

**PENGEMBANGAN SIMULASI MODEL TIGA DIMENSI STRUKTUR DAN
SIMETRI KRISTAL MENGGUNAKAN SKETCHUP UNTUK MENUNJANG
PERKULIAHAN FISIKA ZAT PADAT DI JURUSAN FISIKA
UNIVERSITAS NEGERI MALANG**

Muhammad Amil Busthon, Hartatiek, Winarto

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Malang
Email: amilbusthon7@gmail.com

ABSTRACT

This research aims (1) to develop three-dimensional model simulation of crystal structure and symmetry using SketchUp and (2) to determine the validity of the teaching media. Development model in this study refers to the model of *Research and Development* (R & D) by Borg and Gall. The model was adopted and modified by Sukmadinata into three main steps. The steps are (1) Preliminary Study, (2) Product Development, and (3) Product Testing. Nevertheless, this study is only performed with the first two steps. The data were collected by means of questionnaires. The questionnaires consist of expert validation questionnaire and response questionnaire. The questionnaire of expert validation was filled out by a professor who is an expert in the relevant field. The response questionnaires were filled out by 15 students of State University of Malang who were taking the course of Solid State Physics in the academic year 2013/2014. The results of expert validation obtain average score of 79,00% and it shows that the teaching media is valid. Whereas, the student responses of teaching media obtain average score of 84,83% and it shows that the teaching media is appropriate. It can be concluded from this study that the three-dimensional model simulation of crystal structure and symmetry is valid to be implemented in order to support course of Solid State Physics. The suggestion of this study is empirical test of teaching media for further research to determine its effectiveness in learning.

Keywords: simulation, sketchup, solid state physics, three-dimensional model

PENDAHULUAN

Fisika zat padat merupakan kajian keilmuan yang sangat penting untuk mempelajari sifat mekanik (misalnya kekerasan dan elastisitas), termal, listrik, magnetik dan optik dari materi-materi yang ada di alam, sehingga mahasiswa perlu mempelajari dan menguasai ilmu ini. Selain pada jenjang sarjana, Fisika Zat Padat nantinya juga merupakan matakuliah yang dipelajari kembali pada jenjang pascasarjana. Dari kedua hal tersebut, Fisika Zat Padat dapat dikatakan sebagai ilmu yang penting bagi mahasiswa.

Perkuliahan tahun 2006/2007 memakai modul sebagai pendamping diktat

kuliah, dan tahun 2008/2009 menggunakan peta konsep dan metode diskusi. Namun, upaya tersebut belum berhasil meningkatkan prestasi belajar mahasiswa secara optimal. Perkuliahan Fisika Zat Padat 2006/2007 hanya memperoleh prestasi belajar rata-rata kelas 50,10 dan gain ternormalisasi rata-rata 0,33 dan perkuliahan 2008/2009 rata-rata kelas 45,91 dan gain 0,370, serta memperoleh respon positif mahasiswa sebesar 73,38%. Selanjutnya, melalui pembelajaran model STAD dengan strategi *Self-Explanation* pada perkuliahan 2009/2010 diperoleh prestasi belajar rata-rata kelas 64,16 dan

gain 0.601 sedangkan untuk tahun 2011/2012 diperoleh prestasi belajar rata-rata kelas 64,81 dan gain 0.602 (Parno, 2012). Meskipun prestasi belajar tersebut merupakan pencapaian tertinggi pada saat itu, tetapi prestasi belajar Fisika Zat Padat masih bisa terus ditingkatkan agar diperoleh hasil yang lebih baik.

Berdasarkan angket observasi yang disebarkan kepada 28 mahasiswa yang menempuh matakuliah Fisika Zat Padat pada tahun akademik 2013/2014 pada tanggal 31 Maret 2014 menunjukkan bahwa mahasiswa sering mengalami kesulitan memahami konsep zat padat karena kajian mikroskopis atom-atom yang abstrak. Menurut mahasiswa, beberapa alasannya yaitu materi Fisika Zat Padat dianggap kurang begitu berkaitan dengan matakuliah sebelumnya dan dirasakan sebagai materi yang baru dan sulit dan mencakup materi yang sangat banyak. Oleh karena itu, diperlukan sebuah solusi dari permasalahan tersebut.

Struktur kristal dan simetri kristal merupakan materi yang fundamental dalam fisika zat padat. Struktur kristal dan simetri kristal diperkenalkan pada bab pertama dari perkuliahan fisika zat padat karena digunakan untuk mempelajari materi selanjutnya, seperti getaran kisi kristal, ikatan kristal, difraksi kristal, dan sebagainya. Oleh karena itu dengan menguasai materi struktur kristal dan simetri kristal akan mempermudah dalam memahami materi yang lebih rumit.

Pada buku diktat Fisika Zat Padat yang membahas materi struktur dan simetri kristal yang digunakan di Jurusan Fisika Universitas Negeri Malang, beberapa gambar pada buku masih sulit dimengerti karena keterbatasannya menampilkan gambar tiga dimensi dalam dua dimensi, sehingga mahasiswa kesulitan dalam mempelajari materi kristal. Begitu pula pada gambar sel satuan kristal, sel satuan kristal menampilkan atom-atom penyusun kisi dalam jumlah yang banyak dengan warna abu-abu sehingga mahasiswa sulit berimajinasi membayangkan atom-atom

tersebut untuk memahami gambar beserta konsepnya. Dengan demikian, perlu adanya media pembelajaran yang dapat mempermudah mahasiswa dalam memahami materi struktur dan simetri kristal.

Pembelajaran yang baik harus bisa membuat peserta didiknya belajar secara aktif (NRC, 1996:20 dalam Yulianti, 2008:6). Mahasiswa sebaiknya dituntut untuk aktif dari segi bertindak (*hands-on*) dan berpikir (*minds-on*). Hal ini menunjukkan pentingnya pembelajaran mandiri bagi mahasiswa. Agar mahasiswa dapat belajar secara mandiri maka diperlukan media pembelajaran khusus yang perlu dikembangkan untuk kepentingan tersebut.

Menurut Jauhari (2009) saat ini perlu pembaharuan dalam bidang pendidikan karena media pembelajaran yang digunakan telah terintegrasi dengan teknologi informasi dan komunikasi (TIK). Penelitian López-Pérez (2011) menyebutkan teknologi informasi dan komunikasi dapat merangsang dan meningkatkan proses belajar mengajar. Selain itu, menurut Wiyono (2009) pembelajaran yang membutuhkan inovasi dalam media pembelajaran yaitu kajian Fisika Zat Padat. Menurut McKagan (2007) mahasiswa akan lebih mudah memahami konsep yang bersifat abstrak dengan bantuan software interaktif. Hal ini agar konsep-konsep Fisika Zat Padat yang abstrak dan mikroskopis mudah dipahami oleh mahasiswa.

Beberapa penelitian dan pengembangan pendukung yang dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran Fisika Zat Padat di antaranya yaitu Computer-Assisted Instruction (CAI) dan Model Multimedia Interaktif Adaptif Pendahuluan Fisika Zat Padat (MIA-PIZA). Darmawan (2011:10) menyebutkan bahwa CAI merupakan penyajian sebuah proses yang lebih efektif dari suatu peristiwa dan memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret melalui penciptaan tiruan-tiruan bentuk

pengalaman yang mendekati suasana sebenarnya. Selain CAI, Model Multimedia Interaktif Adaptif Pendahuluan Fisika Zat Padat (MIA-PIZA) yang dikembangkan oleh Wiyono (2012) di LPTK Negeri Sumatera Selatan menunjukkan lebih banyak peningkatan prestasi belajar jika mahasiswa diberikan fasilitas yang mendukung tipe belajar visual. Oleh karena itu, dapat disimpulkan untuk membantu pemahaman konsep yang lebih abstrak diperlukan media pembelajaran yang berbasis software dan mengakomodasi tipe belajar visual.

Sinaga (2013) menyatakan penggunaan simulasi dalam pembelajaran konseptual interaktif dapat lebih efektif mengembangkan pemahaman konsep, utamanya pada kemampuan translasi, interpretasi, dan ekstrapolasi, serta dapat mengembangkan *scientific skill*. Simulasi akan sangat bermanfaat jika disajikan dengan model tiga dimensi untuk perkuliahan Fisika Zat Padat. Jadi, simulasi dan model tiga dimensi akan sesuai digunakan untuk mengembangkan media pembelajaran penunjang perkuliahan Fisika Zat Padat.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian *research and development* (R&D) atau penelitian pengembangan Borg dan Gall (1989). Model pengembangan yang digunakan pada penelitian ini merujuk kepada model penelitian dan pengembangan Borg dan Gall yang dimodifikasi oleh Sukmadinata (2010). Secara garis besar langkah penelitian dan pengembangan yang dikembangkan oleh Sukmadinata (2010) terdiri atas tiga tahap, yaitu: (1) Studi Pendahuluan, (2) Pengembangan Produk, dan (3) Pengujian Produk.

Validasi produk dilakukan untuk mengetahui sejauh mana tingkat kelayakan produk yang dikembangkan berdasarkan data yang diperoleh dari dosen ahli. Validasi dilakukan dengan angket validasi yang menilai baik dari segi media, konten,

dan soal-soal. Validator pada penelitian ini terdiri dari dosen ahli materi dan ahli media. Dosen ahli materi berfungsi sebagai penguji kelayakan konten atau isi sedangkan ahli media untuk menguji penggunaan media dan tampilan media. Setelah itu, tahap selanjutnya melakukan penyempurnaan dari kritik dan saran yang diberikan validator lalu dilanjutkan uji coba terbatas. Untuk uji coba terbatas, subjek cobanya adalah lima belas orang mahasiswa yang menempuh matakuliah Fisika Zat Padat pada tahun akademik 2013/2014 di Universitas Negeri Malang.

Instrumen pengumpulan data dalam penelitian dan pengembangan ini adalah angket validasi ahli dan angket respons mahasiswa. Data dari angket ini akan dijadikan bahan evaluasi produk. Angket yang digunakan dalam penelitian ini berupa angket tertutup yaitu angket yang telah memuat beberapa pilihan jawaban. Jawaban pada angket menggunakan skala Likert yang dengan nilai 1 sampai 4.

Teknik mengolah analisis data yang digunakan untuk uji kelayakan adalah perhitungan analisis deskriptif. Penentuan analisis deskriptif berdasarkan pendapat dari Akbar (2010:213) yang menyatakan bahwa untuk mengetahui validitas pada setiap butir angket penelitian, total setor empirik validator dibagi dengan skor maksimal yang diharapkan. Berdasarkan pendapat tersebut rumus analisis deskriptif dinyatakan sebagai berikut.

$$P = \frac{TSEV}{S_{\max}} \times 100\%$$

Keterangan:

P = skor dalam prosentase

TSEV = total skor empirik validator

100% = konstanta

S_{\max} = skor maksimal yang diharapkan

Acuan kriteria yang digunakan untuk mengukur tingkat kelayakan disajikan dalam Tabel 1.

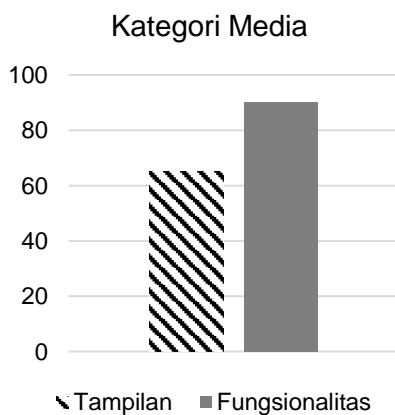
Table 1 Kriteria Tingkat Validitas Media

No	Prosentase (%)	Tingkat Validitas
1	75,01% - 100,00%	Sangat Valid
2	50,01%-75,00%	Cukup Valid
3	25,01%-50,00%	Tidak Valid
4	0,00%-25,00%	Sangat Tidak Valid

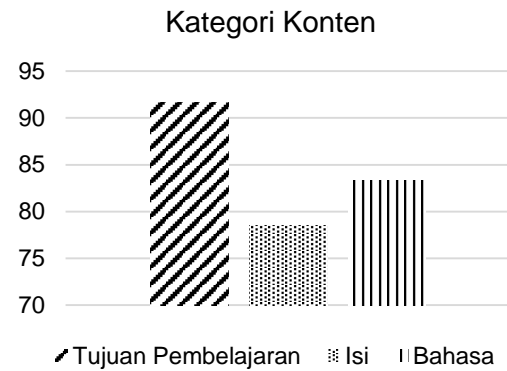
(diadaptasi dari Akbar, 2010:213)

HASIL DAN PEMBAHASAN

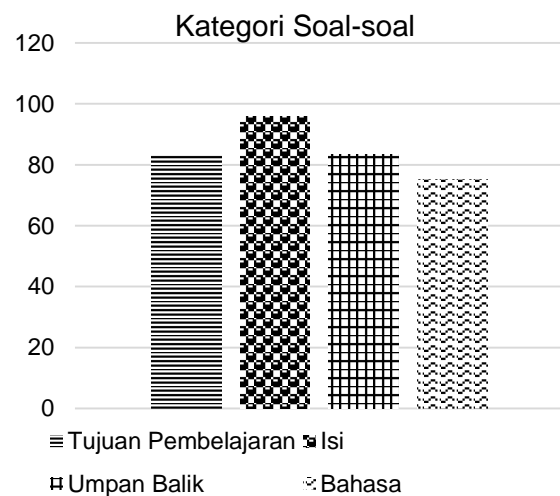
Data hasil validasi terbagi menjadi dua bagian, yaitu hasil validasi oleh dosen ahli dan hasil respon mahasiswa melalui uji coba terbatas. Berdasarkan hasil validasi dosen ahli dari Gambar 1 menunjukkan grafik penilaian untuk kategori media, yaitu aspek tampilan memperoleh nilai 65% dan fungsionalitas memperoleh nilai 95%. Sedangkan untuk kategori konten nilai tujuan pembelajaran, isi, dan bahasa berturut-turut 91.67%, 78.57%, dan 83.33%. Selain itu, untuk kategori soal-soal nilai tujuan pembelajaran, isi, umpan balik, dan bahasa berturut-turut 83.33%, 95.83%, 83.33%, dan 75.00%. Berdasarkan hasil respon mahasiswa dari Gambar 2 menunjukkan grafik penilaian untuk aspek tampilan yang memperoleh nilai 85,83%, aspek fungsionalitas memperoleh nilai 84,17%, aspek isi memperoleh nilai 78,67%, aspek bahasa memperoleh nilai 83,33%, dan aspek soal-soal memperoleh nilai 89,29.



(a)

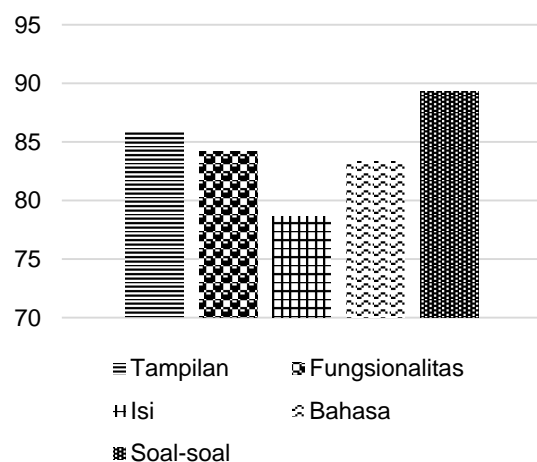


(b)



(c)

Gambar 1 Grafik Hasil Validasi Media Pembelajaran oleh Dosen Ahli untuk (a) Kategori Media, (b) Konten, dan (c) Soal-soal



Gambar 2 Grafik Hasil Respon Mahasiswa terhadap Media Pembelajaran Berdasarkan Aspek Tampilan, Fungsionalitas, Isi, Bahasa, dan Soal-soal

Aspek tampilan terdiri dari kemenarikan simulasi yang disajikan, kombinasi warna pada desain simulasi, pemilihan warna latar belakang, pemilihan ukuran, jenis, dan warna huruf yang digunakan, keterbacaan persamaan, kejelasan dari gambar, kelancaran pemutaran video, kemenarikan gambar tiga dimensi, kemudahan dalam mengamati gambar tiga dimensi dari berbagai sisi, dan pemodelan gambar tiga dimensi. Dari aspek tampilan, komponen yang perlu diperbaiki lebih banyak yaitu kombinasi warna pada desain simulasi, pemilihan warna latar belakang, pemilihan ukuran, jenis, dan warna huruf yang digunakan, keterbacaan persamaan, dan kemenarikan gambar tiga dimensi.

Aspek fungsionalitas terdiri dari kemudahan penggunaan dari antarmuka simulasi, kelancaran simulasi saat dijalankan di komputer, kompatibilitas resolusi layar komputer dengan simulasi, kejelasan penyajian panduan simulasi, dan fungsionalitas tombol navigasi. Dari aspek fungsionalitas, semua komponen sudah menunjukkan hasil yang baik sehingga hanya memerlukan sedikit direvisi.

Aspek isi terdiri dari tujuan pembelajaran, materi yang disajikan, dan bahasa. Pada aspek isi, penyajian tujuan pembelajaran dan bahasa sudah baik, tetapi masih perlu revisi pada materi yang disajikan. Tidak semua materi yang disajikan perlu direvisi tetapi hanya pada sub materi yang kurang saja. Sub materi yang kurang yaitu konsep tentang vektor basis dan simetri translasi, konsep tentang posisi atom, konsep tentang simetri rotasi, dan konsep tentang macam-macam kisi bravais.

Aspek bahasa terdiri dari bahasa yang digunakan dalam panduan, bahasa yang digunakan dalam penjelasan materi, dan penjelasan kosa kata baru. Dari aspek bahasa hanya memerlukan sedikit revisi karena secara umum bahasa yang digunakan sudah baik.

Aspek soal-soal terdiri dari tujuan pembelajaran, isi, umpan balik, dan bahasa

soal. Tujuan pembelajaran terdiri dari ketercakupannya semua tujuan pembelajaran, kesesuaian tingkat taksonomi kognitif yang digunakan, dan jumlah butir soal. Isi terdiri dari kesesuaian soal dengan jenjang mahasiswa, petunjuk pengerjaan soal, soal-soal latihan menjodohkan, 20 soal evaluasi pilihan ganda, 3 soal problem solving, gambar yang menyertai soal, dan persamaan yang menyertai soal. Umpan balik terdiri dari umpan balik pada soal-soal latihan dan umpan balik pada soal-soal evaluasi. Bahasa soal terdiri dari kemudahan bahasa yang digunakan untuk memahami soal, pemilihan kata yang tidak menimbulkan penafsiran berbeda, dan penggunaan kalimat yang efektif pada soal. Dari aspek soal-soal hanya memerlukan sedikit revisi karena secara umum soal-soal yang dikembangkan sudah baik.

Pendapat dan pemikiran validator membantu peneliti untuk melakukan revisi agar media pembelajaran yang dikembangkan lebih baik dan dapat digunakan sebagai salah satu media pembelajaran mandiri untuk menunjang perkuliahan Fisika Zat Padat di Jurusan Fisika Universitas Negeri Malang. Saran-saran dari validator dikumpulkan untuk mempermudah revisi media pembelajaran.

KESIMPULAN

Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa simulasi model tiga dimensi. Materi yang dikembangkan yaitu pada pokok bahasan struktur kristal dan simetri kristal yang termasuk ke dalam materi Fisika Zat Padat. Produk berupa simulasi yang berisi materi dan soal-soal serta dilengkapi model tiga dimensi kristal. Media pembelajaran yang dikembangkan sudah sesuai dengan kajian teoritis yaitu berbasis software dan menekankan pada aspek visual.

Berdasarkan proses pengembangan dan analisis data hasil uji coba yang telah dilakukan pengembang, maka hasil validasi dapat disimpulkan media pembelajaran model tiga dimensi struktur kristal ini telah memenuhi kriteria sebagai media

pembelajaran berbasis multimedia interaktif dengan rata-rata persentase validitas dari ahli sebesar 79,00 % dan rata-rata persentase respon dari calon pengguna sebesar 84,83 %.

DAFTAR RUJUKAN

- Akbar, S. 2010. *Kurikulum dan Pengembangan Modul Ilmu Pengetahuan Sosial (IPS)*. Yogyakarta: Cipta Media
- Borg, W. R., & Gall, M. D. 1989. *Educational Research*. New York: Longman.
- Darmawan, Deni. 2011. *Teknologi Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Jauhari. 2009. Studi terhadap Penggunaan Multimedia Interaktif dalam Pembelajaran MIPA di Indonesia. *Prosiding Makalah Seminar Nasional PMIPA UNY*.
- López-Pérez, M., et al. 2011. Blended Learning in Higher Education: Students' Perceptions and Their Relation to Outcomes. *Computers & Education* 56 (3): 818-826.
- McKagan, S.B. et al. 2007. Developing and Researching PhET Simulations for Teaching Quantum Mechanics. *Physics Education Research*, 1(0709): 4503-4514.
- Parno, 2012. Peningkatan Prestasi Belajar Matakuliah Pilihan Fisika Zat Padat Mahasiswa Pendidikan Fisika Melalui Model STAD dan Strategi Self-Explanation. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 8 (2012) 115-126.
- Sinaga, P. 2013. *Penerapan Simulasi Maya pada Pembelajaran Konseptual Interaktif Fisika untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Mengembangkan Scientific Skill*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Fisika, Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA UPI Bandung, 6 Februari 2013.
- Sukmadinata, Nana Syaodih. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Wiyono, Ketang. 2009. *Penerapan Model Pembelajaran Multimedia Interaktif untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep, Keterampilan Generik Sains dan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Topik Relativitas Khusus*. Tesis tidak diterbitkan. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Wiyono, Ketang. 2012. Pengembangan Model Multimedia Interaktif Adaptif Pendahuluan Fisika Zat Padat (MIA-PIZA). *Forum Pendidikan Fisika*, Vol. 1, No. 2.
- Yuliati, Lia. 2008. *Model-Model Pembelajaran Fisika*. Malang: Universitas Negeri Malang.