Indonesia*, Vol. B5 ,No.0555, hal. 0555-1 – 0555-4.

Kadir, A,2004. *Dasar Pemrograman Java 2*. Andi Yogyakarta, Jogjakarta.

Ramasundaram, V, Grunwald, S, Mangeot, A, Comerford, N.B, Bliss, C.M, (2005), “Development of an Environmental Virtual Field Laboratory”. *A Computer and Information Science and Engineering*, University of Florida, *Computers & Education* 45. hal.21–34.

Madlazim, (2007), “Metode Praktis Mendesain Simulasi Fisika Interaktif Menggunakan *Easy Java Simulations*”, Unesa University Press.

**MELALUI PEMBERIAN TUGAS AKHIR PEMBELAJARAN (TAP)
FISIKA SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN HASIL BELAJAR
SISWA
KELAS XII IPA SMA NEGERI 1 PURWANTORO***

Singgih Santoso

*Program Magister Pendidikan Fisika, PPS Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta
Kampus II, Jl.Pramuka 42 Sidikan Yogyakarta 55161, Telp (0274) 371120

*Guru SMA Negeri 1 Purwanto, Wonogiri, Jawa Tengah
Jl. Raya Tegalgrejo-Purwanto, Wonogiri, Jawa Tengah, Telp (0273) 415124 Alamat email
: smansa_mewah@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah untuk meningkatkan hasil belajar siswa melalui pemberian Tugas Akhir Pembelajaran (TAP) Fisika. Hasil belajar siswa kelas XII IPA tahun pelajaran 2006/2007 kurang baik, yaitu ketuntasan belajar klasikal di hanya 52,5%, maksudnya nilai < 60 adalah 42 dari 80 siswa. Dengan memberikan TAP Fisika pada setiap akhir proses pembelajaran yang diorganisasikan dengan baik, dapat dijadikan sebagai salah satu upaya guru untuk dapat melaksanakan proses pembelajaran dengan kesiapan belajar siswa lebih baik. Pelaksanaan penelitian tindakan kelas dibagi dalam tiga (3) siklus. Pada siklus I, guru memberikan TAP Fisika, tetapi pekerjaan TAP hanya dikumpulkan ke guru. Pada siklus II, pekerjaan TAP Fisika dikoreksi secara silang oleh siswa. Pada siklus III, pekerjaan TAP Fisika dikoreksi secara silang dan diadakan pembahasan oleh guru di depan kelas.

Dari hasil analisa data dan pembahasan, diperoleh hasil bahwa pada siklus I, untuk kelas XII IPA1 nilai rata-rata kelas 6,81 dengan ketuntasan belajar 79,41% dan kelas XII IPA2 nilai rata-rata kelas 6,65 dengan ketuntasan belajar 77,78%. Pada siklus II, diperoleh hasil kelas XII IPA1 nilai rata-rata kelas 7,82 dengan ketuntasan belajar 91,18% dan untuk kelas XII IPA2 nilai rata-rata kelas 7,36 dengan ketuntasan belajar 83,33%. Pada siklus III, diperoleh hasil kelas XII IPA1 nilai rata-rata kelas 8,00 dengan ketuntasan belajar 94,12% dan untuk kelas XII IPA2 nilai rata-rata kelas 7,56 dengan ketuntasan belajar 88,89%. Dari hasil penelitian ini ternyata pemberian TAP Fisika oleh guru dapat meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan.

Kata kunci : tugas akhir pembelajaran, hasil belajar

* Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika pada tanggal 05 Mei 2008

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Keberhasilan proses belajar mengajar dan hasilnya ditentukan oleh beberapa faktor. Faktor-faktor itu terdiri dari faktor internal siswa (fisiologis dan psikologis) dan faktor eksternal (lingkungan dan instrumental). Salah satu hal yang termasuk faktor instrumental dan sangat penting, yaitu faktor guru. Guru yang profesional harus terus mencari upaya untuk menemukan strategi pembelajaran, sehingga terjadi peningkatan proses dan hasil belajar di sekolah.

Taraf pencapaian hasil belajar Fisika di SMA Negeri 1 Purwantoro masih rendah. Hal ini dapat dilihat dari hasil tes formatif (ulangan harian). Penulis menyadari bahwa hasil belajar yang rendah dikarenakan tingkat penguasaan materi pelajaran oleh siswa juga masih rendah. Misalnya untuk pokok bahasan Gelombang Elektromagnetik pada tahun pelajaran 2005/2006, tingkat ketuntasan belajar siswa hanya 52,5%. Dari hasil belajar ini penulis merasa prihatin, sehingga penulis berusaha menemukan suatu strategi pembelajaran baru yang dapat meningkatkan hasil belajar pokok bahasan Gelombang Elektromagnetik.

Proses menghubungkan materi pelajaran yang telah lalu dengan materi pelajaran yang baru sangatlah penting. Ada salah satu strategi pembelajaran yang bisa penulis angkat di sini adalah dengan memberikan Tugas Akhir Pembelajaran (TAP) Fisika, yang selanjutnya penulis sebut TAP Fisika saja. TAP Fisika ini penulis berikan di setiap akhir pembelajaran, bukan pada akhir pokok bahasan tertentu. TAP Fisika ini merupakan tugas individu yang diberikan guru dan harus dikerjakan siswa di rumah/luar jam sekolah, kemudian dikumpulkan.

1.2. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang masalah yang penulis kemukakan di atas, dapat ditemukan beberapa identifikasi masalah sebagai berikut :

- a. Hasil tes formatif untuk pokok bahasan Gelombang Elektromagnetik Kelas XII IPA SMA Negeri 1 Purwantoro masih rendah

- b. Prosentasi ketuntasan belajar klasikal siswa kelas XII IPA Tahun Pelajara 2005/2006 pokok bahasan Gelombang Elektromagnetik hanya 52,5%

1.3. Rumusan Masalah

Dari uraian di atas, penulis membatasi permasalahan di atas sebagai berikut :

- a. Penelitian ini dilaksanakan di kelas XII IPA SMA Negeri 1 Purwantoro, Wonogiri dengan pokok bahasan Gelombang Elektromagnetik.
- b. Penelitian ini hanya mengamati perubahan sikap, terutama motivasi dan keingintahuan siswa dalam memahami dan menguasai materi Gelombang Elektromagnetik. Tingkat pemahaman dan penguasaan materi pembelajaran dapat dilihat lewat hasil tes formatif.

1.4. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui seberapa besar efek pemberian TAP Fisika terhadap peningkatan proses pembelajaran dan hasil belajar Gelombang Elektromagnetik di SMA Negeri 1 Purwantoro
- b. Penelitian dilaksanakan dengan PTK (Penelitian Tindakan Kelas)

1.5. Manfaat Penelitian

- a. Bagi siswa : dengan TAP Fisika siswa akan selalu berusaha lebih mengingat lagi materi pembelajaran dulu, sehingga siswa lebih siap untuk mengikuti proses pembelajaran berikutnya.
- b. Bagi guru : dengan TAP Fisika guru selalu berusaha mengingatkan siswa untuk belajar di rumah/luar jam sekolah. Dengan TAP Fisika guru selalu berusaha menghubungkan materi dulu dengan materi baru. Dengan TAP Fisika guru mampu meminimalkan kesulitan belajar siswa di dalam memahami dan menguasai materi pelajaran.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Belajar

Belajar terjadi bila suatu situasi stimulus bersama dengan isi ingatan mempengaruhi siswa sedemikian rupa, sehingga perbuatannya (*peformance*) berubah dari waktu sebelum ia mengalami situasi itu ke waktu sesudah ia mengalami situasi tadi (*Gagne:1977*).

Belajar adalah setiap perubahan yang relatif mantab dalam tingkah laku yang terjadi sebagai suatu hasil dari latihan atau pengalaman (*Morgan:1978*)

Belajar adalah suatu perubahan di dalam kepribadian yang menyatakan diri sebagai suatu pola baru daripada reaksi yang berupa kecakapan, sikap, kebiasaan atau suatu pengertian (Witherington).

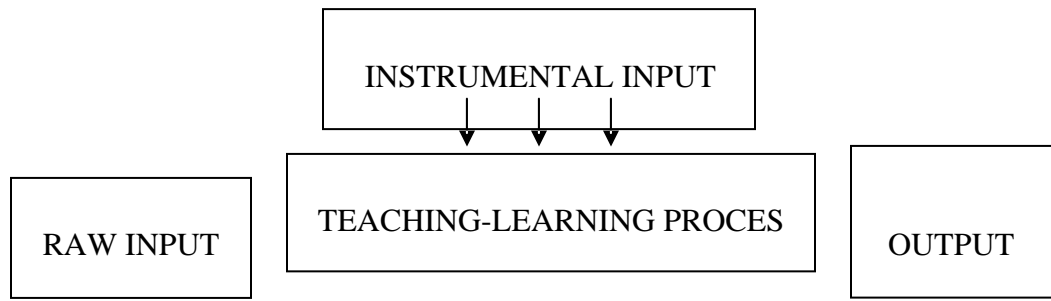
Dari definisi-definisi di atas, dapat dikemukakan adanya beberapa elemen penting yang mencirikan pengertian tentang belajar, yaitu :

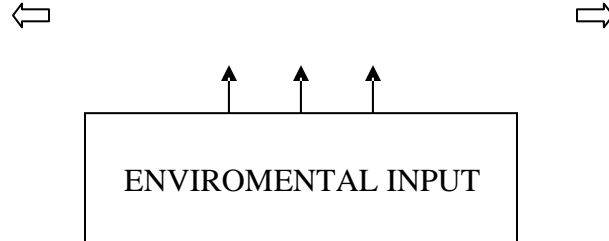
- a. Belajar merupakan suatu perubahan yang terjadimelalui“latihan atau pengalaman“, dalam arti perubahan-perubahan yang disebabkan oleh pertumbuhan atau kematangan tidak dianggap sebagai hasil belajar.
- b. Untuk disebut belajar, maka perubahan itu harus ’relatif mantab’, harus merupakan akhir daripada suatu periode waktu yang cukup panjang (mungkin berlangsung berhari-hari, berbulan-bulan ataupun bertahun-tahun).
- c. Tingkah laku yang mengalami perubahan karena belajar menyangkut berbagai aspek kepribadian, baik fisik, maupun psikis, seperti perubahan dalam pengertian, pemecahan suatu masalah/berfikir, ketrampilan, kecakapan kebiasaan ataupun sikap.

2.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi proses dan hasil belajar

Untuk memahami kegiatan yang disebut “belajar“ perlu dilakukan analisis untuk menemukan persoalan-persoalan apa yang terlibat di dalam kegiatan belajar itu. Di muka telah dikatakan bahwa belajar merupakan suatu proses.

Sebagai suatu proses sudah barang tentu harus ada yang diproses (masukan atau input), dan hasil dari pemrosesan (keluaran atau output). Jadi dalam hal ini kita dapat menganalisis kegiatan belajar, belajar itu dengan pendekatan analisis system. Dengan pendekatan system ini, sekaligus kita dapat melihat adanya berbagai faktor yang dapat mempengaruhi proses dan hasil belajar. Dengan pendekatan system, kegiatan belajar dapat digambarkan sebagai berikut :





(M. Ngalim Purwanto, 2003 : 106)

Di dalam keseluruhan sistem, maka instrumental input merupakan faktor yang sangat penting dan paling menentukan dalam pencapaian hasil/output yang dikehendaki, karena instrumental input inilah yang menentukan bagaimana proses belajar mengajar itu akan terjadi di dalam diri si pelajar/siswa.

Di samping itu, masih ada lagi faktor lain yang dapat mempengaruhi proses dan hasil belajar siswa dan dapat diikhtisarkan sebagai berikut :

a. Faktor Internal, yaitu dari dalam diri siswa, meliputi :

- * Fisiologis : Kondisi fisik dan panca indera
- * Psikologi : bakat, minat, kecerdasan, motivasi, kemampuan kognitif

b. Faktor Eksternal, yaitu dari luar siswa meliputi :

- * Lingkungan : alam dan sosial
- * Instrumental : kurikulum, guru, sarana dan fasilitas, administrasi

2.3. Cara Belajar yang Baik

Banyak eksperimen yang telah dilakukan oleh para psikolog. Dari sekian banyak penelitian dan percobaan yang dilakukan. Namun dari jawaban-jawaban heterogen itu terdapat beberapa yang bersifat umum yang dapat kita jadikan pegangan. Dr. Rudolf Pintner, mengemukakan ada sepuluh macam metode di dalam belajar, salah satunya adalah metode resitasi (*recitation methode*) atau *metode pemberian tugas*. Crow and Crow secara lebih praktis mengemukakan saran-saran yang diperlukan dalam persiapan belajar yang baik dan efektif, dua diantaranya adalah yaitu adanya tugas-tugas yang jelas & tegas dan hubungkan bahan-bahan baru dengan bahan yang lama, terutama untuk mata pelajaran eksakta, seperti Matematika, IPA, Fisika dan lain-lain.

2.4. TAP Fisika

Pada prinsipnya TAP Fisika mirip seperti Pekerjaan Rumah (PR) Fisika. Persamaannya adalah baik TAP maupun PR merupakan suatu tugas pada mata pelajaran Fisika yang diberikan oleh guru kepada siswa untuk dikerjakan di luar jam sekolah/di rumah. TAP Fisika diberikan oleh guru dapat berupa soal-soal konsep/teori maupun soal-soal hitungan yang disesuaikan dengan materi pelajaran yang diberikan guru. Perbedaan secara prinsip antara TAP dengan PR adalah kalau PR diberikan guru setelah beberapa materi pelajaran/beberapa pertemuan tertentu, tetapi kalau TAP diberikan pada setiap akhir pembelajaran/akhir pertemuan. Jadi TAP Fisika sifatnya lebih intensif dan frekuensinya lebih sering daripada PR Fisika. Kalau PR Fisika jarang dikoreksi oleh guru karena banyaknya soal, tetapi kalau TAP Fisika pasti dikoreksi oleh guru, karena soalnya cenderung lebih sedikit. Bahkan TAP Fisika dapat dikoreksi secara silang oleh siswa sendiri di bawah panduan guru.

Penulis melaksanakan tindakan kelas dengan memberikan TAP Fisika menerapkan salah satu hasil penelitian dan percobaan yang dilakukan oleh Dr. Rudolf Pirtner yang mengemukakan bahwa ada sepuluh macam metode di dalam belajar, salah satunya adalah metode resitasi (*recitation methode*) atau metode pemberian tugas. Selain itu juga penemuan Crow and Crow, bahwa ada saran-saran yang diperlukan dalam persiapan belajar yang baik dan efektif, diantaranya adalah adanya tugas-tugas yang jelas & tegas dan menghubungkan bahan-bahan baru dengan bahan yang lama, terutama untuk mata pelajaran eksakta seperti Matematika, IPA, Fisika dan lainnya.

Menurut M. Ngalim Purwanto, MP : 26, pemberian TAP Fisika juga merupakan salah satu cara dalam penilaian/tes formatif. Setelah proses pembelajaran selesai, guru dapat memberikan tugas-tugas yang harus dikerjakan siswa di luar jam pelajaran/di rumah. Tindakan ini merupakan langkah untuk umpan balik (*feed back*) guru dalam menyampaikan pelajaran di kelas.

Menurut Ahmad Rohani HM, 2004 : 108, penilaian formatif juga bisa dilakukan dalam bentuk tugas-tugas yang harus dikerjakan siswa, secara individu maupun kelompok. Sebab penilaian hasil belajar dapat dilaksanakan dalam bentuk tes formatif dan tes sumatif.

Penilaian formatif dilakukan pada setiap pengajaran berlangsung, yakni pada akhir pengajaran

Di samping itu menurut Muhibbin Syah, 2004 : 216, bahwa dalam proses mengajar harus melalui 3 (tiga) tahapan, yaitu tahap Pra Instruksional, tahap Instruksional dan tahap Evaluasi/Tindak lanjut. Pada tahap Pra Instruksional guru perlu mengadakan kegiatan pendahuluan dengan memeriksa kehadiran siswa, kondisi kelas, kondisi peralatan kelas walau dengan alokasi waktu yang singkat. Setelah itu guru perlu mengadakan kegiatan apersepsi (apperception) dengan menghubungkan materi yang dahulu dengan materi yang akan disampaikan oleh guru.

TAP Fisika yang merupakan penilaian formatif dapat dikatakan sebagai tes diagnostik (Suharsimi Arikunto, 2002:33). Sebagai tes diagnostik dengan mengetahui hasil pekerjaan TAP Fisika yang juga merupakan hasil penilaian/ evaluasi formatif siswa dengan jelas dapat mengetahui bagian mana dari materi/ bahan pelajaran yang masih dirasakan sulit.

Pemberian TAP Fisika kepada siswa penulis berikan secara berbeda pada setiap siklus. Pada siklus I, pekerjaan TAP hanya dikumpulkan ke guru. Pada siklus II, pekerjaan TAP langsung dikoreksi secara silang oleh siswa di bawah panduan guru. Dan pada siklus III, pekerjaan TAP dikoreksi secara silang oleh siswa dan diadakan pembahasan oleh guru. Dari pemberian TAP oleh guru secara berbeda ini, diharapkan akan terjadi peningkatan proses dan hasil dari kegiatan belajar siswa.

2.5 Evaluasi Hasil Belajar

Evaluasi pencapaian belajar siswa adalah salah satu kegiatan yang merupakan kewajiban bagi setiap guru. Dikatakan kewajiban karena setiap guru pada akhirnya harus dapat memberikan informasi kepada lembaganya atau kepada siswa itu sendiri. Penilaian pencapaian belajar siswa tidak hanya merupakan suatu proses untuk mengklasifikasikan keberhasilan dan kegagalan dalam belajar (penilaian sumatif), tetapi juga dan ini sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dan keefektifan pengajaran (penilaian formatif).

Mengingat masih banyaknya salah pengertian diantara guru-guru tentang pengertian formatif dan sumatif, perlu kiranya dijelaskan pengertian penilaian formatif dan penilaian sumatif dan perbedaan antara kedua jenis tersebut (*M. Ngalim Purwanto, MP : 1990, 26*)

a. Penilaian Formatif

Adalah kegiatan penilaian yang bertujuan untuk mencari umpan balik (feed back), yang selanjutnya hasil penilaian tersebut dapat dipergunakan untuk memperbaiki proses belajar mengajar yang sedang atau yang sudah dilaksanakan. Penilaian ini tidak hanya dilakukan pada tiap akhir pelajaran, tetapi bisa juga ketika pelajaran bisa berlangsung. Misalnya, setelah pelajaran selesai guru memberi tugas kepada siswa untuk dikerjakan di luar jam pelajaran/di rumah.

b. Penilaian Sumatif

Adalah penilaian yang dilakukan untuk memperoleh data atau informasi, sampai dimana penguasaan atau pencapaian belajar siswa terhadap bahan pelajaran yang telah dipelajarinya selama jangka waktu tertentu.

Setiap proses mengajar harus melalui tiga tahapan (*Muhibbin Syah, 2004 : 216*)

a. Tahap Pra Instruksional,

Yaitu persiapan sebelum mengajar dimulai dan pada saat mulai memasuki kelas hendak mengajar. Sesudah kegiatan ini, guru perlu melakukan “pemanasan“ dengan menanyakan perihal materi yang disajikan sebelumnya serta materi yang akan diajarkan. Kemudian guru melakukan kegiatan apersepsi (*apperception*) dengan mengungkapkan kembali secara sekilas materi yang diajarkan sebelumnya dengan menghubungkannya dengan materi yang akan segera diajarkan.

b. Tahap Instruksional

Yaitu saat-saat mengajar dan merupakan tahap inti dalam proses pengajaran. Pada tahap ini guru menyajikan materi pelajaran yang disusun lengkap dengan persiapan model, metode dan strategi mengajar yang dianggap cocok.

c. Tahap Evaluasi dan Tindak Lanjut

Pada tahap ini guru melakukan penilaian keberhasilan belajar siswa yang berlangsung pada tahap instruksional. Caranya adalah dengan mengadakan post tes. Kadar hasil pembelajaran siswa, dapat digunakan sebagai pedoman penindaklanjutan, baik yang bersifat pengayaan maupun perbaikan. Penindaklanjutan (*Follow Up*) dalam pengajaran dapat dilakukan dengan berbagai cara, umpamanya : diskusi kelompok informal, penyusunan ikhtisar,

pemberian pekerjaan rumah/tugas rumah dan lain-lainnya.

2.6. Kerangka Berfikir

Rendahnya hasil belajar fisika, dikarenakan pada setiap akhir pembelajaran tidak dilakukan evaluasi formatif dari guru. Dengan melakukan tindakan pemberian TAP Fisika, sebagai sarana untuk melaksanakan evaluasi formatif. Dengan TAP Fisika dan hasilnya, akan dapat diketahui bahan/materi pelajaran yang sudah diserap maupun yang belum diserap oleh siswa, disamping sebagai umpan balik (*feed back*) dari metode pembelajaran yang dilaksanakan guru.

Tindakan pemberian TAP Fisika oleh guru, juga dimaksudkan untuk menghubungkan antara materi pelajaran yang dulu dengan materi pelajaran yang akan diajarkan. Bila siswa sudah diberitahu hubungan antara materi pelajaran dulu dengan materi yang akan disampaikan, maka siswa tentu akan lebih berminat dan lebih termotivasi untuk melakukan aktivitas belajarnya. Dengan menghubungkan materi pelajaran dulu dengan materi pelajaran yang akan diajarkan, menunjukkan bahwa belajar fisika akan bermanfaat bagi siswa.

Adapun sebagai umpan balik (*feed back*) pengajaran, guru tentu akan mencari dan berusaha menemukan strategi mengajar yang baru sehingga tujuan pembelajaran akan tercapai. Seiring dengan sikap guru profesional yang terus belajar untuk memecahkan setiap masalah yang selalu muncul dari siswa yang dihadapinya.

2.7. Hipotesis Tindakan

Berdasarkan kajian teori dan kerangka berfikir yang penulis paparkan di atas, maka pelaksanaan evaluasi formatif yang diadakan pada akhir setiap pertemuan dalam proses belajar mengajar merupakan langkah yang sangat penting. Pemberian TAP Fisika, merupakan sarana untuk melaksanakan evaluasi formatif dari guru. Dugaan penulis bahwa rendahnya hasil belajar fisika, dikarenakan pada setiap akhir pembelajaran tidak diadakan evaluasi formatif secara intensif dan terorganisir. Bila TAP Fisika diinsentifkan dan diorganisasikan dengan baik, secara signifikan akan meningkatkan motivasi belajar dan juga pemahaman terhadap materi/bahan pelajaran. Bila pemahaman terhadap materi pelajaran dapat meningkat, tentu akan menghasilkan hasil belajar siswa yang makin baik

pula.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Tindakan Kelas

No	Siklus	Tindakan	Tindak Lanjut	Hasil TAP
1.	I	TAP ke-1 dan 2	<ul style="list-style-type: none"> * Lembar jawaban TAP Fisika ke-1 dan 2, dikumpulkan tanpa dikoreksi. * Pengamatan 7 aspek sikap dilaksanakan oleh guru. 	<ul style="list-style-type: none"> * Belum ada nilai kognitif(belum dikoreksi) * Ada nilai 7 aspek sikap * Ada tes formatif 1
2.	II	TAP ke-3 dan 4	<ul style="list-style-type: none"> * Hasil TAP Fisika ke-3 dan ke-4 dikoreksi silang oleh siswa. * Lembar Jawaban TAP Fisika ke-3 dan ke-4 dibagikan ke siswa. * Pengamatan 7 aspek sikap dilaksanakan oleh guru pada siklus II. 	<ul style="list-style-type: none"> * Ada nilai kognitif dari siklus II * Ada nilai 7 aspek sikap * Ada tes formatif 2
3.	III	TAP ke-5 dan 6	<ul style="list-style-type: none"> * Hasil TAP Fisika 5 dan 6 dikoreksi secara silang dan diadakan pembahasan oleh guru. - Lembar jawaban TAP Fisika ke 5 dan 6 dibagikan ke siswa. - Pengamatan 7 aspek sikap dilakukan oleh guru. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ada nilai kognitif dari siklus III - Ada nilai dari 7 aspek sikap. - Ada tes formatif 3.

3.2. Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang penulis gunakan pada penelitian ini adalah metode observasi/pengamatan melalui lembar observasi hasil pekerjaan TAP Fisika, hasil tes formatif tertulis dan angket. Data-data yang masuk lalu penulis analisa dengan menghitung

nilai rata-rata TAP Fisika, nilai rata-rata tes formatif tertulis yang dikomparasikan antara hasil pada siklus I, siklus II dan siklus III.

Interfensi tindakan/perlakuan yang penulis laksanakan pada kedua kelas tersebut adalah memberikan TAP Fisika pada setiap akhir proses pembelajaran. Soal-soal TAP Fisika meliputi soal konsep dan hitungan yang disesuaikan dengan materi pelajaran yang diberikan saat itu.

3.3 Refleksi

TAP Fisika diberikan kepada siswa secara berbeda. Pada siklus I, siswa diberikan TAP Fisika tetapi hasil pekerjaan TAP hanya dikumpulkan kepada guru tanpa dikoreksi, dan ternyata baru sedikit pengaruhnya terhadap peningkatan hasil belajar siswa. Pada siklus II, hasil pekerjaan TAP Fisika dikoreksi silang oleh siswa itu sendiri, tapi tanpa pembahasan oleh guru dan ternyata sudah ada peningkatan cukup berarti terhadap hasil belajar siswa. Pada siklus III hasil pekerjaan TAP Fisika dikoreksi silang oleh siswa dan dilanjutkan pembahasan oleh guru dan ternyata ada peningkatan lagi ke arah lebih baik lagi terhadap hasil belajar siswa.

IV. PEMBAHASAN

4.1. Kegiatan Pembelajaran tiap siklus

4.1.1. Siklus I

Pada siklus I proses pembelajaran berlangsung selama 4 jam pelajaran (4 x 45 menit) dan kegiatan evaluasi 1 jam pelajaran (45 menit). Kegiatan pembelajaran meliputi Pendahuluan (Pra Syarat dan Motivasi), Kegiatan Inti (Diskusi Informasi) dan Penutup (Pemberian TAP Fisika I). Materi pelajaran adalah Hipotesa Maxwell dan Pengertian Gelombang

Hasil pekerjaan TAP Fisika belum bisa diperoleh hasilnya, karena belum dikoreksi

oleh siswa secara silang. Soal pada tes formatif ke 1 berjumlah 10 butir isian berjenis kiri dan kanan. Setelah dikoreksi hasil tes formatif ini, tes formatif untuk kelas XII IPA1 nilai rata-rata kelas 6,81 dan yang tuntas belajarnya ($\geq 6,00$) adalah 79,41%, sedangkan untuk kelas XII IPA2 nilai rata-rata kelas adalah 6,72 dan yang tuntas belajarnya 75%. Hasil

belajar siswa pada siklus I ini belum memuaskan bagi penulis, sehingga akan diteruskan pada siklus II.

4.2.2. Siklus II

Pada siklus II proses pembelajaran berlangsung selama 4 jam pelajaran (4 x 45 menit) dan kegiatan evaluasi 1 jam pelajaran (45 menit). Kegiatan pembelajaran sama seperti siklus I. Materi pelajaran adalah spektrum GEM dan laju energi rata-rata GEM.

Pada pertemuan ke 6 (1 jam pelajaran), diadakan lagi tes formatif ke 2. Materi tes formatif ke 2 adalah spektrum GEM dan laju energi rata-rata GEM. Soal pada tes formatif ke 2 juga berjumlah 10 butir isian berjenis kiri dan kanan. Setelah dikoreksi hasil tes formatif ini. Didapatkan nilai rata-rata kelas XII IPA1 adalah 7,82 dan yang tuntas belajarnya ($\geq 6,00$) adalah 91,18%. Sedangkan untuk kelas XII IPA2 nilai rata-rata kelas adalah 7,41 dan yang tuntas belajarnya 77,78%. Dari siklus II ternyata hasilnya dapat meningkat daripada siklus I, baik nilai TAP Fisika ataupun nilai rata-rata tes formatifnya.

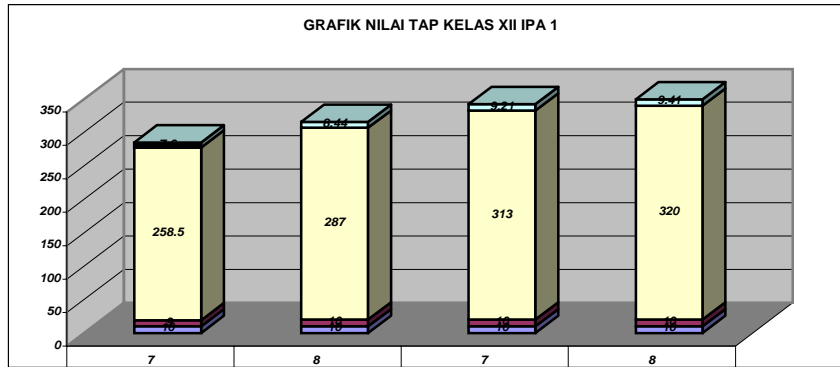
4.2.3. Siklus III

Pada siklus III proses pembelajaran berlangsung selama 4 jam pelajaran (4 x 45 menit) dan kegiatan evaluasi 1 jam pelajaran (45 menit). Kegiatan pembelajaran sama seperti siklus II. Materi pelajaran adalah induksi GEM dan deviasi pada prisma

Pada pertemuan berikutnya diadakan lagi tes formatif ke 3 dengan materi induksi GEM dan deviasi pada prisma. Soal tes formatif 3 juga berupa isian berjumlah 10 butir berjenis kiri dan kanan. Kemudian dari hasil koreksi tes formatif 3, ternyata hasilnya lebih baik lagi dibandingkan hasil pada tes formatif 2. Untuk kelas XII IPA1 nilai rata-rata kelas 8,00 dan yang tuntas belajarnya 94,12%. Sedang untuk kelas III IPA2 nilai rata-rata kelas 7,50 dan yang tuntas belajarnya ($\geq 6,00$) adalah 83,33%. Dari pelaksanaan intervensi tindakan guru dengan memberikan TAP Fisika pada siklus I, II dan III ternyata ada peningkatan hasil belajar dari hasil pekerjaan TAP Fisika ataupun hasil tes formatif dan semuanya menuju pada peningkatan hasil belajar ke arah yang lebih baik. Pada akhir

proses penelitian penulis mengadakan angket berbentuk lembaran berisi 6 pertanyaan yang harus diisi oleh semua siswa. Untuk menjamin obyektifitas dalam pengisian angket, maka siswa tidak perlu menuliskan identitasnya meliputi nama, kelas dan nomor absen pada kertas lembaran angket tersebut. Waktu pengisian angket 20 menit, lalu dikumpulkan.

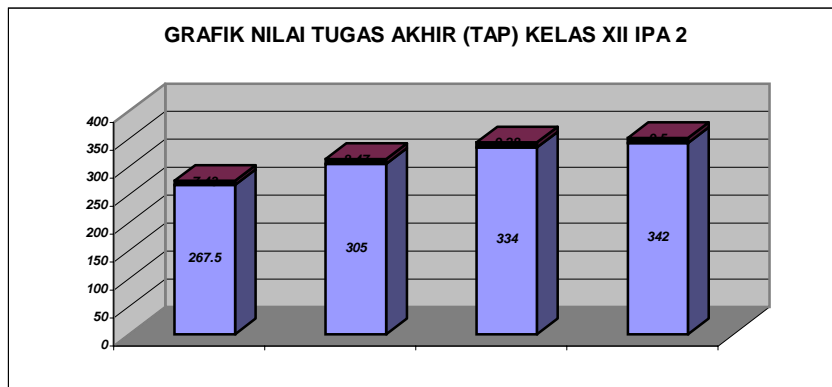
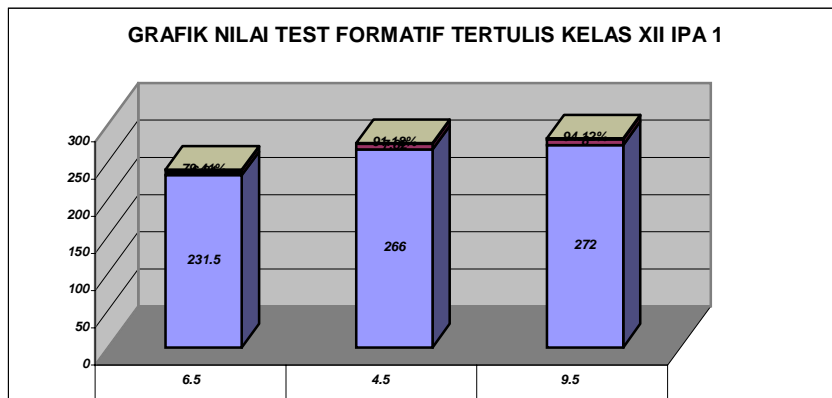
4.2. Grafik dari hasil Analisa Data



L : 12

P : 22

J : 34

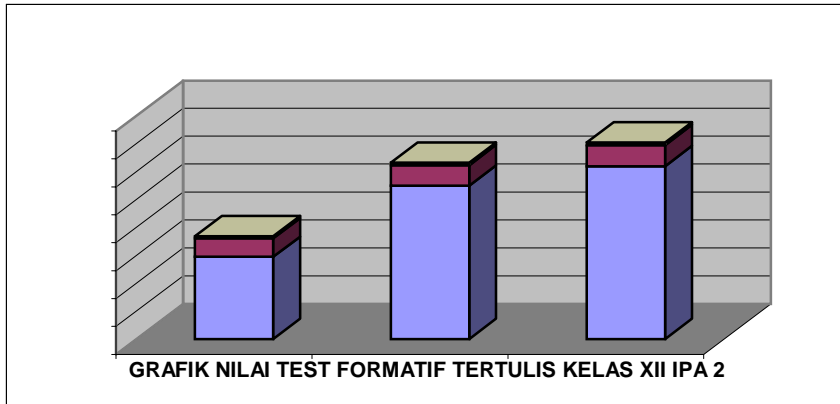


L : 14

P : 22

J : 36

1 2 3 4



Score	Group 1	Group 2	Group 3
290			
280			
270			
260			
250	77.78%		
240	6.65	265	272
230	239.5		
220			
210			
	1	2	3

4.4. Analisis Hasil Tindakan Siklus I, II dan III

Keaktifan siswa di dalam mengikuti proses pembelajaran makin lama makin meningkat, terutama dalam hal siswa yang membawa buku pelajaran, selain buku pegangan pokok dan dalam hal bertanya/berdiskusi dengan tema lain. Begitu juga untuk hasil pekerjaan TAP Fisika maupun hasil tes formatif tertulis juga makin baik, hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata hasil TAP Fisika dan nilai rata-rata tes formatif serta ketuntasan belajarnya. Hal ini dapat dilihat pada table sebagai berikut :

A. Untuk kelas III IPA.1

	Nilai Rata-rata TAP Fisika	Nilai Rata-rata Tes Formatif	Ketuntasan Belajar
Siklus I	TAP ke 1 = 0 & TAP ke 2 = 0	6,81	79,41%
Siklus II	TAP ke 3 = 7,60 & TAP ke 4 = 8,44	7,82	91,18%
Siklus III	TAP ke 5 = 9,21 & TAP ke 6 = 9,41	8,00	94,12%

B. Untuk kelas III IPA.2

	Nilai Rata-rata TAP Fisika	Nilai Rata-rata Tes Formatif	Ketuntasan Belajar
Siklus I	TAP ke 1 = 0 & TAP ke 2 = 0	6,65	77,78%
Siklus II	Tap ke 3 = 7,43 & TAP ke 4 = 8,47	7,36	83,33%
Siklus III	TAP ke 5 = 9,28 & TAP ke 6 = 9,50	7,56	88,89%

Keterangan : dari tabel di atas, nilai Rata-Rata TAP Fisika ke 1 dan ke 2 adalah 0 (nol), karena TAP ini tidak dikoreksi, hanya dikumpulkan ke guru saja.

V. PENUTUP

5.1. Simpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan tentang keaktifan belajar siswa dalam proses

pembelajaran, hasil pekerjaan TAP Fisika serta hasil tes formatif, dapat ditarik beberapa simpulan sebagai berikut :

1. Dengan diberikannya TAP Fisika, dapat meningkatkan motivasi dan keingintahuan siswa untuk memahami materi pelajaran.
2. Dengan diberikannya TAP Fisika, dapat meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan.

5.2. Saran

1. Untuk siswa

Siswa diharapkan tidak merasa terbebani dengan diberikannya TAP Fisika, karena TAP Fisika sebagai salah satu cara untuk memotivasi belajar siswa.

2. Untuk guru

Diharapkan dapat lebih menyempurnakan teknik dalam memberikan TAP Fisika, karena TAP Fisika dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa.

Penelitian Tindakan Kelas ini, diharapkan dapat diterapkan untuk sampel yang lebih luas, tidak hanya di suatu sekolah saja, dengan tujuan hasilnya lebih valid.

DAFTAR PUSTAKA

Agus Nggermanto, 2003, "*Quantum Quotient (Kecerdasan Quantum)*", Bandung, Yayasan Nuansa Cendekia

- Ahmad Rohani HM, 2004, "*Pedoman Pengelolaan Pengajaran*", Jakarta, Rineka Cipta
- Bobbi De Porter & Mike Herneeki, 2002, "*Quantum Learning: Membiasakan Belajar Nyaman dan Menyenangkan*", Bandung, Kaifa
- M.Ngalim Purwanto, 2000, "*Prinsip-Prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*", Bandung, PT Remaja Rosdakarya
- Nana Sudjana, 1995, "*Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*", Bandung, PT. Remaja Rosdakarya
- NN, 1997, "*Pedoman Penyusunan Karya Tulis Ilmiah di Bidang Pendidikan dan Angka Pengembangan Profesi Guru*", Jakarta, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jendral Pendidikan Dasar dan Menengah
- _____, 1999, "*Penelitian Tindakan (Action Research)*", Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jendral Pendidikan Dasar dan Menengah
- Slameto, 1995, "*Belajar dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya*", Jakarta, Rineka Cipta
- S. Nasution, 2000, "*Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar dan Mengajar*", Jakarta, PT Bumi Aksara
- Wasty Soemanto, 1990, "*Psikologi Pendidikan*", Jakarta, Rineka Cipta

LAMPIRAN A :

A.1. DAFTAR NILAI KEAKTIFAN SISWA

No	Nama Siswa	L/P	Tingkat Keaktifan Siswa						
			1	2	3	4	5	6	7
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									

A.2. DAFTAR NILAI TUGAS AKHIR PEMBELAJARAN (TAP)

No	Nama Siswa	L/P	Nilai TAP					
			Siklus I		Siklus II		Siklus III	
			TAP 1	TAP 2	TAP 3	TAP 4	TAP 5	TAP 6
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								

Ket : Nilai TAP 1 dan 2 kosong, karena belum dikoreksi hanya dikumpulkan ke guru saja.

A.3. LEMBAR PENGAMATAN KEAKTIFAN SISWA DALAM KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR

Aspek-aspek yang dinilai :

1. Kesiapan siswa dalam mengikuti pelajaran
2. Membawa buku paket/buku pegangan siswa
3. Komitmen dalam pengerjaan TAP Fisika
4. Menyimak bahan/materi pelajaran
5. Mengajukan pertanyaan selama KBM
6. Kerjasama dalam diskusi kelompok
7. Membuat rangkuman tulis menjelang akhir pelajaran

Skala Penilaian :

- B : Baik, bila siswa selama mengikuti proses pembelajaran bersikap sangat aktif, penuh perhatian dan komitmen sangat tinggi.
- C : Cukup, bila siswa selama mengikuti proses pembelajaran bersikap cukup aktif, cukup perhatian dan komitmen sedang.
- D : Kurang, bila siswa selama mengikuti pembelajaran bersikap kurang aktif, kurang perhatian dan komitmen rendah.

A.4. ANGKET PENILAIAN TINDAKAN KELAS

Petunjuk Pengisian Angket :

- ☞ Anda tidak perlu menuliskan identitas pribadi
 - ☞ Jawablah angket sesuai dengan hati nurani anda
 - ☞ Jawablah semua pertanyaan dalam angket berikut ini
-
-

1. Apakah dengan diberikan TAP FISIKA, membuat anda lebih siap mengikuti proses pembelajaran ?
Jawab : a. YA
b. TIDAK
2. Apakah dengan diberikan TAP FISIKA, membuat anda lebih termotivasi untuk menguasai materi pelajaran ?
Jawab : a. YA
b. TIDAK
3. Apakah dengan diberikan TAP FISIKA, membuat anda harus belajar di rumah / di luar kelas ?
Jawab : a. YA
b. TIDAK
4. Perlukah diberikan TAP FISIKA pada akhir pembelajaran, untuk menghubungkan materi pelajaran pada esok harinya ?
Jawab : a. YA
b. TIDAK
5. Apakah dengan diberikan TAP FISIKA, dapat membantu anda dalam menguasai materi pelajaran dengan lebih baik ?
Jawab : a. YA
b. TIDAK
6. Apakah dengan diberikan TAP FISIKA, membuat anda lebih giat dalam belajar ?
Jawab : a. YA
b. TIDAK
7. Apakah dengan diberikan TAP FISIKA, dapat meningkatkan hasil belajar anda, terutama mata pelajaran Fisika ?
Jawab : a. YA
b. TIDAK

Perhatian : Pastikan sekali lagi bahwa semua pertanyaan diatas telah anda jawab

Studi Tentang Pemanfaatan Komputer untuk Pembelajaran Fisika di Sekolah Menengah Umum di Kota Yogyakarta*

Winarti

Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan
Kampus III, Jl.Prof. Dr. Soepomo, Janturan Yogyakarta, Telp (0274)381523
E-mail: wie_na15@yahoo.com
<http://wina.pf.uad.ac.id>.

Abstrak

Ada tiga isu utama yang perlu disoroti dalam dunia pendidikan diantaranya adalah pembaruan kurikulum, peningkatan kualitas pembelajaran, dan efektivitas metode mengajar. Kurikulum pendidikan harus komprehensif terhadap dinamika sosial, relevan, tidak *overload* dan mampu mengakomodasikan keberagaman keperluan dan kemajuan teknologi. Kualitas pembelajaran harus ditingkatkan untuk meningkatkan kualitas hasil pendidikan. Paradigma lama pembelajaran harus segera ditinggalkan untuk menyongsong era baru dimana pembelajaran mulai beralih mkepada pemanfaatan komputer sebagai salah satu media yang digunakan oleh pendidik. Banyak penelitian yang menunjukkan bahwa dengan adanya pemanfaatan komputer terjadi peningkatan kualitas pembelajaran.

Dalam makalah ini akan dibahas seberapa jauh pemanfaatan komputer untuk pembelajaran fisika di Sekolah Menengah Atas yang ada di Kota Yogyakarta

Kata Kunci: Pembaruan Kurikulum, Kualitas Pembelajaran, Metode Mengajar

* Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika pada tanggal 05 Mei 2008

A. Pendahuluan

Perkembangan ilmu, teknologi dan seni sebagai hasil cipta, rasa dan karsa manusia telah memunculkan berbagai perubahan gaya hidup masyarakat, termasuk terciptanya tatanan kehidupan masyarakat global. Ilmu dan teknologi berkembang cepat, berbagai inovasi muncul secara kreatif dalam bingkai nilai dasar yang berbeda-beda. Perubahan sosial itu terus berjalan secara cepat oleh karena interaksi manusia berada pada ruang tanpa sekat kehidupan antarbangsa (Depdiknas, 2005). Menghadapi situasi yang demikian, maka setiap individu harus memiliki kelengkapan untuk memanfaatkan kesempatan belajar sepanjang hayat, guna memperluas pengetahuan, kecakapan, dan sikapnya, untuk mempersiapkan diri menghadapi dunia yang kompleks, saling bergantung, dan senantiasa berubah. Itu sebabnya pendidikan perlu diarahkan untuk selalu mengikuti dan tanggap terhadap perkembangan ilmu dan teknologi.

Dalam kurikulum terbaru (Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan) telah dimuat beberapa acuan operasional yang salah satu diantaranya adalah pemanfaatan teknologi dalam rangka membekali siswa untuk menghadapi tantangan masa depan. Menurut BSNP (2006) KTSP dikembangkan berdasarkan beberapa prinsip-prinsip sebagai berikut.

- a. Berpusat pada potensi, perkembangan, kebutuhan dan kepentingan peserta didik dan lingkungannya.
- b. Beragam dan terpadu.
- c. Tanggap terhadap perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni.
- d. Relevan dengan kebutuhan kehidupan.
- e. Menyeluruh dan berkesinambungan.

- f. Belajar sepanjang hayat.
- g. Seimbang antara kepentingan nasional dan kepentingan daerah.

Dari rangkaian-rangkaian di atas maka sudah sangat jelas bahwa pemanfaatan komputer dalam pembelajaran bukanlah hal yang asing lagi. Pembelajaran bukan hanya pentransferan ilmu saja dari kepada siswa tetapi suatu proses yang bertujuan untuk memberikan pengalaman kepada siswa dan proses bagaimana siswa memperoleh ilmu atau informasi. Sejalan dengan tuntutan desentralisasi pendidikan di era global yang sangat mengutamakan peranan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam berbagai profesi, pekerjaan mengajar pun turut mengikuti kecendrungan itu dimana guru juga diharuskan dapat menguasai penggunaan teknologi untuk membekali siswanya, karena kelak siswa akan hidup pada era yang berbeda dengan era sekarang

Selain hal di atas menurut Krueger.K. Hansen dan Smaldino (2000) ada beberapa kompetensi dasar yang harus dimiliki guru dalam pembelajaran yaitu mampu.

1. Menggunakan istilah-istilah yang berhubungan dengan komputer dan teknologi dalam komunikasi lisan atau tertulis.
2. Mengoperasikan komputer, multimedia, termasuk menginstal software, mengakses program/file, menyimpan dan menghapus data dalam berbagai program
3. Mampu mengoperasikan peralatan-peralatan teknologi (*LCD, Scanner, Laser Disk, Kalkulator grafik, multimedia Enciclopedia, Video, Camera Digital, dll*) untuk digunakan dalam pembelajaran
4. Memberitahu kepada siswa tentang pemanfaatan teknologi komputer dalam bidang bisnis, industri dan masyarakat
5. Menguraikan, menerapkan, mencari dan memecahkan masalah tentang teknologi dan multimedia pembelajaran.

6. Menggunakan *website* (situs-situs pendidikan) untuk mengakses informasi dan analisis berbagai informasi serta mencari keterkaitannya
7. Menggunakan sumber *audio* atau *visual* (*audio tape*, *video/slide*) untuk mengakses dan menganalisis informasi
8. Menggunakan *Internet* dan *email* untuk berkomunikasi dengan orang lain
9. Menggunakan *software* multimedia untuk menulis laporan atau bahan presentasi
10. Menggunakan produk-produk teknologi *audio/visual* (*audio tape*, *video/slide*) untuk membuat bahan ajar
11. Mengkoleksi berbagai informasi untuk memecahkan masalah pembelajaran
12. Menggunakan berbagai macam *software* untuk membantu siswa belajar, mengkaji, menganalisis suatu masalah
13. Memilih *software* yang tepat untuk kebutuhan peserta didik sebagai sumber belajar

Menurut Gatot Muhsetyo (2005) keprofesionalan guru ditandai dengan beberapa hal yaitu.

- a) Penguasaan pengetahuan bahwa fisika bersifat abstrak
- b) Kesadaran akan perlunya jembatan, alat, bahan atau kendaraan yang dapat mengkonkretkan hal-hal yang abstrak
- c) Perhatian untuk mengaitkan realitas dunia nyata atau konteks dalam pembelajaran fisika sehingga siswa akan terkesan dan merasakan kegunaan fisika
- d) Keinginan dan semangat untuk bertindak dinamis dan kreatif dalam melaksanakan tugas pembelajaran fisika.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa persen pemanfaatan komputer untuk kegiatan pembelajaran di sekolah menengah umum khususnya untuk sekolah-sekolah yang ada di Kota Yogyakarta

C. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di beberapa sekolah menengah atas yang ada di Kota Yogyakarta. Dalam penelitian ini untuk mengumpulkan data digunakan beberapa metode yaitu metode dokumentasi, metode wawancara dan metode angket. Untuk metode dokumentasi peneliti mengumpulkan dokumen-dokumen yang berkaitan dengan rencana sebelum pembelajaran. Metode angket disini dilakukan dengan cara memberi angket kepada guru dan siswa sedangkan wawancara juga dilakukan kepada guru dan siswa guna memperkuat seluruh jawaban.

D. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data-data yang diperoleh dapat dikemukakan beberapa hasil diantaranya adalah sebagai berikut:

Dari sekian banyak media-media pembelajaran yang tersedia berikut ini akan disajikan beberapa teknologi pembelajaran yang paling sering digunakan terlihat seperti tabel I.

Tabel I
Pemanfaatan Teknologi Pembelajaran

Jenis Media dan Teknologi	Persentase
Media Cetak	55 %
Audio Visual	10 %
Laboratorium Kit	30 %
Berbasis Komputer	5 %

Dari tabel tersebut terlihat jelas bahwa persentase tertinggi sebesar 55 % yaitu pemanfaatan media cetak yang berupa buku pelajaran saja. Kategori selanjutnya adalah pemanfaatan laboratorium KIT bernilai 30 % . Menurut pengakuan para guru pembelajaran dengan memanfaatkan laboratorium hanya dilakukan pada materi-materi tertentu saja, karena untuk melakukan pembelajaran di laboratorium diperlukan waktu yang panjang sehingga dianggap tidak efisien dan membuang waktu. Pemanfaatan audio visual juga termasuk dalam kategori kecil yaitu dengan persentase 10 % saja. Sementara itu untuk persentase pemanfaatan komputer sangat kecil dengan nilai 5 % saja. Pemanfaatan komputer yang dilakukan hanya sebagai penyajian bahan presentasi oleh guru saja. Dari data-data yang tersaring tersirat bahwa sangat sedikit SMA yang dalam pembelajarannya memanfaatkan teknologi baik itu *software-software* ataupun situs-situs pendidikan untuk mengakses informasi dan pengetahuan dengan alasan menurut guru sangat tidak efektif dan dikhawatirkan pemanfaatan situs-situs pendidikan tidak tepat sasaran sesuai tujuan pembelajaran. Padahal dalam waktu yang sangat singkat banyak sekali perubahan yang terjadi yang semua tersedia di Internet. Tentu akan menjadi sulit jika guru harus mencari berita dan disampaikan kembali kepada siswanya di kelas dengan waktu yang singkat. Karena ilmu pengetahuan alam merupakan ilmu yang bersifat dinamis, setiap saat selalu ada kejadian alam yang berlangsung, setiap hari banyak ditemukan penelitian ataupun hal-hal baru dalam bidang sains oleh para ilmuwan, sehingga guru harus selalu mencari informasi yang *up to date* melalui jaringan internet. Berdasarkan hasil wawancara banyak guru yang mengakui belum paham cara menggunakan *Internet*, *website* dan lain-lain.

Sebenarnya sudah sangat jelas bahwa keprofesionalan guru ditandai dengan beberapa hal yaitu; 1) penguasaan pengetahuan bahwa fisika bersifat abstrak, 2) kesadaran akan perlunya jembatan, alat, bahan atau kendaraan yang dapat mengkonkretkan hal-hal yang abstrak, 3) perhatian untuk mengaitkan realitas dunia nyata atau konteks dalam pembelajaran fisika sehingga siswa akan terkesan dan

merasakan kegunaan fisika, 4) keinginan dan semangat untuk bertindak dinamis dan kreatif dalam melaksanakan tugas pembelajaran fisika.

Salah satu wujud nyata kreatifitas, kedinamisan serta kemauan atau semangat belajar guru yang profesional adalah kesediaan untuk berbuat dan bertindak tanpa harus menunggu untuk menyiapkan bahan-bahan ajar yang diperoleh dari lingkungan sekitar dan kehidupan sehari-hari.

Hal lain disebabkan adanya dugaan guru bahwa tanpa pemanfaatan media dan teknologi pembelajaran pun, hasil belajar yang sama akan diperoleh. Di samping itu pemanfaatan media dan teknologi pembelajaran terkesan hanya sebagai langkah tambahan dalam proses pembelajaran yang seringkali dipersepsikan sebagai beban tambahan bagi tenaga pengajar

Dengan mengenal dan memanfaatkan teknologi pembelajaran guru akan lebih mampu dan mau melakukan upaya-upaya perbaikan secara terus menerus secara benar dan obyektif. Jika hal ini dibiasakan dalam pembelajaran diharapkan guru akan mampu tumbuh dan berkembang sebagai guru yang profesional dan kompeten yang senantiasa mampu melakukan perbaikan-perbaikan berdasarkan masalah-masalah yang dihadapi dalam menjalankan tugas kependidikan maupun kepengajaran. Pemanfaatan media dan teknologi pembelajaran diharapkan dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan dapat memfasilitasi proses interaksi antara siswa dengan guru dan siswa dengan siswa serta memperkaya pengalaman belajar. Media dan teknologi dalam pembelajaran hendaknya dimanfaatkan bukan hanya sebagai alat informasi keilmuan tetapi juga sebagai pendukung terjadinya proses interaksi belajar dan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari proses pembelajaran. Pemanfaatan media dan teknologi dipercaya mampu mengubah budaya belajar dari budaya pasif dan guru sebagai satu-satunya sumber informasi menjadi lebih aktif dan mencari beragam sumber belajar yang tersedia.

Faktor lain yang juga mempengaruhi tidak dimanfaatkannya teknologi (komputer) dalam pembelajaran adalah adanya faktor SDM guru yaitu menyangkut masih adanya guru yang belum mengerti tentang teknologi (menggunakan

komputer). Padahal seperti yang telah diungkapkan oleh Krueger K Hansen dan Smaldino dalam bab pembahasan bahwa kompetensi dasar yang dimiliki seorang guru adalah harus mampu mengoperasikan alat-alat teknologi dan komunikasi yang dapat membantu siswa dalam pembelajaran dan juga untuk melatih *skill* siswa, selain itu guru juga beranggapan jika PBM memanfaatkan teknologi dikhawatirkan proses pembelajaran tidak akan berjalan dengan baik dan hanya membuang waktu saja sementara materi masih sangat banyak. Faktor selanjutnya adalah adanya keterbatasan (minimnya) fasilitas yang ada sehingga guru agak kesulitan ketika akan mengadakan pembelajaran fisika dengan memanfaatkan komputer.

F. Kesimpulan dan Saran

Dari rangkaian data di atas dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan komputer untuk pembelajaran fisika di dekalah menengah sangatlah minim sekali terbukti dengan jumlah persentase yang hanya 5 % saja. Tidak ada satupun sekolah yang memanfaatkan software-software pembelajaran untuk pembelajaran. Hal ini disebabkan ada banyak sekali guru yang tidak mampu mengoperasikan computer lebih jauh lagi yaitu sebagian guru belum terbiasa memanfaatkan teknologi.

Saran yang mungkin bisa diajukan adalah sekolah sebaiknya mengadakan pelatihan-pelatihan bagi guru yang masih belum bisa menggunakan teknologi, khususnya komputer. Selain itu diharapkan ada tindak lanjut dari pihak sekolah untuk terus membenahi fasilitas yang menunjang guru untuk memperoleh informasi terbaru dan menunjang proses pembelajaran

Ucapan Terima Kasih

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Ketua Program Studi Pendidikan Fisika UAD yang telah memberikan banyak kesempatan dan kebebasan pada penulis dalam memanfaatkan semua fasilitas yang ada

Daftar Pustaka

- Badan Standar Nasional Pendidikan. 2006. *Panduan Penyusunan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Depertemen Pendidikan Nasional
- Badan Standar Nasional Pendidikan. 2006. *Penyusunan KTSP Jenjang Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: BSNP
- David,C.E., John,V., Rosan.W.F. "Factors Contributing to Successful Implementation of Technology in Learning". 2004. *Journal of Educational Technology and Society*. Juli 2004 vol 7 num 3 ISSN: 1176-3647 Published by International Forum of Technology and Society.
- Gatot, M.S. 2005. *Pemanfaatan Teknologi Pembelajaran Sederhana untuk Pembelajaran Fisika Berbasis Kompetensi di Sekolah Dasar* (makalah tidak diterbitkan). Yogyakarta
- International Society for Technology in Education. 2002. *National Education Technology Standards for Teacher: Preparing Teacher to Use Technology*. Eugene, OR: ISTE [online]. Diambil dari <http://cnets.iste.org>
- Krueger, K., Hansen,L., & Smaldino. 2000. *Preservice Teacher Technology Competencies*. diambil dari <http://www.intime.uni.edu/model/technology/comps.html>
- Melinda. 2007. *Impact of ICT on Open and Distance Learning in a Developing Country*. (Desertation Abstrack) Educational Resourches Information Center http://www.eric.ed.gov/home.portal_nfpb=true&_pageLabel=ERICSearchResult&newSearch=true&ERICExtSearch_Descriptor=%22Curriculum+Development%22.
- UNESCO.2002. *Information and Communication Technologies in Teacher Education*. UNESCO: Division of Higher Education. Diambil dari <http://unesdoc.unesco.org/image/0012/001295/129533e.pdf>
- William J.Valmont. 2003. "Technology for Literacy Teaching and Learning". *Journal of Technology*. ISBN 0-618-06855-4. Houghton Mifflin Company College Division Boston. Diambil dari <http://lt.msu.edu/vol7num3/reniv5> Sept 2003-vol 7

Simulasi dan Soal Interaktif Gerak Bandul Matematis Teredam dengan *Easy Java Simulation (EJS)**

Suwandi¹⁾, Suminar Pratapa²⁾ dan Endarko³⁾

1) Mahasiswa Pascasarjana Jurusan Fisika FMIPA ITS Surabaya, *email*: wandi@phisycs.its.ac.id

2) dan 3) Program Studi Pascasarjana Fisika FMIPA ITS Surabaya

Abstrak

Telah disusun simulasi gerak bandul matematis teredam dengan *software opensource Easy Java Simulation (EJS)*. Penelitian ini diawali dengan studi teoretik berkaitan dengan parameter-parameter dan formulasi gerak bandul matematis teredam, yang kemudian dialgoritmakan untuk dapat diimplementasikan pada *software EJS*. Hasil implementasi berupa tampilan getaran matematis dengan parameter-parameter fisika yang dapat divariasikan serta plot grafik posisi, kecepatan dan energi mekanik sebagai fungsi waktu. Plot grafik keluaran EJS ini dibandingkan dengan pasangannya dari keluaran analitik *MS-Excel* dan memberikan kesebandingan yang dapat diterima. Produk lain yang penting dari studi ini adalah tersusunnya soal interaktif berkaitan dengan gerak bandul matematis teredam dengan *EJS* yang dapat digunakan untuk menguji kemampuan pengguna pada situasi fenomena yang dikehendaki pengguna sendiri.

Kata kunci: Simulasi, Bandul Matematis Teredam, *Easy Java Simulation (EJS)*, *MS-Excel*.

1. Pendahuluan

Untuk menjelaskan gerak bandul matematis dengan sudut pandang fisika, metode dan media sangat dibutuhkan untuk mengarahkan siswa atau subjek belajar berpikir secara holistik melalui hubungan antara fenomena alam dengan tinjauan fisika. Parameter yang kompleks dalam gerak bandul matematis yang teredam akan membutuhkan peralatan yang lengkap, waktu yang panjang, skala yang luas dalam menganalisis secara eksperimen. Sejalan dengan pemikiran tersebut Ramasundaram et al. (2005) mengatakan bahwa eksperimen akan memberikan pengalaman langsung dan asli namun dalam kenyataannya hal tersebut kadangkala mengalami keterbatasan sehingga akan membatasi interaksi antara manusia dan fenomena fisika secara langsung. Oleh karena itu seiring perkembangan teknologi informasi maka visualisasi dan simulasi dengan

* Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika pada tanggal 05 Mei 2008

pemrograman komputer diharapkan dapat memainkan peranan penting dalam pembelajaran interaktif dan eksperimen maya. Salah satunya dengan basis pemrograman java yang merupakan bahasa pemrograman berorientasi objek yang dapat mensimulasikan secara riil fenomena fisika yang terjadi (Kadir, 2004).

Dalam kenyataan dilapangan bahwa banyak guru fisika yang masih awam terhadap bahasa pemrograman. Untuk itu diperlukan *software* yang dapat membantu para guru fisika dalam mensimulasikan fenomena fisika . Hasil penelitian menyatakan bahwa dengan menciptakan simulasi, para guru mendapatkan perspektif baru menyangkut fenomena yang mereka coba jelaskan. Hwang (2007) mengatakan bahwa antusias guru dan siswa meningkat terkait dengan teknologi simulasi yang mereka gunakan.

Tulisan ini melaporkan hasil studi pembuatan simulasi gerak bandul matematis sederhana teredam dengan menggunakan *EJS* secara interaktif. Dengan studi ini diharapkan tersedia alternatif media dalam menganalisis gerak bandul matematis sederhana teredam, dan memberi kontribusi dalam mengembangkan media yang efektif dalam bidang pendidikan. Tulisan ini juga melaporkan pembuatan soal interaktif mengenai bandul matematis teredam.

2. Kajian Teori

2.1. Persamaan Gerak Bandul Matematis Sederhana Teredam

Bandul sederhana adalah benda massa m yang digantung pada tali ringan (yang massanya dapat diabaikan) dengan panjang tali tetap dan ujung atas dikaitkan pada dinding horisontal diam. Khusus untuk gerak bandul sederhana teredam gaya gesekannya tidak diabaikan. Pada kenyataan, simpangan bandul makin lama berkurang hingga akhirnya menjadi nol, hal ini terjadi karena pengaruh gaya gesekan oleh udara. ($F_{gesek} = -bv = -bl\dot{\theta}$, dimana b adalah konstanta redaman, $\dot{\theta}$ kecepatan sudut dan l panjang tali)

Persamaan gerak bandul berdasarkan Hukum II Newton dapat dituliskan:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{l}\sin\theta - b\dot{\theta}/m \text{ atau } \ddot{\theta} = -\frac{g}{l}\sin\theta - b\dot{\theta}/m \dots \dots \dots (1)$$

Untuk θ kecil, $\sin\theta = \theta$ diperoleh persamaan :

$$\ddot{\theta} = -\frac{g}{l}\theta - b\dot{\theta}/m \qquad \ddot{\theta} = -\frac{g}{l}\theta - b\dot{\theta}/m$$

$$\ddot{\theta} + 2\beta\dot{\theta} + \omega_0^2\theta = 0, \text{ (Thornton et al., 1995) } \dots\dots\dots$$

dengan $\beta = \frac{b}{2m}$, $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$, sehingga bila digunakan pemisalan $\theta = e^{\lambda t}$, $\dot{\theta} = \lambda e^{\lambda t}$, $\ddot{\theta} = \lambda^2 e^{\lambda t}$, maka persamaan akar karakteristik dalam bentuk: $\lambda^2 + 2\beta\lambda + \omega_0^2 = 0$

Solusi dari persamaan tersebut di atas adalah:

$$\theta(t) = A_1 e^{(-\beta + \sqrt{\beta^2 - \omega_0^2})t} + A_2 e^{(-\beta - \sqrt{\beta^2 - \omega_0^2})t} \dots\dots\dots (4)$$

Persamaan tersebut jika kita tinjau nilai antara β^2 dan ω_0^2 , maka ada tiga keadaan yaitu:

1. Jika $\beta^2 > \omega_0^2$, dalam hal ini tidak terjadi gerak periodik, redaman sedemikian hingga partikel mendekati diam disebut *Overdamped*.
2. Jika $\beta^2 = \omega_0^2$, dalam hal ini tidak terjadi gerak periodik, redaman turun secara eksponensial dan dinamakan redaman kritis atau *Critically damped*.

$$\theta(t) = (A + Bt)e^{-\beta t} \dots\dots\dots (5)$$

3. Jika $\beta^2 < \omega_0^2$, dalam hal ini terjadi gerak periodik, redaman turun secara eksponensial terhadap waktu dan disebut *Underdamped*.

$$\theta(t) = e^{-\beta t} A \cos(\omega t - \varphi) \dots\dots\dots$$

Persamaan (1) yang disimulasikan dengan menggunakan *software Ejs*, dan jika nilai dari $\beta^2 < \omega_0^2$ (kondisi kedua), maka hasil dari simulasinya akan tampil seperti nampak pada gambar 2.

2.2. Easy java Simulation (EJS)

EJS merupakan perangkat *software* yang didesain untuk membuat simulasi komputer (Christian et al., 2007), *EJS* dikembangkan untuk Proyek *Open Source Physics* di Universitas Murcia, Spanyol. *EJS* dan simulasi yang dibuat dapat digunakan sebagai program independen pada sistem operasi yang berbeda, atau didistribusikan lewat internet dalam tampilan *html* oleh *web browsers*.

Yang membuat *EJS* berbeda dengan kebanyakan produk lain adalah *EJS* tidak dirancang untuk para programmer profesional, tetapi *EJS* dirancang khusus untuk memudahkan tugas para guru/dosen sains dan siswa sebagai pengguna yang lebih memperhatikan isi dari simulasi itu sendiri dan aspek yang diperlukan untuk membangun simulasi sangat sedikit. Kebanyakan simulasi komputer fenomena saintifik dapat dijelaskan dengan istilah model-kontrol dan tampilan

paradigma. *EJS* menyediakan implementasi yang sederhana dengan pola desain terdiri atas *Model-Control-View*. *Model* menjelaskan tentang fenomena yang dipelajari dengan melihat variabel-variabel dan hubungan antar variabel yang diungkapkan dengan algoritma komputer. *Control* mendefinisikan aksi tertentu yang pengguna dapat lakukan dalam simulasi. *View* menunjukkan representasi grafis dengan berbagai keadaan yang dimiliki pada fenomena yang disimulasikan.

3. Mendesain Simulasi Gerak Bandul Matematis Sederhana Tere-dam

Langkah-langkah pembuatan simulasi dengan menggunakan *EJS* secara umum ada tiga tahap, yaitu menulis ringkasan materi atau informasi pendahuluan pada halaman *Description*, kemudian membangun *Model* dan terakhir membangun *View*.

- a. *Description*, merupakan halaman pendahuluan berisi ringkasan materi, dan atau petunjuk untuk pemakai sesuai dengan tujuan dari simulasi.
- b. *Model*, memiliki lima sub panel yaitu *Variables*, *Initialization*, *Evolution*, *Constrains* dan *Custom*.

Mendeklarasikan **Variabel** untuk sistem bandul matematis teredam (lihat Persamaan-persamaan 1-4), variabel-variabel yang terlibat adalah massa bandul (m) batasan ukuran 0 s/d 0,5 kg, panjang tali (L) batasan ukuran 0 s/d 2 m, gravitasi (g) batasan ukuran 0 s/d 10 m/s², sudut simpangan (θ) ukuran 2,262 rad [90°], kecepatan anguler (ω), koordinat horisontal (x), koordinat vertikal (y), konstanta hambatan/redaman (b) dengan batasan ukuran 0 s/d 5, kecepatan arah horisontal (v_x), kecepatan arah vertikal (v_y), waktu (t) dan perubahan waktu (dt) ukuran 0,05 s untuk masing-masing tahap dari simulasi. Penulisan persamaan pada **Evolution** seperti yang telah didefinisikan pada persamaan (1), dalam EJS persamaan ditulis sebagai berikut:

$$\text{Double } acc = -g/L * \text{Math.sin}(\theta) - b*\omega/m;$$

$$\theta += \omega * dt + 0.5*acc * dt *dt;$$

$$\omega += 0.5 * (acc - g/L * \text{Math.sin}(\theta) - b*\omega/m) dt;$$

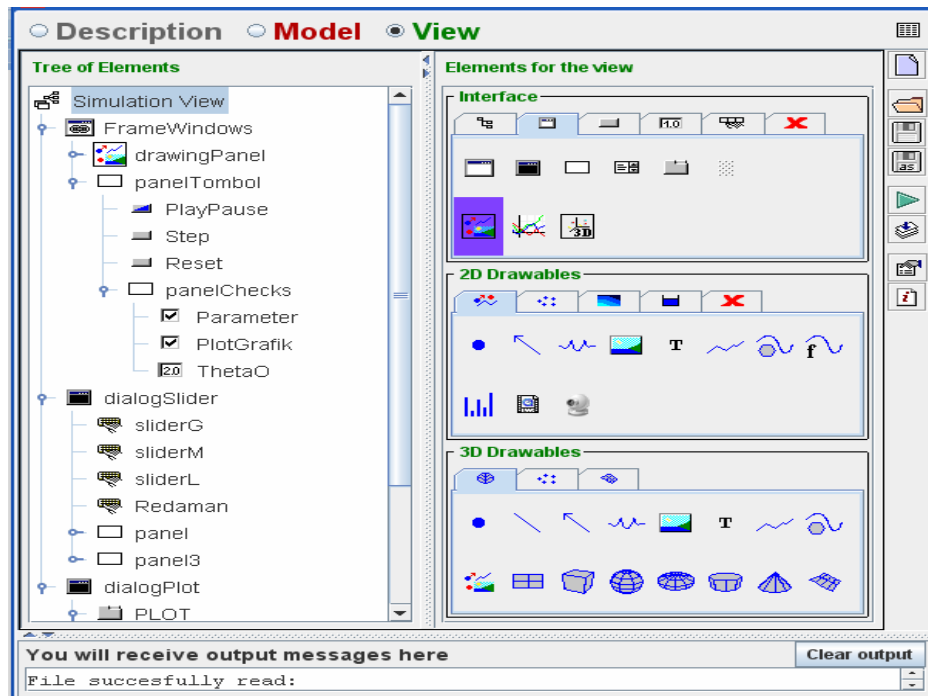
$$t = t + dt;$$

Pada sub panel **Constraints** dituliskan variabel-variabel yang dihitung dengan koordinat kutub sebagai pengaruh gerakan bandul matematis teredam (Christian *et al.*, 2007), variabel tersebut yaitu:

$$x = L * \text{Math.sin}(\theta); y = -L * \text{Math.cos}(\theta);$$

$$v_x = \omega * L * \text{Math.cos}(\theta); v_y = \omega * L * \text{Math.sin}(\theta);$$

- c. **View**, halaman *View* ini merupakan *tools* yang digunakan untuk membuat simulasi gerak bandul matematis teredam. Menu-menu pada *View* ini akan menghasilkan *output* tampilan yang interaktif dan menarik. Pada halaman *View* ini terdapat dua bagian. Bagian sebelah kiri adalah *Tree of Elements* (pohon elemen) dan bagian kanan *Elements for View* (*tools* yang mewakili obyek sistem fisis untuk membangun visualisasi sistem). Elemen *View* pada gerak bandul matematis teredam digambarkan pada Gambar 1.

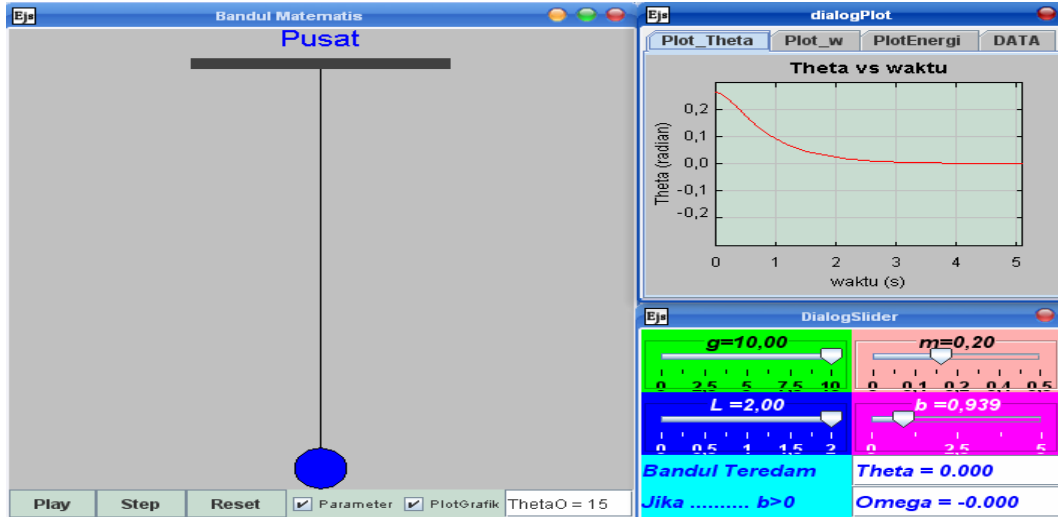


Gambar 1. Tampilan pohon elemen pada panel *View* untuk getaran teredam yang disusun.

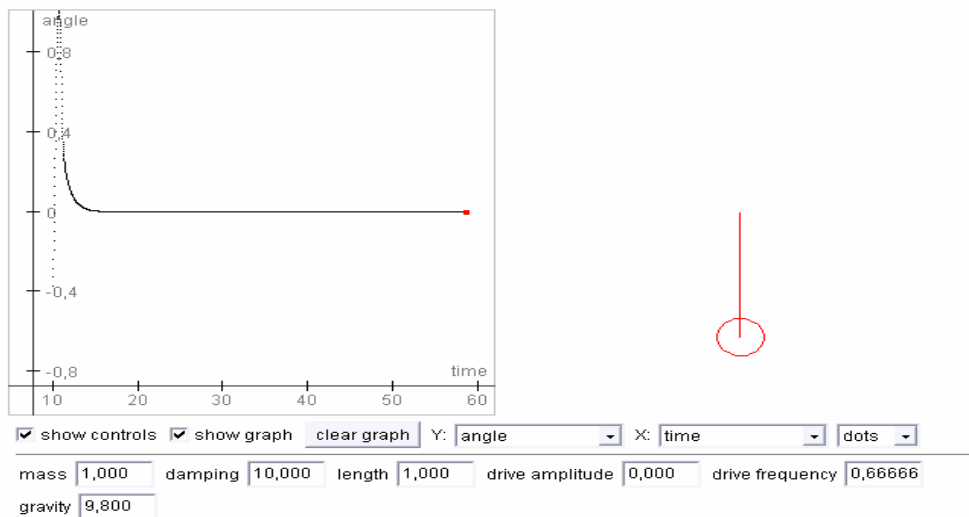
Setiap elemen pada *View* ini dikontrol pada panel *properties*. Input parameter pada *properties* ini harus disesuaikan dengan parameter-parameter pada panel *Model*, dan *Constraints*.

4. Hasil Simulasi dan Pembahasan

Tampilan simulasi getaran teredam yang disusun dalam studi ini ditunjukkan pada Gambar 2. Terdapat 3 jendela dalam simulasi ini, yaitu jendela utama untuk menampilkan simulasi gerak bandul, kemudian jendela dialog untuk menampilkan plot besaran-besaran fisika terkait (misalnya posisi sudut) dan jendela dialog untuk mengubah nilai-nilai parameter. Simulasi ini dapat dijalankan dengan menekan tombol *Play* dan plot akan mengikuti simulasi yang sedang berjalan. Sebagai pembandingan, pada Gambar 3 disajikan simulasi untuk gerak sejenis menggunakan Java applet (Neumann, 2004). Dari segi tampilan, produk simulasi dengan *EJS* nampak lebih menarik daripada produk Java applet tersebut, meskipun ada sedikit perbedaan pada jumlah parameter yang dapat divariasikan. Hal yang terakhir ini masih dapat ditambahkan pada produk *EJS* yang telah dibuat dengan langkah yang sederhana.

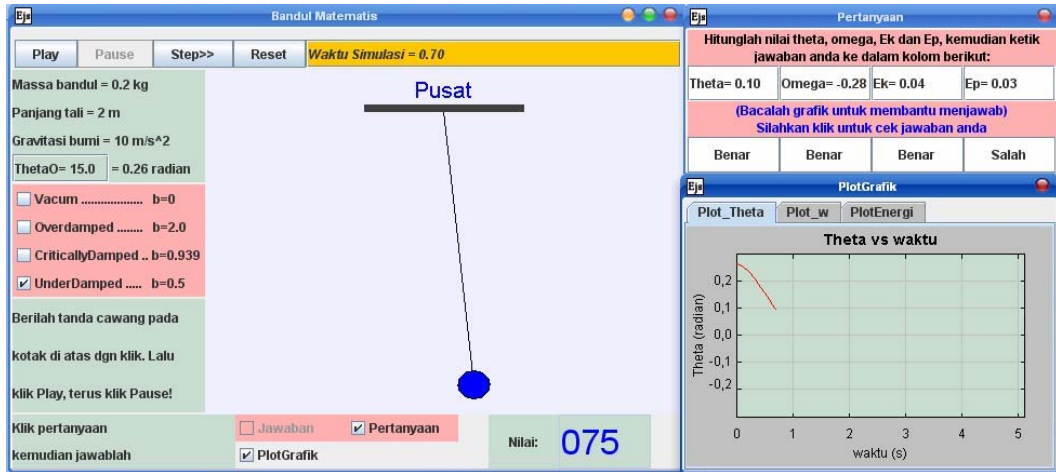


Gambar 2. Tampilan Simulasi bandul matematis teredam gambar kiri, gambar kanan atas plot grafik dan gambar kanan bawah merupakan *slider* untuk mengubah nilai-nilai variabel dalam simulasi ini.



Gambar 3 Tampilan Simulasi bandul matematis teredam gambar kanan, dan gambar kiri plot grafik theta terhadap waktu dari Applet_MyPhysicsLab (Neumann, 2004).

Keunggulan dari simulasi dengan *EJS* yang telah dibuat dalam studi ini adalah telah berhasil dibuatnya soal interaktif yang tampilannya seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Tampilan soal interaktif bandul matematis teredam gambar kiri simulasi, gambar kanan atas merupakan pertanyaan dari soal dan tempat jawaban, dan gambar kanan bawah merupakan plot grafik.

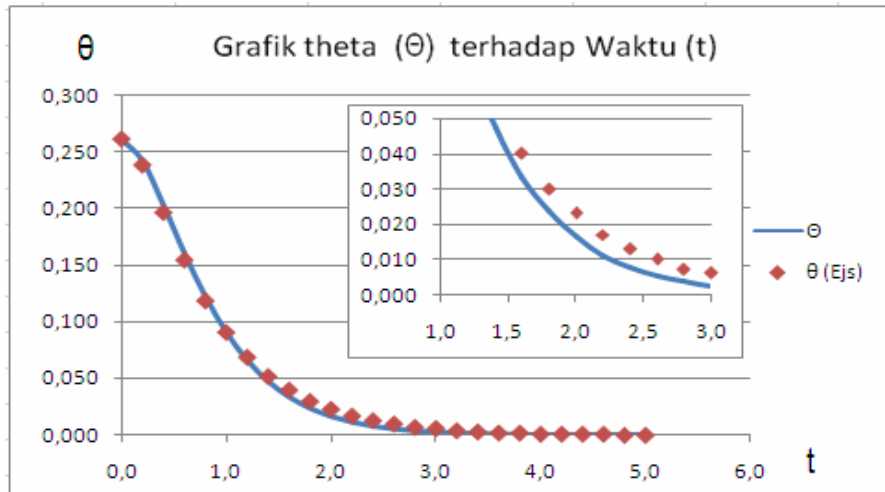
Sebagai contoh implementasi dari soal interaktif, pada tampilan simulasi Gambar 4 merupakan soal yang diketahui $m = 0,2 \text{ kg}$, $L = 2 \text{ m}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\theta_0 = 15^\circ = 2,6 \text{ radian}$ dan $b = 0,5$. Setelah berjalan selama $0,70 \text{ s}$ (yang terpilih ketika pengguna menghentikan sementara simulasi), pengguna memberikan jawaban untuk nilai posisi-posisi sudut θ , ω , energi kinetik dan potensial E_k dan E_p pada saat itu melalui perhitungan yang dilakukannya secara manual yang kemudian diumpankan pada tempat yang telah disediakan. Apabila diperlukan, pengguna dapat mengerjakan soal ini dengan membaca plot besaran yang tersedia. Program akan memberikan respon apakah jawaban benar. Untuk mengetahui nilai yang diperoleh dengan meng-klik "nilai 000" kemudian tekan *enter*. Di sini terlihat bahwa simulasi soal yang dibuat dengan *software EJS* menarik dan interaktif, hal inilah yang menjadikan hasil studi ini merupakan hal yang baru.

Grafik Data Hasil Simulasi dan Grafik MS-Excel Data Solusi Analik.

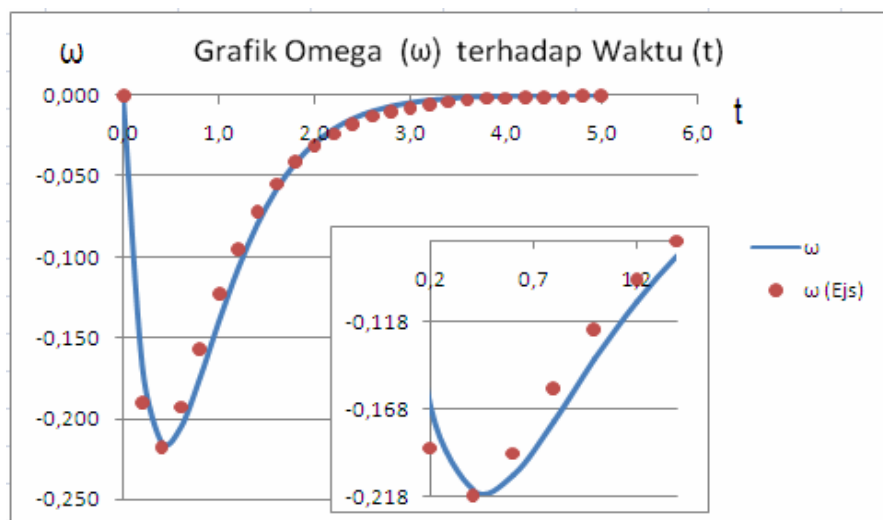
Sebagai pembandingan lain, kalkulasi dengan *MS-Excel* dilakukan menggunakan persamaan (5) dengan syarat batas, maka persamaan menjadi:

$$\theta(t) = \theta_0 \left(1 + \sqrt{b/L} t\right) e^{-\sqrt{b/L} t} \text{ dan } \dot{\theta}(t) = -\theta_0 \frac{b}{L} t e^{-\sqrt{b/L} t} .$$

Perbandingan plot dua besaran sudut hasil kalkulasi analitik dengan *MS-Excel* dan numerik dengan *EJS* ditampilkan pada Gambar-gambar 5 dan 6.



Gambar 5 Grafik θ analitik (dari *MS-Excel* berupa garis) dan θ *EJS* (berupa titik-titik) terhadap waktu. Inset menggambarkan keduanya pada rentang waktu 1,4 dan 3,0 s.



Gambar 6 Grafik ω analitik (dari *MS-Excel* berupa garis) dan ω *EJS* (titik-titik) terhadap waktu. Inset menggambarkan keduanya pada rentang waktu antara 0,2 dan 1,4 s.

Kedua gambar menunjukkan plot grafik dua besaran sudut yang hampir sama – dengan perbedaan yang secara prinsip diperkirakan kurang dari 5%. Hal ini menggambarkan bahwa perhitungan numerik yang kemudian disimulasikan telah terverifikasi secara analitik dengan simpangan yang cukup dapat diterima.

5. Simpulan

Dari studi yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa *EJS* dapat digunakan untuk membuat simulasi bandul matematis teredam yang memiliki tampilan menarik dan interaktif dengan variasi massa benda, nilai percepatan gravitasi, panjang tali dan konstanta hambatan/redaman yang mudah dilakukan. *EJS* juga terbukti dapat digunakan untuk membuat soal interaktif berkaitan dengan topik tersebut. Secara komputasi, hasil perhitungan numerik dari *EJS* dikatakan dapat diterima berdasarkan perbandingan dengan kalkulasi analitik menggunakan *MS-Excel*. Penulis sedang mengembangkan lebih lanjut pemakaian *EJS* untuk jenis bandul dan bentuk soal yang lain.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pendidikan Agama Islam, Departemen Agama Republik Indonesia, yang telah memberikan beasiswa kepada penulis utama untuk menempuh studi Magister Fisika pada Program Studi Fisika di FMIPA Fisika ITS Surabaya.

6. Daftar Pustaka

Christian, W. and Esquembre, F., (2007), “*Modeling Physics with Easy Java Simulations*” *The Physics Teacher*, Vol. 45, Hal. 475-480.

Neumann, E., (2004), *Applet_myphysicsLab*, www.myphysicslab.com, jam 21.15 WIB, tgl 14 Nopember 2007.

Hwang, F., 2007. *Easy Java Simulation: A Modelling Tool for Physics Teaching*

ang Learning. National Science Council.

Kadir, A., 2004. Dasar Pemrograman Java 2. Andi Yogyakarta, Jogjakarta.

Ramasundaram, V., Grunwald, S., Mangeot, A., Comerford, N.B., Bliss, C.M., (2005), "Development of an Environmental Virtual Field Laboratory". A Computer and Information Science and Engineering, University of Florida, Computers & Education 45 hal.21–34.

Thornton, Stephen T, and Marion, Jerry B., (1995), *Classical Dynamics of Particles and System*, Harcourt, Inc, Orlando.

PERANCANGAN PROGRAM NUMERIK SEDERHANA TENTANG PEGAS UNTUK PEMBELAJARAN FISIKA DI SMA *

Drs. Sudarmadi , M.Pd.Si.

SMA Negeri 1 Lendah Kulon Progo Yogyakarta

Abstrak

Dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan tahun 2007, guru diberikan kesempatan untuk mengembangkan silabus dan model-model pembelajaran. Metode Perhitungan Numerik merupakan alat bantu yang digunakan untuk memecahkan permasalahan-permasalahan fisika atau matematika yang sulit diselesaikan dengan cara analitik. Program Numerik dapat diselesaikan secara manual maupun dengan komputasi. Untuk mengembangkan kemampuan siswa SMA dalam pelajaran fisika pada konsep gerak osilasi harmonik pegas, perlu diberikan materi pengayaan tentang program numerik sederhana dengan metode Euler. Program komputer yang merupakan alat bantu digunakan untuk pembelajaran numerik sederhana adalah Microsoft Excel. Setelah mengikuti pembelajaran dengan program komputer diharapkan siswa dapat menginterpretasikan hasil data, tabel dan grafik tentang gerak osilasi harmonik pada pegas.

Kata Kunci : Program Numerik, pegas, pembelajaran fisika.

A. PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia telah melakukan berbagai upaya untuk memperbaiki kualitas pendidikan dalam rangka meningkatkan kualitas sumber daya manusia oleh tuntutan masyarakat. Kualitas sumber daya manusia dapat meningkat jika dilakukan perbaikan sistem pendidikan. Depertemen Pendidikan Nasional telah melakukan penyempurnaan kurikulum dari berbagai tingkat pendidikan, sarana pendidikan dan tenaga pendidik atau guru.

Penyempurnaan kurikulum dimulai sejak tahun 1968 sampai dengan tahun 2006. Penyempurnaan kurikulum dengan didasari sikap ilmiah untuk memecahkan masalah-masalah fisika yang dihadapi siswa dalam rangka meningkatkan ketrampilan dan kreativitas, maka diperlukan sarana pendidikan yang dapat menunjang proses pembelajaran.

Pada kurikulum fisika SMA saat ini belum dikenalkan metode penyelesaian numerik untuk memecahkan permasalahan fisika. Dengan adanya hal tersebut penulis berupaya memperkenalkan metode perhitungan numerik paling sederhana dalam proses

* Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika pada tanggal 05 Mei 2008

pembelajaran fisika di SMA. Metode perhitungan numerik dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu manual dan bantuan program komputer.

Dengan adanya permasalahan tersebut di atas, penulis menyusun “**Perancangan Program Numerik Sederhana Tentang Pegas Untuk Pembelajaran Fisika SMA**”.

Tujuan

1. Memperkenalkan metode perhitungan secara numerik pada pembelajaran fisika di tingkat SMA.
2. Memanfaatkan komputer sebagai media pembelajaran fisika dengan simulasi numerik sederhana menggunakan metode Euler.

B. KAJIAN PUSTAKA

1. Metode Numerik

Metode numerik merupakan alat bantu untuk menyelesaikan persoalan-persoalan matematika, fisika atau teknik yang terlalu sulit jika diselesaikan secara analitik.

Metode Euler adalah pendekatan secara sederhana yang digunakan pada persamaan diferensial untuk memperkirakan lengkungannya pada nilai derivatif yang pertama pada x_1 , lengkungan pada awal interval dijadikan sebagai nilai pendekatan rata-rata lengkungan pada semua interval (Kais Ismail, 2003:219).

Untuk menyelesaikan persamaan diferensial dengan metode Euler fungsi x dan y atau $f(x,y)$, kita pilih langkah h yang tetap.

$$y_{n+1} = y_n + h f(x_n, y_n)$$

dengan $n = 0, 1, 2, \dots$ (1)

dan

$$x_n = x_0 + n h \dots\dots\dots(2)$$

Persamaan iterasinya Metode Euler

$$h = \text{, } n = \text{konstan} \dots\dots\dots(3)$$

maka

$$x_0 = a \text{ } x_n = b \dots\dots\dots(3a)$$

$$x_n = a + n h, n = 1, 2, \dots (n - 1) \dots\dots\dots(3b)$$

dan

Y_n dari $Y(x_n)$ diperoleh dari

$$y_{n+1} = y_n + h f(x_n, y_n)$$

$$n = 0, 1, 2 \dots (n - 1) \dots\dots\dots(4)$$

Dalam penyelesaian numerik, metode Euler dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara manual dan cara komputasi.

2. Penerapan numerik sederhana pada gerak pegas.

Gerak osilasi-harmonik sering dijumpai di alam. Partikel berosilasi bila bergerak secara periodik terhadap suatu posisi setimbang, contohnya adalah gerak osilasi pada pegas.

Gerak osilasi harmonik pada pegas merupakan salah satu gerak yang mudah digambarkan secara matematik.

Gerak osilasi pegas mempunyai amplitudo yang semakin berkurang secara bertahap dan akhirnya berhenti atau disebut gerak teredam (Alonso, Finn, 1994:272).

Persamaan diferensial gerak osilasi harmonik pada pegas diturunkan dari hukum Newton II

$$\sum F = m \cdot a \dots\dots\dots(5)$$

$$- c - kx = m \dots\dots\dots(5b)$$

dengan mengingat bahwa

$$F_{gesekan} = - c \dots\dots\dots(5c)$$

$$v = \dots\dots\dots(5d)$$

$$a = \dots\dots\dots(5e)$$

sehingga persamaannya menjadi

$$- c - kx = m \dots\dots\dots(6)$$

atau

$$m + c + kx = 0 \dots\dots\dots(7)$$

jika persamaan 7 dibagi dengan m, maka

$$+ + x = 0 \dots\dots\dots(8)$$

Dengan menggunakan metode Euler persamaan iterasinya untuk posisi (x) dan kecepatan (v) adalah :

$$x_{baru} = x_{lama} + v_{lama} \Delta t \dots\dots\dots(9)$$

dan

$$v_{baru} = v_{lama} + \Delta t \dots\dots\dots (10)$$

3. Pembelajaran Fisika

Pembelajaran adalah pengembangan, ketrampilan atau sikap baru pada saat seseorang individu berinteraksi dengan informasi dan lingkungan. Sedangkan pengajaran adalah susunan informasi dan lingkungan untuk memfasilitasi pembelajaran. Yang dimaksud dengan lingkungan adalah tidak hanya tempat dimana pengajaran berlangsung tetapi juga metode, media dan peralatan yang dibutuhkan untuk menyampaikan informasi dan membimbing siswa belajar.

Pembelajaran fisika adalah seorang subjek belajar dilatih untuk memiliki satu set sikap ilmiah yang meliputi rasa ingin tahu, ketekunan, ketelitian, kejujuran, keterbukaan dan berbagai ketrampilan khusus seperti kemampuan mengukur, mengobservasi dan sebagainya, sehingga menghasilkan pengetahuan yang meliputi berbagai fakta dan konsep sebagai refleksi dari objek dan fenomena alam (Thornton, 1972 : 112 – 113).

Penerapan ketrampilan proses dalam pembelajaran fisika pada dasarnya adalah menemukan konsep yang dilaksanakan dengan observasi dan eksperimen. Mengingat kemajuan produk teknologi lebih cepat jika dibandingkan dengan kemajuan dunia pendidikan fisika, maka perlu pembenahan proses pembelajaran dan sarana pengajaran.

Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan adalah merupakan implementasi pembenahan proses pembelajaran dengan mempertimbangkan keadaan dan kemajuan lingkungan, sehingga pembelajaran fisika diharapkan dapat memanfaatkan kemajuan IPTEK.

Dalam pembelajaran tugas seorang guru dituntut memiliki kinerja dan kreativitas yang tinggi agar tujuan pendidikan dapat dicapai.

C. IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN PROGRAM NUMERIK SEDERHANA TENTANG PEGAS

Dalam makalah ini untuk melaksanakan implementasi pembelajaran program numerik sederhana tentang osilasi harmonik pada pegas, maka disusunlah desain dan strategi pembelajaran tentang osilasi harmonik pada pegas berupa grafik dari pemrograman komputer.

1. Desain dan Strategi Pembelajaran

Nama Sekolah : SMA Negeri 1 Lendah Kulon Progo.

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas / Semester : XI / 1

Pokok Bahasan : Hukum Hooke

Sub Pokok Bahasan : Osilasi Harmonik pada pegas

Alokasi Waktu : 4 x 45 menit

a. Standar Kompetensi

Mendeskripsikan gejala alam dalam cakupan mekanika klasik sistem diskret (partikel).

b. Kompetensi Dasar

Menginterpretasikan hukum-hukum Newton dan penerapannya pada gerak benda.

c. Indikator Pencapaian Hasil Belajar

1. Produk

- a. Siswa dapat menghitung persamaan diferensial dengan cara numerik pada gerak pegas.
- b. Siswa dapat memanfaatkan program komputer untuk menghitung cara numerik dengan metode Euler pada gerak pegas.
- c. Siswa dapat membuat tabel posisi dan kecepatan fungsi waktu pada gerak pegas dengan program komputer.
- d. Siswa dapat membuat grafik posisi dan kecepatan fungsi waktu pada gerak pegas dengan program komputer.
- e. Siswa dapat menginterpretasikan grafik pada gerak pegas.

2. Proses

- a. Siswa dapat menghitung persamaan diferensial dengan cara numerik pada pegas secara manual.

- b. Siswa dapat menghitung persamaan diferensial cara numerik metode Euler dengan program komputer Microsoft Excel.
- c. Siswa dapat membuat tabel dan grafik posisi dan kecepatan fungsi waktu.

3. Psikomotor

Siswa terampil mengoperasikan komputer dengan menggunakan program Microsoft Excel.

4. Keterampilan Sosial

- a. Siswa dapat bekerjasama dalam kelompok.
- b. Siswa dapat mengajukan pendapat / menjawab pertanyaan.
- c. Siswa dapat mendengarkan dengan aktif.

d. Metode Pembelajaran

Metode pembelajaran Kontekstual Teaching and Learning (CTL).

e. Sumber Pembelajaran

1. Buku pegangan siswa.
2. Buku pegangan guru.
3. Modul Fisika.

f. Kegiatan Pembelajaran

Pertemuan pertama

Pendahuluan (10 menit)

1. Menggali pengetahuan awal siswa tentang persamaan diferensial.
2. Memberikan motivasi.
3. Menyampaikan indikator hasil belajar.

Kegiatan inti (60 menit)

1. Menjelaskan persamaan diferensial pada osilasi harmonik diturunkan dari hukum Newton II.
2. Menjelaskan metode numerik menurut Euler untuk menyelesaikan persamaan diferensial.
3. Latihan menghitung dengan metode Euler secara manual.

Penutup (20 menit)

Guru melakukan evaluasi.

Pertemuan kedua (2 x 45 menit)

Pendahuluan (10 menit)

1. Menggali pengetahuan awal siswa tentang program komputer.
2. Memberikan motivasi.
3. Menyampaikan indikator hasil belajar.

Kegiatan inti (70 menit)

1. Menjelaskan pemrograman komputer dengan Microsoft Excel menggunakan metode Euler untuk membuat tabel posisi (x) dan kecepatan (v) terhadap waktu (t) serta membuat grafik osilasi harmonik pegas.
2. Siswa melakukan pemrograman komputer Microsoft Excel dengan menggunakan metode Euler untuk membuat tabel posisi (x) dan kecepatan (v) terhadap waktu (t) serta membuat grafik osilasi harmonik pegas.

Penutup (10 menit)

Guru melakukan evaluasi.

2. Hasil Pembelajaran Program Numerik

Hasil pembelajaran program numerik dengan menggunakan program komputer diharapkan siswa dapat menyelesaikan tugas aplikasi komputer berikut :

k

c

m

Gambar 1. Sebuah benda digantungkan pada ujung pegas.

Benda dengan massa m digantungkan pada bagian salah satu ujung pegas dan ujung pegas lain diikatkan secara tetap seperti terlihat pada gambar.

Benda mendapat redaman $F_{gesak} = -c$ dengan c konstanta redaman.

Persamaan gerak objek adalah :

$$= - - x$$

dengan mendefinisikan $= v$ maka

$$= -v - x$$

Hitung nilai x (posisi) dan v (kecepatan) untuk $t = 0$ s.d 17 dengan $\Delta t = 0,1$ menggunakan metode Euler, yaitu :

$$x_{baru} = x_{lama} + v_{lama} \Delta t$$

$$v_{baru} = v_{lama} + \Delta t$$

Contoh bentuk tampilan hasil yang diminta dengan menggunakan program komputer Microsoft Excel berupa tabel dan grafik seperti di bawah :

Waktu	Kecepatan	Posisi	Nilai Awal :						
0	0	10	m =	5					
0,1	-2	10	k =	10					
0,2	-3,8	9,8	c =	5					
0,3	-5,38	9,42	xo =	10					
0,4	-6,726	8,882	vo =	0					
0,5	-7,8298	8,2094	$\Delta t =$	0,1					
0,6	-8,6887	7,42642							
0,7	-9,305114	6,55755							
0,8	-9,686113	5,627039							
0,9	-9,842909	4,658427							
1	-9,790304	3,674136							
1,1	-9,546101	2,695106							
1,2	-9,130512	1,740496							
1,3	-8,56556	0,827445							
1,4	-7,874493	-0,02911							
1,5	-7,081221	-0,81656							
1,6	-6,209787	-1,52468							
1,7	-5,283872	-2,14566							
1,8	-4,326352	-2,67405							
1,9	-3,358907	-3,10668							
2	-2,40168	-3,44257							
2,1	-1,472997	-3,68274							
2,2	-0,589149	-3,83004							

D. PENUTUP

Metode perhitungan numerik perlu dikenalkan di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA) karena dapat membantu penyelesaian persamaan diferensial dalam kasus gerak

osilasi harmonik pegas. Perhitungan numerik sederhana dengan metode Euler dapat diselesaikan dengan cara manual maupun menggunakan program komputer.

Pengenalan program komputer untuk pembelajaran fisika dengan harapan siswa dapat membantu pemahaman konsep-konsep fisika melalui hasil analisis data atau grafik yang dihasilkan oleh pemrograman komputer.

Keberhasilan pembelajaran ditentukan oleh peranan guru, disamping peranan komponen lain yang termasuk dalam sistem pembelajaran. Dalam rangka meningkatkan kualitas pembelajaran, seorang guru dituntut untuk mengembangkan dan meningkatkan kualitas diri yang menyangkut kualitas pembelajarannya, baik dari segi materi maupun metode pembelajarannya. Dengan memperkenalkan program numerik sederhana untuk pembelajaran fisika diharapkan dapat meningkatkan mutu pendidikan di tingkat SMA.

DAFTAR PUSTAKA

Alonso, Marcelo and Finn Edward. J, 1994. *Dasar-dasar Fisika Universitas*, Erlangga, edisi kedua.

Dave Meiler, 2000, *The Accelerated Learning Handbook*, New York, Mc Graw Hill.

Depdiknas, 2005, *Landasan Teori dan Pengembangan Metode Pengajaran Materi Pelatihan Terintegrasi*, Jakarta : Dirjen Pendidikan Dasar dan Menengah. Direktorat Pendidikan Lanjutan Pertama, Depdiknas.

Ibraheem, Kais Ismail dan Hisyam Anwaruddin, 2003. *Metode Numerik untuk Sains dan Teknik*, Yogyakarta, UAD Press, cetakan pertama.

Mulyasa. E, 2002, *Kurikulum Berbasis Kompetensi*, Bandung : PT Remaja Rosdakarya.

Munif Abdul dan Prastyoko H. Aries, 2003. *Metode Numerik*, Guna Widya, edisi kedua.

Paidi, 2000, *Implementasi Authentic Assesment Pembelajaran Sains di LPTK dalam rangka Reformasi Pendidikan*, Yogyakarta, Cakrawala Pendidikan, November 2000, Th XIX No 4.

Spiggel, Murray. R, 1971. *Teori and Problems of Advanced Mathematics for Engineers and Scientists*, Mc. Graw Hill Book Company.

Simulasi Gerak Benda pada Sistem dengan Satu Katrol Tetap dan Satu Katrol Bebas dengan *Software Opensource Easy Java Simulations**

¹Mohammad Yusuf, ²Suminar Pratapa, ³Endarko

1. Mahasiswa Fisika ITS Surabaya, *e-mail: yusuf@physics.its.ac.id*
2 & 3 .Program Studi Pascasarjana Fisika Jurusan Fisika FMIPA ITS Surabaya

Abstrak

Sistem dengan satu katrol tetap dan satu katrol bebas yang interaktif telah berhasil dibuat simulasinya dengan *Easy Java Simulations* (EJS). Studi ini diawali dengan studi literatur tentang persamaan gerak yang diformulasikan secara analitik yang selanjutnya diimplementasikan pada *EJS* dengan tampilan berupa simulasi gerak benda, plot grafik, serta variasi nilai besaran yang terkait dengan sistem ini. Simulasi sistem katrol ini mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan simulasi sistem katrol lain yang tampilannya tidak dilengkapi dengan plot grafik. Di samping simulasi tersebut telah disusun pula soal interaktif dengan *EJS* yang merupakan penyempurnaan dan pengembangan dari sistem katrol yang telah dibuat sebelumnya.

Kata kunci: Simulasi, Sistem Katrol, *Easy Java Simulations*

1. Pendahuluan

Sistem katrol yang merupakan bagian dari sains banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, walaupun demikian konsep dasar tentang sistem katrol belum banyak dipahami. Untuk memahaminya dibutuhkan metode yang tepat dan menarik. Eksperimen merupakan salah satu metode yang biasa digunakan, tetapi metode ini terdapat beberapa kendala diantaranya keterbatasan waktu yang tersedia, peralatan yang kurang memadai serta kurang responnya siswa terhadap apa yang sedang dilakukan. Oleh karena itu seiring dengan perkembangan teknologi informasi maka visualisasi dan simulasi dengan pemrograman komputer diharapkan dapat memainkan peranan penting dalam pembelajaran interaktif dan eksperimen maya. Salah satunya dengan basis pemrograman java yang merupakan bahasa pemrograman berorientasi objek yang dapat mensimulasikan secara riil fenomena fisika yang terjadi (Kadir, A. 2004).

* Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika pada tanggal 05 Mei 2008

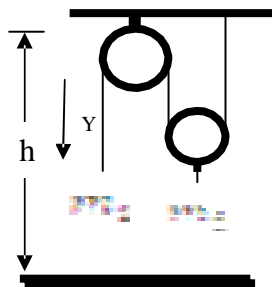
Banyak gejala sains yang dapat disajikan dalam bentuk simulasi komputer memberikan tampilan lebih menarik dan interaktif yang membuat pengguna dapat dengan mudah memberikan masukan nilai dari parameter yang sesuai. Seorang guru sains pada umumnya bukan merupakan programmer untuk dapat membuat media pembelajaran dalam bentuk multimedia yang cepat tepat dan menarik serta mudah dalam proses pembuatannya dibutuhkan *software* yang dapat membantu para guru sains untuk mewujudkannya.

Artikel ini melaporkan bagaimana membuat simulasi gerak benda pada sistem dengan satu katrol tetap dan satu katrol bebas dengan menggunakan *EJS*. Di samping itu dilaporkan pula penyusunan soal interaktif untuk persoalan yang sama menggunakan *software* tersebut.

2. Kajian Teori

2.1 Sistem dengan satu katrol tetap dan satu katrol bebas

1. Sistem ini terdiri dari satu katrol dengan massa diabaikan yang terikat tetap. Beban dengan massa m_1 tergantung pada salah satu sisi katrol sedang sisi yang lain terhubung pada sebuah katrol bebas massa diabaikan dengan m_2 tergantung padanya. seperti ditunjukkan gambar 1 berikut:



Gambar 1 Sistem dengan satu katrol tetap dan satu katrol bebas dengan m_1 tergantung pada sisi katrol1 dan m_2 tergantung pada katrol2

Pada saat sistem bergerak ke bawah ke arah m_1 percepatan yang ditimbulkan oleh m_1 adalah a_1 yang besarnya:

$$a_1 = \left[\frac{2m_1 - m_2}{2m_1 + \frac{1}{2}m_2} \right] g \dots \dots \dots (1)$$

Pada saat m_1 turun sejauh Y dalam selang waktu tertentu, maka m_2 akan naik sejauh $\frac{1}{2}Y$ dalam selang waktu yang sama, dengan demikian percepatan yang ditimbulkan oleh m_2 sebesar $\frac{1}{2}$ dari a_1 dengan arah yang berlawanan yaitu ke atas

$$a_2 = -\frac{1}{2} \left[\frac{2m_1 - m_2}{2m_1 + \frac{1}{2}m_2} \right] a_1 \dots\dots\dots(2)$$

Besar tegangan tali pada sistem memenuhi persamaan:

$$T = m_1 a_1 \left(1 - \left[\frac{2m_1 - m_2}{2m_1 + \frac{1}{2}m_2} \right] \right) \dots\dots\dots(3)$$

Dengan a_1 = percepatan yang ditimbulkan oleh m_1 (m/s^2)

a_2 = percepatan yang ditimbulkan oleh m_2 (m/s^2)

T = tegangan tali sistem (N)

2.2 Easy Java Simulations (EJS)

Easy Java Simulations merupakan sebuah *software* yang digunakan sebagai alat bantu untuk mendesain fenomena-fenomena alam (sains) dalam bentuk simulasi melalui komputer dengan mudah dan cepat. *Software* ini dirancang khusus untuk guru dalam menciptakan suasana interaktif saat menyampaikan sebuah konsep fisika dengan cara membuat simulasi fisika yang sesuai tanpa harus memikirkan bagaimana program tersebut dibuat. Hal ini sesuai dengan kondisi pada umumnya bahwa seorang guru fisika (sains) bukanlah seorang *programmer*.

Untuk dapat menjalankan *software EJS* diperlukan *software* tambahan yang mendukung yaitu *Java Software Development Kit* (Java SDK). *Software* ini telah didistribusikan secara gratis oleh perusahaan Sun yang dapat didownload melalui internet dengan alamat *website* <http://java.sun.com>.

Tampilan awal dari program *EJS* adalah *window Interface* dengan tiga panel utama yaitu *Description*, *Model*, dan *View*. Panel *Description* merupakan tempat untuk memaparkan narasi berupa ringkasan materi serta rumus-rumus yang mendukung simulasi yang akan dibuat. *Model* merupakan panel yang digunakan untuk proses awal pembuatan simulasi yang berisi lima sub panel,

yaitu *Variable*, *Initialization*, *Evolution*, *Constraints*, dan *Custom*. Sedangkan panel *View* sebagai suatu alat menggambar, mendesain visualisasi dari gejala alam dan plot datanya, terbagi atas dua bingkai *Tree of Elements* yang berada di sebelah kiri dan *Elements for the view* terdapat di sebelah kanan.

Dua panel terakhir *Model* dan *View* saling berpengaruh satu sama lain, ketika keadaan model dimodifikasi atau diubah maka akan berpengaruh pada tampilan *View* yang berakibat pada perubahan tampilan hasil simulasi.

3. Pembuatan Simulasi Gerak Benda pada Sistem dengan Satu Katrol Tetap dan Satu Katrol Bebas

3.1 Membuat Pendahuluan

Pendahuluan yang berisi ringkasan materi tentang sistem katrol serta rumus-rumus yang mendukung simulasi dituliskan pada panel *Description*. Isi dari panel ini tidak berpengaruh pada tampilan simulasi yang akan dibuat karena hanya berupa informasi atau petunjuk.

3.2 Membangun Model

3.2.1 Mendeklarasikan variabel

Persamaan (1) di atas merupakan persamaan yang mendukung jalannya simulasi. Variabel yang mewakili persamaan tersebut serta variabel lain yang sesuai dan harus ditulis pada sub panel *Variable* adalah:

m_1 : massa dari balok yang tergantung pada sisi katrol 1

m_2 : massa dari bola yang tergantung pada katrol 2

g : percepatan gravitasi bumi yang ditetapkan nilainya 10 m/s^2

\mathbf{a}_1 : percepatan yang ditimbulkan beban dengan massa m_1

\mathbf{a}_2 : percepatan yang ditimbulkan beban dengan massa m_2

y : posisi ketinggian pada sumbu Y

t : mempresentasikan waktu simulasi

dt : pertambahan waktu untuk masing-masing tahap dari simulasi

v_1 : kecepatan yang terjadi pada beban dengan massa m_1

v_2 : kecepatan yang terjadi pada beban dengan massa m_1

$S1$: posisi benda 1 pada saat tertentu

$S2$: posisi benda 2 pada saat tertentu

3.2.2 Menuliskan persamaan evolusi

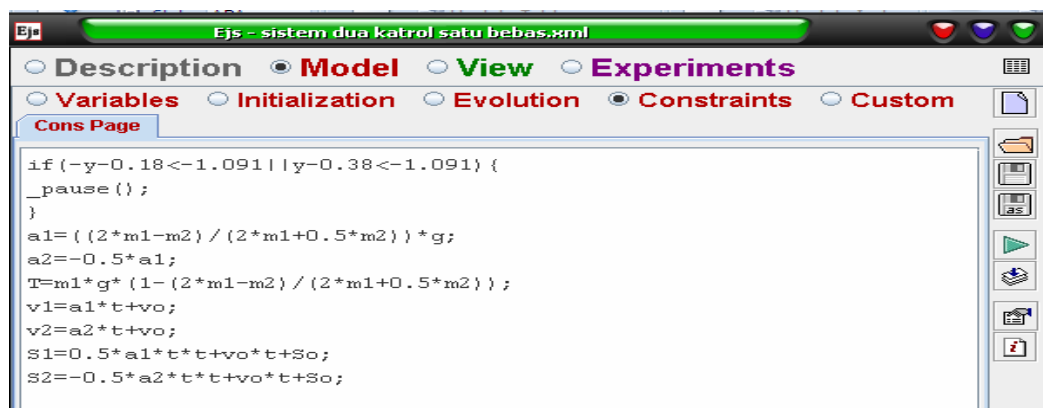
Persamaan (1) merupakan persamaan diferensial, yang dapat ditulis dalam bentuk :

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \left[\frac{2m_1 - m_2}{2m_1 + \frac{1}{2}m_2} \right] g$$

Persamaan tersebut pada sub panel *Evolution* dituliskan secara bertahap sebagai berikut:

$$\frac{dy}{dt} = v1 \quad ; \quad \frac{dv1}{dt} = a1$$

Persamaan yang tertulis pada sub panel *Evolution* masih berupa persamaan umum, penulisan persamaan lengkapnya serta syarat yang membatasi gerak benda dapat dituliskan pada sub panel *Constraints*.



Gambar 2 Penulisan persamaan percepatan, kecepatan, posisi, tegangan tali serta pembatas gerak benda pada sub panel *Constraints*

3.3 Mendesain View

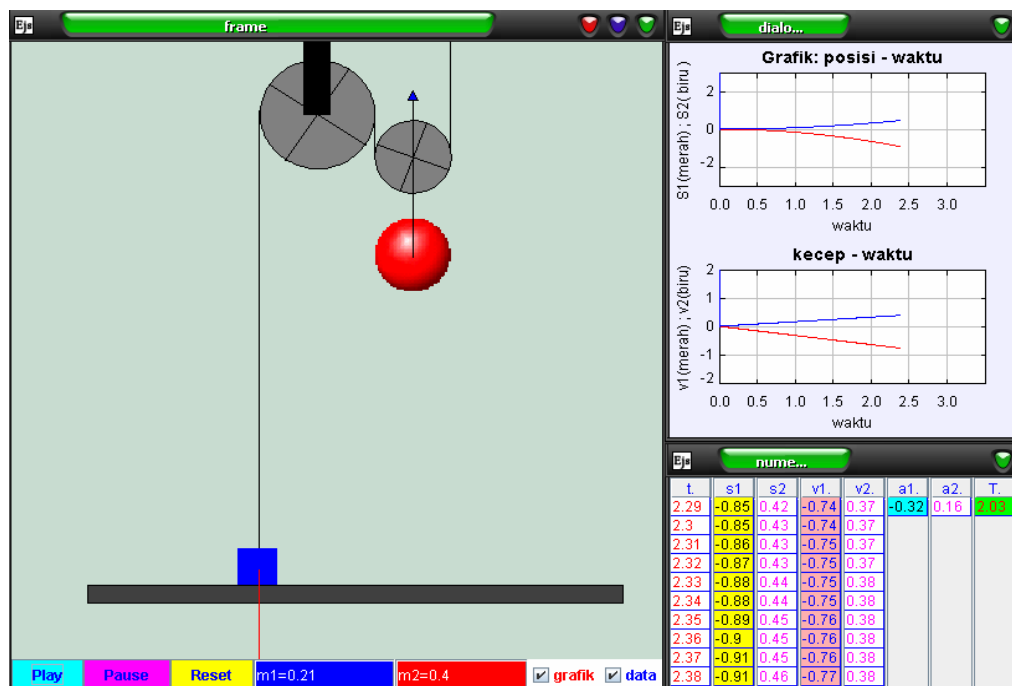
Tampilan simulasi yang berupa sistem dengan satu katrol tetap dan satu katrol bebas, nilai parameter, serta plot grafik dibuat pada halaman *View* dengan cara memilih elemen yang sesuai pada bingkai sebelah kanan dan mengaturnya ke dalam bingkai *Tree of Elements* yang berada di sebelah kiri. Hasil tampilan

secara keseluruhan tergantung bagaimana cara mendesain elemen-elemen yang berada di panel *View*.

Semua elemen yang berada dibingkai *Tree of Elements* dari panel *View* agar berfungsi sebagai tampilan simulasi yang interaktif dan menarik perlu diatur propertiesnya dengan menyesuaikan masukan parameternya dengan parameter yang telah dituliskan pada panel *Model* dan *Constraints*.

3.4 Hasil Simulasi

Setelah semua elemen pada panel *View* diatur *properties*-nya kemudian hasil simulasi dijalankan. Tampilan tipikal dari simulasi ini ditunjukkan pada Gambar 3, yang pada kasus ini diberi masukan nilai $m_1 = 0.21$ dan $m_2 = 0.4$.



Gambar 3. Tampilan simulasi gerak benda pada sistem katrol diam dan katrol bergerak dengan program *EJS* (bagian kiri). Plot grafik:posisi-waktu; kecepatan-waktu, nilai beberapa parameter saat program simulasi dijalankan ditampilkan di sebelah kanan.

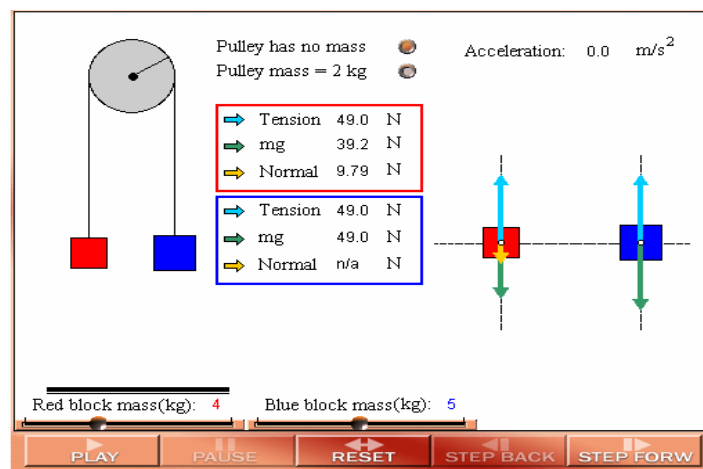
Tampilan simulasi yang ditunjukkan pada Gambar 3 interaktif terhadap perubahan massa beban, dengan mengubah masukan nilai m_1 dan m_2 ; simulasi

gerak benda, plot grafik, serta beberapa nilai parameter yang tampil dapat diketahui perubahannya.

4. Pembahasan Tampilan Hasil Simulasi

4.1 Simulasi Sistem Katrol Gambar 3 dengan Simulasi Sistem Katrol dari Applet Wiley ([www.Applet Wiley.com](http://www.Applet.Wiley.com), 2007)

Sebagai pembandingan, disajikan tampilan simulasi sistem katrol yang telah dibuat pada Applet Wiley dapat dilihat seperti gambar berikut:



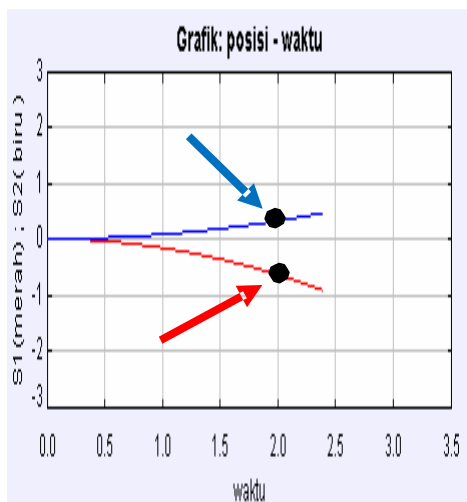
Gambar 4 Sistem Satu Katrol dari Applet Wiley ([www.Applet Wiley.com](http://www.Applet.Wiley.com),2007)

Simulasi sistem katrol Gambar 4 di atas tidak dilengkapi dengan plot grafik serta nilai parameter yang muncul hanya terbatas pada percepatan sistem dan tegangan tali. Sedangkan pada tampilan simulasi Gambar 3 dilengkapi dengan plot grafik: posisi – waktu dan grafik: kecepatan – waktu. Nilai parameter yang ditampilkan lebih lengkap yaitu: posisi benda 1, posisi benda 2, kecepatan benda 1, kecepatan benda 2, percepatan benda 1, percepatan benda 2, serta tegangan tali sistem. Simulasi untuk sistem dengan satu katrol tetap dan satu katrol bebas seperti yang disusun dalam studi ini belum pernah ditemukan, sehingga ini merupakan pengembangan dari sistem katrol yang telah ada sebelumnya.

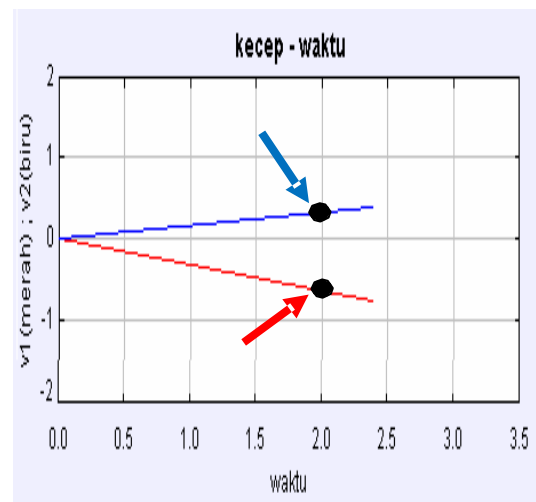
4.2 Tampilan Sistem Katrol Gambar 3

Pada tampilan simulasi Gambar 3 di atas saat m_1 diberi nilai masukan sebesar 0.21 kg dan m_2 sebesar 0.4 kg kemudian simulasi dijalankan sistem bergerak ke bawah ke arah gerak m_1 dan massa m_2 terangkat ke atas. Hal ini berarti bahwa untuk mengangkat beban sebesar 0.4 kg dengan sistem katrol tersebut cukup dibutuhkan beban dengan massa minimal setengahnya.

Grafik posisi terhadap waktu dan kecepatan terhadap waktu untuk persoalan yang dibahas di atas ditunjukkan pada Gambar-gambar 5 dan 6.



Gambar 5 Grafik: posisi-waktu

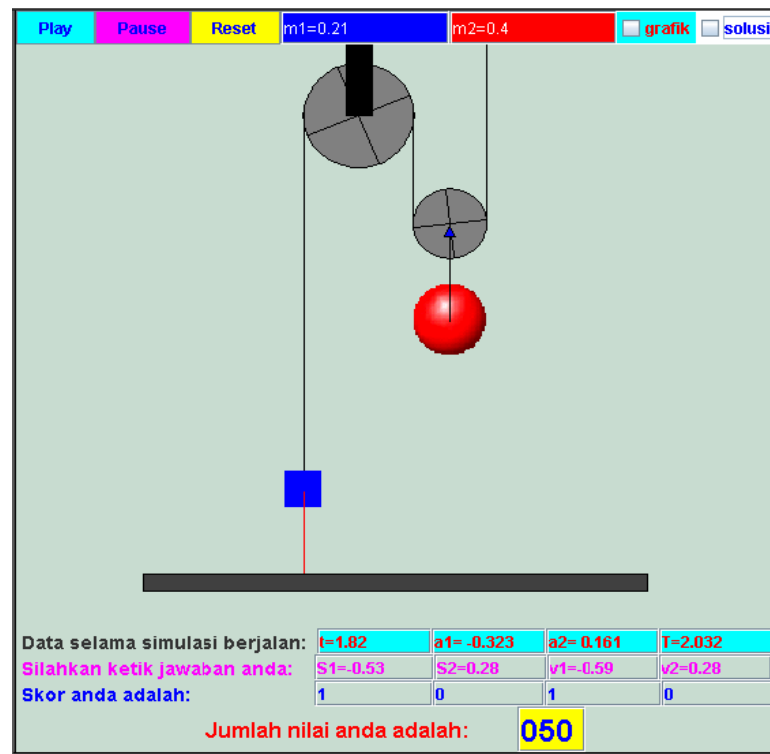


Gambar 6 Grafik: kecepatan-waktu

Gambar 5 menunjukkan bahwa pada saat sistem bergerak 2 sekon posisi benda 1 (bawah) berpindah sejauh kira-kira 0.6 m ke bawah sedang posisi benda 2 (atas) berpindah sejauh kira-kira 0.3 m ke atas. Jadi benda 1 berpindah dua kali lebih jauh dibanding benda 2 dengan arah yang berlawanan.

Gambar 6 menunjukkan bahwa pada saat sistem bergerak 2 sekon kecepatan benda 1 (bawah) sekitar 0.6 m/s arah ke bawah sedang kecepatan benda 2 (atas) sekitar 0.3 m/s arah ke atas. Jadi benda 1 bergerak dua kali lebih cepat dibandingkan benda 2 dengan arah yang berlawanan.

4.3 Tampilan soal interaktif dengan Ejs



Gambar 7 Tampilan soal interaktif saat diberi masukan m_1 , m_2 , serta masukan jawaban S_1 , S_2 , v_1 , v_2

Salah satu produk baru pada studi ini adalah tersusunnya soal interaktif untuk persoalan sistem katrol ini. Tampilan soal interaktif ditunjukkan pada Gambar 7. Pada tampilan soal interaktif tersebut, saat diberi masukan $m_1 = 0.21$ dan $m_2 = 0.4$ kemudian simulasi dijalankan lalu dihentikan sementara pada suatu saat, pengguna mendapat pertanyaan yang berkaitan dengan posisi dan kecepatan dua benda pada sistem katrol itu. Pertanyaan tergantung pada saat kapan pengguna menghentikan sementara jalannya gerak katrol. Dengan mengerjakan secara manual, pengguna kemudian dapat memasukkan jawabannya pada kotak yang sesuai yang telah disediakan. Dalam soal interaktif ini, jawaban benar diberi skor 1 dan bila salah diberi skor 0. Sebagai ilustrasi, pada Gambar 7, pengguna menghentikan saat $t = 1.82$. Dengan menggunakan persamaan-persamaan dalam artikel ini jawaban yang benar adalah $S_1 = -0.53$; $S_2 = 0.27$; $v_1 = -0.59$; $v_2 = 0.29$. Toleransi terhadap nilai-nilai ini adalah 0,5%.

5. Kesimpulan

Telah berhasil dibuat tampilan simulasi sistem dengan satu katrol tetap dan satu katrol bebas yang interaktif dengan menggunakan *EJS*. Simulasi yang berhasil dibuat merupakan pengembangan dari simulasi yang telah ada sebelumnya, dengan tambahan tampilan grafik posisi-waktu dan kecepatan-waktu. Di samping itu, telah berhasil dibuat juga soal interaktif sistem dengan satu katrol tetap dan satu katrol bebas dengan program tersebut.

Daftar Pustaka

Arya, Atam P,(1990), *Introduction to Classical Mechanics*, Prentice-Hall International Inc.

Well, Dare A, (1967), *Theory and Problems of Lagrangian Dynamics*, Mc Graw-Hill, Inc

Francisco, E. (2006), *Easy Java Simulations versi 3.4*. Universidad de Murcia. Spain

Kadir, A.(2004), *Dasar Pemrograman Java 2*. Andi Yogyakarta, Jogjakarta

Madlazim, (2007), *Metode Praktis Mendesain Simulasi Fisika Interaktif*, Unesa University Press, Surabaya

www.Applet Wiley.com, (2007)

Christian, W., Esquembre, F.,(2007), *Modeling Physics with Easy Java Simulations*, The Physics Teacher, Vol. 45, Hal 475- 480

UPAYA PENINGKATAN HASIL BELAJAR SISWA PADA PEMBELAJARAN FISIKA YANG EFEKTIF DAN MENYENANGKAN MELALUI PENDEKATAN KONTEKSTUAL BERBASIS QUANTUM DI SMA NEGERI 4 MAGELANG*

M. Arief Fauzan Bukhori
Program Magister Pendidikan Fisika UAD Yogyakarta
Guru SMA Negeri 4 Magelang

ABSTRAK

Penelitian ini menggunakan metode Penelitian Tindakan Kelas melalui dua siklus, diterapkan pada siswa kelas XI-IPA-1 di SMA Negeri 4 Magelang pada semester gasal tahun 2006/2007 melibatkan 40 siswa. Hasil penelitian : (1) Pendekatan kontekstual berbasis quantum memberikan motivasi maksimal kepada siswa sehingga bergairah dalam belajar, siswa termotivasi pada siklus I (75,1 %) dan siklus II (87,2 %), (2) Pelaksanaan proses belajar siswa menggunakan pendekatan kontekstual berbasis quantum dapat memperlancar pembelajaran, pada siklus I (70,2 %) dan siklus II (88,4 %), (3) Pendekatan kontekstual berbasis quantum dapat menumbuhkan kerja sama yang konstruktif antarsiswa dalam diskusi kelompok, pada siklus I (72,0 %) dan siklus II (88,5 %), (4) Hasil belajar siswa mencapai penguasaan yang optimal setelah menggunakan pendekatan pembelajaran kontekstual berbasis quantum, dapat dilihat melalui nilai pos-tes yang telah mencapai ketuntasan belajar pada siklus I (67,5%) dan siklus II (87,5 %).

Kata Kunci : hasil belajar fisika, pendekatan kontekstual. berbasis quantum

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pada masa lalu proses belajar mengajar untuk mata pelajaran Fisika khususnya terlalu berfokus pada guru, dan kurang berfokus pada siswa. Akibatnya belajar mengajar lebih menekankan pada pengajaran daripada pembelajaran.

Nilai mata pelajaran Fisika di SMA Negeri 4 Magelang pada kelas XI program studi Ilmu Alam (XI-IA) untuk materi awal semester gasal yang telah diterima siswa dinilai melalui Ulangan Blok hasilnya 42 siswa dari 79 siswa belum tuntas dengan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) = 65. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

* Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika pada tanggal 05 Mei 2008

Tabel I. Hasil Ulangan Blok 1 semester gasal kelas XI-IA SMA Negeri 4 Magelang 2006/2007

KELAS	JUMLA H	JUMLAH SISWA YANG	
		TUNTAS	BELUM TUNTAS
XI-IA ₁	40	18 (45 %)	22 (55 %)
XI-IA	39	19 (49 %)	20 (51 %)
JUMLA	79	37 (47 %)	42 (53 %)

Sumber : Tim Kurikulum SMA Negeri 4 Magelang Tahun 2006

Untuk mengantisipasi kondisi di atas diharapkan guru harus segera melakukan tindakan diantaranya melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan suatu pendekatan yang dapat mengatasi kurang optimalnya hasil belajar Fisika bagi siswa SMA. Pendekatan pembelajaran tersebut tentunya harus mengacu pada pemecahan masalah, berfokus pada siswa, efektif, dan menyenangkan. Hal tersebut ada pada pembelajaran dengan pendekatan kontekstual berbasis quantum yang memiliki keunggulan, diantaranya: (1) Strategi belajar lebih penting daripada hasil, dalam hal ini menemukan sendiri lebih bermakna daripada "apa kata guru", (2) Filosofinya "Konstruktivisme" dalam hal ini lewat *Contextual Teaching and Learning* (CTL) diharapkan siswa belajar dari "mengalami tidak menghafal", (3) Pengetahuan bukan seperangkat fakta dan konsep yang siap diterima, tetapi "sesuatu" yang harus dikonstruksi sendiri oleh siswa, dan (4) Menghadirkan dunia nyata ke kelas yang dapat memotivasi siswa dalam membuat hubungan antara pengetahuan yang dimiliki dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari sehingga siswa mampu menyerap materi pelajaran lebih maksimal, dan (5) Proses pembelajarannya berfokus pada siswa, efektif, menyenangkan, dan menyenangkan (*enjoyfull*), dan membuat siswa menjadi bergairah belajar sehingga prestasi belajarnya meningkat.

Perumusan Masalah

Masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut: (1) Apakah proses pembelajaran dengan pendekatan kontekstual berbasis quantum lebih memberikan motivasi kepada siswa sehingga bergairah dalam belajar? (2) Bagaimanakah kelancaran pelaksanaan proses belajar siswa menggunakan pendekatan kontekstual berbasis quantum? (3) Bagaimanakah kerja sama yang terjadi antarsiswa dalam proses pembelajaran dengan pendekatan kontekstual berbasis quantum? dan (4) Apakah hasil belajar siswa pada pembelajaran Fisika dapat mencapai taraf penguasaan yang optimal setelah menggunakan pendekatan kontekstual berbasis quantum?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan : (1) Untuk meningkatkan motivasi kepada siswa sehingga bergairah dalam belajar Fisika,(2) Untuk meningkatkan kelancaran pelaksanaan proses belajar siswa pada mata pelajaran Fisika,(3) Untuk meningkatkan kerja sama antarsiswa dalam proses pembelajaran Fisika, dan (4) Untuk mengoptimalkan hasil belajar siswa pada mata pelajaran Fisika setelah menggunakan pendekatan kontekstual berbasis quantum.

Kontribusi Penelitian

Hasil penelitian yang diharapkan dari kegiatan ini adalah diperolehnya temuan empiris yang dapat memberikan kontribusi untuk : (1) Memecahkan masalah-masalah praktis pelaksanaan pendidikan di sekolah, (2) Bahan masukan bagi kepala sekolah, kepala dinas pendidikan kabupaten/kota , kepala dinas pendidikan propinsi, dan unit utama di lingkungan Depdiknas dalam merumuskan kebijakan pengelolaan pendidikan di sekolah.

II. LANDASAN TEORI

Belajar dapat dipandang sebagai hasil, proses, juga hasil dan proses. Belajar sebagai hasil dikemukakan oleh Sunaryo dalam Mas Aboe Dhari (1996 : 3) menyatakan bahwa belajar adalah kegiatan di mana seseorang membuat atau menghasilkan suatu perubahan tingkah laku positif yang ada pada dirinya dalam pengetahuan, sikap, dan keterampilan untuk mencapai kesempurnaan hidupnya. Dan juga dikemukakan oleh Dimiyati dan Mudjiono (2002 : 7) menyatakan bahwa belajar merupakan tindakan dan perilaku yang kompleks yang hanya dialami oleh siswa itu sendiri.

Belajar yang dipandang sebagai proses seperti dikemukakan oleh Syaiful Bahri Jamarah dan Aswan Zain (2002 : 11) menyatakan bahwa belajar adalah proses perubahan perilaku yang menyangkut pengetahuan, keterampilan, maupun sikap, bakat, pengalaman dan latihan. Dan juga dikemukakan oleh Oemar Hamalik (2004 : 27) menyatakan bahwa belajar adalah modifikasi atau memperteguh kelakuan melalui pengalaman, yang merupakan suatu proses untuk mencapai tujuan dengan jalan mengalami.

Belajar sebagai hasil dan sekaligus sebagai proses dinyatakan oleh Chaplin dalam Muhibbin Syah (1995 : 89) menyatakan bahwa belajar dibatasi oleh dua rumusan, yaitu (1) belajar adalah perolehan perubahan tingkah laku yang relatif menetap sebagai akibat latihan dan pengalaman, dan (2) belajar adalah proses memperoleh respon sebagai akibat adanya

latihan khusus.

Berdasarkan pendapat beberapa ahli di atas dapat disimpulkan bahwa hakikat belajar adalah suatu usaha untuk mencari ilmu pengetahuan, mengembangkan sikap kepribadian, dan melatih keterampilan dengan cara mempelajari lewat buku-buku atau sumber lain untuk mencapai tujuan yang diinginkannya.

Mata pelajaran Fisika didefinisikan sebagai salah satu mata pelajaran sains yang dapat mengembangkan kemampuan berpikir analitis deduktif dengan menggunakan berbagai peristiwa alam dan penyelesaian masalah baik secara kualitatif maupun secara kuantitatif serta dapat mengembangkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap percaya diri (Depdiknas, 2001:7).

Hasil belajar Fisika adalah hasil belajar yang telah mencapai ketuntasan belajar dan dikuasai siswa dalam standar kompetensi mata pelajaran Fisika SMA (Depdiknas, 2002:4). Sedangkan ruang lingkup Fisika meliputi materi pokok Fisika di SMA yang dikembangkan dari materi pokok SMP dengan diperluas sampai kepada bahan kajian yang mengandung konsep yang abstrak dan dibahas secara kuantitatif analitis, yaitu yang diperoleh dari berbagai kegiatan yang menggunakan keterampilan proses dalam lingkup melakukan kerja ilmiah (Depdiknas, 2002 : 5).

Pembelajaran kontekstual atau lebih terkenal dengan sebutan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) adalah konsep belajar yang membantu guru mengaitkan antara materi yang diajarkan dengan situasi dunia nyata siswa dan mendorong siswa membuat hubungan antar pengetahuan yang dimilikinya dalam dunia mereka sehari-hari (Nurhadi, 2003 : 13).Selanjutnya menurut Nurhadi (2003 : 32) pembelajaran berbasis CTL melibatkan tujuh komponen utama meliputi : (1) Konstruktivisme, (2) Menemukan, (3) Bertanya, (4)Masyarakat belajar, (5)Pemodelan, (6)Refleksi, dan (7) Penilaian sebenarnya. Sebuah kelas dikatakan menggunakan pendekatan kontekstual jika menerapkan ketujuh komponen tersebut.

. Sardiman A.M (2005 : 222) menyatakan bahwa pendekatan kontekstual dalam pembelajaran merupakan konsep pembelajaran yang membantu guru untuk mengaitkan antara materi ajar dengan situasi dunia nyata siswa, yang dapat mendorong siswa membuat hubungan antara pengetahuan yang dipelajari dengan penerapannya dalam kehidupan para siswa sebagai anggota keluarga dan masyarakat.

Berdasarkan pendapat-pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa hakikat pembelajaran

CTL adalah konsep pembelajaran yang membantu guru mengaitkan antara materi pelajaran yang diajarkan dengan situasi dunia nyata yang dialami siswa, menumbuhkan kreativitas dari aplikasi materi berupa fakta, konsep, prosedur maupun prinsip dalam kehidupan sehari-hari yang melibatkan 7 komponen pembelajaran efektif, yaitu: konstruktivisme (*constructivism*), menemukan (*inquiry*), bertanya (*questioning*), masyarakat belajar (*Learning community*), pemodelan (*modeling*), refleksi (*reflection*), dan penilaian sebenarnya (*authentic assessment*).

Quantum Learning adalah seperangkat metode dan falsafah belajar dengan menggabungkan sugesti, teknik pemercepatan, Program Neuro Linguistik (NLP) dengan teori, keyakinan dan beberapa metode termasuk diantaranya konsep-konsep kunci dari berbagai teori dan strategi belajar (De Porter, 2005: 14).

Quantum Learning membiasakan belajar nyaman dan menyenangkan meliputi ; (1) Lingkungan : positif, mendukung, santai, penjelajah, menggembirakan, (2) Fisik : gerakan, terobosan, perubahan keadaan, permainan, fisiologi, estafet, partisipasi, (3) Suasana : nyaman, cukup penerangan, enak dipandang, ada musiknya (De Porter, 2005 :15)

Beberapa contoh menerapkan teknik-teknik Quantum Learning : *Pertama*, bangkitkan motivasi peserta didik melalui filosofi "AMBAK" = Apa Manfaatnya BAgiKu? Segala sesuatu yang ingin anda kerjakan harus menyajikan manfaat bagi anda. Tanyakan kepada diri Anda; " Bagaimana aku dapat memanfaatkannya dalam kehidupan".(De Porter, 1999). Apa gunanya seorang peserta didik belajar fisika? Seorang guru layak menjelaskan manfaat langsung dan praktis belajar fisika. Misalnya, belajar fisika sama dengan belajar bagaimana berkomunikasi secara tertata dan jernih (tidak kacau balau), baik lisan maupun tulisan. Apabila para peserta didik mau habis-habisan belajar dan --- mohon diberikan tekanan dalam soal ini --- berlatih belajar fisika. Peserta didik tentu akan dimudahkan dalam menyampaikan sesuatu. Dengan memberikan motivasi seperti itu, penulis yakin seorang guru juga, secara otomatis, lantas bertanggung jawab untuk menyiapkan materi pelajarannya secara benar dan sungguh-sungguh. Dia akan membaca banyak buku tentang bagaimana fisika dimanfaatkan secara atraktif pada masa kini. Dia juga akan mempelajari secara habis-habisan pola pikir para pakar fisika yang mendapatkan pelbagai penghargaan. Bahkan, ada kemungkinan, dia juga akan memahami betapa pentingnya fisika dalam kehidupan sehari-hari. *Kedua*, Tidak ada kata gagal dalam belajar. Seorang guru harus lebih banyak memberikan dukungan daripada mengecam peserta didiknya. **K** harus diartikan sebagai "Keberhasilan yang tertunda", bukan "Kegagalan" apabila seorang peserta didik belum berhasil memahami sebuah mata pelajaran dan memperoleh nilai buruk. *Ketiga*, gunakan otak

kanan dan kiri sekaligus saat membaca buku dan menuliskan sesuatu. Kita memiliki dua belahan otak---disebut neokorteks---yang masing-masing belahan itu memiliki fungsi yang sangat berbeda. Otak kiri biasa kita gunakan untuk berpikir logis dan teratur, sementara otak kanan biasa kita gunakan untuk berpikir acak dan menyeluruh.

Menurut De Porter (2003 ; 3) Quantum Teaching adalah pengubahan belajar yang meriah, dengan segala suasana. Quantum Teaching merupakan petunjuk spesifik untuk menciptakan lingkungan belajar yang efektif, merancang kurikulum, menyampaikan isi, dan memudahkan proses belajar (De Porter, 2003 :4)

Model Quantum Teaching hampir sama dengan sebuah simfoni, dengan dua seksi utama : konteks dan isi. Dalam seksi konteks, anda akan menemukan semua bagian yang Anda butuhkan untuk mengubah : suasana yang memperdayakan, landasan yang kukuh, lingkungan yang mendukung, dan rancangan belajar yang dinamis (De Porter, 2003 : 8). Dalam seksi isi, Anda akan menemukan keterampilan penyampaian untuk kurikulum apa pun, di samping strategi yang dibutuhkan peserta didik untuk bertanggung jawab atas apa yang mereka pelajari ; penyajian yang prima, fasilitas yang luwes, keterampilan belajar untuk belajar, dan keterampilan hidup (De Porter, 2003 :9).

Filosofi Quantum Teaching melalui konsep” TANDUR” memotivasi dalam kegiatan belajar mengajar meliputi : Tumbuhkan, Alami, Namai, Demonstrasikan,Ulangi, dan Rayakan (De Porter, 2003 :10)

Dari pendapat-pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa langkah-langkah pendekatan *quantum teaching dan learning* meliputi : (1) TUMBUHKAN : Tumbuhkan minat dengan memuaskan ”Apakah Manfaatnya BagiKu (AMBAK), dan manfaatkan kehidupan peserta didik, (2) ALAMI : Ciptakan atau datangkan pengalaman umum yang dapat dimengerti semua peserta didik, (3) NAMAI : Sediakan kata kunci, konsep. model, rumus, strategi: sebuah masukan, (4) DEMONSTRASIKAN : Sediakan kesempatan bagi peserta didik untuk ”menunjukkan bahwa mereka tahu” (5) ULANGI : Tunjukkan pada peserta didik tentang cara-cara mengulang materi dan menegaskan,”Aku tahu bahwa aku memang tahu ini”(6)RAYAKAN : Pengakuan untuk penyelesaian, partisipasi, dan perolehan keterampilan dan ilmu pengetahuan.

Berdasarkan kesimpulan-kesimpulan diatas dapat dirumuskan langkah-langkah pendekatan kontekstual berbasis quantum sebagai berikut : (1) *Bina suasana (Tumbuhkan:membangkitkan motivasi peserta didik melalui AMBAK)*,(2) *Konstruktivisme*, (3) *Inquiry*), (4) *Quiestioning*, (5) *Bina susana (Tumbuhkan:membangkitkan motivasi peserta didik melalui TANDUR)*, (6) *Community Learning*), (7) *Modeling*, (8) *Reflection*, (9) *Authentic Assesment*.

Hipotesis Tindakan

Kerangka berpikir dalam tindakan yang akan dilakukan seperti pada gambar 1 di bawah ini.

TINDAKAN

Gambar 1. Kerangka berpikir melakukan tindakan

Berdasarkan perumusan masalah, landasan teori, dan kerangka berpikir yang telah diuraikan di atas, hipotesis tindakan ini dapat dirumuskan sebagai berikut: (1) Proses pembelajaran Fisika dengan pendekatan kontekstual berbasis quantum lebih memberikan motivasi kepada siswa sehingga bergairah dalam belajar, (2) Kelancaran proses pembelajaran akan meningkat dengan menggunakan pendekatan kontekstual berbasis quantum, (3) Kerja sama yang terjadi antarsiswa dalam proses pembelajaran akan meningkat dengan pendekatan kontekstual berbasis quantum, (4) Hasil belajar siswa pada pembelajaran Fisika dapat mencapai taraf penguasaan yang optimal setelah menggunakan pendekatan kontekstual berbasis quantum.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada siswa kelas XI-IA₁ SMA Negeri 4 Magelang semester gasal tahun 2006/2007 dengan melibatkan sebanyak 40 siswa yang terdiri dari 12 siswa laki-laki dan 28 siswa perempuan sebagai subjek penelitian.

Rancangan dalam penelitian ini menggunakan metode Penelitian Tindakan Kelas yang dilaksanakan pada tanggal 20 November 2006 sampai dengan 14 Maret 2007. Instrumen yang digunakan dalam penelitian adalah: (1) Catatan harian penelitian berupa catatan tentang kejadian atau perubahan yang dijumpai ketika tindakan berlangsung, (2) Lembar observasi tentang pengamatan motivasi siswa terhadap Mata Pelajaran Fisika, (3) Lembar observasi tentang pengamatan kerja sama antarsiswa dalam kelompok pada pembelajaran Fisika, (4) lembar observasi tentang pengamatan kegiatan pembelajaran kontekstual, (5) lembar wawancara, dan (6) Instrumen pre-tes dan pos-tes untuk KD 3.6 dan 3.7 masing-masing 10 butir soal.

Validasi data dalam penelitian tindakan kelas ini meliputi: (1) Hasil belajar (nilai tes) yang divalidasi nilai tes dengan menentukan validitas teoritik maupun validitas empirik (analisis kualitatif dan kuantitatif), (2) Proses pembelajaran (observasi, wawancara) yang divalidasi datanya melalui triangulasi sumber dan triangulasi metode. Menurut Lexy J. Moleong (1989 : 195) menyatakan bahwa triangulasi merupakan teknik pemeriksaan keabsahan data yang memanfaatkan sesuatu yang lain di luar data itu untuk keperluan pengecekan atau sebagai pembandingan terhadap data itu. Analisis data pada penelitian ini menggunakan analisis deskriptif: (1) Hasil belajar

dianalisis dengan analisis deskriptif komparatif yaitu membandingkan hasil belajar (nilai

tes)

antarsiklus maupun dengan indikator kinerja, (2) Observasi maupun wawancara dengan

analisis diskriptif berdasarkan hasil observasi dan refleksi.

Kondisi akhir yang diharapkan dalam penelitian ini berdasarkan pada pengalaman yang lalu perlu ditetapkan indikator kinerja sebagai berikut : Untuk rata-rata nilai tes (hasil belajar) sebelumnya 63, indikator kinerja menjadi 70.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Penelitian Tindakan Kelas terdiri dari 2 (dua) siklus yaitu siklus I dan siklus II, dengan tahapan setiap siklus terdiri dari :

1. Perencanaan (*Planning*)

Peneliti membuat perencanaan sebagai berikut : (1) Menyusun soal pre-tes/pos-tes untuk mengetahui kemampuan awal dan hasil belajar siswa (2) Menyiapkan media dan fasilitas pendukung, (3) Menyusun rencana pembelajaran dengan menggunakan pendekatan kontekstual (4) Membuat panduan observasi (instrumen) untuk mengetahui proses pembelajaran yang berlangsung di kelas dengan pendekatan kontekstual.

2. Tindakan (*Acting*)

Pendekatan kontekstual berbasis quantum ada beberapa tahapan antara lain :

a. Tahap pertama : (1) Mengadakan pre-tes pada setiap awal siklus, (2) Bina suasana di awal siklus : membangkitkan motivasi siswa (**Tumbuhkan** melalui **AMBAK=Apa Manfaatnya BAgiKu**), (3) Siswa yang berjumlah 40 orang dibagi dalam 10 kelompok masing-masing 4 orang, dan (4) Tiap kelompok menunjuk wakil sebagai juru bicara dalam kegiatan diskusi.

b. Tahap kedua : (1) Guru menginformasikan materi pelajaran yang akan dipelajari siswa, (2) Siswa mengungkapkan tujuan mempelajari materi tersebut di atas, dan (3) Siswa mengembangkan pemikirannya dengan cara bekerja sendiri untuk memahami materi pelajaran tersebut agar siswa dapat belajar lebih bermakna, dan mengkonstruksi sendiri (**Konstruktivisme sebagai filosofi**).

c. Tahap ketiga : (1) Melaksanakan kegiatan inkuiri untuk mencapai kompetensi yang diinginkan di semua materi pelajaran Fisika (**komponen inkuiri/kegiatan penemuan sebagai strategi belajar**), (2) Mengembangkan sifat ingin tahu siswa dengan bertanya (**komponen bertanya sebagai alat belajar**), (3) Bina suasana (pemberian jeda agar siswa tidak jenuh melalui **TANDUR=Tanamkan,Alami, Namai, Demonstrasikan,**

Ulangi, dan Rayakan), (4) Menciptakan masyarakat belajar atau belajar dalam kelompok (kelompok yang sudah terbentuk untuk berdiskusi merupakan **komponen masyarakat belajar sebagai penciptaan lingkungan belajar**), dilanjutkan presentasi hasil kerja kelompok dalam forum diskusi kelas untuk mendapatkan tanggapan dari kelompok-kelompok lainnya, (5) Penarikan kesimpulan oleh siswa dan pembahasan hasil oleh guru, dan (6) Menunjukkan model sebagai contoh pembelajaran : benda-benda, guru, siswa lain, karya inovasi, dan lain-lain (**komponen permodelan sebagai acuan pencapaian kompetensi**).

d. Tahap keempat : (1) Melakukan refleksi di akhir pertemuan agar siswa merasa bahwa hari ini mereka belajar sesuatu (**komponen refleksi sebagai langkah akhir pembelajaran**), (2) Melakukan penilaian yang sebenarnya melalui pos-tes untuk mengukur kondisi akhir

siswa setelah diberi tindakan (**komponen penilaian yang sebenarnya**), dan (3) Penugasan.

3. Pengamatan (*Observing*)

Hal-hal yang harus dicermati guru : (1) perhatikan siswa ketika menerima perintah guru, (2) catatan tugas, (3) keseriusan mengikuti aktivitas pembelajaran, (3) saat dan cara guru melakukan pengecekan, (5) tingkat kesalahan, (6) tanggapan siswa dapat ditanyakan lewat wawancara, dan (7) hal-hal yang berpengaruh terhadap tindakan yang diberikan. Guru dalam melakukan aktivitasnya diamati oleh guru pelaksana yang berstatus sebagai pengamat untuk melakukan pengamatan balik dan mencatat terhadap apa yang terjadi ketika tindakan berlangsung, juga diamati oleh siswa dilengkapi lembar observasi yang telah dipersiapkan. Data hasil observasi tersebut digunakan oleh guru sebagai masukan untuk melaksanakan pembelajaran berikutnya.

4. Refleksi (*Reflecting*)

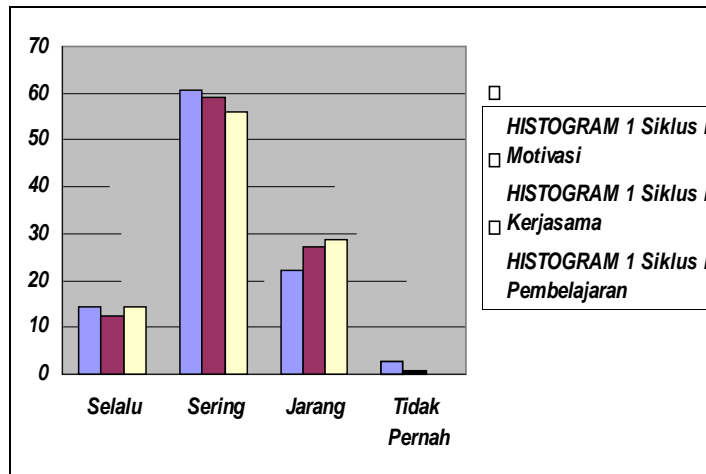
Pada tahap ini dianalisis perubahan yang terjadi: (1) pada siswa, (2) suasana kelas. Pada tahap ini guru sebagai peneliti bersama guru pelaksana yang telah mengamati perubahan yang terjadi dan hal-hal yang dialami selama proses pembelajaran berlangsung, dan subjek penelitian (siswa yang diajar) mendiskusikan pelaksanaan tindakan yang telah berlangsung. Para siswa diberi kesempatan untuk mengemukakan pendapat tentang apa yang dialami serta adanya kemungkinan usul untuk penyempurnaan tindakan berikutnya. Dari hasil lembar observasi dan hasil pos-tes dinilai apakah intervensi yang dilakukan guru menghasilkan perubahan yang signifikan? Apabila siklus I belum mencapai indikator sesuai yang diharapkan maka perlu dilanjutkan dalam kegiatan penelitian pada siklus II, dan seterusnya sampai diperoleh kemajuan yang signifikan dalam pemecahan masalah. Melaksanakan siklus II dengan tahap-tahap yang sama dengan siklus I dengan memperhatikan hasil refleksi siklus I.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Diskripsi hasil siklus I

Berdasarkan hasil observasi dan tes yang telah dilaksanakan diperoleh hasil sebagai berikut :

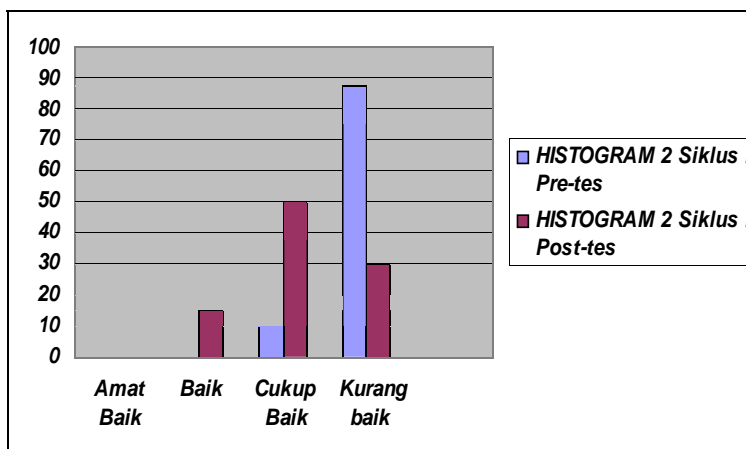
- a. Motivasi siswa, kerja sama antarsiswa, dan kelancaran kegiatan pembelajaran dengan pendekatan kontekstual berbasis quantum pada mata pelajaran Fisika siklus I tampak pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Histogram 1 tentang hasil pengamatan motivasi, kerja sama antarsiswa, dan kegiatan pembelajaran pada siklus I

Berdasarkan **histogram 1** pada siklus I nilai rata-rata motivasi siswa sebesar 2,8 % siswa tergolong tidak pernah termotivasi 22,1 % siswa tergolong jarang termotivasi, 60,7 % siswa sering termotivasi, dan 14,4 % siswa selalu termotivasi. Untuk nilai rata-rata kerja sama antarsiswa sebesar 0,7% siswa tergolong tidak pernah kerja sama 27,3% siswa tergolong jarang kerja sama, 59,3% siswa sering kerja sama, dan 12,7% siswa selalu kerjasama. Sedangkan nilai rata-rata kelancaran kegiatan pembelajaran sebesar 0 % siswa menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran tidak pernah berjalan lancar, 29,8 % siswa menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran jarang berjalan lancar, 55,9 % siswa menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran sering berjalan lancar, dan 14,3 % siswa menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran selalu berjalan lancar.

b. Rata-rata hasil belajar siswa pada siklus I seperti pada gambar 3 berikut ini.:



Gambar 3. Histogram 2 tentang hasil belajar pre-tes dan pos-tes pada siklus I

Berdasarkan **histogram 2** hasil pre-tes siswa sebelum diadakan tindakan kelas adalah

sebesar 87,5 % siswa memperoleh hasil belajar tergolong kategori kurang baik, 10 % siswa tergolong kategori cukup baik, 2,5 % siswa tergolong kategori baik, sedangkan yang tergolong amat baik belum ada. Hasil pos-tes siswa setelah diadakan tindakan kelas sebesar 2,5 % siswa, memperoleh hasil belajar tergolong kategori sangat baik, berarti ada peningkatan sebesar 2,5 % dibandingkan dengan pre-tes, 15 % siswa tergolong baik, berarti ada peningkatan sebesar 12,5 % dibandingkan dengan pre-tes, 27,5% tergolong kategori cukup baik, berarti ada peningkatan sebesar 17,5 % dibandingkan dengan pre-tes, dan 55 % siswa tergolong kategori kurang baik, berarti ada penurunan sebesar 32,5 % dibandingkan dengan pre-tes. Sedangkan ketuntasan belajar klasikal yang diperoleh pada siklus I ini sebesar 67,5 %.

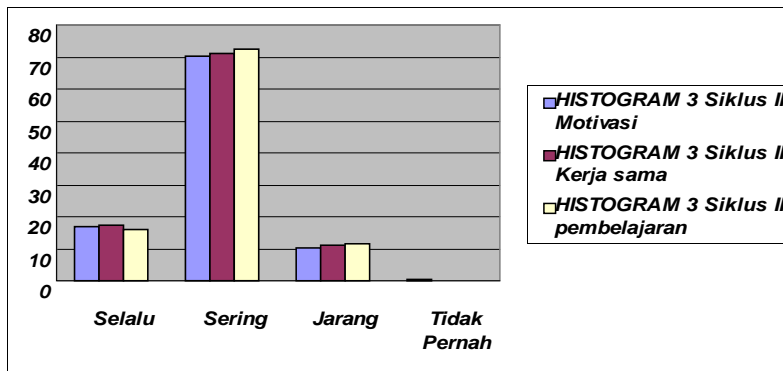
Berdasarkan hasil analisis data dan pengamatan selama berlangsungnya tindakan ditemukan kelemahan-kelemahan yang perlu diperbaiki kembali pada siklus berikutnya, yaitu:

- a. Dalam mengikuti pembelajaran masih ada beberapa siswa yang belum bisa menyesuaikan situasi dan kondisi di kelas, kurang percaya diri terhadap teman-teman yang lebih pandai/persaingan di kelas yang sangat ketat, dan kurangnya perhatian guru.
- b. Ketika guru menjelaskan tentang materi esensial terlalu cepat dan terkesan terburu-buru, sehingga daya tangkap siswa merasa berkurang.
- c. Kurangnya media yang dapat memudahkan siswa mengerti.
- d. Masih minimnya semangat siswa dalam membaca buku-buku yang berhubungan dengan materi pelajaran yang seharusnya dipelajari sebelumnya
- e. Guru dalam mengajar terlalu serius/tidak santai/kurang enjoy/kurang menarik
- f. Ketuntasan belajar klasikal kelas XI-IA₁ baru mencapai 67,5 % sehingga belum sesuai dengan indikator penelitian dan kriteria ketuntasan belajar, hal ini perlu ditindaklanjuti dengan memberikan perbaikan pada siswa yang belum tuntas belajarnya dengan memberikan pengayaan bagi siswa yang tuntas belajarnya.

Deskripsi hasil Siklus II

Berdasarkan hasil observasi dan tes yang telah dilaksanakan diperoleh hasil sebagai berikut :

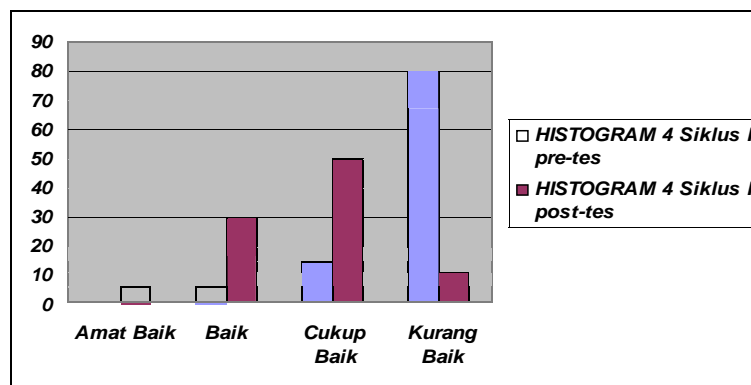
- a. Motivasi siswa, kerja sama antarsiswa, dan kelancaran kegiatan pembelajaran dengan pendekatan kontekstual berbasis quantum pada mata pelajaran Fisika Siklus II tampak pada gambar 4 di bawah ini :



Gambar 4. Histogram 3 tentang hasil pengamatan motivasi, kerja sama antarsiswa, dan kegiatan pembelajaran pada siklus II

Berdasarkan **histogram 3** pada siklus II nilai rata-rata motivasi siswa sebesar 0,6% siswa tergolong tidak pernah termotivasi 10,2% siswa tergolong jarang termotivasi, 70,4% siswa sering termotivasi, dan 16,8% siswa selalu termotivasi. Untuk nilai rata-rata kerja sama antarsiswa dalam diskusi kelompok pembelajaran fisika sebesar 0,3% siswa tergolong tidak pernah kerja sama 11,2% siswa tergolong jarang kerja sama, 71,2% siswa sering kerja sama, dan 17,3% siswa selalu kerjasama. Sedangkan nilai rata-rata kelancaran kegiatan pembelajaran fisika sebesar 0 % siswa menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran tidak pernah berjalan lancar, 11,6 % siswa menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran jarang berjalan lancar, 72,6 % siswa menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran sering berjalan lancar, dan 15,8 % siswa menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran selalu berjalan lancar.

b. Rata-rata hasil belajar siswa seperti pada gambar 5 berikut:



Gambar 5. Histogram 4 tentang hasil belajar pre-tes dan pos-tes pada siklus II

Berdasarkan **histogram 4** hasil belajar siswa sebelum diadakan tindakan adalah sebesar 77,5 % siswa memperoleh hasil belajar tergolong kategori kurang baik, 15 % siswa tergolong kategori cukup baik, 5 % siswa tergolong kategori baik, sedangkan yang tergolong amat baik 2,5 %. Setelah diadakan tindakan siklus II, ternyata prestasi belajar siswa mengalami perubahan. Hal ini bisa dilihat dari histogram 4 hasil post-tes yang menunjukkan bahwa 5 %

siswa memperoleh hasil belajar tergolong kategori sangat baik, berarti ada peningkatan sebesar 2,5 % dibandingkan dengan pre-tes, 30 % siswa tergolong kategori baik, berarti ada peningkatan sebesar 25 % dibandingkan dengan pre-tes, 52,5 % siswa tergolong cukup baik, berarti ada peningkatan sebesar 37,5 % dibandingkan dengan pre-tes, dan 12,5 % siswa tergolong kategori kurang baik, berarti ada penurunan sebesar 65 % dibandingkan dengan pre-tes. Sedangkan ketuntasan belajar klasikal yang diperoleh pada siklus II ini sebesar 87,5 %.

Berdasarkan hasil analisis data dan pengamatan selama berlangsungnya tindakan pada siklus II ditemukan kelemahan-kelemahan yang perlu direncanakan kembali pada siklus berikutnya, yaitu :

- a. Masih ada beberapa kelompok yang belum bisa membuat transparansi yang menarik, mudah dibaca, dan dipahami maksudnya oleh kelompok lain.
- b. Dalam presentasi ada beberapa kelompok yang perlu berlatih lagi untuk dapat mempresentasikan dengan baik.
- c. Ketuntasan secara klasikal sudah tercapai sebesar 87,5 %. Hal ini berarti penelitian tindakan telah berhasil mencapai indikator penelitian yaitu 85 % sehingga tidak perlu lagi dilaksanakan penelitian pada siklus III. Bagi siswa yang belum tuntas dapat diremidi sehingga mencapai standar ketuntasan belajar minimal (SKBM) = 65.

Hasil wawancara dengan siswa

Tabel II. Hasil wawancara dengan siswa (Tanggapan Pembelajaran Fisika melalui Pendekatan Kontekstual Berbasis Quant

NO.	PERNYATAAN	CHECK LIST		
		SS	S	TS
	Pembelajaran Fisika melalui Pendekatan Kontekstual, menurut pendapat saya :			
1.	Menumbuhkan suasana pembelajaran yang			
2.	menyenangkan	22,5%	60%	17,5%
3.		27,5%	65%	7,5 %
4.	Memudahkan dalam memahami materi pelajaran	17,5%	72,5%	10 %
5.	Memudahkan dalam menghafal materi pelajaran	25%	67,5	7,5 %
6.	Memberikan kesempatan siswa untuk berinisiatif	22,5%	%	5 %
7.	Memberikan kesempatan siswa untuk kreatif	32,5%	72,5%	2,5 %
8.	Meningkatkan kreativitas (imajinasi dan daya cipta)	27,5%	65 %	5 %
9.	Menumbuhkan semangat /gairah/motivasi belajar siswa	27,5	67,5	5 %
	Menumbuhkan kerjasama dalam diskusi/ kerja kelompok	%	%	10 %
	Memperlancar kegiatan proses pembelajaran	22,5	%	55 %
	Jumlah :	22 5	%	7,9 %
		%	67,5	
	Rata-rata :		%	
		25 %	470%	
			67,1%	

Keterangan : SS = Sangat Setuju, S = Setuju, dan TS = Tidak Setuju

Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa dapat disimpulkan bahwa 25 % siswa menyatakan sangat setuju dan 67,1 % menyatakan setuju apabila dalam pembelajaran Fisika menggunakan pendekatan kontekstual berbasis quantum dengan alasan bahwa suasana pembelajaran lebih menyenangkan, lebih mudah menghafal dan memahami pelajaran, lebih mengembangkan inisiatif dan kreatif, meningkatkan kreativitas, meningkatkan semangat/gairah belajar. Sedangkan siswa yang tidak setuju hanya 7,9 % dengan alasan lebih senang mengikuti pembelajaran dengan metode ceramah dan pendekatan konvensional. Jadi secara keseluruhan siswa kelas XI-IA₁ menyatakan setuju apabila pembelajaran Fisika menggunakan pendekatan kontekstual berbasis quantum.

Pembahasan

Hasil belajar siswa yang diperoleh pada siklus II sebanyak 35 siswa (87,5 %) sudah tuntas sedangkan 5 siswa (12,5 %) belum tuntas. Dari 35 siswa yang telah tuntas tersebut berdasarkan hasil wawancara menunjukkan hasil yang baik, dan berdasarkan catatan guru (*learning logs*) ke-35 siswa tersebut tampak serius dalam mengikuti kegiatan belajar

mengajar, termotivasi belajarnya dan menunjukkan kerja sama antarsiswa lebih baik. Sedangkan 5 siswa yang belum tuntas berdasarkan hasil wawancara menunjukkan hasil yang kurang baik, tampak kurang bersemangat untuk mengikuti wawancara, dan berdasarkan catatan guru (*learning logs*) ke-5 siswa tersebut tampak kurang serius dalam mengikuti kegiatan belajar mengajar, kurang termotivasi belajarnya, dan kurang kerja sama dengan temannya dalam kegiatan kelompok. Menurut indikator ketuntasan belajar klasikal minimal 85 % dari siswa telah tuntas belajarnya, sehingga hasil akhir belajar pada siklus II melalui pos-tes telah mencapai 87,5 % siswa telah tuntas yang berarti pembelajaran Fisika melalui pendekatan kontekstual berbasis quantum telah mencapai ketuntasan belajar klasikal dan dapat meningkatkan hasil belajar lebih optimal.

Hasil penelitian yang telah dilakukan : (1) Pembelajaran dengan pendekatan kontekstual berbasis quantum memberikan motivasi maksimal kepada siswa sehingga mereka bergairah dalam belajar, hal ini dapat dilihat dari prosentase jumlah nilai hasil pengamatan, yang menyatakan bahwa siswa kelas XI-IA₁ yang selalu dan sering termotivasi terhadap mata pelajaran Fisika pada siklus I (75,1 %) dan siklus II (87,2 %), (2) Pelaksanaan proses belajar siswa menggunakan pendekatan kontekstual berbasis quantum dapat memperlancar pembelajaran Fisika, hal ini dapat dilihat dari prosentase jumlah nilai hasil pengamatan siswa yang menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran di kelas XI-IA₁ selalu dan sering berjalan lancar pada siklus I (70,2 %) dan siklus II (88,4 %), (3) Pembelajaran dengan pendekatan kontekstual berbasis quantum dapat menumbuhkan kerja sama yang konstruktif antarsiswa, hal ini dapat dilihat dari prosentase jumlah nilai hasil pengamatan yang menyatakan bahwa siswa selalu dan sering bekerja sama antarsiswa kelas XI-IA₁ terhadap diskusi kelompok yang dilakukan dalam pembelajaran Fisika pada siklus I (72,0 %) dan siklus II (88,5 %), (4) Hasil pembelajaran siswa pada pembelajaran Fisika dapat mencapai penguasaan yang optimal setelah menggunakan pendekatan kontekstual berbasis quantum, hal ini dapat dilihat dari prosentase hasil nilai pos-tes mata pelajaran Fisika bagi kelas XI-IA₁ yang telah mencapai ketuntasan belajar pada siklus I (67,5 %) dan siklus II (87,5 %).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pembahasan dalam kegiatan pelaksanaan penelitian tindakan kelas ini, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pembelajaran dengan pendekatan kontekstual berbasis quantum memberikan motivasi maksimal kepada siswa sehingga bergairah dalam belajar
2. Pelaksanaan proses belajar siswa menggunakan pendekatan kontekstual berbasis quantum dapat memperlancar pembelajaran Fisika.
3. Pembelajaran dengan pendekatan kontekstual berbasis quantum dapat menumbuhkan kerja sama yang konstruktif antarsiswa.
4. Hasil belajar siswa pada pembelajaran Fisika dapat mencapai taraf penguasaan yang optimal setelah menggunakan pendekatan kontekstual berbasis quantum.

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian di atas, dapat dikemukakan beberapa saran sebagai berikut :

1. Dalam menyusun rencana pembelajaran, guru perlu merencanakan dan melaksanakan pembelajaran Fisika dengan menggunakan pendekatan kontekstual berbasis quantum.
2. Pendekatan kontekstual berbasis quantum dapat meningkatkan motivasi, meningkatkan pemahaman konsep, meningkatkan keterampilan komunikasi, meningkatkan penguasaan materi, serta dapat meningkatkan kontribusi pribadi dan sosial.
3. Pendekatan pembelajaran Fisika yang digunakan oleh guru hendaknya harus dapat mengubah perilaku siswa sehubungan dengan meningkatnya hasil belajar.
4. Guru harus lebih selektif dalam menggunakan metode atau pendekatan pembelajaran relevan yang bisa memotivasi siswa untuk mengembangkan kegairahan belajar siswa sehingga hasil akhir belajar lebih optimal.
5. Penelitian ini dapat dijadikan bahan masukan guru dalam memilih pendekatan pembelajaran kontekstual berbasis quantum di kelas yang dapat membangkitkan kemampuan siswa berpikir kritis dan kreatif dalam mengkaji masalah-masalah secara sistematis.

DAFTAR PUSTAKA

- Depdiknas, 2001, " Kurikulum Berbasis Kompetensi Mata Pelajaran Fisika SMU", Jakarta : Pusat Kurikulum-Depdiknas
- Depdiknas.2002,"Standar Kompetensi Mata Pelajaran Fisika SMA", Jakarta:Pusat Kurikulum-Depdiknas
- De Potter, B. dan Mike Hernacki.2005, "Quantum Learning", Bandung : Kaifa
- De Potter, B. Mark Reardon, dan Sarah Singer Nourie,2003, "Quantum Teaching", Bandung : Kaifa
- Dimiyati.dan Mudjiono, 200,"Belajar dan Pembelajaran",Jakarta : Rineka Cipta
- Lexy J. Moleong, 1989,"Metodologi Penelitian Kualitatif", Bandung : Remaja Karya CV
- Mas Aboe Dhari, Mas. dan Milan Rianto. 1996. "Metodologi Pembelajaran". Malang : Pusat Pengembangan penataran Guru IPS dan PMP
- Muhibbin Syah, 1995."Psikologi Pendidikan Suatu Pendekatan Baru", Bandung : PT Remaja Rosdakarya
- Nugroho. 2005, "Penyusunan Proposal dan Laporan Penelitian Tindakan Kelas (PTK)", Semarang : Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Propinsi Jawa Tengah
- Nurhadi dan Agus Gerrad Senduk, 2003, " Pembelajaran Kontekstual dan Penerapannya dalam KBK",Malang : Universitas Negeri Malang
- Oemar Hamalik, 2004, "Proses Belajar Mengajar, Jakarta" : PT Bumi Aksara
- Sardiman AM, 2005, "Interaksi & Motivasi Belajar Mengajar", Jakarta : PT Raja Grafindo Persada
- Syaiful Bahri Djamarah dan Aswan Zain, 2002," Strategi Belajar Mengajar", Jakarta : Rineka Cipta
- Tim Kurikulum SMA Negeri 4 Magelang Tahun 2006

**UPAYA MENINGKATKAN KETUNTASAN BELAJAR FISIKA
MELALUI PEMBELAJARAN REMEDIAL
DENGAN MODEL *PEER TEACHING****

**Ari Satriana
Fisika MAN Yogyakarta I**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menolong siswa yang belum tuntas dalam belajar Fisika, peningkatan proses dan hasil belajar melalui pembelajaran remedial dengan Model *Peer Teaching* sehingga siswa kelas XI IPA MAN Yogyakarta I dapat mencapai kriteria ketuntasan minimal.

Penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas yang menggunakan model Kemmis & Taggart. Penelitian ini dilaksanakan dengan pola kerja kolaborasi antara guru-guru mata pelajaran Fisika. Subjek penelitian adalah siswa kelas XI IPA MAN Yogyakarta I tahun pelajaran 2006/2007. Jenis tindakan yang dilakukan adalah pembelajaran remedial Fisika dengan Model *Peer Teaching*. Proses penelitian ini dimulai dengan penelitian awal kemudian mengikuti alur: perencanaan tindakan, pelaksanaan tindakan, pengamatan pelaksanaan tindakan, dan refleksi. Tes Diagnostik dan *Post tests* dilakukan untuk mengukur kemampuan belajar dan menentukan siswa yang tuntas serta yang akan mengikuti pembelajaran remedial. Angket digunakan untuk mengetahui informasi dari siswa. Teknik pemantauan yang digunakan meliputi: metode observasi, wawancara bebas, dokumentasi, dan tes. Alat pemantauannya terdiri dari lembar observasi, catatan lapangan, alat dokumentasi foto, *slide*, dan alat tes evaluasi belajar. Teknik analisis data adalah teknik diskriptif kualitatif dan kuantitatif dengan menggunakan model interaktif yang dikembangkan oleh Miles dan Huberman.

Hasil penelitian yang dicapai pada siklus I, II, dan III menunjukkan adanya peningkatan rerata hasil belajar sebesar 27,83%. Pembelajaran remedial dengan Model *Peer Teaching* telah teruji mampu menuntaskan siswa yang terlambat pada kelas reguler sebesar 100%. Peningkatan kualitas proses pembelajaran ditunjukkan dengan peningkatan partisipasi dan aktivitas siswa berupa inisiatif bertanya, menyanggah atau membandingkan, menjawab pertanyaan, konsentrasi dan fokus belajar, serta memberikan tanggapan.

* Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika pada tanggal 05 Mei 2008

Kata kunci : Pembelajaran Remedial, Belajar Tuntas, dan Model *Peer Teaching*

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang Masalah

Salah satu fungsi dan tujuan mata pelajaran Fisika di SMA dan MA adalah sebagai sarana untuk menguasai pengetahuan, konsep dan prinsip Fisika serta mempunyai keterampilan mengembangkan pengetahuan, dan sikap percaya diri sehingga dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari dan sebagai bekal untuk melanjutkan pendidikan pada jenjang yang lebih tinggi (Depdiknas, 2003: 13).

Mempelajari Fisika merupakan suatu proses yang rumit dan kompleks, sehingga tidak mengherankan apabila terjadi kesalahan-kesalahan. Betapapun cermatnya pembelajaran awal suatu konsep Fisika, dan betapapun baiknya para siswa yang bertindak dan berpraktik/latihan-latihan yang terkontrol, tetap saja kesalahan terjadi, banyak konsep dan *link* antarkonsep yang terlupakan atau hanya sebagian kecil saja yang teringat, sehingga banyak siswa yang belum tuntas dalam menguasai setiap konsep materi pada satu satuan waktu yang telah ditetapkan. Secara ideal, sejumlah upaya remedial hendaknya dilaksanakan dalam bentuk revisi, atau perbaikan yang berulang-ulang terhadap ranah-ranah masalah yang bersangkutan (Tarigan, 1990: 43).

Secara umum pada beberapa mata pelajaran dan khususnya pada mata pelajaran Fisika di MAN Yogyakarta I belum melaksanakan program remedial dengan baik. Hal ini dikarenakan tidak disediakannya waktu, sarana, dan prasarana pembelajaran remedial yang memadai. Persentase ketuntasan belajar Fisika di MAN Yogyakarta I dapat ditingkatkan jika pembelajaran remedial terprogram dengan baik dan memadai. Untuk mengetahui seberapa jauh siswa telah memiliki kompetensi sesuai dengan yang diharapkan, maka perlu dikembangkan sistem pengujian. Sistem pengujian berbasis kemampuan dasar yang direncanakan adalah sistem pengujian

yang berkelanjutan dan hasilnya dianalisis untuk menentukan tindakan perbaikan, berupa program remedial (Tim Pengembang, 2001: 3-4).

Kenyataan banyaknya siswa MAN Yogyakarta I masih banyak yang belum mencapai kriteria ketuntasan minimal atau terlambat belajar Fisika karena adanya beberapa faktor-faktor penyebab kesulitan dalam belajar. Menurut Oemar Hamalik (1990: 23) secara umum, faktor yang menjadi sumber kesulitan belajar siswa berasal dari diri siswa itu sendiri, lingkungan sekolah, lingkungan keluarga, dan masyarakat.

Menurut Alit Mariana (2003: 26) untuk memberikan kesempatan agar siswa yang terlambat mencapai ketuntasan menguasai materi pelajaran, diadakan pembelajaran, yaitu pembelajaran remedial. Selanjutnya, menurut Cony Semiawan (1986: 70) di negara yang sudah maju, pembelajaran menggunakan siswa sebagai guru atau tutor siswa sebaya (*peer teaching*) telah berlangsung dan menunjukkan keberhasilan. Bantuan tersebut dapat dilakukan kepada teman sekelasnya di sekolah dan kepada teman sekelasnya di luar kelas. Menurut Ormrod (2003: 240) memberikan pembelajaran tambahan dengan *peer teaching* sudah digunakan secara efektif untuk membantu para siswa yang terlambat mencapai pembelajarannya. Siswa-siswa menjadi lebih perhatian di dalam kelas dan partisipasi di dalam kelas menjadi lebih teratur.

Dalam pelaksanaan pembelajaran remedial dapat melibatkan siswa didik yang telah mencapai ketuntasan dalam proses pembelajaran di kelas reguler. Model pembelajaran remedial yang demikian biasa disebut sebagai pembelajaran remedial dengan model *peer teaching*

2. Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang, maka dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut: bagaimana melaksanakan pembelajaran remedial dengan model *peer teaching* untuk membantu siswa yang belum tuntas dalam belajar Fisika di kelas XI IPA sehingga mereka dapat mencapai kriteria ketuntasan minimal?

3. Tujuan Penelitian

Penelitian tindakan kelas ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui cara melaksanakan pembelajaran remedial dengan model *peer teaching* agar siswa yang belum tuntas dalam belajar Fisika di kelas XI IPA dapat mencapai kriteria ketuntasan minimal.

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Belajar Tuntas

Belajar tuntas (*mastery learning*) adalah pendekatan mengorganisasi pembelajaran yang memungkinkan siswa belajar lebih menarik sehingga mencapai kepuasan tentang materi yang dipelajarinya. Pembelajaran tuntas memungkinkan menolong semua siswa belajar secara baik (Alit Mariana, 2003: 23) .

Menurut Carroll (Bruce Joyce, 2004: 303) *Mastery learning provides a compact and interesting way of increasing the likelihood that more students will attain a satisfactory level of performance in school subjects.* Belajar tuntas memungkinkan siswa belajar lebih menarik, sehingga mencapai suatu kepuasan tentang materi yang dipelajarinya di kelas. Selanjutnya, Carroll berpendapat bahwa siswa dengan kecakapan yang rendah memerlukan waktu lebih lama untuk mencapai ketuntasan daripada siswa yang berkecakapan lebih tinggi.

Belajar tuntas menawarkan pendekatan baru yang lebih lengkap kepada siswa dalam belajar yang dapat mengantarkan sebagian besar dari mereka kepada kesuksesan dan penghargaan pengalaman belajar. Belajar tuntas mengantarkan semua atau sebagian besar siswa dapat menguasai apa yang mereka pelajari. Belajar tuntas merupakan usaha mengakomodasi perbedaan individual dari siswa untuk mempromosikan perkembangan hasil belajar yang maksimal dari setiap siswa (Block, 1971: 3).

Dalam pembelajaran tuntas, terlebih dahulu menentukan ketuntasan suatu subjek yang akan dibahas siswa didik. Ketuntasan belajar meliputi materi/standar kompetensi, persentase siswa didik yang menguasai suatu atau beberapa standar kompetensi, dan jenis evaluasi yang digunakan misalnya jenis acuan norma atau jenis kriteria.

2. Pembelajaran Remedial

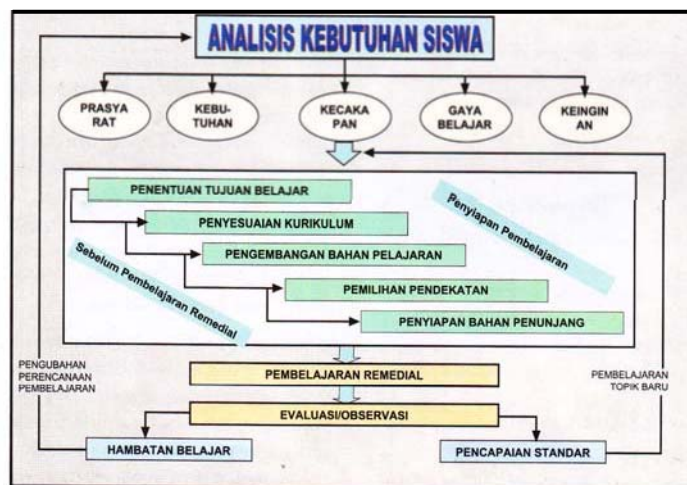
Siswa yang mengikuti pembelajaran dalam perkembangannya sangat bervariasi kemampuannya dalam menyerap pelajaran. Guru/sekolah sebaiknya menciptakan suatu pembelajaran, baik yang di atas rerata maupun yang di bawah rerata, berupa lingkungan belajar yang memungkinkan siswa belajar. Sekelompok kecil siswa memerlukan pengelolaan khusus, tambahan waktu, pemberian, tugas-tugas, dan pengulangan. Siswa yang mengalami kesulitan belajar/terlambat dalam penguasaan standar kompetensi dalam pembelajaran di kelas reguler memerlukan pembelajaran remedial. Pembelajaran remedial fokus pada topik tertentu, siswa didik tertentu, dan waktu yang tertentu (Ischak Warji, 1987: 33).

Secara umum kesulitan belajar merupakan suatu kondisi dalam pembelajaran yang ditandai dengan hambatan-hambatan tertentu untuk mencapai hasil belajar. Menurut Burton (1952:622-624) seorang siswa diduga mengalami kesulitan belajar kalau yang bersangkutan mengalami kegagalan tertentu dalam mencapai tujuan-tujuan belajarnya. Selanjutnya, seorang siswa dikatakan gagal dalam belajar apabila:

- a. Dalam batas waktu tertentu yang bersangkutan tidak mencapai ukuran tingkat penguasaan minimal dalam pelajaran tertentu, seperti yang ditetapkan oleh tujuan pembelajaran. Siswa demikian dapat dikategorikan *lower group*.
- b. Yang bersangkutan tidak dapat mengerjakan atau mencapai prestasi yang semestinya berdasarkan ukuran tingkat kemampuan yang diramalkan. Siswa demikian dikategorikan ke dalam *under achievers*.

- c. Siswa tersebut tidak dapat mewujudkan tugas-tugas perkembangan, termasuk penyesuaian sosial sesuai dengan pola organisasinya pada fase perkembangan tertentu seperti yang berlaku pada kelompok sosial dan usia yang bersangkutan. Siswa demikian dikategorikan ke dalam *slow learners*.
- d. Siswa tersebut tidak dapat mencapai tingkat penguasaan yang diperlukan sebagai prasyarat bagi kelanjutan pada tingkat pelajaran berikutnya. Siswa demikian dapat digolongkan belum tuntas belajar.

Pembelajaran remedial dimulai dari identifikasi kebutuhan siswa didik, penyiapan pembelajaran sebelum pembelajaran remedial proses pembelajaran remedial, dan evaluasi/observasi. Proses pembelajaran remedial beranjak dari kesulitan siswa didik atau kebutuhan siswa yang sulit dipahaminya dan proses pembangunan pengetahuan pada diri siswa disesuaikan dengan kebutuhan individual siswa (Alit Mariana , 2003: 37). Proses ini dapat digambarkan seperti di bawah.



Gambar 1. Blok Diagram Proses Pembelajaran

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan pembelajaran remedial antara lain: (1) Apabila terdapat lebih dari satu siswa yang mengalami kesulitan yang sama, dapat dilakukan pembelajaran secara kelompok. Akan tetapi, bila ada satu siswa yang memiliki kesulitan yang unik maka remedial hendaknya secara perorangan. (2) Proporsi perbaikan hendaknya diberikan sepadan dengan

kesulitan yang hendak diperbaiki. (3) Perbaikan dapat dilaksanakan oleh siswa sendiri atau guru dan dapat pula oleh guru dan siswa bersama-sama. (4) Metode dan alat untuk melakukan pembelajaran remedial harus sesuai.

3. *Peer Teaching*

Teman sebaya adalah kelompok referensi remaja dengan siapa mereka mengidentifikasi dirinya dan mengambil standar, biasanya teman seusia, dua tahun di atas atau di bawah usianya, terdiri dari teman sekelas atau lain kelas (Hollander , 981: 267).

Dalam kaitannya dengan *peer teaching* Cohen and Sampson's (2001) mengatakan:

Peer teaching involves students learning from and with each other in ways which are mutually beneficial and involve sharing knowledge, ideas and experience between participants. The emphasis is on the learning process, including the emotional support that learners offer each other, as much as the learning itself.

Peer Teaching meliputi pembelajaran yang dilakukan oleh siswa-siswa dari dan dengan anggota mereka di suatu waktu, yang saling bermanfaat dan meliputi berbagai pengetahuan, ide dan pengalaman diantara anggota mereka.

C. METODE PENELITIAN

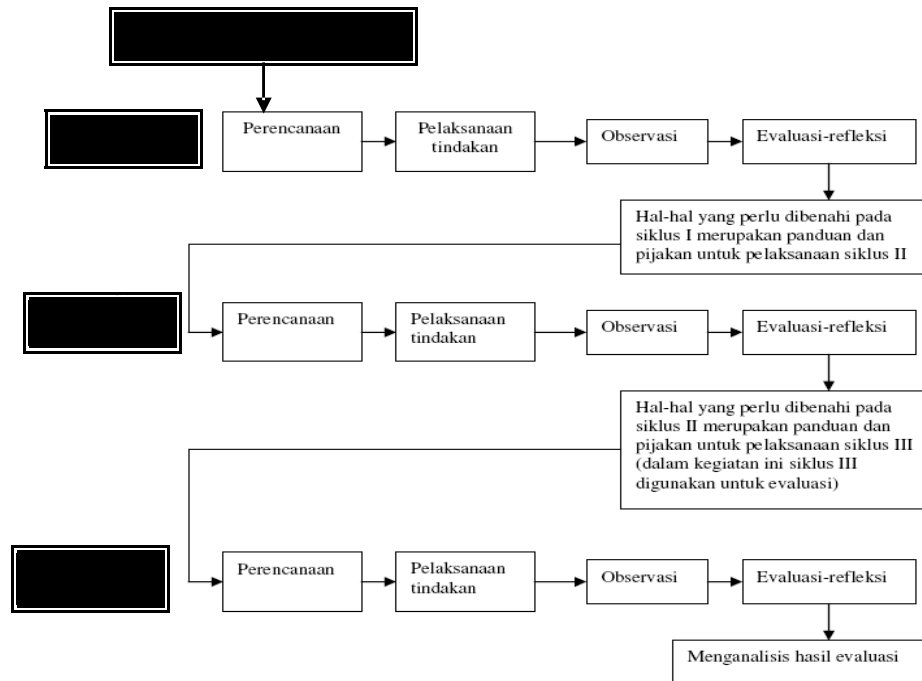
1. *Setting* Penelitian

Subjek penelitian adalah siswa kelas XI IPA yang berjumlah 81 orang Penelitian berlangsung selama 4 bulan dari bulan Pebruari sampai dengan bulan Juni 2007 di MAN Yogyakarta I.

2. *Prosedur* Penelitian

Penelitian tindakan merupakan proses pengkajian melalui sistem daur ulang dari berbagai kegiatan yang bersifat reflektif untuk memperbaiki dan meningkatkan praktik diagnosis kesulitan belajar dan remediasinya

Rincian prosedur pelaksanaannya adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Blok Diagram Empat Langkah Desain PTK

D. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Tes Diagnostik

Dari 81 peserta tes diagnostik yang mencapai KKM 33 dan 48 siswa perlu remedial .

2. Siklus I

a. Intervensi/Tindakan Siklus I

Tindakan pada siklus ini adalah program pembelajaran remedial dilaksanakan melalui Model *Peer Teaching* dengan cara langsung, kooperatif dalam kelompok kecil, penugasan, dibantu teman sebaya, dan dikondisikan oleh guru.

b. Keberhasilan Proses Siklus I

Pada siklus ini keterampilan kooperatif muncul saat pembelajaran remedial dengan Model *Peer Teaching*. Dari hasil pengamatan selama pelaksanaan tindakan muncul keterampilan kooperatif yang berupa: partisipasi dan aktivitas siswa dalam kelompok kecil pembelajaran remedial. Partisipasi siswa yang muncul berupa inisiatif bertanya dengan positif, memberi sambutan atau menjawab sesuai dengan masalah, dan tidak banyak melakukan kegiatan penyerta yang mengganggu. Aktivitas yang muncul pada siklus ini antara lain fokus pandangan lebih banyak tertuju pada tutor, konsentrasi dan memperhatikan tutor, memberikan sambutan lisan dengan bertanya, menyanggah dan membandingkan dengan alasan, menjawab dengan positif dan tidak ragu, memberikan pertanyaan, memberikan sambutan psikomotorik berupa catatan dan jawaban pertanyaan. Selain itu, ada peningkatan motivasi belajar siswa yang berupa: argumentasi siswa, ide-ide dan sanggahan, komunikasi bersahabat yang terjadi selama proses diskusi kelompok antar sesama siswa peserta remedial maupun dengan sumber belajar.

c. Keberhasilan Produk Siklus I

Secara kuantitas, diperoleh peningkatan jumlah siswa yang mencapai kriteria ketuntasan minimal. Peningkatan persentase ketuntasan sebesar 66,67% yaitu siswa dapat tuntas sebanyak 32 siswa dari 48 peserta program perbaikan pada siklus I. Pada siklus ini masih ada 16 siswa belum tuntas (33,33%)

3. Siklus II

a. Intervensi/Tindakan Siklus II

Tindakan pada siklus ini adalah program pembelajaran remedial dilaksanakan melalui Model *Peer Teaching* dengan cara langsung, kooperatif dalam kelompok

kecil, penugasan, terpisah, di luar jam pelajaran, di luar ruang kelas, dibantu oleh teman sebaya, dan dikondisikan oleh guru.

b. Keberhasilan Proses Siklus II

Keterampilan kooperatif yang berupa peningkatan aktivitas dan partisipasi siswa yang dapat ditingkatkan saat pembelajaran remedial dengan Model *Peer Teaching* pada siklus ini adalah inisiatif bertanya dengan positif, memberi sambutan atau menjawab sesuai dengan masalah, tidak banyak melakukan kegiatan penyerta yang mengganggu, fokus pandangan tertuju pada tutor, konsentrasi, memberikan sambutan lisan dengan bertanya, menyanggah dan membandingkan dengan alasan, menjawab dengan positif dan tidak ragu, bertanya, membuat catatan dan jawaban pertanyaan. Peningkatan motivasi belajar siswa berupa: argumentasi siswa, ide-ide dan sanggahan, komunikasi bersahabat yang terjadi selama proses diskusi kelompok antar sesama siswa peserta remedial, dengan sumber belajar maupun dengan para guru Fisika juga meningkat.

c. Keberhasilan Produk Siklus II

Keberhasilan terletak pada adanya peningkatan rerata nilai dan peningkatan persentase ketuntasan/jumlah siswa yang tuntas meningkat. 16 siswa yang belum tuntas pada siklus I berhasil dituntaskan 13 siswa pada siklus II, atau persentase ketuntasan mencapai 81,25%. Rerata nilai yang berhasil dicapai pada siklus II adalah 57,56 dan nilai ini masih di bawah 60. Akan tetapi, persentase rerata nilai ini meningkat daripada rerata nilai pada siklus I sebesar 33,27%.

4. Siklus III

a. Intervensi/Tindakan Siklus III

Tindakan pada siklus ini adalah program pembelajaran remedial dilaksanakan melalui Model *Peer Teaching* dengan cara langsung, kooperatif dalam kelompok kecil, format terfokus, penugasan, terpisah, di luar jam pelajaran, di luar ruang kelas, dibantu oleh teman sebaya, dan dikondisikan oleh guru.

b. Keberhasilan Proses Siklus III

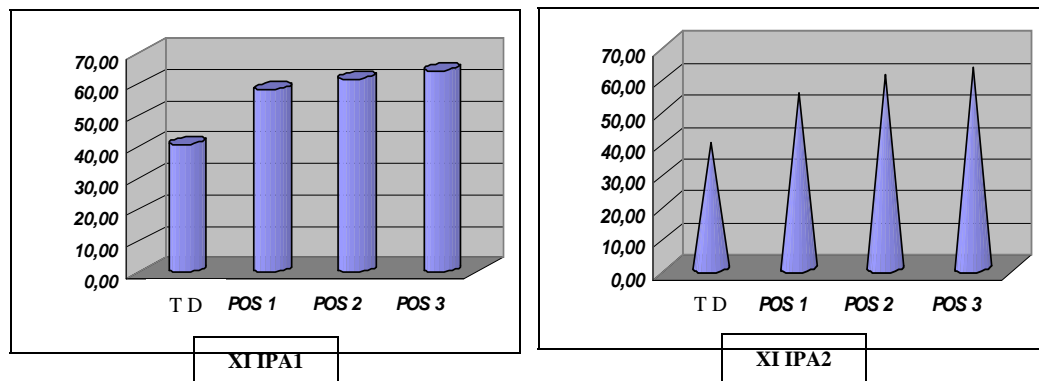
Berdasarkan hasil pemantauan, kegiatan pembelajaran remedial Fisika pada siklus III telah menunjukkan perubahan yang sangat berarti. Ketiga siswa terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Jumlah siswa peserta remedial dan sumber belajar yang simbang, menjadikan anak maksimal dalam mengikuti proses pembelajaran sehingga keterampilan kooperatif yang berupa partisipasi dan aktivitas dapat ditingkatkan dengan baik.

c. Keberhasilan Produk Siklus III

Sebanyak 3 siswa yang mengikuti perbaikan dengan pembelajaran remedial pada siklus III dapat dituntaskan. Ketuntasan siswa sampai dengan siklus III sebanyak 48 siswa (100,00%). Dengan demikian hipotesis tindakan pada siklus III dicapai.

5. Pembahasan Umum

Pembelajaran remedial Fisika dengan Model *Peer Teaching* dari siklus I sampai dengan siklus III menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar atau jumlah siswa yang tuntas mengalami peningkatan. Peningkatan hasil belajar meliputi peningkatan proses dan peningkatan produk. Keberhasilan produk ditunjukkan pada Gambar 3 di bawah.



Gambar 3. Grafik Rerata Nilai Kelas XI IPA1 dan XI IPA2 pada Tes Diagnostik, dan *Post tes*

Kriteria keberhasilan peningkatan proses adalah apabila terjadi peningkatan partisipasi dan aktivitas siswa serta terbentuknya komunikasi positif antara siswa, siswa sumber belajar sebagai *peer teaching*, dan guru mata pelajaran. Tabel 1 dan Tabel 2 adalah hasil pengamatan pembelajaran remedial dengan Model *Peer Teaching* pada siklus I, II, dan III.

Tabel 1
Hasil Observasi Partisipasi Siswa dalam Pembelajaran Remedial Siklus I, II, dan III

NO	PARTISIPASI SISWA	PERSENTASE		
		SIKLUS I	SIKLUS II	SIKLUS III
1	Mengambil inisiatip bertanya			
	* positif (sesuai dengan masalah)	33,33	38.46	100.00
	* negatif (menyimpang dari masalah)	12.50	7.69	33.33
2	Memberi sambutan/menjawab			
	* positif (sesuai dengan masalah)	39.58	57.69	66.67
	* negatif (menyimpang dari masalah)	10.42	11.54	0.00
3	Melakukan kegiatan penyerta			
	* mengganggu teman	6.25	3.85	0.00
	* hanya nyletuk/nimbrung tak menentu	6.25	3.85	33.33

Tabel 2
Hasil Observasi Aktivitas Siswa dalam Pembelajaran Remedial Siklus I, II, dan III

NO	AKTIVITAS	PERSENTASE		
		SIKLUS I	SIKLUS II	SIKLUS III
1	Fokus pandangan			
	* tertuju pada Sumber Belajar/instruktur	80.77	81.25	100.00
	* tertuju pada alat peraga	30.77	6.25	33.33
	* tertuju ke arah lain (kiri/kanan)	19.23	12.50	33.33
2	Konsentrasi perhatian			
	* memperlihatkan sumber informasi	65.38	68.75	100.00
	* kadang-kadang memperhatikan hal-hal lain	23.08	31.25	33.33
3	Sambutan lisan			
	* bertanya (mencari tambah informasi)	73.08	75.00	100.00
4	Menyanggah/membandingkan			
	* dengan alasan	38.46	50.00	66.67
	* tanpa alasan	19.23	18.75	33.33
5	Menjawab dengan			
	* positif	69.23	68.75	100.00
	* negatif	15.38	12.50	33.33
	* ragu-ragu	3.85	18.75	33.33

6	Memberikan pertanyaan			
	* menguatkan	42.31	62.50	100.00
	* menyetujui	46.15	25.00	100.00
	* menentang	3.85	12.500	33.33
7	Sambutan psikomotorik			
	* membuat catatan/informasi	23.08	62.50	66.67
	* membuat jawaban	53.85	31.25	100.00
	* melakukan hal lain	26.92	6.25	0.00
8	Sambutan ekspresif peserta			
	* tertawa-tawa	23.08	18.75	33.33
	* mengeluh	19.23	6.25	0.00
	* lain-lain (marah, menangis, dsb)	23.08	0.00	0.00

6. Efektivitas Pelaksanaan Tindakan

- a. Dapat membangun kebersamaan
- b. Menumbuhkan sikap sosial.
- c. Bagi tutor sebaya, memacu mereka untuk lebih giat belajar dan merangsang mereka membaca berbagai buku penunjang atau buku acuan yang sejenis. Konsep transfer ilmu dengan kelompok menambah kedalaman dan keluasan materi yang dimiliki siswa sumber belajar sebagai *peer teaching*.
- d. Dapat membantu meningkatkan interaksi antara guru dan siswa
- e. Guru dapat memahami lebih baik kebutuhan siswa secara individual, kinerja siswa di dalam kelompok/kelas, dan kesulitan masing-masing siswa
- f. Memudahkan guru dalam memberikan bimbingan dan bantuan agar siswa lebih memahami topik yang dianggap sulit oleh siswa.
- g. Saling membantu dan meningkatkan kemampuan keprofesionalan guru.
- h. Mamberikan keluwesan dalam pembelajaran yaitu dengan memberikan guru mengatur pekerjaannya di antara guru sejawat.

E. SIMPULAN

1. Pembelajaran remedial Fisika melalui model *peer teaching* telah teruji mampu meningkatkan ketuntasan belajar minimal dan meningkatkan rerata hasil belajar fisika siswa. Sebanyak 32 siswa dari 48 siswa atau 66,67% siswa dapat tuntas pada siklus I. 16 siswa yang belum tuntas pada siklus I dapat dituntaskan

sebanyak 13 siswa atau 81,25% pada siklus II. Sebanyak 3 siswa yang tidak tuntas sampai dengan tindakan siklus II dapat dituntaskan pada siklus III. Peningkatan rerata hasil belajar yang dicapai sebesar 27,83%.

2. Pembelajaran remedial Fisika melalui model *peer teaching* telah teruji mampu meningkatkan kualitas proses pembelajaran yang berupa partisipasi dan aktivitas siswa seperti inisiatif bertanya, menyanggah atau membandingkan, memberikan sambutan, menjawab pertanyaan, konsentrasi dan fokus belajar, serta sambutan psikomotorik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alit Mariana. (2003). *Pembelajaran remedial perlukah?* Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional, Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Block, J.H., & Anderson L, W. (1971). *Mastery learning in classroom instruction series*. New York: Macmillan Publishing Co.,Inc.
- Burton, W.H. (1975). *Guidance of the Learning Activities*, N.Y.: Appleton-Century-Crofts.
- Cohen and Sampson's. (2001). *Rethinking peer teaching*.
<http://www.aare.edu.au/02pap/lon02122.htm>
- Cony Semiawan. (1997). *Perspektip pendidikan anak berbakat*, Jakarta: Grasindo
- Departemen Pendidikan Nasional. (2003). *Kurikulum 2004, standar kompetensi mata pelajaran FISIKA Sekolah Menengah Atas dan Madrasah Aliyah*. Jakarta:Departemen Pendidikan Nasional.
- Henry Guntur Tarigan. (1990). *Pembelajaran remedi bahasa*. Bandung: Angkasa
- Hollander, E.P. (1991). *Principle nad methods of social psychology*. (4rd ed.). New York: Oxford University Press, Inc. Block, J.H., & Anderson L, W. (1971). *Mastery learning in classroom instruction series*. New York: Macmillan Publishing Co.,Inc.
- Ischak, S.W. & Warji, R. (1987). *Program remedial dalam proses belajar mengajar*. Yogyakarta: Liberty.

Joyce, B. (2004). *Models of teaching*. (7th ed.). USA: Pearson Education Inc

Ormrod, J.E. (2003). *Educational Psychology*. (4th ed.). University of New Hampshire, Upper Saddle River, New Jersey Columbus, Ohio.

Tim Pengembang Kurikulum Berbasis Kompetensi. (2001). *Kurikulum berbasis kompetensi mata pelajaran Fisika SMA*. Yogyakarta: Pascasarjana UNY

Efektifitas Model Pembelajaran Cooperative Learning dalam Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa MAN Banjarmasin^{*)}

Oleh : Syubhan Annur

Abstrak:

Penguasaan konsep Fisika belum maksimal, terlihat dari hasil belajar fisika siswa yang menguasai materi dengan baik sebesar 45 % sehingga hasil belajar perlu ditingkatkan. PTK yang digunakan sebagai metode penelitian kali ini adalah meningkatkan hasil belajar fisika setelah menggunakan model Kooperatif Learning. Dimana penelitian ini bersifat reflektif untuk memperbaiki kondisi pembelajaran fisika di kelas. Hasil Penelitian diperoleh dari 3 siklus dimana siklus I 62,5 %, siklus II 83,4 %, dan siklus III 91 %.

Key Words: Cooperative Learning, Hasil Belajar

1. Pembahasan

Pendidikan merupakan salah satu faktor terpenting dalam kemajuan bangsa dan Negara. Dengan adanya pendidikan yang maju maka masyarakat pemakai pendidikan mendapatkan dampak yang sangat besar dalam hal peningkatan kualitas sumber daya manusia.

Dewasa ini terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi dari pendidikan itu sendiri dimana salah satunya adalah manusia, dilihat dari lulusan setingkat SLTA atau bahkan Perguruan Tinggi belum mampu memenuhi kebutuhan masyarakat. Siswa tidak siap menjadi warga Negara bertanggung jawab dan Produktif. (Arcaro, 2005 dalam Haumahu, 2006:1)

Proses belajar mengajar merupakan inti dari kegiatan pendidikan di sekolah. Dalam hal ini bersifat kalsikal (bersama-sama dalam satu kelas). Guru harus berusaha agar proses berlangsung dengan dua arah, sehingga tercipta komunikasi yang harmonis. (Syubhan, 2004:15).

Pembelajaran Kooperatif menitikberatkan adanya pola kerjasama antara siswa di kelas dimana tidak dilihat apakah dari jenis kemampuan nalar, jenis kelamin, suku atau dengan kata lain kelompok heterogen. Hal ini bermanfaat untuk melatih siswa menerima perbedaan pendapat dan mampu bekerjasama (team work) dengan teman dengan latar belakang yang berbeda.

Keunggulan model pembelajaran kooperatif ini di antaranya siswa dapat memahami konsep fisika yang sulit, dapat berfikir kritis dan dapat saling membantu siswa lainnya. Kemampuan dimaksud disini adalah siswa cakap atau terampil dalam memecahkan permasalahan fisika, dengan kata lain model pembelajaran kooperatif ini lebih bersifat social.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini bersifat Penelitian Tindakan Kelas (*class room research*), bermaksud untuk memperbaiki kondisi pembelajaran. Alat yang digunakan dalam metode ini adalah:

1. Lembar Pengamatan Pelaksanaan
2. Lembar Observasi
3. Lembar Pengamatan Aktivitas siswa

^{*)} Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika pada tanggal 05 Mei 2008

4. Lembar Penilaian Hasil Belajar
5. Lembar Observasi Respon Siswa

Analisis Data :

1. $S = U_2 - U_1 / N$
2. $P = \{ J/J_i \} \times 100 \%$
3. $(P_i) = \{ T/T_i \} \times 100 \%$

3. Hasil Penelitian

Hasil Penelitian terdapat enam komponen yang diteliti diantaranya:

1. Pengamatan terhadap Guru

Reliabilitas Rp (%)

Pengamatan	RP - 01	RP - 02	RP-03
Guru	94,4	97,2	98,6

Hasil dari pengamatan terhadap guru dapat dilihat instruemn lebih dari 75 % dikatakan baik.

2. Pengamatan Aktivitas Guru dan Siswa

Pengamatan	RP - 01	RP - 02	RP-03
Guru	93,52	94,80	97,45
Siswa	93,47	94,85	94,99

Hasil dari pengamatan dapat dikatakan katagori baik dan dapat dipakai karena diatas 75 %.

3. Tes Hasil Belajar

Pre- Test

Pengamatan	Tuntas	Tidak Tuntas
Pertemuan 1	0	100
Pertemuan 2	0	100
Pertemuan 3	0	100

Pos-Test individu Siswa (%)

Pertemuan	Tuntas Klasikal	Tidak Tuntas
1	62,5	37,5
2	83,4	16,7
3	91,8	8

4. Penghargaan skor Perkembangan (Kelompok)

Siklus	Tim Super	Tim Hebat	Tim Baik	Tanpa Penghargaan
1	5	0	0	0
2	5	0	0	0

3	5	0	0	0
---	---	---	---	---

Dimana semua kelompok masuk tim super.

5. Kualifikasi Respon Siswa

Banyak butir Kuisisioner (n)	Skor Maksimal (S_m)	Skor Maksimum (S_{mi})	Skor Ideal (M_i)	Simpangan Baku (S_i)	Banyak Siswa (N)	Rata-rata Skor Respon (X_0)
16	4	64	32	10,688	24	48,032

Respon siswa tergolong baik dengan kata lain model Cooperatif Learning ini disukai oleh Siswa. $(M_i + 1,5 S_i)$ adalah 48,032 nilai : $(M_i + 0,5 S_i) < X_0 < (M_i + 1,5)$

5. Kesimpulan :

Dalam Penelitian kali ini dapat ditarik kesimpulan:

1. Penggunaan Model Cooperative Learning efektif digunakan dalam meningkatkan hasil belajar siswa dikelas
2. Respon siswa terhadap model ini cukup baik dimana siswa sangat menyukai dan menjadi satu acuan dalam metode pembelajaran dikelas.

6. Daftar Psutaka:

1. Arcaro, 2005 dalam Haumahu, 2006:1)
2. Syubhan, Efektifitas penggunaan metode Quantum Teaching dalam Proses Belajar Mengajar Siswa Al-Mukimin Solo, UIN: 2004)

INOVASI PEMBELAJARAN EKSPERIMEN FISIKA BERBASIS TEKNOLOGI MULTIMEDIA*

oleh
Ishafit
Program Studi Pendidikan Fisika
Universitas Ahmad Dahlan
Yogyakarta
hafit@uad.ac.id

ABSTRAK

Inovasi pembelajaran eksperimen fisika dalam upaya peningkatan kualitas pembelajaran pada matakuliah eksperimen fisika telah dilakukan dengan menginstalasi perangkat eksperimen laboratorium fisika berbasis teknologi multimedia, yaitu: *Microcomputer Based Laboratory (MBL)*, *Video Based Laboratory (VBL)*, dan *Simulation Based Laboratory (SBL)*. Dalam pelaksanaan eksperimen, mahasiswa dibagi ke dalam 5 (lima) kelompok, yang masing-masing terdiri dari 3 mahasiswa. Topik eksperimen yang diberikan adalah Gerak Harmonik Sederhana, Hukum Kekekalan Momentum, Hukum Pendinginan Newton, Medan Magnet oleh Kumparan Berarus Listrik, Rangkaian DC, dan Efek Fotolistrik. Evaluasi kemampuan mahasiswa setelah pembelajaran meliputi evaluasi kognitif dengan tes konseptual tentang penguasaan materi fisika dan tes esai tentang kemampuan analisis data eksperimental fisika, dan evaluasi keterampilan kerja ilmiah dengan membuat makalah dan poster ilmiah dari topik eksperimen yang dilakukan.

A. LATAR BELAKANG

Tujuan pembelajaran fisika antara lain: memahami dan mengaplikasikan metode inkuiri saintifik dan desain teknik untuk penelitian, penyelesaian masalah, dan kemampuan analisis; memahami fakta dan konsep terpadu dalam fisika; dan memahami hubungan antara sains (fisika), teknologi, dan masyarakat. Pengalaman laboratorium melalui eksperimen fisika yang dilengkapi berbagai bentuk teknik visualisasi gejala (dengan teknik demonstrasi, simulasi, model, grafik *real time*, dan video) dapat memberikan kesempatan pada mahasiswa tidak hanya dalam pengembangan pemahaman terhadap konsep fisika, tetapi juga pengembangan pada keterampilan penelitian saintifik dan inkuiri. Menggabungkan teknik visualisasi ke

* Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika pada tanggal 05 Mei 2008

dalam pengalaman laboratorium atau eksperimen akan memberi kesempatan pada mahasiswa untuk terlibat dalam proses aktif pada pembelajaran fisika sebagai standar pembelajaran (Gamboa, et al, 1999).

Kemajuan teknologi telah menghasilkan peningkatan penggunaan komputer/multimedia dalam pembelajaran fisika dalam dekade terakhir ini. Komputer dapat mengenalkan dan menguatkan konsep melalui variasi bentuk latihan, praktek, tutorial. Apabila dihubungkan dengan beragam perangkat *interfacing*, komputer dapat digunakan untuk mengambil dan menganalisis berbagai jenis data dalam kegiatan laboratorium. Komputer juga dapat menyediakan teknik visualisasi, model gejala fisika atau eksperimen, dan dapat menggantikan peralatan eksperimen yang relatif mahal, dan eksperimen yang membahayakan seperti eksperimen pencacahan radiasi (Redish, 1993).

B. TUJUAN

Tujuan program inovasi pembelajaran ini adalah untuk meningkatkan proses pembelajaran eksperimen fisika dengan tiga jenis media instruksional berbasis teknologi multimedia, yaitu *Microcomputer Based Laboratory* (MBL), *Video Based Laboratory* (VBL), dan *Simulation Based Laboratory* (SBL). Dengan media ini mahasiswa dapat melakukan kegiatan *hand-on* dan *mind-on experiment*, sehingga dapat mengembangkan pemahaman konseptual dan keterampilan penelitian saintifik.

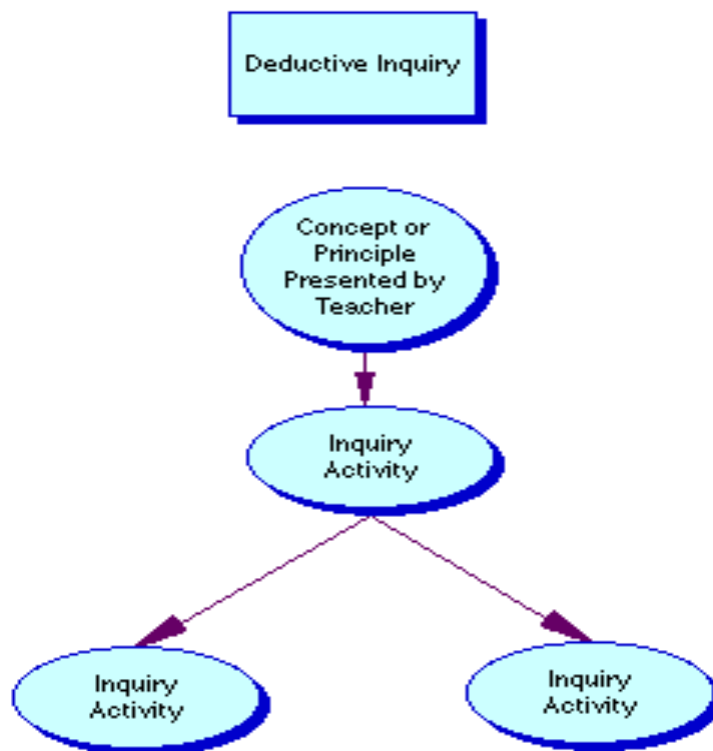
C. METODE

Metode yang akan digunakan dalam pembelajaran eksperimen fisika adalah *inquiry lab*. Melalui kegiatan *inquiry* mahasiswa akan mendapatkan pemahaman

yang mendalam tentang konsep fisika, keterampilan intelektual, dan proses eksperimen sains. Tipe metode *Inquiry lab* yang digunakan adalah *Guided Inquiry*, yaitu dosen menentukan topik dan menyediakan panduan eksperimen. Model yang digunakan dalam *guided inquiry* adalah *Real World to Abstraction*, yaitu dari penampilan/visualisasi gejala nyata/simulasi ke abstraksi (representasi grafik dan matematis).

D. IMPLEMENTASI

Mahasiswa melakukan pembelajaran eksperimen fisika melalui kerja kelompok dengan metode *guided inquiry lab* model *deductive inquiry* (Gambar 1) untuk satu topik eksperimen dengan salah satu media MBL, VBL, atau SBL. Dosen mengembangkan panduan untuk masing-masing topik eksperimen sesuai dengan tipe metode inquiry yang diterapkan.



Gambar 1. Model Deductive Inquiry

Topik, *apparatus* dan *equipment* yang diterapkan adalah sebagai berikut.

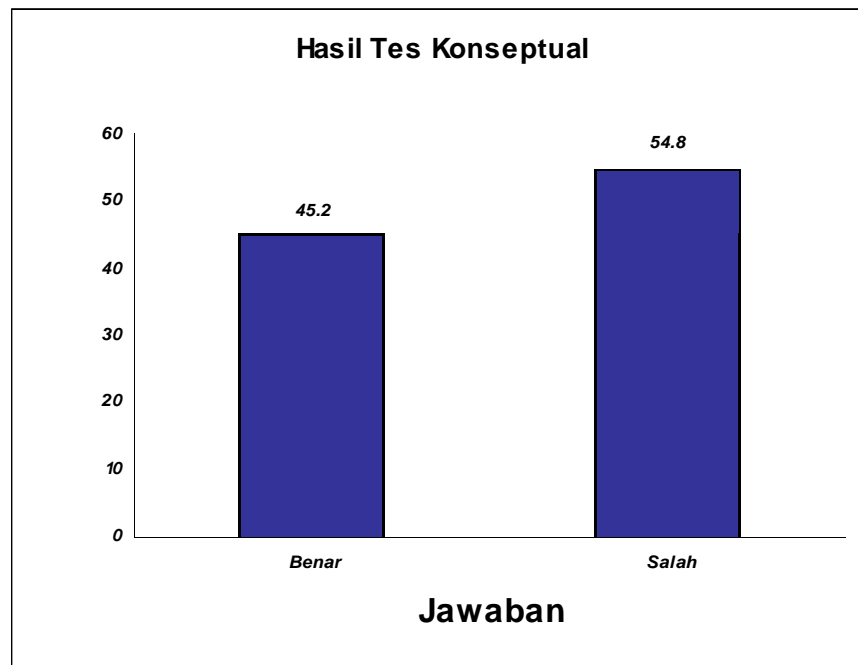
Tabel Materi dan Perangkat Eksperimen Fisika

No	Topik	Tujuan	Apparatus	Equipment
1	Gerak Harmonik Sederhana	Verifikasi Energitika Gerak Harmonik Sederhana (GHS)	Modul GHS (Pendulum)	Sistem VBL dan Logger Pro & Spreadsheet
2	Hukum Kekekalan Momentum	Verifikasi Hukum Kekekalan Momentum	Meja Permaian Karambol	Sistem VBL dengan Logger Pro
3	Hukum Pendinginan Newton	Menemukan Hukum Penurunan Eksponensial	Modul Percobaan Pendinginan Newton	Sistem MBL dengan Logger Pro
4	Medan Magnet oleh Kumparan Berarus Listrik	Verifikasi Hukum Biot-Savart	Modul Biot-Savart	Sistem MBL dengan Logger Pro
5	Rangkaian DC	Penerapan Hukum Ohm dalam Penentuan Watak Lampu Pijar	Software Simulasi Fisika PhET	Komputer (SBL) dengan Spreadsheet
6	Efek Fotolistrik	Penentuan Konstanta Planck	Software Simulasi Fisika PhET	Komputer (SBL) dengan Spreadsheet

E. HASIL DAN KESIMPULAN

Sebagai indikator adanya peningkatan hasil pembelajaran pada mahasiswa akan dilihat pada aspek penguasaan pengetahuan koseptual, sikap, dan keterampilan (skill). Aspek pengetahuan konseptual diukur melalui test konseptual tertulis berbentuk tes objektif dan esai tentang kosep kinematika dan rangkaian listrik yang diberikan pada pelaksanaan ujian. Sedangkan penilaian keterampilan kerja ilmiah dilakukan pada tugas makalah dan paper dari setiap topik eksperimen. Hasil tes konseptual sebagaimana terasji pada gambar 2. Penilaian terhadap kemampuan menyusun makalah dan poster ilmiah (dengan menggunakan tiga katagori cukup,

baik, dan sangat baik) diperoleh kemampuan rata-rata mahasiswa dalam katagori baik. Bahkan satu makalah topik efek fotolistrik dalam eksperimen virtual penentuan konstanta Planck diterima sebagai makalah Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains 2008. Hal ini menunjukkan bahwa inovasi yang dilakukan dapat meningkatkan produktivitas atau keterampilan kerja ilmiah mahasiswa.



Gambar 2. Grafik Hasil Evaluasi Konseptual

F. SARAN

1. Aktivitas perkuliahan dan tugas perkuliahan dilakukan dengan kerja kelompok. Hal ini baik untuk melatih mahasiswa belajar bekerja sama, akan tetapi untuk penilaian otentik aktivitas individual pelaksanaan eksperimen agak sulit dilakukan. Hal ini dapat diatasi dengan model *assessment based video*.
2. Untuk melatih keterampilan eksperimental berbasis multimedia sebenarnya diperlukan kerja atau latihan individual. Akan tetapi, kerja individual belum dilakukan karena keterbatasan perangkat eksperimen. Untuk hal ini akan diatasi dengan memberikan tugas mandiri di laboratorium di luar jam kuliah.

3. Hasil evaluasi konseptual masih menunjukkan lemahnya penguasaan konsep fisika oleh mahasiswa. Oleh karena itu masih diperlukan pengayaan konsep melalui diskusi atau kajian teoritik yang terkait dengan materi eksperimen.

REFERENSI:

Gamboa, F., et al., 1999, Specification and Development of A Physics Video Based Laboratory, *Instrumentation and Development Vol. 4 Nr. 5*.

Redish, E. F., 1993, *What Can a Physics Teacher Do with a Computer?*,
<http://www.physics.umd.edu/groups/ripe/efr/resnick1.html>

Wenning, C. J., 2004. *Levels of inquiry: A hierarchy of practices with examples from physics*, Department of Physics Illinois State University.

LAMPIRAN:

Lampiran 1. Perangkat Eksperimen MBL, VBL, dan SBL

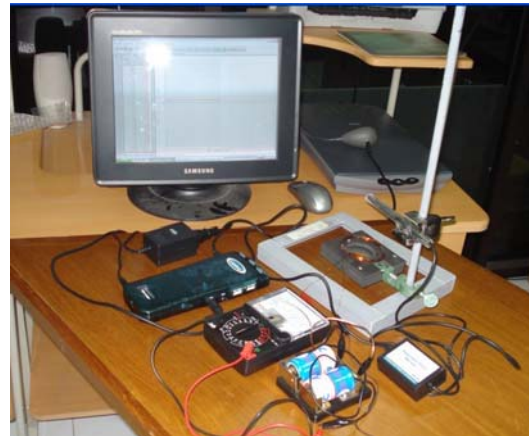


Gambar 3. Perangkat VBL untuk eksperimen momentum

Gambar 4. Perangkat VBL untuk eksperimen getaran



Gambar 5. Perangkat MBL untuk eksperimen Hukum Pendinginan Newton

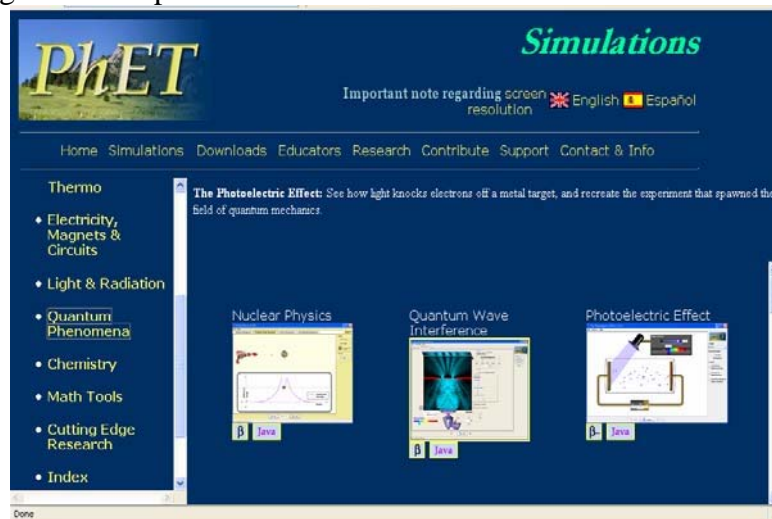


Gambar 6. Perangkat MBL untuk eksperimen Hukum Biot-Savart

Lampiran 2. Panduan Eksperimen Efek Fotolistrik

Efek Fotolistrik dan Penentuan Konstanta Planck dengan SBL

1. Tujuan
 - a. Memperlajari efek fotolistrik secara eksperimen virtual
 - b. Menentukan fungsi kerja (work function) suatu sel foto
 - c. Menentukan nilai tetapan Planck
 - d. Menentukan tenaga kinetik foto electron (dengan menentukan tegangan penghentinya)
2. Alat
 - a. Software Simulasi PhET
 - b. Komputer dengan Sistem Operasi Windows
 - c. Perangkat lunak spreadsheet



3. Teori

Untuk melepaskan elektron dari logam diperlukan sejumlah tenaga tertentu yang tergantung pada jenis logamnya. Tenaga tersebut diperlukan karena elektron terikat oleh logam. Elektron yang lepas dari logam karena dikenai foton (hasil efek

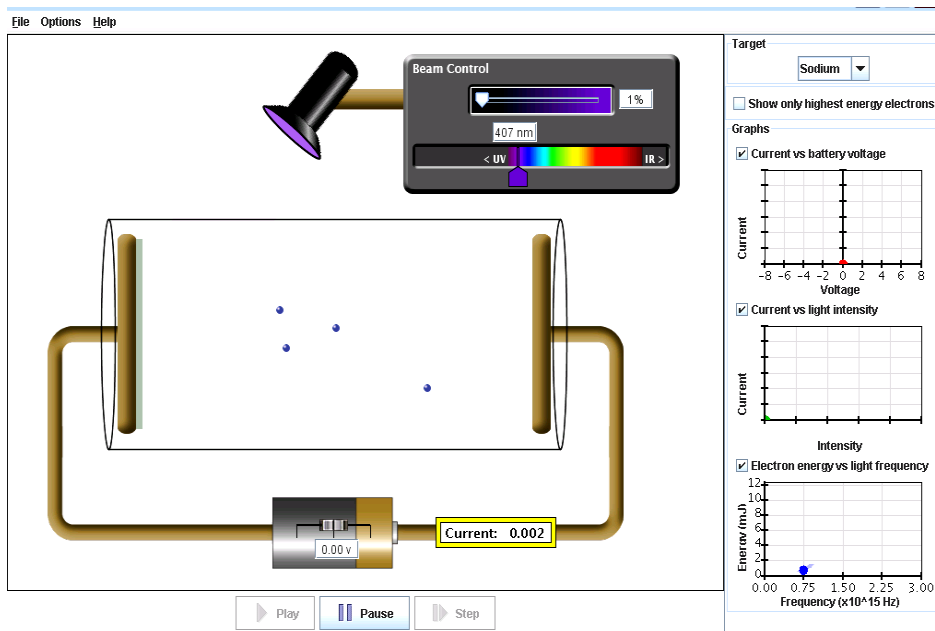
fotolistrik) di sebut foto electron. Tenaga kinetik foto elektron dapat dinyatakan sebagai:

$$E_k = h\nu - \phi \quad (1)$$

$$eV_s = h\nu - \phi \quad (2)$$

$$V_s = \frac{h\nu}{e} - \frac{\phi}{e} \quad (3)$$

4. Prosedur Eksperimen
 - a. Aktifkan perangkat lunak PhET
 - b. Pilliah Simulasi Efek fotolistrik



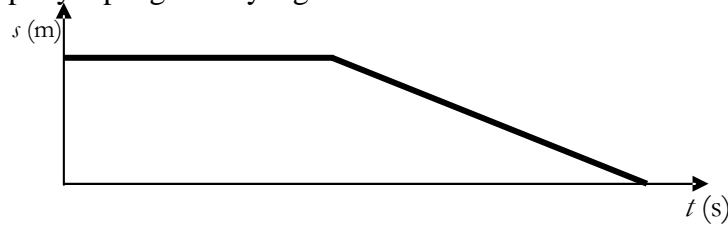
- c. Lakukan pengukuran V_s sebagai fungsi frekuensi foton

Panjang Gelombang (nm)	V_s (volt)	
	Intensitas I	Intensitas II

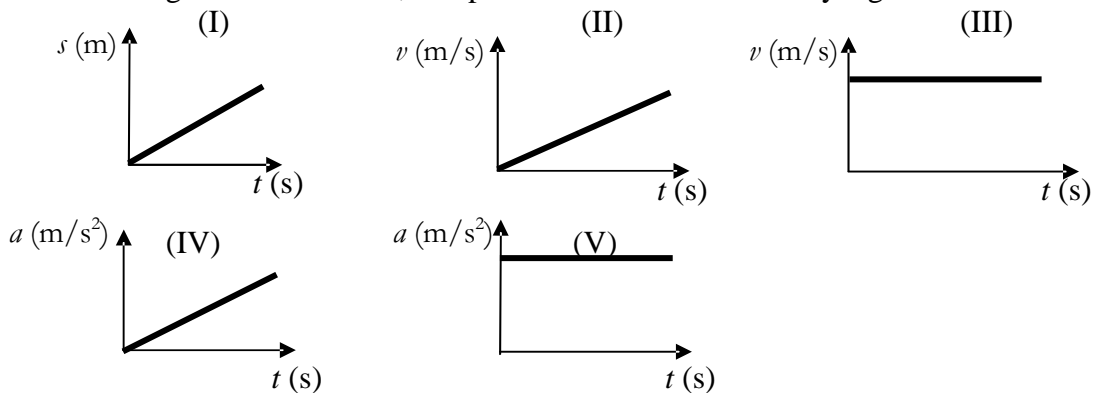
- d. Lakukan analisis data sesuai dengan tujuan yang ditetapkan

Lampiran 3. Tes Konseptual Pilihan Ganda

1. Berikut ini adalah grafik dari gerakan sebuah benda. Kalimat mana yang mempunyai pengertian yang benar ?

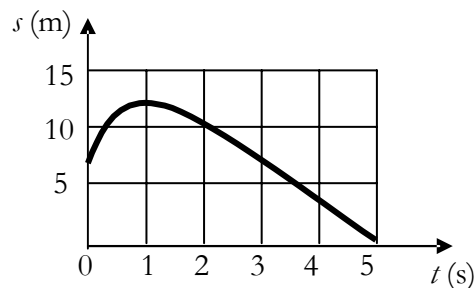


- (A) Benda menggelinding sepanjang permukaan datar. Kemudian menggelinding ke arah depan menuruni bukit, dan akhirnya berhenti.
- (B) Benda tidak bergerak pada awalnya. Kemudian menggelinding ke arah bawah bukit dan akhirnya berhenti.
- (C) Benda bergerak dengan kecepatan konstan. Kemudian semakin lambat dan berhenti.
- (D) Benda tidak bergerak pada awalnya. Kemudian bergerak ke belakang dan akhirnya berhenti.
- (E) Benda bergerak sepanjang permukaan datar, bergerak ke belakang menuruni bukit, dan kemudian terus bergerak.
2. Simaklah grafik berikut ini , dan perhatikan sumbu – sumbu yang berlainan itu.



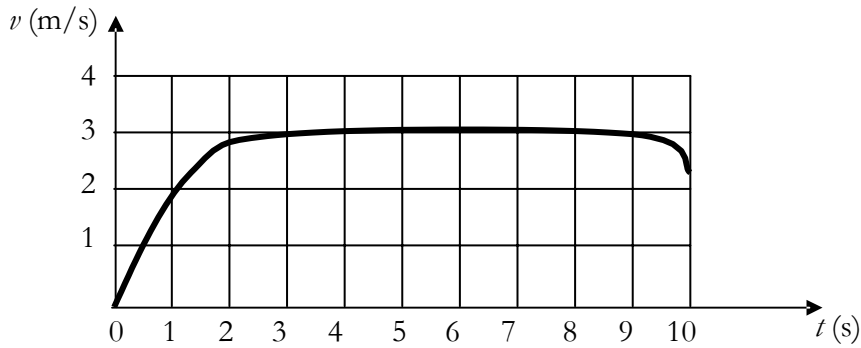
Grafik manakah yang mewakili gerakan pada kecepatan konstan?

- (A) I , II , dan IV (B) I dan III (C) II dan V
 (D) hanya IV (E) hanya V
3. Kecepatan pada titik 3 sekon pada grafik dibawah ini adalah sekitar :



- (A) $-3,3$ m/sekon (B) $-2,0$ m/sekon (C) $-0,67$ m/sekon
 (D) $5,0$ m/sekon (E) $7,0$ m/sekon

4. Sebuah benda bergerak sesuai dengan grafik dibawah ini:

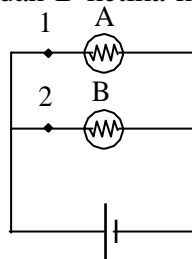


Berapa jauh benda itu bergerak selama interval dari $t=4$ sekon sampai $t=8$ sekon?

- (A) 0,75 m (B) 3,0 m (C) 4,0 m
 (D) 8,0 m (E) 12,0 m

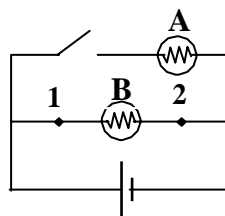
5. Apa yang terjadi pada kecerahan lampu A dan B ketika kawat dihubungkan antara titik 1 dan 2.

- A. Keduanya bertambah
 B. Keduanya meredup
 C. Cerahnya sama
 D. A lebih cerah dari B
 E. Tidak ada lampu yang menyala



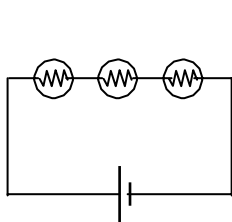
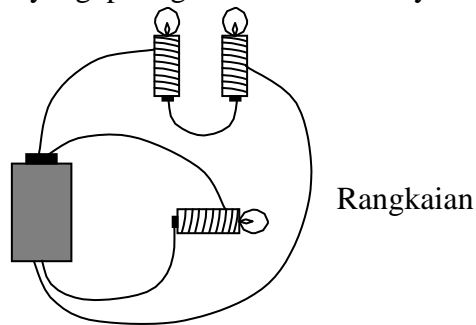
6. Apa yang terjadi pada perbedaan potensial antara titik 1 dan 2 ketika saklar ditutup/disambung ?

- A. Bertambah empat kali lipat
 B. 2 kali
 C. Tidak berubah
 D. Berkurang setengah
 E. Berkurang seperempat

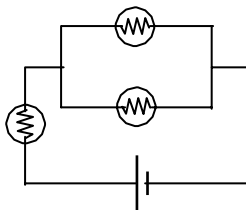


7. Manakah diagram skematik yang paling baik untuk menyatakan rangkaian yang realistis di bawah ini?

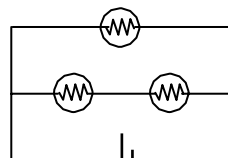
- A. Rangkaian 1
 B. Rangkaian 2
 C. Rangkaian 3
 D. Rangkaian 4
 E. Tidak ada



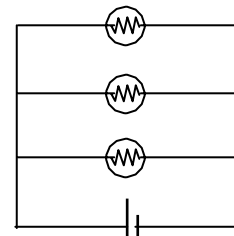
Rangkaian 1



Rangkaian 2



Rangkaian 3



Rangkaian 4

EKSPERIMEN PENENTUAN RASIO GIROMAGNETIK ELEKTRON DENGAN METODE EINSTEIN-DE HAAS*

Moh. Toifur¹⁾, Ishafit²⁾ dan Didik Setiawan²⁾

Jurusan Fisika Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta55161

Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta55161

Email: mtoifur@yahoo.com

Abstrak

Pada makalah ini ditampilkan desain eksperimen untuk menentukan rasio giromagnetik (γ) arus melingkar mengikuti desain Einstein-de Haas. Gerak melingkar elektron diwakili oleh arus melingkar pada koil, untuk melawan momentum sudut yang ditimbulkan oleh arus melingkar elektron digunakan besi campuran berbentuk batang yang digantung dengan seutas benang. Dari eksperimen diperoleh $\gamma = (1,59755 \pm 0,12) \times 10^{11}$ C/kg.

Kata kunci: rasio giromagnetik, desain Einstein-de Haas

Abstract

In this paper, it is revealed an experimental design for finding gyromagnetic ratio (γ) the the circular current according to the Einstein-de Hass design. The circular moving of electron is represented by the loop of current on the coil, the iron rod suspended with the thin fibre is used as material for against angular momentum produced by the circular moving of electrons. From the result shows that the value of $\gamma = (1.59755 \pm 0.12) \times 10^{11}$ C/kg.

Keywords: gyromagnetic ratio, Einstein-de Haas Design

* Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika pada tanggal 05 Mei 2008

A. Pendahuluan

Dalam Fisika pengetahuan mengenai rasio giromagnetik penting. Rasio giromagnetik merupakan perbandingan antara momen magnet dengan momentum sudut. Rasio giromagnetik dapat terjadi pada arus listrik yang bergerak melingkar, elektron orbital, elektron yang berspin, proton dan neutron. Elektron yang menyendiri (terisolasi) merupakan keadaan khusus karena hanya berotasi sedangkan pada arus listrik melingkar jumlah elektron sangat banyak dan merupakan awan elektron. Tentu saja efeknya dapat menggerakkan beban yang lebih besar. Dalam eksperimen ini didesain unit percobaan untuk menentukan rasio giromagnetik awan elektron yang bergerak melingkari koil.

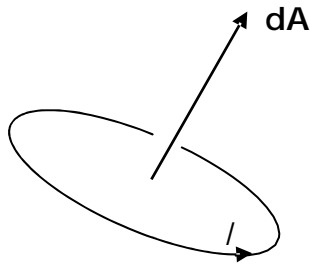
B. Landasan Teori

1. Hakikat momen magnet

Jika ada arus listrik I berputar mengelilingi luasan lingkaran kecil dA sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1, maka akan timbul momen magnet $d\mu$ yang besarnya:

$$d\mu = I dA \quad (1)$$

arah momen magnet sesuai dengan arah vektor luasan dA . Momen magnet ini identik dengan momen dipol magnet pada batang magnet.



Gambar 1 Arus melingkar penimbul momen magnet elementer

Untuk arus listrik yang melalui penghantar berbentuk lingkaran dengan luas A maka momen magnet yang dihasilkan adalah:

$$\mu = I A \quad (2)$$

2. Hubungan arus listrik dan momentum sudut

Arus listrik merupakan jumlah muatan listrik yang lewat persatuan waktu. Untuk elektron yang bergerak dalam lintasan lingkaran maka satuan waktunya adalah periode, yaitu waktu yang dibutuhkan elektron untuk menempuh satu putaran.

$$I = \frac{-e}{T} \quad (3)$$

dengan mengingat periode putaran adalah keliling lingkaran dibagi laju gerak elektron maka

$$I = \frac{-ev}{2\pi r} \quad (4)$$

dengan mengalikan bagian pembilang dan penyebut ada pers. (4) dengan mr , maka diperoleh

$$I = \frac{-emvr}{2m\pi r^2} \quad (5)$$

dengan mengingat bahwa mvr adalah momentum sudut L dan πr^2 luas lingkaran A , maka pers. (5) menjadi:

$$I = \frac{-e}{2mA} L \quad (6)$$

persamaan (6) mengungkapkan hubungan antara arus listrik yang ditimbulkan oleh gerak melingkar elektron dengan momentum sudut L .

Selanjutnya dengan memindahkan A pada pers. (6) ke ruas kiri maka perkalian loop arus listrik terhadap luasan lingkaran yang dilingkupinya menyatakan momen magnet μ , sehingga pers. (6) dalam bentuk vektor menjadi:

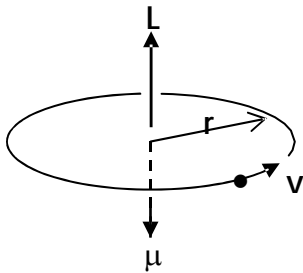
$$\mu = \frac{-e}{2m} L \quad (7)$$

secara kuantitatif nilai

$$\mu = \frac{evr}{2} \quad (8)$$

momen magnet ini inilah yang berperan menimbulkan medan magnet.

Dari pers. (7) tampak bahwa arah momen magnet berlawanan dengan arah momentum sudut, sebagaimana dijelaskan pada Gambar 2 yaitu gerak melingkar elektron berlawanan arah perputaran jarum jam menghasilkan momentum sudut arah vertikal ke atas dan momen magnet arah vertikal ke bawah.

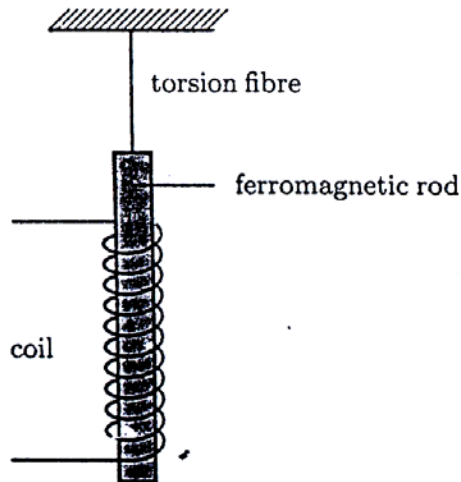


Gambar 2 Gerak melingkar elektron menghasilkan momentum sudut dan momen magnet.

Konstanta $-e/2m$ disebut rasio giromagnetik (γ) yang menyatakan perbandingan momen magnet dengan momentum sudut. Jadi pers. (7) dapat dituliskan menjadi:

$$\mu = \gamma L \quad (9)$$

3. Efek Einstein-de Haas pada batang besi



Gambar 3 Skematik percobaan untuk menentukan rasio giromagnetik bahan (Blundel, 2001)

Pada Gambar 3 ditampilkan batang feromagnetik yang digantungkan pada benang kemudian batang tersebut dimasukkan kedalam koil. Jika koil dialiri arus listrik maka timbul medan magnet. Penimbul medan magnet disini bukan hanya 1 elektron tetapi sejumlah (n) elektron yang berada pada kulit terluar (awan elektron) pada logam solenoida yang bergerak melingkar mengikuti lingkaran solenoida. Selain itu dengan mengingat elektron merupakan partikel yang memiliki massa, maka adanya gerakan berputar awan elektron tersebut menimbulkan momentum sudut. Karena momentum bersifat kekal maka timbulnya momentum sudut tersebut harus dilawan oleh gerak rotasi batang feromagnetik pada arah sebaliknya. Efek ini dikenal dengan efek Einstein-de Haas, yang merupakan peristiwa berputarnya batang feromagnetik yang tergantung pada seutas benang akibat adanya gerak secara impuls yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melalui koil.

Jika momentum sudut batang feromagnetik dapat ditentukan maka momentum sudut awan elektron pada kawat solenoida dapat ditentukan, dan untuk selanjutnya faktor giromagnetik bahan dapat ditentukan.

Dengan menyamakan persamaan (2) dengan pers. (9) dan dengan mengingat bahwa koil terdiri dari N lilitan serta n jumlah elektron maka diperoleh:

$$NIA = n\gamma L \quad (10)$$

Dengan prinsip hukum kekekalan momentum sudut maka momentum sudut L yang ditimbulkan oleh gerak melingkar awan elektron ini dapat diganti dengan momentum sudut batang feromaget yang bergerak melingkar pada arah berlawanan terhadap arah arus, L_f yaitu:

$$L_f = m_f r_f v_f \quad (11)$$

f

dengan L_f = momentum sudut batang feromagnetik

m_f = massa batang feromagnetik

r_f = jari-jari batang feromagnetik

v_f = kecepatan linier batang feromagnetik

Dengan menyamakan pers. (10) dengan pers. (11) maka diperoleh:

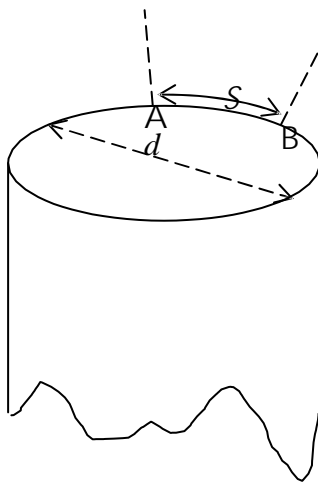
$$N\pi r^2 = n\gamma m_f r_f v_f \quad (12)$$

pada ruas kiri r merupakan jari-jari koil. Karena pada eksperimen penentuan jari-jari koil dan jari-jari batang feromagnetik sulit dilakukan maka digunakan diameter. Selanjutnya kecepatan linier dapat ditentukan dengan mengukur panjang busur (S) yang ditempuh suatu titik pada batang feromagnetik dibagi waktu tempuhnya (T). Maka pers. (12) dapat dituliskan menjadi:

$$\frac{S}{T} = \frac{N\pi d^2}{2n\gamma m_f d_f} I \quad (13)$$

dalam eksperimen batang feromagnetik berputar bolak-balik (berosilasi) karena harus melawan momen puntir dari benang. Karena besarnya momen puntir benang tetap, maka setiap batang feromagnetik menempuh sudut tertentu (misalnya bersesuaian dengan panjang busur AB sebagaimana pada Gambar 4), akan berputar pada arah sebaliknya. Dengan demikian besarnya S tetap, dan pers. (13) dapat ditulis menjadi:

$$\frac{1}{T} = \frac{N\pi d^2}{2S\eta m_f d_f} I \quad (14)$$



Gambar 4 Penampang batang feromagnet

Dengan memvariasi besarnya arus I maka diperoleh set data (I_i, T_i) . Dengan memplot data (I_i, T_i) dapat dibuat garis lurus sesuai persamaan:

$$y = ax + b \quad (15)$$

dengan

$$a = \frac{N\pi d^2}{2S\eta m_f d_f} \quad (16)$$

dari nilai a maka diperoleh rasio giromagnetik.

$$\gamma = \frac{N\pi d^2}{2Sna\eta d_f} \quad (17)$$

C. Metode Eksperimen

Pada percobaan dibutuhkan beberapa peralatan meliputi: koil berdiameter 11,52 cm yang dapat menimbulkan medan magnet hingga 300 gauss (1500 lilitan), slide regulator DC dengan arus divariasikan dari 0,05 s.d. 0,35 A, batang feromagnetik (obeng dengan diameter 5,88 mm, massa 26,09 g), jangka sorong, amperemeter, dan stopwatch. Desain eksperimen sebagaimana ditampilkan pada Gambar 5. Percobaan dilakukan dengan terlebih dahulu menghubungkan koil dengan regulator DC. Selanjutnya menggantung batang feromagnetik pada statip dengan pengikat benang.



Gambar 5 Desain eksperimen efek Einstein-de Haas

Setelah itu arus listrik dialirkan sebesar 0,05 A. Pada saat ini batang feromagnetik berosilasi. Pada saat ini dilakukan pencatatan waktu untuk 10 kali ayunan. Berikutnya arus divariasikan dari 0,15 s.d. 0,4 ampere dan waktu ayun dicatat.

D. Hasil eksperimen dan Pembahasan

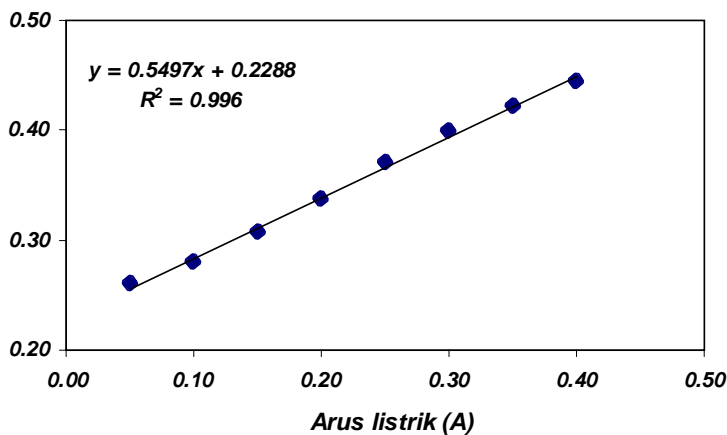
Dari eksperimen diperoleh panjang busur S yang dicapai oleh osilasi batang feromagnetik adalah 2,31 mm. Dengan memvariasikan arus dari osilator dc, maka diperoleh periode seperti ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data arus dan waktu tempuh batang feromagnetik

Arus listrik (A)	Waktu tempuh S (dt)
0,05	3,84
0,10	3,58
0,15	3,26
0,20	2,97
0,25	2,70
0,30	2,50
0,35	2,37
0,40	2,25

Dari data Tabel 1 kemudian dibuat grafik $1/T_{AB}$ terhadap arus listrik dan hasilnya sebagaimana ditampilkan pada Gambar 6. Grafik berupa garis lurus dengan persamaan $y=0,5497x+0,2288$ (17)

dan koefisien korelasi $R^2=0,996$.



Gambar 6 Grafik 1/Waktu tempuh AB terhadap arus listrik

Dari slope grafik diperoleh $a = 0,5497$. Dengan memasukkan data-data untuk N , d , S , a , m_f dan d_f pada pers. (16) maka diperoleh $\gamma = (1,59755 \pm 0,12) \times 10^{11}$ C/kg.

E. Kesimpulan

Dengan percobaan sederhana ini telah dapat diverifikasi metode penentuan rasio giromagnetik sesuai dengan efek Einstein-de Haas. Besarnya rasio giromagnetik untuk awan elektron yang berputar melalui solenoida adalah $\gamma = (1,59755 \pm 0,12) \times 10^{11}$ C/kg

Daftar Pustaka

<http://www.phys.au.dk/~horsdal/InApSRMenu/Gyro.html>, Electron and proton gyromagnetic ratios.

Blundel, S. 2001. *Magnetism in Condensed Matter*, Oxford University Press, New York.