



Bahan Ajar Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA

Kurnia Ika Pangesti[✉], Dwi Yulianti, Sugianto

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang
Gedung D7 Lt. 2, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima September 2017
Disetujui September 2017
Dipublikasikan November 2017

Keywords:

teaching materials, STEM, mastery of concepts.

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah mendeskripsikan karakteristik bahan ajar berbasis STEM dan mengetahui peningkatan penguasaan konsep siswa SMA. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan. Prosedur penelitian ini dibagi menjadi empat tahap, yaitu studi pendahuluan, perencanaan, pengembangan dan uji coba bahan ajar. Desain uji coba menggunakan *One Group Pretest-Posttest Design*. Subjek uji coba kelompok kecil dan besar adalah kelas XII MIPA 6 dan XI MIPA 3 SMA Negeri 1 Wonosobo. Karakteristik bahan ajar berbasis STEM berisi materi tentang fluida dinamis dilengkapi permasalahan-permasalahan serta prosedur praktikum dan pembuatan proyek yang dikaitkan dengan aspek-aspek STEM. Hasil uji kelayakan menggunakan angket menunjukkan bahan ajar termasuk dalam kategori layak digunakan. Hasil uji keterbacaan menggunakan tes rumpang menunjukkan bahan ajar termasuk dalam kategori mudah dipahami. Bahan ajar dapat meningkatkan penguasaan konsep siswa yang ditandai dengan peningkatan nilai *pretest* ke *posttest*.

Abstract

The purpose of this study is to describe the characteristics of teaching materials based on STEM as well as to know the improvement of mastery of concept of high school students. The method used in this research is research and development. This research procedure is divided into four stages, i.e. preliminary study, planning, development and trial of teaching materials. Trial design using One Group Pretest-Posttest Design. The subjects of small and large group trials are XII MIPA 6 and XI MIPA 3 SMA Negeri 1 Wonosobo. Characteristics of STEM-based teaching materials containing dynamic fluid materials with practical problems and procedures and project preparation associated with STEM aspects. Result of feasibility test using questionnaire shows the instructional is suitable to be used. The result of readability test using cloze test shows the teaching material is easily understood. Teaching material can improve the mastery of student concepts characterized by the increase of pretest value to posttest.

PENDAHULUAN

Hasil studi *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) tahun 2011 pada jenjang sekolah menengah, menunjukkan pencapaian hasil belajar siswa Indonesia dalam bidang matematika dan sains yang meliputi fisika, kimia, dan biologi belum menunjukkan hasil yang memuaskan. Nilai rata-rata matematika menduduki peringkat ke-38 dari 42 negara dan nilai rata-rata sains berada di urutan ke-40 dari 42 negara dengan jumlah skor masing-masing sebesar 386 dan 406. Hasil tersebut masih berada di bawah rata-rata skor standar sebesar 500 (IEA, 2011).

STEM merupakan istilah yang digunakan untuk merujuk secara kolektif pengajaran dan pendekatan lintas disiplin ilmu, yaitu sains, teknologi, *engineering*, dan matematika. Integrasi aspek-aspek STEM tersebut dapat mendukung peningkatan hasil belajar siswa. Sesuai penelitian Becker & Park (2011:23-37), integrasi aspek-aspek STEM dapat memberikan dampak positif terhadap pembelajaran siswa terutama dalam hal peningkatan pencapaian belajar di bidang sains dan teknologi.

Salah satu upaya yang ditempuh pemerintah untuk meningkatkan kualitas pendidikan adalah melalui pengembangan bahan ajar (Bappenas, 2013). Bahan ajar perlu dikembangkan karena dapat membantu guru menyampaikan materi. Hasil penelitian Onasanya & Omosewo (2011: 68-76), membuktikan bahan ajar mampu membantu guru berinteraksi dengan siswa. Hal tersebut mendorong siswa menggunakan kemampuan intelektual mereka selama proses pembelajaran berlangsung. Hasil penelitian Al Azri & Al-Rashdi (2014: 249-254) mengungkapkan bahwa penggunaan bahan ajar dapat memperlancar dan memudahkan penyampaian materi. Selain itu, bahan ajar juga efektif untuk meningkatkan hasil belajar. Sesuai penelitian Ginting (2012:1-6), bahan ajar dapat meningkatkan hasil belajar.

Tujuan dari penelitian ini adalah mendeskripsikan karakteristik bahan ajar

berbasis STEM dan mengetahui peningkatan penguasaan konsep siswa SMA.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan. Desain uji coba menggunakan *One Group Pretest-Posttest Design*. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 1 Wonosobo yang beralamat di Jalan Tumenggung Jogonegoro kilometer 2, Wonosobo. Subjek uji coba kelompok kecil dan besar adalah kelas XII MIPA 6 yang berjumlah 12 siswa dan XI MIPA 3 yang berjumlah 29 siswa. Prosedur penelitian ini dibagi menjadi empat tahap, yaitu studi pendahuluan, perencanaan, pengembangan dan uji coba bahan ajar.

Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan tes tertulis yang meliputi tes rumpang dan uraian. Tes rumpang bertujuan untuk mengukur tingkat keterbacaan bahan ajar. Tes uraian digunakan untuk mengukur perkembangan penguasaan konsep siswa. Selain itu, digunakan pula angket untuk mengukur tingkat kelayakan bahan ajar.

Tingkat kelayakan, keterbacaan, dan peningkatan penguasaan konsep siswa dihitung dengan mencari persentase skor yang diperoleh dibandingkan dengan skor maksimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah bahan ajar fisika materi fluida dinamis untuk siswa kelas XI SMA/MA. Bahan ajar fisika tersebut memuat konsep-konsep fisika yang terintegrasi dengan konsep teknologi, *engineering*, dan matematika.

Bahan ajar berbasis STEM yang dikembangkan, terdiri dari 34 halaman dan terbagi menjadi tiga bagian, yaitu pendahuluan, isi, dan penutup. Bagian pendahuluan terdiri dari Halaman Judul, Kata Pengantar, Daftar Isi, Peta Konsep, Kompetensi Dasar (KD), dan Tujuan Pembelajaran. Bagian isi terdiri dari enam sub pokok bahasan, yaitu Fluida Ideal, Debit Fluida, Daya oleh Debit Fluida, Hukum

Kontinuitas dan Bernoulli, serta penerapannya. Bagian penutup terdiri dari Rangkuman Materi, Uji Kompetensi, Glosarium, dan Daftar Pustaka.

Bahan ajar berbasis STEM dicetak menggunakan kertas A4 (21 cm × 29,7 cm), karena memiliki ukuran yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Menurut Prastowo (2015: 217), ukuran kertas untuk mencetak bahan ajar sebaiknya dapat mengakomodasi kebutuhan pembelajaran yang telah ditetapkan. Tipografi penulisan bahan ajar menggunakan huruf *Times New Roman* ukuran 12 pt. Menurut Mudzakir (2009: 34-46), salah satu komponen penyempurna bahan ajar cetak adalah ukuran huruf 12-14 pt untuk jenis *Times New Roman* atau yang sebanding untuk jenis yang lain. Khusus judul bahan ajar dan sub bab, jenis dan ukuran huruf disesuaikan dengan kebutuhan.

Sains sebagai aspek paling utama diintegrasikan dalam bentuk pembahasan materi di setiap sub bab serta beberapa informasi terkait aplikasi konsep fisika (fluida dinamis). Aspek teknologi di-integrasikan dalam bentuk pembahasan penerapan konsep dasar fluida dinamis yaitu hukum kontinuitas dan hukum Bernoulli. Aspek *engineering* diintegrasikan dalam bentuk informasi desain dan cara kerja beberapa teknologi yang menerapkan konsep fisika. Berdasarkan hasil penelitian Cantrell *et al.* (2006: 301-309), integrasi aspek *engineering* ke dalam materi pembelajaran dapat membantu siswa mengembangkan penguasaan konsep dan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Aspek matematika di-integrasikan pada setiap bab dalam bentuk penggunaan lambang-lambang bilangan untuk penghitungan dan pengukuran. Hal tersebut dapat memudahkan pemahaman dan pemecahan masalah terkait dengan konsep fisika. Sesuai penelitian Andawiyah (2014: 69-80), matematika dapat memudahkan me-maknai sesuatu, sehingga mudah dipahami.

Kelayakan bahan ajar ditinjau dari dari tiga aspek, yaitu isi, penyajian, dan bahasa. Hasil analisis kelayakan bahan ajar disajikan pada Tabel1.

Tabel 1. Hasil Analisis Kelayakan Bahan Ajar

No	Aspek	Persentase	Kriteria
1	Isi	84,00 %	Layak
2	Penyajian	85,22 %	Sangat Layak
3	Bahasa	77,18 %	Layak
Rata-rata		83,57 %	Layak

Berdasarkan hasil analisis uji kelayakan, bahan ajar berbasis STEM telah memenuhi standar kelayakan bahan ajar cetak yang ditetapkan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). Sesuai standar penilaian yang ditetapkan BSNP (2014), kelayakan bahan ajar cetak dapat dinilai berdasarkan aspek isi, penyajian, dan kebahasaan. Pen-capaian kategori kelayakan juga dapat disebabkan oleh proses penyusunan bahan ajar telah disesuaikan dengan pedoman yang ditetapkan oleh Depdiknas.

Aspek kelayakan isi terdiri dari unsur kesesuaian, keakuratan dan kemutakhiran materi, karakteristik STEM, serta kemampuan berpikir kritis. Bahan ajar berbasis STEM secara konsisten menyajikan materi yang terkait dengan fluida dinamis.

Aspek kelayakan penyajian bahan ajar, yaitu teknik penyajian, penyajian pembelajaran, dan kelengkapan penyajian. Materi dalam bahan ajar berbasis STEM disajikan secara runtut dari konsep umum mengenai debit fluida, konsep dasar mengenai hukum kontinuitas dan Bernoulli, serta konsep yang lebih khusus mengenai aplikasi fluida dinamis. Disamping itu, bahan ajar disajikan dengan berbagai ilustrasi berupa gambar-gambar yang mendukung materi pembelajaran. Menurut Cook (2008: 39-54), ilustrasi dalam bahan ajar dapat membantu siswa menyerap pengetahuan dan memahami konsep.

Aspek kelayakan bahasa, yaitu kesesuaian dengan tingkat perkembangan, lugas, komunikatif, dan kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia. Bahan ajar berbasis STEM disusun menggunakan Bahasa Indonesia yang lugas, komunikatif dan memperhatikan aturan Ejaan Yang Disempurnakan (EYD). Hal tersebut sesuai dengan syarat bahan ajar yang

dikemukakan Depdiknas (2008: 28), komponen bahan ajar meliputi keterbacaan, kejelasan informasi, serta kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar.

Berdasarkan hasil analisis data uji keterbacaan, diperoleh rata-rata skor keterbacaan sebesar 82,17 %. Sesuai kriteria keterbacaan Rankin & Culhane, bahan ajar berbasis STEM termasuk dalam kategori mudah dipahami. Menurut Jatnika (2007: 198), tingkat keterbacaan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu: bahasa yang menyangkut pilihan kata, bangun kalimat, susunan paragraf dan unsur tata bahasa lain, serta faktor rupa yang menyangkut tata huruf atau tipografi. Secara umum, struktur kalimat yang digunakan dalam bahan ajar sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia dan kemampuan siswa SMA. Bahan ajar berbasis STEM disusun menggunakan jenis huruf standar yang umum digunakan, yaitu *Times New Roman* dengan ukuran 12-14 pt. Hal tersebut sesuai dengan standar fisik penulisan buku pelajaran yang dikemukakan Gardjito (Syamsi *et al.*, 2013: 82-90), tipografi isi pembelajaran hendaknya tidak menggunakan jenis huruf hias dan berlebihan.

Berdasarkan hasil analisis data nilai *pretest* dan *posttest*, diketahui bahwa sebelum diberi *treatment* siswa belum menguasai konsep fisika materi fluida dinamis. Hal tersebut dapat dilihat dari rata-rata nilai *pretest* sebesar 38,19. Jika dibandingkan dengan nilai KKM, maka 100% siswa dinyatakan tidak tuntas. Hasil belajar siswa setelah dilakukan *treatment* menunjukkan peningkatan yang signifikan. Rata-rata nilai *posttest* siswa sebesar 81,99 dengan persentase ketuntasan sebesar 82,76 %. Data hasil *pretest* dan *posttest* juga dianalisis menggunakan uji *gain*. Berdasarkan analisis uji *gain*, diperoleh nilai *gain* sebesar 0,71. Sesuai kriteria Hake (1999), hasil tersebut menunjukkan pembelajaran yang diterapkan di kelas memiliki keefektifan tinggi dalam meningkatkan penguasaan konsep siswa.

Peningkatan yang signifikan terhadap penguasaan konsep siswa dapat terjadi karena

pembelajaran fisika dalam penelitian ini dibantu dengan bahan ajar berbasis STEM. Pembelajaran dilaksanakan sesuai dengan serangkaian proses yang terdapat dalam bahan ajar. Dengan demikian, siswa dapat menerima materi dengan baik melalui kegiatan diskusi, praktikum, presentasi, dan evaluasi yang dilakukan secara bertahap. Menurut penelitian Yulianti *et al.* (2011:23-27), beberapa kegiatan seperti berdiskusi dan pembuatan proyek dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Hasil tersebut juga didukung oleh hasil penelitian Roberts (2012:1-4), yang mengungkapkan pembelajaran berbasis STEM dapat menambah pengalaman belajar melalui kegiatan praktek dan mengaplikasikan prinsip-prinsip umum dari materi yang sedang dipelajari, sehingga tumbuh kreativitas, rasa ingin tahu dan mendorong kerjasama antar siswa.

Pembelajaran yang dikaitkan dengan aspek-aspek STEM memberikan kesempatan kepada siswa untuk memahami konsep fisika dipadukan dengan teknologi, *engineering* dan matematika melalui kegiatan diskusi, praktikum, dan pembuatan proyek. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan selama proses pembelajaran tersebut dapat menarik minat siswa dan berimplikasi pada peningkatan hasil belajar. Hasil penelitian Yusuf (2015: 71-78) menyatakan pembelajaran yang dilaksanakan melalui kegiatan observasi dan praktek atau praktikum dapat menciptakan suasana menyenangkan serta dapat meningkatkan hasil belajar.

Aktivitas *engineering* seperti pembuatan proyek yang terintegrasi sains, teknologi dan matematika juga mendukung memperdalam pengetahuan siswa. Sesuai penelitian Rehmat (2015), aktivitas yang melibatkan desain dan *engineering* memfasilitasi siswa terlibat secara aktif dalam pembelajaran sains. Integrasi desain *engineering* dalam proses pembelajaran mendorong siswa mengkonseptualisasikan desain proyek yang telah mereka buat menjadi prototipe yang sebenarnya selayaknya seorang teknisi profesional di lapangan. Hal tersebut

dapat merangsang rasa ingin tahu dan kreativitas siswa.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di SMA Negeri 1 Wonosobo, diperoleh beberapa kesimpulan bahwa bahan ajar berbasis STEM berisi materi tentang fluida dinamis dilengkapi permasalahan-permasalahan serta prosedur praktikum dan pembuatan proyek yang dikaitkan dengan aspek-aspek STEM. Hasil uji kelayakan menggunakan angket menunjukkan bahan ajar termasuk dalam kategori layak di-gunakan. Hasil uji keterbacaan menggunakan tes rumpang menunjukkan bahan ajar termasuk dalam kategori mudah dipahami. Bahan ajar dapat meningkatkan penguasaan konsep siswa yang ditandai dengan peningkatan nilai *pretest* ke *posttest*.

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian-penelitian selanjutnya adalah perlu dikaji lebih dalam materi fisika yang berkaitan dengan engineering dan teknologi untuk memperkaya pengetahuan dan pe-mahaman siswa, dan sebelum mendesain kegiatan proyek maupun eksperimen, se-baiknya dipastikan terlebih dahulu ke-tersediaan alat dan bahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Azri, R. H. & M. H Al-Rashdi. 2014. The Effect of Using Authentic Materials in Teaching. *International Journal of Scientific & Technology Research*. 3(10): 249-254. Tersedia di <http://www.ijstr.org-print> [diakses 17-4-2017].
- Andawiyah, R. 2014. Interrelasi Bahasa, Matematika dan Statistika. *Okara Jurnal Bahasa dan Sastra*. 8(2): 69-80. Tersedia di <http://ejournal.stainpamekasan.ac.id> [diakses 6-5-2017].
- Bappenas. 2009. *Rencana Kerja Pemerintah 2009*. Jakarta: Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional.
- Becker, K. & Park, K. 2011. Effect of Integrative Approach among Science Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Subject on Student's Learning: A Primary Meta-analysis. *Journal of STEM Education*. 12(5/6): 23-37. Tersedia di <http://jstem.org> [diakses 17-4-2017].
- Cantrell, P., G. Pekcan, A. Itani, & N. Velasquez-Bryant. 2006. The Effects of Engineering Modules on Student Learning in Middle School Science Classrooms. *Journal of Engineering Education*. 95(4): 301-309. Tersedia di <http://onlinelibrary.wiley.com> [diakses 19-4-2017].
- Cook, M. 2008. Students' Comprehension of Science Concepts Depicted in Textbook Illustrations. *Electronic Journal of Science Education*. 12(1). 39-54. Tersedia di <http://ejse.southwestern.edu> [diakses 22-5-2017].
- Departemen Pendidikan Nasional. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Ginting, R. U. 2012. Efektivitas Penggunaan Bahan Ajar dan Belajar Mandiri dalam Rangka Peningkatan Hasil Belajar Termodinamika Dasar. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Fakultas Teknik Unimed*. 14(1): 1-6. Tersedia di <https://digilib.unimed.ac.id> [diakses 3-5-2017].

- Hake, R.R. 1999. *Analyzing Change/Gain Scores*. Tersedia di www.physics.indiana.edu [diakses 28-12-2016].
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). 2011. *Trends in International Mathematics and Science Study-TIMSS 2015*. Tersedia di <http://timss2015.org/download-center> [diakses 12-28-2016].
- Jatnika, A.W. 2007. Tingkat Keterbacaan Wacana sains dengan Teknik Klos. *Jurnal Sositoteknologi*, 10(6): 192-200. Tersedia di <https://kkik.fsr.itb.ac.id> [diakses 23-1-2017].
- Mudzakir, A. S. 2009. Penulisan Buku Teks yang Berkualitas. *Jurnal bahasa dan Sastra*. 9(1): 34-46. Tersedia di <http://file.upi.edu> [diakses 15-4-2017].
- Onosanya, S. A & E. O. Omosewo. 2011. Effect of Improvised and Standard Instructional Materials on Secondary School Students' Academic Performance in Physics in Ilorin, Nigeria, Singapore. *Journal of Scientific Research*. 1(1): 68 - 76. Tersedia di <http://scialert.net> [diakses 20-12-2016].
- Prastowo, A. 2015. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Divapress.
- Rehmat, A. P. 2015. Engineering the Path to Higher-Order Thinking in Elementary Education: A Problem-Based Learning Approach for STEM Integration. *Disertasi*. Las Vegas: University of Nevada. Tersedia di <http://digitalscholarship.unlv.edu> [diakses 30-5-2017].
- Roberts, A. 2012. A Justification for STEM Education. *Technology and Engineering Teacher*. 71(8): 1-4. Tersedia di <https://www.iteea.org> [diakses 19-4-2017].
- Syamsi, K., E. S Sari, & S. Pujiono. 2013. Pengembangan Model Buku Ajar Membaca Berdasarkan Pendekatan Proses bagi Siswa SMP. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*. 5(1): 82-90. Tersedia di <http://journal.uny.ac.id> [diakses 26-5-2017].
- Yuliati, D.I., D. Yulianti, & S. Khanafiyah. 2011. Pembelajaran Fisika Berbasis Hands on Activities untuk Menumbuhkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 7: 23-27. Tersedia di <https://journal.unnes.ac.id> [diakses 19-1-2017].
- Yusuf, I. 2015. Peningkatan Aktivitas dan Hasil Belajar Fisika Melalui Pembelajaran Empece pada Siswa Kelas XI-IPA 4 SMA Negeri 5 Yogyakarta Tahun Pelajaran 2012/2013. *Jurnal Ilmiah Guru Caraka Olah Pikir Edukatif*. 19(1): 71-78. Tersedia di <http://journal.uny.ac.id> [diakses 4-6-2017].