

PENGEMBANGAN E-MODUL TEORI ATOM MEKANIKA KUANTUM BERBASIS WEB DENGAN PENDEKATAN SAINTIFIK

Andi Zulkarnain*, Nina Kadaritna, Lisa Tania

FKIP Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1

*Corresponding author, tel/fax : 085766631384, email: andizulkar99@gmail.com

Abstract : *Development Web-based e-Module of Quantum Mechanic Atomic Theory with Scientific Approach.* The study which used R&D method aimed to describe the validity, eligibility, feasibility, and effectiveness of e-module development product. Based on expert judgment in validity testing, this e-module in high level for content suitability aspect and very high level for module characteristic suitability, graphic, readability and construction aspects. Teachers responded that all aspects of e-module in very high level. Students responded that graphic and readability aspects of e-modul also in very high level. In the e-module feasibility aspect, there was increasing in feasibility percentage for each meeting. Based on the result, this e-modul was said valid and feasible to be used and effective.

Keywords: e-module, quantum mechanic, scientific approach, web.

Abstrak : **Pengembangan e-Modul Teori Atom Mekanika Kuantum Berbasis Web dengan Pendekatan Saintifik.** Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan yang bertujuan untuk mendeskripsikan validitas, kelayakan, keterlaksanaan, dan keefektivan dari modul elektronik yang dikembangkan. Berdasarkan hasil validasi, diperoleh kategori tinggi pada aspek kesesuaian isi, dan sangat tinggi pada aspek kesesuaian dengan karakteristik modul, grafika, keterbacaan dan penyajian materi. Penilaian guru terhadap kelima aspek tersebut memiliki kategori sangat tinggi. Respon siswa terhadap aspek grafika dan keterbacaan juga memiliki kategori sangat tinggi. Pada aspek keterlaksanaan modul, terjadi peningkatan persentase keterlaksanaan disetiap pertemuan. Berdasarkan hasil penelitian, modul elektronik hasil pengembangan dinyatakan valid dan layak untuk digunakan serta efektif.

Kata Kunci : e-modul, mekanika kuantum, pendekatan saintifik, web.

PENDAHULUAN

Mata pelajaran kimia ialah salah satu mata pelajaran wajib peminatan Matematika dan Ilmu Alam (MIA) pada kurikulum 2013 (Tim Penyusun, 2014). Konsep ilmu kimia yang umumnya bersifat abstrak dan kompleks membutuhkan penalaran serta

pemikiran tingkat tinggi (Tsapartis, 2003; Lubezky *et al*, 2004).

Konsep yang bersifat abstrak cenderung berpotensi menyebabkan kesulitan belajar siswa dan pemahaman konsep yang salah pada siswa (Umaida, 2009). Salah satu materi

pelajaran kimia yang bersifat abstrak adalah teori atom mekanika kuantum.

Teori atom mekanika kuantum merupakan konsep yang sukar karena mengandung konsep-konsep yang abstrak yang sulit dipahami siswa. Pada kurikulum 2013 ini materi teori atom mekanika kuantum juga dipelajari di kelas X pada semester pertama. Hal ini tentu menjadi tantangan baru bagi siswa yang baru saja menyelesaikan pendidikannya di jenjang SMP yang umumnya masih berpikir pada ranah konkret. Selain itu, materi teori atom mekanika kuantum juga merupakan materi dasar yang harus dipahami siswa untuk menuju ke materi berikutnya (Tim Penyusun, 2014).

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara ke guru mata pelajaran kimia pada 6 sekolah di Kabupaten Lampung Selatan mengenai metode pembelajaran yang digunakan, hampir semua guru menyatakan bahwa pembelajaran teori atom mekanika kuantum yang dilaksanakan di sekolah adalah *teacher-centered learning* dengan metode ceramah. Pada metode ini guru mendominasi proses transfer pengetahuan dengan berperan sebagai sumber informasi dan siswa hanya sebagai penerima informasi dan siswa diarahkan kepada kemampuan untuk menghafal informasi. Hal ini justru bertolak belakang dengan kurikulum 2013 yang pada proses pembelajarannya berpusat kepada siswa. Penggunaan bahan ajar akan sangat membantu dalam proses pembelajaran yang berpusat pada siswa. Melalui bahan ajar memungkinkan siswa dapat mempelajari suatu kompetensi dasar secara urut dan sistematis sehingga secara akumulatif mampu menguasai semua kompetensi secara utuh dan terpadu (Sudjana, 2010). Pemilihan penggunaan bahan ajar yang tepat akan membuat siswa dapat belajar dengan

mudah dan merasa senang dalam mengikuti pelajaran. Jika pembelajaran yang diselenggarakan tersebut membuat siswa merasa senang, maka siswa dapat dengan mudah menangkap dan mencerna materi pelajaran tersebut. Dengan demikian, tujuan pembelajaranpun akan tercapai efektif dan efisien. Salah satu bahan ajar yang dapat digunakan adalah modul.

Modul merupakan alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan, dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya (Tim Penyusun, 2008). Umumnya banyak guru yang masih belum terampil dalam membuat bahan ajar untuk siswa termasuk modul, bahkan merekapun terkadang merekomendasikan modul dari penerbit tertentu untuk digunakan oleh siswa seperti yang terjadi di beberapa sekolah di kabupaten Lampung Selatan. Meskipun mereka mengetahui bahwa modul yang digunakan belum sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi yang diharapkan serta penyajian konten yang belum didesain menggunakan pendekatan saintifik.

Keberadaan modul sebagai bahan ajar kini semakin sedikit, terutama untuk mata pelajaran kimia. Keberadaan bahan ajar kimia sebagai mata pelajaran peminatan MIA tidak diterbitkan oleh kemendikbud. Hal ini tentu menjadi peluang bagi penerbit swasta untuk meluncurkan bahan ajar kimia baik berupa buku teks maupun modul. Namun, ketika peneliti observasi ke toko-toko buku yang menjual bahan ajar kimia baik buku teks ataupun modul mata kimia dengan *brand* Kurikulum 2013, ternyata penyajiannya masih sama dengan yang KTSP, hanya berbeda dalam

transformasi penyusunan materinya. Misalnya materi yang semula ada di kelas X pada kurikulum KTSP sekarang ada pada kelas XI pada kurikulum 2013. Jadi hanya sebatas penyesuaian materi sesuai dengan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) yang ada pada masing-masing jenjang. Proses penyajian konten yang menggunakan pendekatan saintifik belum nampak dalam bahan ajar tersebut sehingga terkesan hanya menggunakan label kurikulum 2013 saja tanpa memperhatikan esensinya berupa pendekatan saintifik. Padahal, menurut Nasution (2003) bahan ajar merupakan salah satu masukan (*input*) dalam proses pembelajaran yang merupakan implementasi pendekatan kurikulum yang berlaku. Oleh karena itu, ketika kurikulum suatu negara berubah, maka secara otomatis bahan ajar yang digunakannya pun berubah.

Perkembangan teknologi yang berkembang pesat saat ini telah mempengaruhi segala bidang kehidupan, termasuk bidang pendidikan. Kita dapat memanfaatkan perkembangan teknologi untuk meningkatkan mutu pendidikan yaitu dengan menyediakan bahan ajar yang mudah diperoleh, mudah dimengerti dan menarik minat pembaca seperti modul elektronik. Pembelajaran dengan modul elektronik dapat dilakukan melalui media internet, *macromedia flash*, *java*, maupun media elektronik lainnya (Sari, 2014). Pembelajaran seperti ini dikenal dengan sebutan *electronic learning (e-learning)* membawa pengaruh terjadinya proses transformasi pendidikan konvensional ke dalam bentuk digital, baik secara isi ataupun sistemnya sehingga proses pembelajaran berbasis IT menjadi tidak terelakkan lagi (Wahono, 2005).

Istilah e-Learning mengandung pengertian yang sangat luas, sehingga banyak pakar yang menguraikan tentang definisi *e-learning* dari berbagai sudut pandang. Hartley (2001) yang menyebutkan bahwa *e-learning* merupakan suatu jenis belajar mengajar yang memungkinkan tersampainya bahan ajar ke siswa dengan menggunakan media internet, intranet atau media jaringan komputer lain.

Pembelajaran dengan sistem *e-learning* dapat dibantu dengan bahan ajar yang berupa modul elektronik berbasis web. Pembelajaran yang berbasis web sudah banyak dikembangkan oleh berbagai pihak (Carpi, 2001; Chang, 2001; Stevens et al, 2004; Mackey, 2008). Hasil pembelajaran menggunakan sistem ini terbukti mampu meningkatkan hasil belajar siswa (Khalifa, 2002; Miri, 2004; Chou, 2004; Wang, 2006) dan meningkatkan keterampilan sikap siswa seperti *self-effication*, *self-explanation*, dan *problem solving* (Tsai, 2010; Crippern, 2005)

Pembelajaran menggunakan sistem *e-learning* berbasis web juga berpengaruh terhadap hasil belajar siswa di Indonesia, seperti yang dilakukan oleh Arifin (2010) dengan menggunakan *blogsupport* dalam proses pembelajarannya. Hasil yang didapatkan bahwa *blogsupport* yang digunakan sebagai media dan sumber belajar telah memiliki efek potensial khususnya pada aktivitas belajar siswa selama proses pembelajaran. Media pembelajaran berbasis internet atau *website* juga dapat meningkatkan motivasi dan aktivitas belajar serta hasil belajar siswa (Afgani, 2009).

Beranjak dari permasalahan tersebut, maka penulis tertarik untuk mengadakan penelitian dengan judul “ Pengembangan e-Modul Berbasis Web dengan Pendekatan Saintifik

Materi teori Atom Mekanika Kuantum”

Penelitian ini dilaporkan untuk mendeskripsikan validitas, penilaian guru, respon siswa, keterlaksanaan dan keefektivan dari e-modul berbasis web dengan pendekatan saintifik materi teori atom mekanika kuantum.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development /R&D*). Langkah-langkah penggunaan metode ini adalah (1) potensi dan masalah, (2) mengumpulkan informasi, (3) desain produk, (4) validasi desain, (5) perbaikan desain, (6) uji coba produk, (7) revisi produk, (8) uji coba pemakaian, (9) revisi produk dan (10) produksi massal. Pada penelitian ini hanya sampai tahap revisi produk setelah uji coba produk secara terbatas.

Subyek pada penelitian ini adalah modul elektronik berbasis web menggunakan pendekatan saintifik pada materi teori atom mekanika kuantum. Lokasi penelitian pada penelitian ini adalah di enam SMA Negeri dan swasta di kabupaten Lampung Selatan pada tahap studi lapangan dan di SMA Negeri 1 Kalirejo Lampung Tengah pada tahap uji coba terbatas.

Sumber data dalam penelitian ini adalah guru mata pelajaran kimia kelas X dan siswa SMA kelas X yang telah mendapatkan materi teori atom mekanika kuantum. Data diambil dengan cara mewawancarai guru dan siswa. Pada tahap studi pendahuluan, yang menjadi sumber data adalah 6 guru mata pelajaran kimia dan 48 siswa yang tersebar di enam SMA Negeri dan swasta di kabupaten Lampung Selatan. Pada tahap uji coba terbatas, yang menjadi sumber data

adalah 3 guru mata pelajaran kimia dan 31 siswa di SMA Negeri 1 Kalirejo Lampung Tengah.

Pada tahap pengumpulan informasi terdiri dari studi pustaka dan studi lapangan. Pada tahap desain produk modul elektronik berbasis web ini terdiri dari analisis kebutuhan modul, penyusunan draf modul, inputing modul ke dalam web.

Pada tahap validasi produk, dilakukan oleh pakar atau tenaga ahli untuk memperoleh pengakuan atau pengesahan kesesuaian modul terhadap aspek kesesuaian isi dengan kurikulum, penyajian materi (konstruksi), grafika, keterbacaan, dan kesesuaian dengan karakteristik modul. Instrumen yang digunakan berupa angket validasi kelima aspek tersebut.

Tahap perbaikan desain dilakukan setelah mendapatkan masukan sesuai dengan rekomendasi dari pakar atau tenaga ahli yang telah diberikan.

Tahap uji coba produk secara terbatas dimaksudkan untuk mengetahui kelayakan, keterlaksanaan dan keefektivan modul.

Untuk mengetahui kelayakan modul, dilakukan penilaian oleh 3 orang guru mata pelajaran kimia terhadap aspek kesesuaian isi dengan kurikulum, kesesuaian modul dengan karakteristik modul yang baik, penyajian materi, grafika dan keterbacaan modul serta respon siswa terhadap aspek grafika dan keterbacaan. Instrumen yang digunakan berupa angket penilaian guru dan respon siswa terhadap aspek tersebut.

Untuk mengetahui keterlaksanaan modul, dilakukan dengan cara melaksanakan proses pembelajaran di dalam kelas menggunakan modul hasil pengembangan. Penilaian keterlaksanaan dilakukan dengan mengisi lembar observasi yang telah disediakan meliputi penilaian keterlaksanaan

modul hasil pengembangan dan aktivitas siswa.

Untuk mengetahui keefektifan modul dilakukan melalui postes yang kemudian dari hasil postes tersebut dihitung ketuntasan klasikalnya. Instrumen yang digunakan adalah soal postes.

Teknik analisis data hasil wawancara dilakukan dengan cara mengklasifikasi dan mentabulasi data berdasarkan klasifikasi yang dibuat. Kemudian menghitung persentase jawaban siswa dengan rumus: $\%J_{in} = \frac{J_{in}}{N} \times 100\%$ (Sudjana, 2005); dengan $\%J_{in}$ adalah Persentase pilihan jawaban-i; J_{in} adalah jumlah responden yang menjawab pernyataan-i dan N adalah jumlah seluruh responden. Lalu menjelaskan hasil presentasi jawaban responden dalam bentuk deskriptif naratif.

Teknik analisis data angket hasil validasi, penilaian guru dan respon siswa dilakukan dengan cara mengkode dan mengklasifikasikan data lalu mentabulasi data tersebut. Kemudian memberikan skor jawaban responden berdasarkan skala *Likert* yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala *Likert*

Pilihan Jawaban	Skor
Sangat Setuju (SS)	5
Setuju (ST)	4
Kurang Setuju (KS)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Lalu mengolah jumlah skor jawaban responden dan menghitung persentase skor jawaban responden angket pada setiap pernyataan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% X_{in} = \frac{\sum S}{S_{maks}} \times 100\% \quad (\text{Sudjana, 2005}),$$

dengan $\% X_{in}$ adalah persentase skor jawaban pernyataan ke-i pada angket;

S adalah Jumlah skor jawaban total dan S_{maks} adalah skor maksimum. Setelah itu menafsirkan persentase skor jawaban setiap pernyataan dan rata-rata persentase skor jawaban setiap angket menurut Arikunto (2008) yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tafsiran persentase skor

Persentase	Kriteria
80,1%-100%	Sangat tinggi
60,1%-80%	Tinggi
40,1%-60%	Sedang
20,1%-40%	Rendah
0,0%-20%	Sangat rendah

Teknik analisis data keefektifan modul dilakukan dengan cara menghitung skor post tes siswa dengan rumus $\text{Skor} = \frac{\text{Poin yang didapatkan}}{\text{Poin maksimal}} \times 100$ kemudian. Lalu mengklasifikasikan skor siswa terhadap ketuntasan penguasaan substansi. Kemudian menghitung jumlah siswa yang mencapai ketuntasan penguasaan substansi. Lalu menghitung persentase siswa siswa yang mencapai ketuntasan penguasaan substansi dengan rumus: $\% \text{Ketuntasan} = \frac{\text{Siswa Tuntas}}{\text{Total Siswa}} \times 100\%$

Modul yang dikembangkan dinyatakan efektif jika hasil belajar siswa setelah mengikuti tes tuntas secara klasikal atau lebih besar sama dengan 85% dari jumlah siswa yang ada di kelas tersebut (Mulyasa, 2007).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Studi pendahuluan

Setelah dilakukan studi pustaka didapatkan analisis KI dan KD, analisis konsep, silabus, dan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP).

Pada tahap ini dilakukan wawancara kepada 6 orang guru mata pelajaran kimia dan 47 siswa di kelas X peminatan Matematika dan Ilmu Alam.

Berdasarkan hasil tersebut diperoleh data bahwa sebanyak 83% guru menggunakan metode ceramah dalam proses pembelajaran mekanika kuantum serta menggunakan modul sebagai bahan ajar yang digunakan siswa. Modul yang digunakan siswa bukan buatan guru melainkan berasal dari distributor. Hal ini terjadi karena buku yang diberikan untuk siswa belum ada sehingga siswa berinisiatif untuk membeli modul yang dijual di koperasi sekolah. Sebanyak 67% guru juga mengatakan modul yang digunakan belum sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi serta belum mengajak semua siswa untuk aktif dalam pembelajaran, hanya siswa tertentu saja yang aktif dalam pembelajaran.

Sebanyak 83% guru mengatakan modul yang digunakan belum memenuhi karakteristik modul dan masih banyak kekurangannya. Berbagai alasan diungkapkan oleh mereka, seperti tidak ada pendahuluan, bahasa sulit dimengerti siswa, gambarnya kurang banyak, terlalu ringkas, ada beberapa yang salah konsep, serta soal untuk tingkat analisis kurang tersedia.

Semua guru yang diwawancarai menyatakan bahwa sudah mengetahui tentang kurikulum 2013 dan pendekatan saintifik, namun sebagian besar belum menerapkan pendekatan saintifik dalam proses pembelajaran. Hal ini terjadi karena mereka belum pernah mengikuti pelatihannya serta merasa cukup sulit dalam mengimplementasikan pendekatan saintifik pada materi teori atom mekanika kuantum ini. Selain itu, input dari siswa juga masih terbilang kurang. Kemudian

83% guru juga mengatakan bahwa modul yang mereka gunakan masih belum berbasis pendekatan saintifik, padahal menurut Nasution (2003) bahan ajar merupakan salah satu masukan (*input*) dalam proses pembelajaran yang merupakan implementasi pendekatan dari kurikulum yang berlaku. Oleh karena itu, ketika kurikulum suatu negara berubah, maka secara otomatis bahan ajar yang digunakannya pun berubah.

Sebanyak 67% guru juga menggunakan fasilitas internet dalam proses pembelajarannya. Melalui internet tersebut mereka dapat melengkapi bahan pembelajaran terutama tentang gambar-gambar yang mendukung penjelasan materi, serta informasi yang didapat lebih banyak. Semua guru menggunakan laptop dalam mengakses internet karena praktis dan materi yang diunduh dapat langsung dibuatkan power pointnya. Hal ini juga didukung dengan adanya fasilitas wifi di sekolah seperti di SMAN 1 Kalianda, SMAN 2 Kalianda, SMAN 1 Sidomulyo dan MAN 1 Kalianda.

Sebanyak 83% guru pernah mengakses situs yang berisi tentang materi teori atom mekanika kuantum dan mengunduh konten yang mendukung pembelajaran di situs tersebut serta mempermudah mereka dalam melaksanakan pembelajarannya kepada siswa. Semua guru setuju jika dilakukan pengembangan e-modul berbasis web dengan pendekatan saintifik materi teori atom mekanika kuantum dengan alasan karena harus disesuaikan dengan perkembangan IPTEK sehingga dapat memotivasi dan meningkatkan semangat belajar siswa serta mampu memberikan gambaran kepada siswa mengenai konsep-konsep abstrak seperti teori atom. Hal ini juga didukung oleh jaringan

internet yang sudah bagus serta siswa-siswi pada umumnya sudah bisa mengakses internet.

Berdasarkan hasil wawancara terhadap 47 siswa yang mewakili enam SMA negeri dan swasta di Kabupaten Lampung Selatan sebanyak 73% siswa menggunakan modul dalam proses pembelajaran teori atom mekanika kuantum yang didapatkan dengan cara membeli di koperasi. Mereka juga menyatakan bahwa modul yang digunakan sudah memuat gambar yang mendukung pembelajaran, namun desain yang terdapat di dalam modul kurang menarik. Gambar masih hitam putih, bahasa masih sulit dipahami, gambar-gambar yang disajikan juga sangat sedikit. Penjelasan dari gambar yang disajikan juga masih kurang.

Sebanyak 70% siswa juga mengatakan modul yang mereka gunakan sudah mengajak mereka aktif dalam proses pembelajaran. Mereka sudah diajak untuk mengamati fenomena/ gambar yang ada didalam modul, namun, gambar yang disajikan tidak jelas dan mereka hanya dituntut untuk mengamati saja tanpa ada instruksi atau penjelasan lebih lanjut. Sebanyak 77% siswa juga mengatakan di dalam modul juga tidak ada perintah untuk mengajak siswa mengumpulkan data maupun mengolah data. Modul yang mereka gunakan juga kurang lengkap dan sulit dimengerti, tidak memberikan gambaran tentang teori atom mekanika kuantum, yang banyak dibahas justru konfigurasi elektronnya. Alhasil, 87% siswa merasa kesulitan dalam memahami konsep teori atom mekanika kuantum dari modul yang digunakan.

Sebanyak 77% siswa sudah menggunakan internet dalam kehidupan sehari-hari. Mereka menggunakan *handphone/smartphone* dalam mengakses internet karena dirasa

lebih praktis dan mudah dibawa kemana-mana. Sebanyak 96% siswa menggunakan fasilitas internet berupa blog maupun web dalam proses pembelajaran karena informasi yang disajikan lebih lengkap dibanding modul yang mereka gunakan. Semua siswa juga setuju jika dikembangkan sebuah e-modul berbasis web dengan pendekatan saintifik materi teori atom mekanika kuantum.

Tahap studi lapangan juga dilakukan analisis modul yang digunakan oleh guru dan siswa. Hasil analisisnya adalah a) modul yang digunakan hanya berisi tentang rangkuman materi dan soal-soal saja bukan berisi tentang informasi atau penjelasan materi yang menyeluruh, b) penyajian konten pada modul juga masih belum memenuhi karakteristik modul yang baik, c) modul yang digunakan belum memiliki desain yang menarik terutama pada bagian isi. Penyajiannya masih hitam putih serta gambar yang disajikan masih belum ada penjelasannya. d) tidak terdapat indikator dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai dan e) Modul sudah mencantumkan *brand* kurikulum 2013, namun penyajian materi belum memberikan pendekatan saintifik sebagai pengalaman belajar untuk siswa.

Desain produk

Langkah-langkah penyusunan desain modul yang dilakukan menurut Tim Penyusun (2008) adalah sebagai berikut:

1) Analisis kebutuhan modul

Analisis kebutuhan modul merupakan kegiatan menganalisis kompetensi/ tujuan untuk menentukan jumlah dan judul modul yang dibutuhkan untuk mencapai suatu kompetensi. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan modul, judul modul yang dikembangkan

kan adalah “Modul Kimia Teori Atom Mekanika Kuantum”. Struktur materi dalam modul yang dikembangkan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Struktur materi dalam modul

No	Subpokok Bahasan	Materi
1	Kegiatan Pembelajaran 1	1. Sifat Dualisme Partikel Gelombang 2. Azas Ketidakpastian Heisenberg 3. Teori Atom Mekanika Kuantum
2	Kegiatan Pembelajaran 2	1. Bilangan Kuantum Utama (n) 2. Bilaangan Kuantum Azzimut (l) 3. Bilaangan Kuantum Magnetik (m) 4. Sifat Dualisme Partikel Gelombang (s)
3	Kegiatan Pembelajaran 3	1. Orbital s 2. Orbital p 3. Orbital d 4. Diagram Tingkat Energi Orbital

2) Penyusunan draf modul

Penyusunan draf modul dibuat menggunakan *software Lectora Publisher Installer Versi 11.32* yang dikembangkan oleh perusahaan *Trivantis Corporation*. Namun, sebelum menyusun draf, peneliti mendesain *lay out* modul terlebih dahulu.

Pada bagian *layout*, terdapat ikon menu petunjuk, *home*, dan *about me*, ikon *next*, *previous page*, penunjuk halaman modul, ikon menu utama

mengenai pelaksanaan penggunaan modul berupa pendahuluan modul, kegiatan pembelajaran, tes evaluasi, daftar pustaka dan glosarium, serta *games* edukasi. Bagian tengah terdapat penayangan nama pengembang produk serta nama dari setiap ikon menu (keterangan ini muncul ketika kursor berada pada menu yang ditunjuk), penunjuk waktu dan ikon *play music* serta ikon *close*. Bagian bawah terdapat tombol *feedback*, judul modul, serta *widget facebook*.

Struktur penulisan modul yang dikembangkan dalam penelitian ini terdiri dari (Tim Penyusun, 2008) :

Bagian pendahuluan. Pada bagian pendahuluan terdiri dari cover modul, petunjuk penggunaan modul, kata pengantar, daftar isi, KI dan KD, deskripsi modul serta peta konsep materi teori atom mekanika kuantum.

Bagian isi. Bagian isi modul terletak pada menu “Kegiatan Pembelajaran”. Pada menu ini, ditampilkan rute pembelajaran yang harus ditempuh oleh pengguna modul yang terdiri dari tiga kegiatan pembelajaran yaitu kegiatan pembelajaran 1, 2, dan 3. Jika pengguna mengklik rute tersebut, maka akan diarahkan menuju kegiatan pembelajaran yang dipilih.

Bagian penutup. Bagian ini terdiri dari evaluasi, daftar pustaka dan glosarium, *games* edukasi, tentang penulis serta *feedback* modul.

3) Inputting modul ke dalam web

Pada tahap ini dilakukan transformasi draf modul ke dalam bentuk file dengan format *.html* (draf II). Draf dengan format ini juga sudah bisa digunakan secara offline karena tersimpan di dalam PC peneliti serta dapat dibuka dengan menggunakan *software* penyedia akses internet, berupa *Google Chrome*, *Mozilla Firefox* maupun *Opera Mini*. Ke-

mudian mengunggah draf II ini ke halaman web. Alamat web untuk modul elektronik ini adalah chemical-e-module.hol.es. Penggunaan nama “chemical-e-module” memiliki arti “modul elektronik kimia” sedangkan domain “hol.es” adalah domain yang sudah disediakan oleh situs penyedia jasa layanan hostinger karena pembuatan alamat web ini diberikan secara gratis.

Validasi produk

Hasil dari penilaian validator dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil validasi ahli

No	Aspek yang dinilai	Rata-rata	Kategori
1	Kesesuaian Isi dengan Kurikulum	78,33	Tinggi
2	Kesesuaian modul dengan karakteristik modul yang baik	80,27	Sangat tinggi
3	Grafika	80,31	Sangat tinggi
4	Keterbacaan	80,80	Sangat tinggi
5	Penyajian Materi	82,46	Sangat tinggi

Perbaiki desain

Meskipun hasil validasi dari draf (III) memiliki kategori yang tinggi dan sangat tinggi, ada beberapa saran dari validator terhadap produk yang dikembangkan. Rekomendasi yang diberikan validator adalah a) indikator kesatu pada kegiatan pembelajaran 1 perlu dibuat lebih spesifik ; b) fenomena bola tenis dan gelombang air tidak sesuai konsep karena sifat gelombang dan partikel tidak dapat diterapkan sekaligus pada kedua fenomena

tersebut; c) video dan penjelasan tentang video pada sub materi teori atom mekanika kuantum sebaiknya dihapus karena tidak sesuai dengan konsep; d) hubungan bilangan kuantum utama dengan kulit atom tidak sesuai konsep; e) gambar rak yang menyatakan tingkat energi orbital tidak sesuai konsep; f) Persamaan Schrodinger yang disajikan sebaiknya persamaan yang melibatkan energi kinetik dan energi potensial, dan g) Gambar bentuk orbital 1s, 2s, dan 3s diganti dengan gambar yang memperlihatkan simpulnya

Uji coba produk

Pada tahap ini dilakukan kegiatan penggunaan e-modul pada peserta terbatas untuk mengetahui kelayakan, keterlaksanaan dan keefektifan e-modul dalam pembelajaran.

1) Penilaian kelayakan oleh guru

Hasil penilaian guru terhadap modul hasil pengembangan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil penilaian guru terhadap modul

No	Aspek yang dinilai	Rata-rata	Kategori
1	Kesesuaian Isi dengan Kurikulum	82,00	Sangat Tinggi
2	Kesesuaian modul dengan karakteristik modul yang baik	83,73	Sangat Tinggi
3	Grafika	82,54	Sangat Tinggi
4	Keterbacaan	84,27	Sangat Tinggi
5	Penyajian Materi	80,70	Sangat Tinggi

2) Respon siswa

Hasil respon siswa terhadap modul hasil pengembangan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil respon siswa terhadap modul

No	Aspek yang dinilai	Rata-rata	Kategori
1.	Grafika	82,38	Sangat Tinggi
2.	Keterbacaan	82,35	Sangat Tinggi

3) Keterlaksanaan Modul

Hasil penilaian observer terhadap keterlaksanaan modul dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil observasi keterlaksanaan modul

Pertemuan ke-	Skor Observer	Kategori
1	75.27	Tinggi
2	77.42	Tinggi
3	78.49	Tinggi

4) Keefektivan Modul

Modul elektronik yang dikembangkan dinyatakan efektif jika hasil belajar siswa setelah mengikuti tes tuntas secara klasikal 85% dari jumlah siswa yang ada di kelas tersebut (Mulyasa, 2007). Data hasil belajar siswa dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil observasi keterlaksanaan modul

No	Hasil belajar	Jumlah
1.	Nilai rata-rata	68,52
2.	Nilai tertinggi	88,00
3.	Nilai terendah	48,00
4.	Siswa yang tuntas	18
5.	Siswa tidak tuntas	13

Berdasarkan hasil perhitungan, ketuntasan hasil belajar siswa secara klasikal yaitu mencapai 58,06%. Hal ini menunjukkan bahwa modul elektronik hasil pengembangan belum efektif. Selain dari hasil belajar siswa, modul elektronik yang dikembangkan dikatakan efektif jika respon siswa setelah menggunakan modul dalam pembelajaran menunjukkan respon yang positif. Respon siswa dinyatakan positif apabila 50% dari seluruh butir pernyataan termasuk dalam kategori positif (Prasetyo, 2012). Hasil respon positif siswa setelah menggunakan modul sebanyak 84,56 %.

Hasil rata-rata penilaian validator, diperoleh kategori tinggi pada aspek kesesuaian isi dengan kurikulum, dan sangat tinggi pada aspek kesesuaian dengan karakteristik modul, grafika, keterbacaan dan penyajian materi, sehingga gapat disimpulkan bahwa modul elektronik berbasis web menggunakan pendekatan saintifik valid untuk digunakan pada pembelajaran dikelas.

Pada hasil penilaian guru terhadap terhadap aspek kesesuaian isi dengan kurikulum, dan sangat tinggi pada aspek kesesuaian dengan karakteristik modul, grafika, keterbacaan dan penyajian materi memiliki kategori sangat tinggi. Hasil respon siswa terhadap aspek grafika dan keterbacaan juga memiliki kategori sangat tinggi sehingga dapat disimpulkan bahwa modul hasil pengembangan layak untuk digunakan pada pembelajaran di kelas.

Berdasarkan rata-rata persentase nilai dari observer, dapat disimpulkan bahwa keterlaksanaan modul elektronik berbasis web menggunakan pendekatan saintifik dapat dikatakan baik.

Keefektivan moduk dapat dilihat dari ketuntasan klasikal dan respon

positif siswa setelah menggunakan modul dalam proses pembelajaran. Hasil perhitungan ketuntasan klasikal menunjukkan bahwa ketuntasan siswa secara klasikal sebesar 58,06% sehingga dapat diartikan bahwa modul elektronik belum efektif. Ketidaktuntasan penguasaan substansi pada siswa dapat terjadi karena dipengaruhi oleh faktor luar dan faktor dalam dari peserta didik (Slavin, 2008).

Faktor dalam dari peserta didik yang dapat dilihat dari penelitian ini yaitu kemampuan akademik. Kemampuan akademik siswa erat kaitannya dengan kemampuan peserta didik memecahkan masalah ataupun menemukan jawaban atas keingintahuannya selama kegiatan pembelajaran, serta kemampuan peserta didik dalam menyimpan atau mengingat suatu konsep materi pelajaran. Kemampuan siswa dalam memahami materi berbeda antara siswa yang satu dengan siswa yang lain. Hal ini ditunjukkan dengan hasil respon siswa setelah menggunakan modul elektronik dalam proses pembelajaran. Banyak siswa yang belum memahami isi materi yang ada didalam modul seperti yang terlihat pada data respon siswa setelah menggunakan modul. Hanya 67,74% siswa yang sudah memahami isi materi yang ada di dalam modul.

Motivasi belajar juga mempengaruhi hasil belajar siswa. Pada penelitian ini, hasil belajar siswa tidak digunakan oleh guru mitra sebagai data untuk ketuntasan belajar siswa selama satu semester sehingga dalam pelaksanaan tes evaluasi siswa kurang termotivasi dalam mengerjakan soal tersebut. Kurangnya motivasi siswa dalam mengerjakan soal postes dapat dilihat dari lamanya siswa mengerjakan soal-soal tersebut. Pada

pelaksanaan postes siswa semua siswa selesai mengerjakan dalam waktu 30 menit, sedangkan alokasi waktu yang di berikan adalah 75 menit.

Kurangnya motivasi peserta didik untuk belajar mengakibatkan hasil belajar tidak memenuhi kriteria minimal. Motivasi merupakan faktor yang sangat penting dalam proses pembelajaran karena dengan motivasi peserta didik akan lebih bersemangat untuk belajar dan berusaha semaksimal mungkin agar nilai hasil belajarnya tuntas. Menurut Aritonang (2008) motivasi belajar sangat penting pengaruhnya untuk menentukan hasil belajar peserta didik. Sugiyanto (2006) juga mengemukakan bahwa semakin tinggi motivasi semakin tinggi pula peserta didik memperoleh prestasi akademiknya.

Selain dari hasil belajar siswa, modul elektronik yang dikembangkan dikatakan efektif jika respon siswa setelah menggunakan modul elektronik hasil pengembangan dalam pembelajaran menunjukkan respon yang positif. Berdasarkan hasil perhitungan, diketahui bahwa respon siswa setelah menggunakan modul elektronik adalah positif. Hal tersebut dapat terlihat dari rata-rata persentase jawaban siswa dari pernyataan pada angket adalah 84,56 %. Hampir seluruh siswa memberikan respon positif terhadap modul yang dikembangkan dan berminat terhadap pembelajaran menggunakan modul elektronik hasil pengembangan. Hal ini menunjukkan bahwa siswa senang terhadap modul hasil pengembangan.

Alasan siswa memberikan respon positif adalah karena modul yang dikembangkan berbeda dengan sumber belajar yang mereka gunakan sebelumnya. Pada modul ini, materi dan latihan soal juga disajikan secara

interaktif, sehingga siswa bisa langsung mengetahui apakah jawaban yang diberikan benar atau tidak. Prastowo (2012) menyebutkan bahwa bahan ajar interaktif dimanfaatkan karena menarik dan memudahkan penggunaannya dalam mempelajari materi.

Seluruh siswa juga merasa senang pada proses pembelajaran menggunakan modul ini karena dilengkapi dengan *games* edukasi, seperti yang diungkapkan oleh Nasution (2000) suasana yang menyenangkan dapat menumbuhkan kegairahan belajar. Permainan ini dapat membuat peserta didik bersemangat dan tidak bosan, sehingga berpengaruh terhadap peningkatan hasil belajar, sebagaimana yang dikatakan Yurmalin (2013) pembelajaran melalui permainan memberikan keuntungan yaitu apa yang dipelajari peserta didik tidak hanya pengetahuan akal semata, melainkan benar-benar dialami secara nyata. Pembelajaran yang diberikan dengan permainan menjadi lebih menarik dan berkesan bagi siswa.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa e-modul berbasis web dengan pendekatan saintifik materi teori atom mekanika kuantum dinyatakan valid dan layak digunakan. Penilaian guru terhadap aspek kesesuaian isi dengan kurikulum memiliki, kesesuaian dengan karakteristik modul, grafika, keterbacaan dan penyajian materi memiliki kategori yang sangat serta respon siswa terhadap aspek grafika dan keterbacaan juga memiliki kategori sangat tinggi. Keterlaksanaan modul elektronik hasil pengembangan dinyatakan baik karena berdasarkan penilaian obser-

ver memiliki kategori tinggi pada setiap pertemuan. Modul elektronik dari hasil pengembangan dinyatakan efektif berdasarkan respon siswa terhadap modul. Rata-rata siswa memberikan respon positif setelah menggunakan modul. Jika dilihat dari aspek ketuntasan klasikal, modul elektronik masih belum efektif karena ketuntasan penguasaan submateri ini hanya 58,06% sedangkan dinyatakan efektif jika ketuntasan klasikal 85%.

DAFTAR RUJUKAN

- Afgani, Muhammad Win. 2009. Pengembangan Media Website pada Materi Program Linear di Sekolah Menengah Atas. *Tesis Magister Pendidikan Matematika Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya*. (tidak diterbitkan)
- Arifin, S. 2010. Pengembangan *blogsupport* Pembelajaran Matematika Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(1): 70-85.
- Arikunto, S. 2008. *Penilaian Program Pendidikan*. Bina Aksara. Jakarta.
- Aritonang, KT. 2008. Minat dan Motivasi dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Penabur* (10): 11-21.
- Carpi, A. 2001. Improvements in Undergraduate Science Education Using Web-Based Instructional Modules: The Natural Science Pages. *J.Chem-Educ.* 78(12): 1709-1712
- Chang, C. 2001. A study on the Evaluation and Effectiveness Analysis of Web-Based Learning Portfolio

(WBLP). *Br.J.Educ.Techno.* 32 (4): 435-458

Chou S, dan Chien-Hung Liu. 2004. Learning Effectiveness in a Web-based Virtual Learning Environment: A Learner Control Perspective. *J.Comput.Assis.Learn.* 21: 65-75

Crippern, K.J and Boyd L. Earl. 2005. The Impact of Web-based Worked Examples and Self-Explanation on Performance, Problem Solving, and Self-Efficacy. *J.Comput.Educ.* 1-13

Hartley, Darin E. 2001. *Selling e-Learning*. USA: American Society for Training and Development

Khalifa, M., and Rinky Lam. 2002. Web-Based Learning: Effects on Learning Process and Outcome. *IEEE Transactionn On Education.* 45 (4): 350-356

Lubezki, A., Dori, Y. J., & Zoller, U. 2004. Hocspromoting Assessment of Students' Performance on Environment-related Undergraduate Chemistry. *J.Chem.Educ.Res. Prac.* 5(2): 175-184.

Mackey, TP. dan Jinwo Ho. 2008. Exploring the Relationships Between Web Usability and Students' Perceived Learning in Web-based Multimedia (WBMM) Tutorials. *J.Comput.Educ.* 50: 386-409

Miri, B dan Sheizaf Rafaeli. 2004. On-line Question-posing and Peer-Assessment as Means for Web-based Knowledge Sharing in Learning: *Inter.J.Hum.Comput.Stud.* 61 (2004) 84-103

Mulyasa. 2007. *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Bandung: Rosda

Nasution, S. 2000. *Didaktik Asas-asas Mengajar*. Bandung : Jemmars

Nasution, S. 2003. *Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara

Prasetyo, W. 2012. Pengembangan LKS dengan Pendekatan PMR pada Materi Lingkaran di kelas VII SMPN 2 Kepohbaru Bojonegoro. *Jurnal Pendidikan Matematika 2 (1)*: 2-7

Prastowo, Andi. 2012. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Jogjakarta: Diva Press

Sari, R. A. 2014. Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia Berbasis Web untuk Materi Struktur Atom dan Sistem Periodik Unsur SMA Kelas XI. *Jurnal Pendidikan Kimia, Vol. 3 No . 2 Tahun 2014 Hal. 7-15*. Surakarta: UNS

Slavin, R.E. 2008. *Pembelajaran Kooperatif Teori Riset dan Praktik*. Bandung. Nusa Indah

Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito

Sudjana, N. 2010. *Penilaian hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya

Sugiyanto. 2006. *Pentingnya Motivasi Berprestasi dalam Mencapai Keberhasilan Akademik Siswa*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

Tim Penyusun, 2008. *Penulisan Modul*. Jakarta: Direktorat Tenaga

Kependidikan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Pendidikan Departemen Pendidikan Nasional

Tim Penyusun. 2013. *Diklat Guru Dalam Rangka Implementasi Kurikulum 2013. Analisis Materi Ajar Konsep Pendekatan Saintifik*. Jakarta: Kemdikbud

Tim Penyusun, 2014. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 59 Tahun 2014 Lampiran III 10.d Tentang Pedoman Mata Pelajaran Kimia Minat Sekolah Menengah Atas/ Madrasah Aliyah. Jakarta: Kemdikbud

Tsai, Mand Chin-Chung Tsai. 2010. Information Searching Strategies in Web-Based Science Learning: The Role of Internet Self-Efficacy. *J. Innov. Educ. Teach. Inter.* 40 (1): 43-50

Tsapartis, G. & Zoller, U. 2003. Evaluation of Higher vs. Lower-order Cognitive Skills-type Examination in Chemistry: Implications for University in-class Assessment and Examination. *J.Chem.Educ.* 7;50-57.

Umaida, N. 2009. *Studi Kesulitan Belajar dan Pemahaman Konsep Struktur Atom Pada Siswa SMA Negeri 8 Malang*. Malang: Universitas Negeri Malang

Wahono, R.S. 2005. *Pengantar e-learning dan Pengembangannya*. Jakarta: LIPI

Wang, et al. 2006. Learning Styles and Formative Assessment Strategy: Enhancing Student Achievement in Web-based Learning. *J.Comput.Assis.Learn.* 22: 207-217

Yurmalin, MZ. 2013. Pengembangan Permainan Ular Tangga untuk Kuis Mata Pelajaran Sains Sekolah Dasar. *Jurnal Teknik* 3(1) 75-84