

# Bahan Ajar Fisika SMA dengan Pendekatan Multi Representasi

Yuvida Widi Astuti

Pendidikan Fisika-Pascasarjana Universitas Negeri Malang  
Jl. Semarang 5 Malang. Email: yuvidawidiastuti@gmail.com

**Abstrak:** Salah satu upaya untuk meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan memecahkan masalah dalam pembelajaran fisika adalah dengan menyediakan bahan ajar yang sesuai dengan karakteristik siswa dan memudahkan siswa dalam belajar. Tujuan dari penelitian ini adalah: (1) mengembangkan bahan ajar fisika SMA khususnya materi Dinamika Rotasi dan Kesetimbangan Benda Tegar menggunakan pendekatan multi representasi untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika, (2) menguji efektifitas bahan ajar hasil pengembangan. Metode penelitian ini adalah penelitian pengembangan menggunakan model Dick & Carey yang disesuaikan dengan kebutuhan penelitian. Instrumen penelitian yang digunakan berupa angket kelayakan. Jenis data yang diperoleh adalah data kuantitatif dan data kualitatif. Hasil uji coba menunjukkan bahwa bahan ajar hasil pengembangan dapat dikategorikan sangat layak. Hasil uji coba lapangan menunjukkan bahwa: (1) sebagian besar siswa pada kelas eksperimen memperoleh hasil tes di atas KKM, (2) hasil postes kelas eksperimen lebih besar daripada kelas kontrol, sehingga bahan ajar dikatakan efektif, namun tidak signifikan untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika.

**Kata kunci:** bahan ajar, multi representasi, dinamika rotasi

Peraturan Pemerintah nomor 19 tahun 2005 Pasal 20 mengisyaratkan guru untuk mampu mengembangkan materi pembelajaran. Sejalan dengan PP tersebut, Isi Peraturan Menteri Pendidikan Nasional (Permendiknas) nomor 41 tahun 2007 tentang standar proses yang mengatur perencanaan proses pembelajaran juga mensyaratkan bagi pendidik pada satuan pendidikan untuk mengembangkan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), yang salah satu elemen dalam RPP adalah sumber belajar. Guru diharapkan untuk mengembangkan bahan ajar sebagai salah satu sumber belajar yang sesuai dengan situasi dan kondisi sekolah, latar belakang dan potensi siswa, dan karakteristik materi yang akan diajarkan.

Pendekatan dalam pembelajaran fisika yang sering dilakukan oleh guru adalah dengan mengajarkan konsep-konsep fisika dalam bentuk kumpulan definisi maupun rumus. Hal ini menyebabkan siswa berusaha memahami konsep hanya dengan menghafalkannya dan kurang mampu menggunakan konsep tersebut jika menemui masalah yang berhubungan dengan konsep yang dimiliki (Trianto, 2007). Siswa cenderung kurang terampil dalam menjawab soal yang sifatnya terbuka, namun siswa terampil menjawab soal-soal yang sifatnya tertutup dan algoritmanya jelas.

Selain faktor cara mengajar guru dalam kegiatan pembelajaran, pelajaran fisika sendiri sering dianggap sebagai pelajaran yang sulit. Penyebab pelajaran fisika dikatakan sebagai pelajaran yang sulit, menurut Goldin (dalam Lovisa, 2011) antara lain karena Fisika menuntut siswa untuk menguasai representasi-representasi berbeda (percobaan, grafik, konseptual/keterangan lisan, rumus, gambar/diagram). Representasi-representasi tersebut seringkali digunakan secara bersamaan. Siswa juga dituntut untuk mengelola perubahan diantara representasi-representasi ini.

Bahan ajar yang dikembangkan guru seharusnya dapat menjawab atau memecahkan masalah ataupun kesulitan belajar. Di dalam bahan ajar terdapat sejumlah materi yang sulit untuk dipelajari siswa ataupun dibelajarkan guru. Kesulitan tersebut dapat terjadi antara lain disebabkan materi tersebut bersifat abstrak, rumit, dan asing. Untuk mengatasi kesulitan tersebut perlu dikembangkan bahan ajar yang tepat. Apabila materi pembelajaran yang akan disampaikan bersifat abstrak, maka bahan ajar harus mampu membantu siswa menggambarkan sesuatu yang abstrak tersebut, misalnya dengan penggunaan gambar, foto, bagan, ataupun skema. Apabila materi pembelajaran cukup rumit, maka harus dapat disajikan dengan cara

sederhana, sesuai dengan tingkat berpikir siswa (Yuliati, dkk., 2010).

Dari pengamatan selama mengajar di SMK, penulis menemukan beberapa permasalahan, yaitu: (1) buku teks untuk pembelajaran fisika SMK jumlahnya sangat terbatas, (2) uraian penjelasan atau pernyataan dari buku teks atau rangkuman tidak lengkap dan dapat menimbulkan kesalahan dalam pemahaman konsep, sehingga menuntut adanya penjelasan yang lebih rinci dari guru, (3) uraian materi dan konsep yang disajikan mengharuskan siswa menghafal konsep sehingga dapat membuat siswa malas belajar, dan merasa bosan sehingga menurunkan motivasi siswa, (4) selama kegiatan pembelajaran, guru lebih sering menggunakan metode ceramah daripada metode lainnya yang lebih cocok dan sesuai dengan karakteristik bahan ajar.

Berdasarkan uraian di atas, pengembangan bahan ajar dilakukan. Pendekatan multi representasi digunakan dalam pengembangan bahan ajar ini karena konsep-konsep yang cenderung rumit dapat disederhanakan dengan menggunakan beberapa representasi sekaligus. Materi Dinamika Rotasi dan Keseimbangan Benda Tegar, baik untuk SMA maupun SMK, termasuk materi yang dianggap sulit, baik oleh siswa maupun guru. Materi ini tidak mudah untuk dipahami hanya dengan menghafal rumus. Siswa yang terbiasa untuk menggunakan persamaan matematis saja, akan mengalami kesulitan untuk menguasai konsep Dinamika Rotasi dan menggunakannya untuk memecahkan masalah. Penelitian yang dilakukan Rosengrant, dkk. (2009) menyatakan bahwa untuk memecahkan soal-soal dinamika yang menuntut kemampuan siswa untuk menganalisis gaya-gaya yang bekerja pada suatu benda dan menggambarannya dalam bentuk diagram benda bebas (*free body diagrams*), salah satu cara yang tepat adalah menggunakan multi representasi.

### Karakteristik Mata Pelajaran Fisika

Fisika sebagai bagian dari IPA meliputi dua cakupan yaitu fisika sebagai produk dan fisika sebagai proses (Yuliati, 2008). Fisika sebagai produk adalah hasil temuan-temuan dari para ilmuwan yang berupa fakta, konsep, dan prinsip. Sedangkan fisika sebagai proses merupakan cara yang dilakukan dan sikap para ilmuwan untuk memperoleh produk tersebut. Oleh karena itu, pada hakikatnya fisika memiliki empat unsur utama yaitu: (1) sikap, yaitu perasaan keingintahuan tentang fenomena alam, makhluk hidup,

benda, serta hubungan sebab akibat yang menimbulkan masalah baru yang dapat dipecahkan melalui prosedur yang benar; (2) proses, yaitu prosedur pemecahan masalah melalui metode ilmiah. Metode ilmiah meliputi penyusunan hipotesis, perancangan eksperimen, pengukuran, penarikan kesimpulan; (3) produk, yaitu berupa fakta, prinsip, teori, dan hukum; dan (4) aplikasi, yaitu penerapan metode ilmiah dan konsep IPA dalam kehidupan sehari-hari.

### Bahan Ajar dan Pengembangannya

Bahan ajar merupakan bagian dari sumber belajar. Bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru/instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Bahan yang dimaksud bisa berupa bahan tertulis maupun bahan tidak tertulis. Dalam *website* Dikmenjur dikemukakan bahwa bahan ajar merupakan seperangkat materi/substansi pembelajaran (*teaching materials*) yang disusun secara sistematis, menampilkan sosok utuh kompetensi yang akan dikuasai siswa dalam kegiatan pembelajaran. Bahan ajar memungkinkan siswa dapat mempelajari suatu kompetensi dasar atau KD secara runtut dan sistematis sehingga secara akumulatif mampu menguasai semua kompetensi secara utuh dan terpadu (Depdiknas, 2006).

Bahan ajar memiliki beberapa fungsi antara lain sebagai: (a) pedoman bagi guru yang akan mengarahkan semua aktivitasnya dalam proses pembelajaran, sekaligus merupakan substansi kompetensi yang seharusnya diajarkan kepada siswa, (b) pedoman bagi siswa yang akan mengarahkan semua aktivitasnya dalam proses pembelajaran, sekaligus merupakan substansi kompetensi yang seharusnya dipelajari/dikuasainya, dan (c) alat evaluasi pencapaian/penguasaan hasil pembelajaran (Depdiknas, 2006).

Materi yang akan diajarkan perlu diidentifikasi sesuai dengan jenisnya. Jenis-jenis materi pembelajaran dapat diklasifikasi sebagai berikut. (1) Fakta, yaitu segala hal yang berwujud kenyataan dan kebenaran, meliputi nama-nama objek, peristiwa sejarah, lambang, nama tempat, nama orang, nama bagian atau komponen suatu benda, dan sebagainya. (2) Konsep, yaitu segala yang berwujud pengertian-pengertian baru yang bisa timbul sebagai hasil pemikiran, meliputi definisi, pengertian, ciri khusus, hakikat, inti atau isi, dan sebagainya. (3) Prinsip, yaitu berupa hal-hal utama, pokok, dan memiliki posisi terpenting meliputi dalil, rumus, postulat, paradigma, teorema serta hubungan antarkonsep yang menggambarkan implikasi

sebab akibat. Misalnya hukum Newton tentang gerak. (4) Prosedur, yaitu langkah-langkah sistematis atau berurutan dalam mengerjakan suatu aktivitas dan kronologi suatu sistem. Contohnya menggunakan jangka sorong. (5) Sikap atau Nilai, contoh hasil belajar aspek sikap adalah semangat dan minat belajar, nilai kejujuran, dan tolong-menolong.

Bahan ajar yang dikembangkan terdiri dari komponen-komponen yaitu: petunjuk, tujuan pembelajaran, peta konsep, refleksi, isi (materi), gambar atau diagram atau ilustrasi, rangkuman, glosarium, soal latihan, kunci jawaban dan umpan balik, komponen penilaian, dan daftar pustaka atau daftar rujukan.

### Pemahaman Konsep

Pengertian pemahaman menurut Bloom dalam Dahar (1989) adalah kemampuan untuk menangkap makna dan arti dari bahan yang dipelajari. Pemahaman merupakan hasil proses belajar mengajar yang mempunyai indikator individu dapat menjelaskan atau mendefinisikan suatu unit informasi dengan kata-kata sendiri. Bloom (dalam Dahar, 1989) membedakan pemahaman menjadi tiga kategori yaitu pemahaman terjemah (translasi), pemahaman penafsiran (interpretasi) dan pemahaman perluasan (ekstrapolasi).

Menurut Ausubel (dalam Dahar, 1989), konsep diperoleh dengan dua cara yaitu melalui formasi konsep dan asimilasi konsep. Formasi konsep erat kaitannya dengan perolehan ilmu melalui proses induktif, sedangkan perolehan konsep melalui asimilasi berhubungan erat dengan proses deduktif. Belajar konsep melibatkan proses mengonstruksikan pengetahuan dan mengorganisasikan informasi menjadi struktur-struktur yang komprehensif dan kompleks.

Dalam hirarki belajar Gagne (Dahar, 1989) disebutkan bahwa untuk memecahkan masalah, seorang siswa harus mengetahui dan memahami aturan-aturan atau prinsip-prinsip yang relevan. Aturan-aturan didasarkan pada konsep-konsep yang telah diperolehnya setelah mengalami proses belajar. Pemahaman konsep sangat penting dimiliki oleh siswa karena dapat digunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang ada kaitannya dengan konsep yang dimiliki. Dalam pemahaman konsep, siswa tidak terbatas hanya mengenal tetapi siswa harus dapat menghubungkan antara satu konsep dengan konsep lainnya.

Pentingnya pemahaman konsep dalam proses belajar mengajar sangat mempengaruhi sikap, keputusan dan cara-cara menyelesaikan masalah. Menurut Trianto (2007), yang terpenting dalam proses bel-

ajar konsep adalah terjadinya pembelajaran bermakna. Hal ini sesuai dengan Arends (2008) yang menyatakan bahwa saat konsep digunakan dalam kegiatan mengajar dan belajar, konsep memiliki arti yang lebih tepat dan mengacu pada tata cara pengkategorian pengetahuan dan pengalaman dikategorisasikan.

### Multi Representasi

Representasi adalah suatu konfigurasi (bentuk atau susunan) yang dapat menggambarkan, mewakili atau melambangkan suatu cara (Goldin dalam Lovisa, 2010). Representasi juga merupakan sesuatu yang menggambarkan, mewakili, atau menyimbolkan objek dan atau proses (Rosengrant, Etkina, & Heuvelen, 2007). Multi representasi dapat juga diartikan sebagai suatu cara menyatakan suatu konsep melalui berbagai cara, bentuk, atau format yang berbeda.

Menurut Dufresne, dkk. (2004), representasi yang khusus digunakan dalam pembelajaran fisika mempunyai tiga cara (*modes*). Ketiga cara tersebut adalah: (a) sebagai cara atau alat untuk menguraikan persoalan (*problems*) yang terjadi ketika siswa membuat atau menggambar sketsa situasi fisis dan melengkapi informasi, (b) sebagai pokok persoalan ketika siswa secara eksplisit diminta untuk membuat grafik atau mencari nilai suatu besaran fisis menggunakan grafik, dan (c) sebagai langkah atau prosedur formal ketika siswa diminta untuk menggambar diagram benda bebas sebagai salah satu langkah awal dalam menerapkan hukum Newton untuk memecahkan soal.

Ainsworth (2006) dalam penelitiannya, menyatakan bahwa keefektifan penggunaan multi representasi dalam pembelajaran sangat dipengaruhi oleh tiga aspek. Aspek tersebut adalah: (a) parameter desain yang khusus untuk mempelajari multi representasi, (b) fungsi dari multi representasi sesuai dengan pembelajaran, dan (c) multi representasi terinteraksi dalam tugas-tugas kognitif yang dilakukan oleh siswa.

### METODE

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan, sehingga penelitian ini dirancang untuk memperoleh produk yaitu bahan ajar fisika SMA, khususnya untuk materi Dinamika Rotasi dan Keseimbangan Benda Tegar dengan pendekatan multi representasi. Langkah-langkah penelitian pengembangan ini merujuk pada model pengembangan Dick & Carey (2001) yang disesuaikan dengan kondisi penelitian yang akan

dilakukan. Oleh karena itu, penelitian pengembangan bahan ajar ini mengambil lima langkah yaitu, (1) studi pendahuluan, (2) merumuskan langkah-langkah pengembangan, (3) pengembangan bentuk awal produk, (4) uji coba produk, dan (5) revisi produk pengembangan.

Uji coba produk pengembangan ini meliputi: (1) desain uji coba, (2) subjek uji coba, (3) jenis data, (4) instrumen pengumpulan data, dan (5) teknik analisis data. Uji coba produk pengembangan dimaksudkan untuk mengukur apakah produk yang diujicobakan layak dan efektif digunakan atau tidak serta kekuatan dan kelemahan produk, melalui: (1) tanggapan oleh ahli isi/materi pelajaran, (2) uji coba perorangan, (3) uji coba kelompok kecil, dan (4) uji coba lapangan.

Subjek pada tanggapan oleh ahli isi/materi adalah dua dosen fisika Universitas Negeri Malang dan dua guru fisika SMA Negeri 3 Malang dan SMA Negeri 3 Balikpapan. Subjek pada uji coba perorangan adalah tiga siswa SMA Negeri 3 Malang yang berkemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Subjek pada uji coba kelompok adalah sembilan siswa SMA Negeri 8 Malang yang dikelompokkan dalam siswa berkemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Subjek pada uji coba lapangan adalah siswa kelas XI IPA 2 dan XI IPA 3 SMA Negeri 2 Balikpapan.

Jenis data yang diperoleh dari uji coba produk bahan ajar ini bersifat kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif berupa tanggapan dan saran perbaikan yang diperoleh dari hasil diskusi dan masukan dari angket oleh subjek uji coba. Data kuantitatif diperoleh dari nilai angket yang diperoleh dari subjek uji coba.

Instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data pengembangan bahan ajar ini adalah angket dan tes. Angket digunakan untuk mengumpulkan data berupa penilaian dan saran dari subjek uji coba untuk memperbaiki kekurangan yang ada dalam produk bahan ajar hasil pengembangan. Angket yang digunakan dalam penelitian ini adalah: angket pra penelitian, angket tanggapan ahli, dan angket tanggapan siswa. Tes digunakan untuk mengetahui efektifitas bahan ajar hasil pengembangan terhadap penguasaan materi oleh siswa soal tes berbentuk objektif dan esai.

Data yang diperoleh dalam penelitian pengembangan bahan ajar ini meliputi: (1) data penilaian atau tanggapan ahli, (2) data penilaian atau tanggapan perorangan, (3) data penilaian atau tanggapan uji kelompok kecil, (4) data penilaian atau tanggapan uji coba lapangan, dan (5) hasil tes yang diperoleh dari pretes dan postes. Teknik analisis data deskriptif kualitatif digunakan untuk mengolah data. Analisis ini dilakukan

dengan mengelompokkan informasi-informasi data kualitatif yang berupa masukan, tanggapan, kritik, saran perbaikan yang terdapat pada angket. Data kuantitatif dianalisis dengan perhitungan nilai rata-rata yang diperoleh dari nilai angket kelayakan berupa 1, 2, 3, 4. Data-data tersebut kemudian dianalisis sehingga diperoleh tingkat kelayakan bahan ajar. Penentuan teknis analisis rata-rata berdasarkan pada Arikunto (2005) menyatakan bahwa untuk mengetahui peringkat nilai akhir pada setiap butir angket penelitian, jumlah nilai yang diperoleh dibagi dengan banyaknya responden yang menjawab angket penilaian tersebut. Kategori analisis rata-rata yang digunakan untuk menentukan tingkat kelayakan bahan ajar (Arikunto, 2009) dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Kategori Nilai Kelayakan**

Rata-rata	Kategori
3,26 – 4,00	Sangat Layak
2,51 – 3,25	Layak
1,76 – 2,50	Kurang layak
1,00 – 1,75	Tidak layak

(Arikunto, 2009)

## HASIL

Penyajian data hasil pengembangan bahan ajar fisika SMA dengan pendekatan multi representasi untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa SMA terdiri atas deskripsi bahan ajar untuk siswa SMA kelas XI, deskripsi Panduan Guru, data hasil validasi bahan ajar oleh ahli, data hasil uji perorangan, data hasil uji kelompok kecil, dan data hasil uji lapangan.

Deskripsi bahan ajar hasil pengembangan terdiri dari bagian pendahuluan dan isi. Bagian pendahuluan dari bahan ajar ini terdiri dari halaman depan (*cover*), kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, petunjuk penggunaan bahan ajar (untuk siswa dan guru), komponen isi buku siswa, pendekatan pembelajaran yang digunakan, kurikulum yang digunakan, dan peta konsep. Bagian isi dalam bahan ajar berisi sub materi pokok, kegiatan siswa, gambar, latihan soal, rangkuman, evaluasi, glosarium, dan daftar pustaka. Materi dalam bahan ajar terbagi menjadi dua sub materi pokok, yaitu Dinamika Rotasi dan Keseimbangan Benda Tegar. Sebelum masuk pada sub-sub materi pokok, diberikan pendahuluan yang bertujuan untuk memotivasi siswa. Pendahuluan tersebut berisi objek, kejadian atau peristiwa dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan penerapan konsep dalam sub materi yang akan dibahas.

Sub materi pokok 1 adalah tentang Dinamika Rotasi. Materi yang disajikan dibagi menjadi lima sub pokok bahasan, yaitu torsi (momen gaya), momen inersia, dinamika rotasi, energi kinetik, dan momentum sudut. Penyajian tiap sub pokok bahasan dalam bentuk atau representasi gambar, foto, diagram bebas, verbal, dan matematis. Sub materi pokok II adalah Kesetimbangan Benda Tegar. Materi yang disajikan dibagi menjadi dua sub pokok bahasan, yaitu kesetimbangan benda dan titik berat benda. Setiap sub pokok bahasan menyajikan kegiatan siswa untuk memulai pembelajaran. Hal ini bertujuan agar siswa dapat menemukan sendiri konsep yang akan dipelajari atau siswa dapat memecahkan permasalahan yang diberikan. Setelah siswa melakukan kegiatan, kemudian dijelaskan secara teori terhadap materi yang dipelajari dengan mengaitkan pada hasil kegiatan yang dilakukan siswa atau dengan menyajikan konsep dasar atau konsep sederhana terlebih dahulu sebelum konsep yang lebih rumit. Oleh karena itu, siswa dapat lebih memahami materi yang diberikan dan dapat mengaplikasikan konsep yang telah mereka pahami terhadap permasalahan lain dalam kehidupan sehari-hari.

Panduan Guru digunakan sebagai penuntun guru dalam melaksanakan pembelajaran Dinamika Rotasi dan Benda Tegar dengan menggunakan pendekatan multi representasi. Bagian Panduan Guru ini terdiri dari beberapa bagian, yaitu pendahuluan, buku guru yang berisi bahan ajar siswa beserta kunci jawaban. Pendahuluan berisi halaman depan (*cover*), kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, petunjuk penggunaan bahan ajar untuk guru, sekilas tentang multi representasi, kurikulum yang digunakan, silabus, strategi pembelajaran, teknik penilaian, penilaian pembelajaran. Deskripsi tentang halaman depan (*cover*), kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan petunjuk penggunaan bahan ajar untuk guru adalah sama dengan deskripsi pada bahan ajar untuk siswa.

Data hasil validasi bahan ajar Dinamika Rotasi dan Kesetimbangan Benda Tegar untuk SMA kelas XI diperoleh dari validator. Data kuantitatif dianalisis dengan perhitungan nilai rata-rata dari angket penilaian yang menggunakan skala bertingkat yaitu 1, 2, 3, 4. Nilai setiap aspek yang diukur kemudian dianalisis sehingga diperoleh tingkat kelayakan bahan ajar hasil pengembangan. Skor penilaian kelayakan di setiap aspek dapat dilihat pada Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5. Dari uji coba lapangan untuk mengetahui keefektifan bahan ajar hasil pengembangan diperoleh nilai pretes dan postes seperti pada Tabel 6.

Berdasarkan data hasil validasi dan analisis data serta pembahasan dapat disimpulkan bahwa Bahan Ajar Fisika SMA Kelas XI untuk Materi Dinamika Rotasi dan Kesetimbangan Benda Tegar hasil pengembangan layak proses. Meskipun demikian, bahan ajar hasil pengembangan ini masih perlu dilakukan perbaikan di beberapa bagian berdasarkan saran, kritikan, dan tanggapan dari validator sehingga dengan perbaikan tersebut dihasilkan produk bahan ajar hasil pengembangan yang lebih baik. Selain itu, hasil keterbacaan siswa juga digunakan untuk perbaikan terhadap penggunaan kata atau istilah sulit dan kalimat yang tidak dipahami oleh siswa sehingga bahan ajar hasil pengembangan menjadi lebih baik.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penilaian, bahan ajar hasil pengembangan ini mendapat kriteria "Sangat Layak" untuk digunakan. Adapun kriteria yang digunakan untuk penilaian bahan ajar menggunakan kriteria standar penilaian bahan ajar dari BSNP yang meliputi penilaian kelayakan isi, kelayakan kebahasaan, dan kelayakan penyajian. Kriteria tingkat kelayakan bahan ajar ini sesuai dengan kriteria yang disarankan dalam Arikunto (2009).

Di dalam bahan ajar hasil pengembangan ini, uraian materi diberikan terbatas dan konsep disampaikan dalam bentuk multi representasi, yaitu konsep diuraikan dan disajikan dalam beberapa representasi. Representasi yang digunakan dalam bahan ajar ini antara lain verbal, gambar/ilustrasi/foto, diagram benda bebas, dan matematis. Selain itu, multi representasi juga digunakan dalam memecahkan soal yang berkaitan dengan materi dalam Dinamika Rotasi dan Kesetimbangan Benda Tegar. Langkah-langkah pemecahan soal sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Gaigher, dkk. (2007).

Langkah-langkah penyajian materi untuk pemahaman konsep di dalam bahan ajar ini adalah: (1) siswa diajak untuk memperhatikan suatu uraian materi atau gambar/foto untuk diobservasi sebagai pengantar kepada suatu masalah, (2) uraian materi yang berhubungan dengan masalah sebelumnya disampaikan dalam bentuk verbal, gambar, diagram benda bebas, dan persamaan matematis, (3) siswa menganalisis pemecahan soal melalui contoh soal yang penyelesaiannya ditulis secara runtut dimulai dengan representasi verbal dilanjutkan dengan penggambaran soal verbal tersebut dalam representasi gambar dan atau diagram benda bebas, selanjutnya penyelesaian se-

**Tabel 2. Skor Penilaian Aspek Kelayakan Isi Bahan Ajar Hasil Pengembangan**

No	Aspek yang dinilai	Validator				Rata-rata	Kategori
		V1	V2	V3	V4		
1	Kesesuaian Materi dengan SK dan KD	3,50	4,00	4,00	4,00	3,88	Sangat Layak
2	Keakuratan Materi	4,00	3,00	4,00	4,00	3,75	Sangat Layak
3	Materi Pendukung Pembelajaran	3,50	4,00	4,00	4,00	3,88	Sangat Layak
4	Kesesuaian Spesifikasi Produk dengan Hasil yang Diharapkan	3,50	3,00	4,00	4,00	3,63	Sangat Layak
	Nilai Rata-rata total	3,63	3,50	4,00	4,00	3,78	Sangat Layak

Keterangan : V1 = Validator 1      V2 = Validator 2      V3 = Validator 3      V4 = Validator 4

**Tabel 3. Skor Penilaian Aspek Kelayakan Kebahasaan Bahan Ajar Hasil Pengembangan**

No	Aspek yang dinilai	Validator				Rata-rata	Kategori
		V1	V2	V3	V4		
1	Kesesuaian dengan perkembangan Siswa	3,50	3,00	4,00	4,00	3,63	Sangat Layak
2	Penggunaan Istilah dan Simbol/Lambang	3,00	2,50	4,00	4,00	3,38	Sangat Layak
	Nilai Rata-rata total	3,25	2,75	4,00	4,00	3,50	Sangat Layak

Keterangan : V1 = Validator 1      V2 = Validator 2      V3 = Validator 3      V4 = Validator 4

**Tabel 4. Skor Penilaian Aspek Kelayakan Penyajian Bahan Ajar Hasil Pengembangan**

No	Aspek yang dinilai	Validator				Rata-rata	Kategori
		V1	V2	V3	V4		
1	Teknik Penyajian	3,00	4,00	4,00	4,00	3,75	Sangat Layak
2	Penyajian Pembelajaran	4,00	3,00	3,50	3,00	3,38	Sangat Layak
3	Kelengkapan Penyajian	3,33	4,00	4,00	4,00	3,75	Sangat Layak
	Nilai Rata-rata total	3,67	3,50	3,75	3,50	3,60	Sangat Layak

Keterangan : V1 = Validator 1      V2 = Validator 2      V3 = Validator 3      V4 = Validator 4

**Tabel 5. Skor Penilaian Kelayakan Bahan Ajar Hasil Pengembangan**

No	Aspek yang dinilai	Validator				Rata-rata	Kategori
		V1	V2	V3	V4		
1	Kelayakan Isi	3,63	3,50	4,00	4,00	3,78	Sangat Layak
2	Kelayakan Kebahasaan	3,25	2,75	4,00	4,00	3,50	Sangat Layak
3	Kelayakan Penyajian	3,67	3,50	3,75	3,50	3,60	Sangat Layak
	Nilai Rata-rata total	3,52	3,25	3,92	3,83	3,63	Sangat Layak

Keterangan : V1 = Validator 1      V2 = Validator 2      V3 = Validator 3      V4 = Validator 4

**Tabel 6. Nilai Pretes dan Postes Uji Coba Lapangan**

	Rata-rata Nilai Pre Tes	Rata-rata Nilai Pos Tes
Kelas Kontrol	5,06	7,07
Kelas Eksperimen	5,68	8,36

cara matematis, kemudian diakhiri dengan interpretasi berbentuk verbal dari jawaban soal, (4) siswa diminta menyebutkan atau menunjukkan contoh objek atau peristiwa yang merupakan penerapan konsep dalam kehidupan sehari-hari, dan (5) siswa mengerjakan latihan soal menggunakan langkah-langkah penyelesaian seperti dalam contoh soal.

Keunggulan produk bahan ajar Dinamika Rotasi dan Keseimbangan Benda Tegar adalah sebagai berikut. (1) Siswa lebih mengoptimalkan kemampuan

berpikirmya terutama dalam menganalisis gambar maupun mengubah bentuk verbal menjadi gambar, sehingga siswa tidak hanya menghafal rumus tanpa mengetahui arti fisis dari rumus tersebut. Kemampuan untuk mengubah representasi verbal menjadi representasi gambar maupun diagram bebas, menurut Anderson, dkk. (2001) menunjukkan tingkat kemampuan siswa dalam ranah kognitif  $C_6$  (*create*) di dalam taksonomi Bloom. Kemampuan siswa menerjemahkan sesuatu dari bentuk abstrak ke bentuk yang lebih

konkrit dan menerjemahkan simbol ke dalam bentuk lain, menurut Bloom (dalam Dahar, 1989) merupakan indikator hasil proses pembelajaran dalam hal pemahaman translasi. (2) Langkah-langkah dalam pemecahan soal menggunakan multi representasi dilakukan secara runtut dan lengkap dengan representasi gambar dan representasi diagram bebas, selain penggunaan representasi matematis yang biasa dilakukan siswa. Hal ini terbukti mampu meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan soal sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Kohl, dkk. (2006, 2007), Gaigher, dkk. (2007), Ayesah, dkk. (2010). (3) Model pembelajaran inkuiri, kooperatif dan PBL digunakan dalam langkah-langkah pembelajaran. Oleh karena itu, setiap pembahasan materi atau konsep diawali dengan siswa melakukan kegiatan terlebih dahulu atau siswa diberikan permasalahan yang terkait dengan fenomena sehari-hari yang dilakukan dengan cara diskusi dan kerja kelompok (Trianto, 2007).

Dari hasil perhitungan dalam uji coba lapangan, diperoleh hasil  $t$  hitung sebesar 2,32 dan  $t$  tabel 1,67, menunjukkan bahwa bahan ajar ini efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa dalam pembelajaran fisika, meskipun tidak signifikan. Efektivitas bahan ajar ditunjukkan dengan meningkatnya hasil belajar siswa yang dapat dilihat dari hasil pencapaian siswa terhadap nilai KKM dan perbedaan hasil antara pretes dan postes antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap konsep Dinamika Rotasi dan Keseimbangan Benda Tegar menjadi lebih baik dengan menggunakan bahan ajar hasil pengembangan.

## SIMPULAN & SARAN

### Simpulan

Hasil uji coba menunjukkan bahwa bahan ajar hasil pengembangan secara teoritis dapat dikategorikan sangat layak digunakan dalam pembelajaran fisika khususnya topik Dinamika Rotasi dan Keseimbangan Benda Tegar. Dari hasil uji coba lapangan diketahui bahwa bahan ajar ini efektif, namun tidak signifikan meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan memecahkan soal fisika siswa SMA.

### Saran

Disarankan kepada peneliti selanjutnya untuk dilakukan penelitian tentang uji coba empiris yang lebih memadai, baik dalam jumlah pertemuan maupun

strategi pembelajaran guna mengetahui tingkat efektivitas penerapannya di dalam proses pembelajaran secara lebih signifikan.

Untuk penelitian pengembangan selanjutnya disarankan untuk mengembangkan bahan ajar dengan pendekatan multi representasi pada topik lain, bahan ajar dengan topik dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar ini dapat digunakan sebagai rujukan.

## DAFTAR RUJUKAN

- Ainsworth, S. 2006. *DeFT: A Conceptual Framework For Considering Learning with Multiple Representations*. Nottingham: School of Psychology and Learning Sciences Research Institute University of Nottingham, 16(3), 183-196.
- Anderson, L, Krathwohl, D. (Eds.). 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Education Objectives*. Addison Wesley: Longman, Inc.
- Arends, L. 2008. *Learning to Teach* (Seventh Edition). New York: Mc.Graw Hill Companies.
- Arikunto, S. 2005. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, S, Jabar, C. 2009. *Evaluasi Program Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Ayesah, N, Qamhieh 1, N, Tit1, Abdelfattah, F. 2010. The Effect of Student Use of the Free-Body Diagram Representation on Their Performance. *International Educational Research Journal*, (Online), 1(10): 505-511, diakses tanggal 25 September 2011.
- Dahar, R. 1989. *Teori-Teori Belajar*. Jakarta: Depdikbud Dirjen Dikti P2LPTK.
- Depdiknas. 2006. *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: BSNP.
- Dick, W, Carey, L, & Carey, J. 2001. *The Systematic Design of Instruction, fifth edition*. New York: Longman.
- Dufresne, R, Gerace, W, Leonard, W. 2004. *Solving Physics Problems with Multiple Representation*, (Online), (<http://srri.umass.edu/files/dufresne-1997spp.pdf>), diakses tanggal 18 April 2011.
- Gaigher, E, Rogan, J, and Braun, M. 2007. *Exploring the Development of Conceptual Understanding through Structured Problem-Solving in Physics, OpenUP*, (Online), University of Pretoria South Africa, diakses tanggal 20 Oktober 2011.
- Kohl, P, Finkelstein, N. 2006. Effects of Instructional Environment on Physics Students' Representational Skills. *Physical Review Special Topics. Physics Educations Research 4.010102*, diakses tanggal 27 Februari 2011.

- Kohl, P, Rosengrant, D, Finkelstein, N. 2006. *Comparing Explicit and Implicit Teaching of Multiple Representation Use in Physics Problem Solving*, (Online), (<http://www.compadre.org/per/items/detail.cfm?ID=5265>), diakses tanggal 27 Pebruari 2011.
- Kohl, P, Finkelstein, N. 2007. *Expert and Novice Use of Multiple Representations During Physics Problem Solving*, (Online), (<http://www.compadre.org/per/items/detail.cfm?>), diakses tanggal 27 Pebruari 2011.
- Kohl, P, Rosengrant, D, Finkelstein, N. 2007. Strongly and weakly Directed Approaches to Teaching Multiple Representation Use in Physics. *Physical Review Special Topics. Physics Educations Research 3. 010108*, (Online), diakses tanggal 27 Pebruari 2011.
- Lovisa, U. 2011. *Penggunaan Pendekatan Multi Representasi pada Pembelajaran Konsep Gerak untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Memperkecil Kuantitas Miskonsepsi Siswa SMP*. Tesis tidak diterbitkan. Bandung: Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia.
- Rosengrant, D, Etkina, E, Van Heuvelen, A. 2007. *An Overview of Recent Research on Multiple Representations*, (Online), (<http://www.compadre.org/per/items/detail.cfm?ID=5264>), diakses 27 Pebruari 2011.
- Rosengrant, D, Van Heuvelen, A, Etkina, E. 2009. Do Students Use and Understand Free-Body Diagrams? *Physics Education Research 5, 010108 (2009)*, (Online), diakses tanggal 10 Agustus 2011.
- Trianto. 2007. *Model-Model Pembelajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivistik*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Wong, D, Poo, S, Hock, N, Kang, W. 2009. *Learning with Multiple Representation: an Example of a Revision Lesson in Mechanics*, (Online), ([Arxiv.org/pdf/1207.0217](http://arxiv.org/pdf/1207.0217)), diakses tanggal 10 Juli 2012.
- Yuliati, L. 2009. *Model-Model Pembelajaran Fisika (Teori dan Praktek)*. Malang: Lembaga Pengembangan Pendidikan dan Pembelajaran (LP3) Universitas Negeri Malang.
- Yuliati, L, Wartono, Muhardjito, Haryoto, D, Asim, Suyudi, A, Purwaningsih, E, Sugiyanto. 2010. *Panduan Penyusunan Perangkat Pembelajaran Fisika*. Malang: Program Studi Fisika Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang.