

Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Terintegrasi Fungsi Diferensial tentang Kinematika untuk Siswa SMA Kelas XI

M. Raynaldo Sandita Powa*, Murni, Franky A.M. Lumbantobing

*Program Studi Pendidikan Fisika, Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Surya
Jl. Imam Bonjol No. 88, Karawaci, Kota Tangerang 15115*

Abstrak

Fisika dan matematika merupakan satu kesatuan yang tak dapat dipisahkan. Hampir semua permasalahan fisika membutuhkan pemahaman konsep matematika. Namun, dalam kurikulum 2013 terjadi ketidaksesuaian urutan materi fisika dan matematika, sehingga seolah fisika dan matematika adalah dua hal yang tidak saling mendukung. Contohnya adalah materi kinematika dengan analisis vektor pada KD 3.1 yang dipelajari di semester 1 membutuhkan pemahaman matematika fungsi diferensial pada KD 3.21 s.d. 3.29 yang dipelajari pada semester 2. Hal ini mendorong pengembangan modul pembelajaran fisika terintegrasi fungsi diferensial untuk menjembatani siswa dalam memahami konsep fungsi diferensial sehingga dapat memahami dengan baik konsep diferensial yang dipakai di materi kinematika dalam satu buku pegangan. Tujuan penelitian ini adalah menjelaskan proses pengembangan modul dan memberikan gambaran kualitas modul dari segi tampilan, materi, dan bahasa. Modul dikembangkan dengan model pengembangan *small scale research and development*. Populasi berasal dari siswa SMAN 28 Kab. Tangerang, SMA IT Alia Tangerang, dan SMA Islamic Village Tangerang. Instrumen yang digunakan berupa lembar penilaian validasi ahli dan uji *one-on-one* dan lembar angket tanggapan siswa pada uji kelompok kecil. Data diolah secara kuantitatif berbantuan aplikasi Microsoft Excel 2013. Setelah melalui beberapa tahap penilaian (validasi ahli, uji *one-on-one*, dan uji kelompok kecil), diperoleh hasil sangat baik untuk indikator tampilan, baik untuk indikator materi, dan sangat baik untuk indikator bahasa. Dengan demikian modul yang telah dikembangkan layak digunakan di lapangan.

© 2017 Penulis. Diterbitkan oleh Pendidikan Fisika UHAMKA

Kata kunci: Modul pembelajaran fisika, fungsi diferensial, kinematika, kurikulum 2013, *small scale research and development*

*Penulis koresponden. Alamat email: m.raynaldo@students.stkipsurya.ac.id

Pendahuluan

Fisika merupakan ilmu yang mempelajari tentang fenomena alam. Semua orang di dunia ini baik secara langsung ataupun tidak langsung pasti sudah pernah melakukan aktivitas yang berhubungan dengan fisika, meskipun mereka tidak pernah mengenal sains sebelumnya, sebagai contoh orang yang mengendarai sepeda pada hakikatnya sedang menerapkan prinsip hukum kekekalan momentum sudut agar tetap seimbang. Para ilmuwan fisika telah melakukan penelitian panjang yang pada akhirnya memberikan kesimpulan-kesimpulan dalam bentuk hukum fisika, seperti hukum Newton tentang gerak

dan lain-lain. Pada umumnya, hukum-hukum fisika diformulasikan dalam bentuk rumusan persamaan matematika mulai dari yang sederhana hingga persamaan yang rumit. Tentunya, untuk memahami persamaan tersebut tidak cukup hanya memahami fisika sebagai sebuah fenomena alam, melainkan membutuhkan kemampuan nalar dan matematika yang baik sebagai langkah untuk memahami hukum fisika itu sendiri.

Dalam proses belajar mengajar fisika, permasalahan yang sering dijumpai oleh guru adalah sulitnya siswa dalam memahami konsep fisika yang terlihat abstrak dengan banyaknya rumus-rumus

fisika dalam bentuk persamaan matematika. Menu-rut penelitian yang dilakukan David E. Meltzer [1], terdapat hubungan antara peningkatan hasil be-lajar fisika siswa dengan kemampuan matematika siswa. Artinya, jelas sekali terlihat bahwa pemaham-an dasar matematika sangat dibutuhkan dalam pemecahan permasalahan dalam fisika, khususnya permasalahan dalam bentuk persamaan matematis.

Fisika dan matematika tidak dapat dipisahkan dan menjadi satu kesatuan utuh, mulai dari teknik dasar operasi bilangan bulat yang sederhana hingga persamaan fungsi yang rumit. Matematika digu-nakan sebagai alat untuk menerjemahkan fenomena alam yang dibahas oleh fisika. Sebagai ilustrasi, un-tuk menerjemahkan seberapa besar perubahan po-sisi suatu benda terhadap waktu secara kontinyu diperlukan konsep fungsi diferensial yang artinya seberapa besar nilai posisi suatu benda ditentukan oleh pertambahan selang waktunya. Hal ini juga berlaku pada banyak sekali persoalan dalam fisika yang kesemuanya memerlukan konsep matematika yang tidak hanya sekedar menghafal rumus.

Perumusan materi ajar di sekolah diatur oleh pemerintah dalam satuan kurikulum yang berlaku nasional. Salah satu kurikulum yang berlaku di Indonesia adalah kurikulum 2013. Menurut UU no. 20 tahun 2003, kurikulum adalah seperangkat rencana dan pengaturan mengenai tujuan, isi, dan bahan pelajaran serta cara yang digunakan seba-gai pedoman penyelenggaraan kegiatan pembelaja-ran untuk mencapai tujuan pendidikan tertentu. Namun, dalam pengamatan peneliti pada kompe-tensi dasar fisika dan matematika kelas XI SMA, terdapat ketidaksesuaian urutan materi fisika dan matematika. Pada salah satu kasus, siswa kelas XI semester 1 sudah dituntut untuk mampu menurunkan fungsi posisi menjadi fungsi kecepatan dan percepatan yang semuanya itu memerlukan teknik diferensial pada materi kinematika (kompe-tensi dasar fisika 3.1), sedangkan pembelajaran tu-runan dipelajari secara khusus pada mata pelajaran matematika ketika kelas XI semester 2 (kompetensi dasar matematika 3.21 s.d. 3.29). Berdasarkan hasil wawancara peneliti terhadap salah seorang guru fisika SMA di Kab. Tangerang, akibat dari ketidaksesuaian kurikulum tersebut, guru "ter-paksa" mengajarkan terlebih dahulu konsep diferensial pada siswa agar siswa tidak terlalu sulit un-tuk memahami materi diferensial yang digunakan pada materi kinematika. Selain itu, hal tersebut sedikit menyita waktu guru untuk fokus menje-laskan pembelajaran fisiknya karena siswa belum dibekali pengetahuan awal untuk mempelajari kine-matika menggunakan fungsi turunan.

Untuk menjawab permasalahan ini, solusi yang peneliti tawarkan adalah membuat modul pembe-lajaran. Beberapa penelitian menyatakan bahwa pemberian modul dapat meningkatkan pemahaman

belajar fisika siswa, seperti penelitian yang di-lakukan oleh Eliyawati dkk [3], Sukardiyono dan Yeni Ristya Wardani [2], dan Lutfi Fidiana dkk [4].

Depdiknas menyatakan bahwa modul meru-pakan bahan ajar mandiri (cetak atau perangkat lunak/*software*) yang disusun secara sistematis dan menarik. Modul adalah sebuah buku yang ditu-lis dengan tujuan agar siswa dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru, se-hingga modul paling tidak tentang petunjuk belajar (petunjuk guru/siswa), kompetensi yang akan dica-pai, konten atau isi materi, informasi pendukung, latihan-latihan, petunjuk kerja dapat berupa lem-bar kerja (LK), evaluasi, balikan terhadap hasil evaluasi [2].

Penulisan modul pembelajaran merupakan proses penyusunan materi pembelajaran yang dike-mas secara sistematis sehingga siap dipelajari oleh siswa untuk mencapai kompetensi. Selama ini, se-bagian besar modul fisika yang dibuat hanya fokus kepada konten fisika saja. Padahal untuk mencapai kompetensi fisika itu sendiri siswa perlu dikenalkan terlebih dahulu dan diperkuat pondasi dasarnya tentang konsep matematika yang akan digunakan untuk pemecahan permasalahan fisika. Untuk itu, pada penelitian ini akan dikembangkan modul pem-belajaran fisika terintegrasi fungsi diferensial de-ngan penyajian yang lebih mendalam tentang kon-sep fisis fungsi diferensial pada materi kinematika, khususnya kinematika gerak lurus dan gerak melingkar.

Tujuan penelitian ini adalah: 1) menjelaskan proses pengembangan modul pembelajaran fisika terintegrasi fungsi diferensial untuk siswa SMA kelas XI, dan 2) memberikan gambaran kualitas modul pembelajaran fisika terintegrasi fungsi diferensial untuk siswa SMA dilihat dari aspek tampilan, kelayakan materi, dan bahasa.

Metode

Penelitian ini menggunakan jenis model pengembangan *small scale research and devel-opment*. Penelitian ini akan lebih mengarah ke pengembangan suatu produk yang nantinya akan berguna untuk mencapai tujuan penelitian yang ingin dicapai oleh peneliti, yaitu "Modul Pembe-lajaran Fisika Terintegrasi Fungsi Diferensial" un-tuk siswa SMA kelas XI. Model pengembangan ini terdiri atas 10 langkah, sesuai yang dikemukakan oleh Borg and Gall [7] dengan model pengemban-gan Dick and Carey. Adapun langkah-langkahnya yaitu:

1. Melakukan penelitian pendahuluan (pra-survei) untuk mengumpulkan informasi (ka-jian pustaka, pengamatan kelas), identifikasi permasalahan yang dijumpai dalam pembelaja-ran, dan merangkum permasalahan.

2. Melakukan perencanaan (identifikasi dan definisi keterampilan, perumusan tujuan, penentuan urutan pembelajaran, dan uji ahli atau ujicoba pada skala kecil, atau *expert judgement*).
3. Mengembangkan jenis/bentuk produk awal meliputi: penyiapan materi pembelajaran, penyusunan buku pegangan, dan perangkat evaluasi.
4. Melakukan uji coba *one-on-one*. Pengumpulan informasi/data dengan menggunakan observasi, wawancara, dan kuesioner, dan dilanjutkan analisis data.
5. Melakukan revisi terhadap produk utama, berdasarkan masukan dan saran-saran dari hasil uji lapangan awal.
6. Melakukan uji coba kelompok kecil.
7. Melakukan revisi terhadap produk operasional, berdasarkan masukan dan saran-saran hasil uji lapangan utama.
8. Melakukan uji lapangan. Data dikumpulkan melalui wawancara, observasi, dan kuesioner.
9. Melakukan revisi terhadap produk akhir, berdasarkan saran dalam uji coba lapangan.
10. Mendesiminasikan dan mengimplementasikan produk, melaporkan dan menyebarluaskan produk melalui pertemuan dan jurnal ilmiah, bekerjasama dengan penerbit untuk sosialisasi produk untuk komersial, dan memantau distribusi dan kontrol kualitas.

Pada penelitian ini, peneliti membatasi langkah pengembangan hingga tahap ke 6, yaitu menguji kelayakan modul pada tahap uji kelompok kecil. Menurut Borg and Gall [7], model pengembangan *small scale research and development* dapat dilakukan dengan cara membatasi tahapan pengembangan. Penelitian ini dilaksanakan di beberapa sekolah, yaitu SMA Islamic Village untuk uji *one-on-one*, SMAN 28 Kab. Tangerang (uji kelompok kecil), dan SMA IT Alia Tangerang (uji kelompok kecil).

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan modul pembelajaran fisika terintegrasi fungsi diferensial. Pengembangan modul ini secara garis besar terdiri dari 3 tahapan utama, yaitu tahap perencanaan, pelaksanaan, dan penilaian.

Pada tahap perencanaan, peneliti melakukan analisis kebutuhan dengan cara mewawancarai guru SMA, melakukan studi literatur dengan membaca buku teks dan jurnal yang relevan tentang kinematika dan fungsi diferensial, dan melakukan analisis kurikulum 2013 untuk mata pelajaran fisika dan

matematika SMA kelas XI. Hasilnya adalah memang terdapat ketidaksesuaian materi fisika dan matematika untuk kurikulum 2013. Pembelajaran kinematika dengan analisis vektor diajarkan pada kelas XI semester 1 tingkat satuan SMA, sesuai dengan kompetensi dasar 3.1 kurikulum 2013. Pembelajaran tersebut membutuhkan pemahaman fungsi diferensial yang seharusnya secara spesifik dipelajari saat pembelajaran matematika. Namun, materi fungsi diferensial dipelajari pada kelas XI semester 2 tingkat satuan SMA sesuai dengan kompetensi dasar 3.21 s.d. 3.29 kurikulum 2013. Hasil wawancara peneliti secara informal pada salah satu guru fisika SMA di Kab. Tangerang yaitu guru yang diwawancarai menyatakan bahwa akibat dari ketidaksesuaian kurikulum tersebut "memaksa" guru untuk mengajarkan terlebih dahulu konsep diferensial pada siswa agar siswa tidak terlalu sulit untuk memahami materi diferensial yang digunakan pada materi kinematika. Selain itu, hal tersebut sedikit menyita waktu guru untuk fokus menjelaskan pembelajaran fisiknya karena siswa belum dibekali pengetahuan awal untuk mempelajari kinematika menggunakan fungsi turunan.

Pada tahap perencanaan, peneliti melakukan penyusunan draf materi modul termasuk di dalamnya gambar dan grafik, membuat *cover modul*, melakukan *setting layout* modul, konsultasi dengan dosen pembimbing, mencetak modul, membuat lembar validasi, dan membuat lembar angket tanggapan siswa. Dalam pembuatan modul, peneliti membaca buku-buku sebagai acuan utama pembuatan modul, seperti buku Fisika 2A penerbit Erlangga karangan Marthen Kanginan, buku *Fundamental of Physics: Sixth Edition* penerbit John Wiley and Sons karangan David Halliday dkk, Kalkulus: Edisi Kesembilan Jilid 1 penerbit Erlangga karangan Varberg dkk, dan lain-lain. Modul didesain menggunakan Adobe InDesign CS5, sedangkan sampul modul didesain menggunakan Adobe Photoshop CS5 dan Adobe Illustrator CS6. Penyusunan modul memerlukan waktu kurang lebih satu bulan.

Pada tahap penilaian, peneliti melakukan validasi ahli, uji *one-on-one*, dan uji kelompok kecil. Penilaian modul berfokus pada 3 kriteria utama yang dijabarkan dalam kalimat-kalimat tanggapan. Tiga kriteria utama tersebut meliputi tampilan, materi, dan bahasa. Pengolahan data dilakukan menggunakan Microsoft Excel 2013. Validator pada tahap validasi ahli terdiri atas 1 orang guru fisika SMA Negeri 8 Palembang, 2 orang dosen STKIP Surya ahli materi, dan 1 orang dosen STKIP Surya ahli media pembelajaran. Pada penilaian ini, validator diminta untuk menilai prototip modul yang telah dikembangkan dengan cara mengisi lembar validasi yang terdiri dari 3 kriteria penilaian, yaitu tampilan, materi, dan bahasa. Subjek uji *one-on-*

one adalah 3 orang siswa SMA kelas XII IPA Islamic Village Tangerang. Siswa dipilih berdasarkan kemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Hal ini bertujuan untuk melihat keumuman dari modul tersebut yang artinya modul tersebut dapat digunakan untuk semua tingkat kemampuan siswa. Subjek uji kelompok kecil adalah 16 orang siswa dari SMA negeri dan swasta yang terdiri atas 8 siswa SMA Negeri 28 Kab. Tangerang dan 8 siswa SMA IT Alia Tangerang. Siswa dipilih berdasarkan kemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Hal ini bertujuan untuk melihat keumuman dari modul tersebut yang artinya modul tersebut dapat digunakan untuk semua tingkat kemampuan siswa baik sekolah negeri maupun sekolah swasta. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1 Hasil kriteria penilaian validasi ahli.

Indikator	Rerata*	Kriteria
Tampilan	4,375	Sangat Baik
Materi	4	Baik
Bahasa	4,357143	Sangat Baik

*per indikator

Tabel 2 Hasil kriteria penilaian uji *one-on-one*.

Indikator	Rerata*	Kriteria
Tampilan	4,375	Sangat Baik
Materi	4	Baik
Bahasa	4,357143	Sangat Baik

*per indikator

Tabel 3 Hasil kriteria penilaian uji kelompok kecil (SMAN 28 Kab. Tangerang).

Indikator	Skor total	Kriteria
Tampilan	220	Sangat Baik
Materi	241	Sangat Baik
Bahasa	146	Sangat Baik

Tabel 4 Hasil kriteria penilaian uji kelompok kecil (SMA IT Alia Tangerang).

Indikator	Skor total	Kriteria
Tampilan	210	Sangat Baik
Materi	228	Baik
Bahasa	127	Baik

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari uji kelompok kecil, subjek ujicoba dari SMAN 28 Kab. Tangerang memberikan tanggapan "sangat baik" untuk semua indikator. Sedangkan subjek ujicoba dari SMA IT Alia Tangerang memberikan tanggapan "sangat baik" untuk indikator tampilan dan "baik" untuk indikator materi dan bahasa. Apabila dirata-rata dari hasil uji kelompok kecil dari kedua sekolah tersebut, maka diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 5 Rerata hasil uji kelompok kecil.

Indikator	Rerata (SMAN 28 dan Alia)	Interpretasi
Tampilan	215	Sangat Baik
Materi	234,5	Baik
Bahasa	136,5	Sangat Baik

Berdasarkan interpretasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa modul yang dikembangkan memenuhi standar kelayakan modul baik dari segi tampilan, materi, dan bahasa.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut. Tahapan pengembangan modul pembelajaran fisika terintegrasi fungsi diferensial terdiri atas 3 tahapan utama, yaitu tahap perencanaan, pelaksanaan, dan penilaian. Tahap perencanaan meliputi analisis kebutuhan dengan cara mewawancarai guru SMA, melakukan studi literatur dengan membaca buku teks dan jurnal yang relevan tentang kinematika dan fungsi diferensial, dan melakukan analisis kurikulum 2013 untuk mata pelajaran fisika dan matematika SMA kelas XI. Tahap pelaksanaan meliputi melakukan penyusunan draf materi modul termasuk di dalamnya gambar dan grafik, membuat *cover modul*, melakukan *setting layout* modul, konsultasi dengan dosen pembimbing, mencetak modul, membuat lembar validasi, dan membuat lembar angket tanggapan siswa. Tahap penilaian meliputi validasi ahli oleh 3 dosen fisika dan 1 guru fisika SMA, melakukan uji *one-on-one* pada 3 orang siswa kelas XII IPA berkemampuan tinggi, sedang, dan rendah pada satu sekolah SMA, revisi modul berdasarkan hasil validasi ahli dan uji *one-on-one*, dan melakukan uji kelompok kecil pada 16 siswa SMA kelas XI IPA untuk 2 sekolah yang berbeda.

Modul pembelajaran fisika terintegrasi fungsi diferensial yang telah dikembangkan telah memenuhi standar kelayakan modul dari aspek tampilan dengan interpretasi "sangat baik", materi dengan interpretasi "baik", dan bahasa dengan interpretasi "sangat baik".

Referensi

- [1] D.E. Meltzer, Am. J. Phys. **70** (12), (2002).
- [2] Sukardiyono dan Y.R. Wardani, Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains Tahun **I** (2), 187 (2013).
- [3] Eliyawati, Herpratiwi dan I.D.P. Nyeneng, Jurnal Teknologi Informasi Komunikasi Pendidikan Universitas Lampung **3** (3), (2015).
- [4] L. Fidiana, Bambang S. dan Pratiwi D, Unnes Phys. Educ. J. **1** (2), (2012).

- [5] J. Maknun, Liliyasi, B. Suprpto B. dan A. Djohar, Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, INVOTEC., (2008).
- [6] D. Halliday, R. Resnick dan J. Walker, *Fundamentals of Physics: 6th Edition*, (Wiley, New York, 2001).
- [7] M.D. Gall, J.P. Gall dan W.R. Borg, *Educational Research: An Introduction, 7th Edition*, (Addison Wesley Longman, New York, 2003).
- [8] D. Varberg, E. Purcell dan S. Rigdon, *Kalkulus: Edisi Kesembilan Jilid 1*, (Erlangga, Jakarta, 2010).
- [9] Sukardjo, *Evaluasi Pembelajaran*, (UNY Press, Yogyakarta, 2005).
- [10] R. Sundayana, *Statistika Penelitian Pendidikan*, (Alfabeta, Bandung, 2015).
- [11] A. Somantri dan S.A. Muhidin, *Aplikasi Statistika dalam Penelitian*, (Pustaka Setia, Bandung, 2011).
- [12] S. Sagala, *Konsep dan Makna Pembelajaran*, (Alfabeta, Bandung, 2011).
- [13] R.W. Dahar, *Teori-Teori Belajar dan Pembelajaran*, (Erlangga, Jakarta, 2011).
- [14] Depdiknas, *Teknik Penyusunan Modul*, (Depdiknas, Jakarta, 2008).
- [15] Direktorat Pembinaan SMA, *Juknis Pengembangan Bahan Ajar SMA*, (Depdiknas, Jakarta, 2010).
- [16] M. Kanginan, *Fisika 2A*, (Erlangga, Jakarta, 2007).