

PENGEMBANGAN REPRESENTASI KIMIA SEKOLAH BERBASIS INTERTEKSTUAL PADA SUB-KONSEP KONFIGURASI ELEKTRON MODEL ATOM BOHR YANG DIPERLUAS DALAM BENTUK MULTIMEDIA

Budiman Anwar, Rd. r. Srie Ernawati, Rahmat Setiadi, dan Wiji

Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA
Universitas Pendidikan Indonesia

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian yang menghasilkan representasi kimia berbasis intertekstual berupa multimedia pada sub-konsep konfigurasi elektron berdasarkan model atom Bohr yang diperluas. Dalam penelitian ini digunakan metode deskriptif dan evaluatif yang merupakan bagian dari Penelitian dan Pengembangan (R & D). Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan kerja, yaitu: (1) penentuan materi subjek, (2) kajian standar kompetensi dan kompetensi dasar yang terdapat pada standar isi serta contoh silabus BSNP untuk menentukan indikator dan konsep, (3) pengumpulan multimedia *existing*, (4) analisis multimedia *existing* berdasarkan kajian aspek konten, pedagogi, dan multimedia, (5) pembuatan *script* dan *storyboard* yang divalidasi berdasarkan aspek konten dan pedagogi, (6) revisi *script* dan *storyboard*, (7) pembuatan multimedia yang kemudian di validasi pada aspek multimedia. Multimedia ini kemudian ditanggapi oleh guru dan siswa untuk mengetahui kualitas multimedia berdasarkan kriteria/ indikator yang telah ditentukan melalui angket. Hasilnya diolah secara deskriptif persentase. Angket diberikan kepada lima orang guru mata pelajaran Kimia dan 30 orang siswa SMA kelas XI dan XII yang telah mempelajari mengenai sub-konsep konfigurasi elektron berdasarkan model atom Bohr yang diperluas. Berdasarkan data angket guru diperoleh hasil bahwa tingkat persetujuan terhadap: (1) kualitas multimedia adalah 84%, (2) kejelasan penyampaian materi/ konsep adalah 96%, (3) peran multimedia adalah 100%, dan (4) pengembangan multimedia adalah 100%. Secara keseluruhan respon guru terhadap multimedia terletak pada daerah positif. Berdasarkan data angket siswa diperoleh hasil bahwa tingkat persetujuan terhadap: (1) motivasi pada multimedia adalah 85.31%, (2) konten pada multimedia adalah 84.7%, (3) navigasi pada multimedia adalah 86%, (4) multimedia dan interaktivitasnya adalah 90.84%, dan (5) tampilan multimedia adalah 86.77%. Secara keseluruhan respon siswa terhadap multimedia terletak pada daerah setuju. Dengan demikian representasi kimia sekolah berbasis intertekstual pada sub-konsep konfigurasi elektron model atom Bohr yang diperluas dalam bentuk multimedia yang telah dikembangkan dapat digunakan.

Kata kunci: intertekstual, konfigurasi elektron, model atom Bohr, multimedia, representasi kimia

ABSTRACT

Has done research that results in the form of textual representations of chemical-based multimedia sub-concept of electron configurations based on the extended Bohr model of the atom. This study used a descriptive and evaluative methods that are part of the Research and Development (R & D). Procedure of the research work carried out in several stages, namely: (1) determination of the subject matter, (2) a standard assessment and basic competencies contained in content standards and sample syllabi BSNP to define indicators and concepts, (3) existing multimedia collection, (4) analysis of existing multimedia based study aspects of content, pedagogy, and multimedia, (5) creation scripts and storyboards are validated based on aspects of content and pedagogy, (6) the revised script and storyboard, (7) multimedia creation later in the validation of the multimedia aspect. Multimedia is then taken up by teachers and students to determine the quality of multimedia based on the criteria / indicators that have been determined through a questionnaire. The results are processed by descriptive percentages. Questionnaires given to five teachers of Chemistry subjects and 30 high school students of class XI and XII who have studied the concept of sub-electron configuration by the extended Bohr model of the atom. Based on data from the teacher questionnaire obtained results that the level of agreement to: (1) multimedia quality is 84%, (2) clarity of delivery of materials / concepts was 96%, (3) the role of multimedia is 100%, and (4) development of multimedia is 100%. Overall the response of teachers to the multimedia lies in the positive region. Based on data from student questionnaires obtained results that the level of agreement to: (1) multimedia motivation is 85.31%, (2) the contents of multimedia is 84.7%, (3) navigation in multimedia is 86%, (4) multimedia and interaktivitasnya is 90.84% and (5) multimedia display is 86.77%. Overall the students' response to the multimedia lies in the area agreed. Thus the textual representation of chemical-based schools in the sub-concepts of the Bohr model of the atom the electron configurations are expanded in the form of multimedia that has been developed can be used.

Keywords: chemistry representation, electron configuration, intertextual, model atom Bohr, multimedia

PENDAHULUAN

Topik kimia pada umumnya berkaitan dengan struktur suatu zat, maka kimia dinilai sebagai salah satu mata pelajaran yang sulit oleh kebanyakan siswa. Hal ini disebabkan karena, pada umumnya kurikulum kimia memasukkan konsep-konsep abstrak yang merupakan sentral untuk pembelajaran selanjutnya dalam kimia atau cabang ilmu lain (Sirhan, 2007). Kimia dapat direpresentasikan secara makroskopik, sub-mikroskopik, dan simbolik (Mulyani, *et al.* tidak diterbitkan). Representasi merupakan cara untuk mengekspresikan fenomena, objek, kejadian, konsep-konsep abstrak, ide, proses, mekanisme, dan bahkan sistem (Wu & Soloway, 2000). Namun, beberapa penelitian memperlihatkan bahwa banyak siswa merasa tidak mengerti hubungan ketiga level representasi yang meliputi makroskopik, sub-mikroskopik, dan simbolik dalam kimia (Treagust & Chandrasegaran, 2009). Menurut Berkel *et al.* (2009) tidak hanya siswa tetapi juga guru dan bahkan penulis-penulis buku membuat kesalahan dalam memperlihatkan level makroskopik/sub-mikroskopik/symbolik. Bahasa deskriptif yang digunakan dalam buku-buku teks tidak memperlihatkan adanya perbedaan antara ketiga level tersebut sehingga menyebabkan pemisahan bagian-bagian dalam buku-buku teks (Berkel *et al.*, 2009). Oleh karena buku-buku teks menyajikan ketiga level tersebut secara terpisah, maka ketika pembelajaran, guru pun cenderung memisahkan ketiga level tersebut, sehingga dapat menyebabkan pembelajaran yang parsial.

Menurut Holbrook (2005), penelitian memperlihatkan bahwa pembelajaran kimia tidak populer dan tidak relevan di mata siswa, tidak dapat meningkatkan kemampuan kognitif siswa, menimbulkan *gaps* antara harapan siswa dan pembelajaran dari guru, dan tidak ada perubahan karena guru takut untuk merubah dan memerlukan panduan (Holbrook, 2005). Dengan demikian berbagai multimedia telah dirancang untuk membantu siswa dalam memvisualisasikan keberadaan kimia (seperti atom dan molekul) yang direpresentasikan dalam simbol-simbol kimia untuk mengembangkan pemahaman mereka pada ketiga level representasi (Wu, 2003).

Namun dalam hal ini, multimedia yang sudah ada memiliki keterbatasan-keterbatasan yakni kurang memperhatikan aspek multimedia, pedagogi, dan konten. Hal ini ditunjukkan dengan adanya kekurangan dan kelebihan pada ketiga aspek tersebut.

Salah satu konsep kimia yang bersifat abstrak yaitu mengenai Konfigurasi Elektron Berdasarkan Model Atom Bohr yang diperluas. Konsep kimia yang bersifat abstrak tersebut, menyebabkan siswa menjadi tidak paham pada materi yang diajarkan. Ketidapahaman ini dapat menyebabkan miskonsepsi pada siswa. Terdapat beberapa miskonsepsi pada materi Konfigurasi Elektron yaitu :

1. Siswa pada umumnya tidak mengetahui dasar dari teori kuantum seperti spektroskopi, hanya dijelaskan sekilas.
2. Kesalahan berpikir siswa bahwa spektrum garis menggambarkan tingkat energi atom. Namun pada kenyataannya tidak seperti itu.
3. Siswa merasa kesulitan dalam menghubungkan garis pada spektra emisi dan spektra absorpsi dengan transisi elektron antara kedua tingkat energi.

Berdasarkan hal diatas, maka untuk mempelajari ilmu kimia khususnya konfigurasi elektron berdasarkan model atom Bohr yang diperluas, diperlukan suatu cara yang dapat mencakup ketiga level representasi tersebut dan juga memperhatikan aspek pedagogi, konten, dan multimedia sehingga kesulitan terhadap konsep-konsep kimia dapat dihindarkan.

METODE

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian dan pengembangan (R&D). Dalam pelaksanaan R&D ini digunakan metode deskriptif dan evaluatif. Metode deskriptif digunakan dalam penelitian awal dalam menghimpun data tentang kondisi yang ada. Sedangkan metode evaluatif digunakan untuk mengevaluasi proses uji coba pengembangan suatu produk. Produk yang dikembangkan melalui serangkaian uji coba dan setiap

kegiatan uji coba diadakan evaluasi, baik evaluasi hasil maupun evaluasi proses. Berdasarkan temuan-temuan dan uji coba diadakan penyempurnaan-penyempurnaan (Sukmadinata, 2005).

Prosedur penelitian yang dilakukan mengacu pada percobaan-percobaan *Far West Laboratory*. Menurut Borg dan Gall ada sepuluh langkah pelaksanaan strategi penelitian dan pengembangan (Sukmadinata, 2005). Namun dalam penelitian ini dilakukan lima langkah penelitian, yang terdiri dari tahap persiapan, tahap pembuatan/pengembangan, dan tahap akhir.

Pada tahap persiapan dilakukan:

1. Penelitian dan pengumpulan data (*research and information collecting*). Pada langkah ini dilakukan penentuan materi subjek, kajian SK dan KD serta contoh silabi untuk menentukan indikator dan konsep yang disajikan dalam bentuk tabel kesesuaian indikator-konsep, pengumpulan multimedia *existing*, dan analisis multimedia *existing* berdasarkan kajian aspek konten, pedagogi dan multimedia yang disajikan dalam bentuk tabel analisis multimedia *existing* yang berupa kekurangan dan kelebihan dari masing-masing multimedia.
2. Perencanaan (*planning*). Pada langkah ini dilakukan pembuatan *script* dan *storyboard* yang kemudian divalidasi berdasarkan aspek pedagogi dan konten. Hasil validasi disajikan dalam bentuk lembar observasi.

Pada tahap pembuatan/pengembangan, dilakukan pengembangan draft produk (*develop preliminary form of product.*). Pada langkah ini dilakukan pengembangan atau pembuatan multimedia yang divalidasi berdasarkan aspek multimedia. Hasil validasi disajikan dalam bentuk lembar observasi.

Pada tahap akhir dilakukan:

1. Uji coba lapangan awal (*preliminary field testing*). Pada langkah ini dilakukan uji coba lapangan dengan 5 guru dan 30 siswa sebagai responden. Selama uji coba diadakan pengedaran angket untuk memberikan tanggapan terhadap multimedia yang dihasilkan. Data hasil

angket tersebut diinterpretasikan secara kontinum yang kemudian diubah dalam bentuk persentase tingkat persetujuan (Sugiyono, 2009).

2. Merevisi hasil uji coba (*main product revision*). Memperbaiki atau menyempurnakan multimedia hasil uji coba.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, diperoleh hasil pada tiap tahapan sesuai dengan prosedur penelitian dan pengembangan yang diuraikan sebagai berikut:

1. Penentuan Materi Subjek Penelitian

Penentuan ini dilakukan karena pada dasarnya seluruh materi kimia dapat dikembangkan kedalam representasi dalam bentuk multimedia. Materi subjek yang ditentukan pada penelitian ini adalah Konfigurasi elektron Model Atom Bohr yang diperluas. Terdapat beberapa konsep penting dalam mengkaji konfigurasi elektron berdasarkan model atom Bohr yang diperluas yaitu mengenai fakta tingkat energi atom dan jumlah elektron maksimum tiap kulit. Hal ini perlu diketahui siswa sebelum penjelasan mengenai aturan penulisan konfigurasi elektron berdasarkan model atom Bohr yang diperluas. Oleh karena itu kajian terhadap materi ini sangat diperlukan.

2. Kajian Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar serta Contoh Silabi BSNP

Berdasarkan hasil kajian tersebut diperoleh bahwa sub-konsep konfigurasi elektron berdasarkan model atom Bohr yang diperluas berada di kelas X semester 1. Materi mengenai Konfigurasi elektron berdasarkan model atom Bohr yang diperluas ini berhubungan dengan materi yang dipelajari di kelas XI semester 1 yaitu Konfigurasi elektron berdasarkan teori Mekanika Kuantum. Salah satu konsep yang dipelajari yaitu mengenai spektrum atom yang dapat dijelaskan oleh teori atom Bohr. Oleh karena itu dilakukan pengembangan indikator berdasarkan contoh silabus BSNP. Terdapat tiga indikator yang

telah dikembangkan yaitu menghubungkan fakta spektrum emisi atom terhadap keberadaan tingkat energi atom, menghubungkan data energi ionisasi terhadap keberadaan tingkat energi atom, dan menentukan konfigurasi elektron menurut model atom Bohr yang diperluas berdasarkan aturan atau pola yang telah ditetapkan.

Pengembangan indikator dilakukan sesuai dengan langkah sebagai berikut: (1) Analisis Tingkat Kompetensi dalam Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar, dapat dilihat melalui kata kerja operasional yang digunakan dalam SK dan KD. (2) Analisis Karakteristik Mata Pelajaran, dimana mata pelajaran kimia berhubungan dengan kompetensi berpikir tingkat tinggi dan berhubungan juga dengan kompetensi sains, sehingga kata kerja operasional yang digunakan sesuai dengan karakteristik tersebut.

Setelah pengembangan indikator langkah selanjutnya adalah menentukan konsep-konsep yang akan dipelajari. Kajian mengenai Standar Kompetensi, Kompetensi Dasar, pengembangan indikator, dan konsep divalidasi.

3. Pengumpulan Multimedia Existing

Pengumpulan multimedia *existing* dilakukan dengan pencarian multimedia *existing* melalui internet baik melalui *search engine google* (penelusuran lanjutan) maupun *youtube*. Multimedia yang dicari berupa video atau animasi. Dari sekian banyak video atau animasi yang diperoleh berdasarkan hasil pencarian tersebut, terdapat enam multimedia *existing* yang dianalisis pada indikator pertama mengenai fakta keberadaan tingkat energi atom berdasarkan spektrum emisi atom. Kemudian tiga multimedia *existing* yang dianalisis pada indikator kedua mengenai fakta keberadaan tingkat energi atom berdasarkan energi ionisasi dan dua multimedia *existing* yang dianalisis pada indikator ketiga mengenai konfigurasi elektron atom Bohr.

4. Kajian Aspek Konten, Pedagogi, dan Multimedia

Pada kajian konten dilakukan berdasarkan konsep-konsep yang telah

disusun sebelumnya sesuai dengan indikator yang telah dikembangkan. Dalam kajian konten ini dilakukan terhadap beberapa buku teks mengenai sub-konsep Konfigurasi Elektron Model Atom Bohr yang diperluas. Kajian konten ini meliputi level makroskopik, level sub-mikroskopik, dan level simbolik. Terdapat delapan buku-buku yang digunakan dalam kajian konten ini yaitu (1) *A-Level Chemistry for Senior High School Students Based on KTSP and Cambridge Curriculum Volume 2B* (Prof. Effendy Ph.D), (2) *Kimia Universitas Asas dan Struktur* (James E Brady), (3) *Chemistry, 3rd Edition* (Robb Lewis dan Wynne Evans), (4) *Chemistry, 4th Edition* (Mc. Murry Fay), (5) *General Chemistry, 7th Edition* (Davis et al), (6) *The Free High School Science Texts: Textbooks for High School Student Studying The Science Chemistry Grades 10-12* (FHSST Authors), (7) *Kimia untuk SMA Kelas X* (Michael Purba), dan (8) *Chemistry for Senior High School Students Based on 2007 Cambridge Curriculum Volume IA* (Prof. Effendy Ph.D).

Pada kajian teori belajar, dilakukan berdasarkan kata kerja operasional yang digunakan pada indikator. Berdasarkan hal tersebut dapat ditentukan teori belajar yang sesuai. Pada indikator pertama dan kedua yaitu menghubungkan fakta keberadaan spektrum emisi atom terhadap keberadaan tingkat energi atom dan menghubungkan data energi ionisasi terhadap keberadaan tingkat energi atom, konsep-konsep yang diajarkan pada indikator tersebut merupakan konsep yang baru diketahui siswa SMA kelas X. Sehingga penggunaan teori belajar yang sesuai untuk indikator ini adalah Teori Belajar Bruner. Sedangkan untuk indikator ketiga, yaitu menentukan konfigurasi elektron atom Bohr berdasarkan aturan atau pola yang telah diterapkan, konsep-konsep yang diajarkan berhubungan dengan konsep-konsep yang telah dipelajari sebelumnya yaitu mengenai fakta keberadaan tingkat energi berdasarkan spektrum emisi dan energi ionisasi. Sehingga penggunaan teori belajar yang sesuai untuk indikator ini adalah Teori Belajar Ausubel.

Pada kajian aspek multimedia ini dilakukan dengan mengkaji enam sumber berupa jurnal yaitu (1) *Multimedia Learning of Chemistry* (Kozma dan Russel), (2) *Nine*

Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning (Mayer dan Moreno), (3) *Cognitive Constraints on Multimedia Learning: When Presenting More Material Results in Less Understanding* (Mayer, Heiser, dan Lonn), *Five Commonbut Questionable Principle of* (4) *Multimedia Learning* (Clark dan Feldon), (5) *Cognitive Approach to Instructional Design for Multimedia Learning* (Sorden), dan (6) *A Cognitive Theory of Multimedia Learning Implication for Design Principles* (Mayer dan Moreno). Kajian ini menghasilkan sepuluh prinsip multimedia berdasarkan Mayer yaitu *Multimedia Principle, Contiguity Principle, Coherence Principle, Modality Principle, Redundancy Principle, Interactivity Principle, Signaling Principle*. Hasil kajian terhadap multimedia ini dilakukan agar multimedia yang dikembangkan sesuai dengan prinsip-prinsip multimedia yang dikaji.

5. Analisis Multimedia Existing Berdasarkan Aspek Konten, Pedagogi, dan Multimedia

Kajian konten digunakan dalam menganalisis konten/materi yang terdapat pada multimedia *existing* tersebut. Kajian teori belajar digunakan dalam menganalisis multimedia *existing* dari segi pedagogi yaitu teknik penyampaian konsep sesuai dengan teori belajar yang digunakan pada masing-masing indikator. Sedangkan kajian multimedia digunakan untuk menganalisis multimedia *existing* dari segi kesesuaian prinsip-prinsip multimedia yang digunakan. Multimedia *existing* yang telah dikumpulkan ini dianalisis berdasarkan kelebihan dan kekurangan multimedia sehingga menjadi dasar untuk multimedia yang akan dikembangkan.

6. Pembuatan Script dan Storyboard

Script merupakan narasi yang menjelaskan multimedia yang akan dibuat berdasarkan aspek-aspek yang telah dikaji. *Script* dan *storyboard* yang telah dibuat kemudian divalidasi dari segi aspek pedagogi dan kontennya oleh validator. Validasi digunakan sebagai perbaikan *script* dan *storyboard* serta sebagai pertimbangan dalam pembuatan multimedia.

7. Pembuatan Multimedia

Pengembangan multimedia ini dibuat berdasarkan *script* dan *storyboard* yang telah disusun pada tahap sebelumnya dalam bentuk *Flash* (CS5) yang didalamnya terdiri dari 22 layar (*screen*) yang terdiri dari 16 animasi, satu video hasil rekaman, dua video yang dipilih dari multimedia *existing* sesuai dengan kebutuhan, dan tiga layar statis. Representasi dalam bentuk multimedia ini terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian pendahuluan yang meliputi judul, *author*, bagian menu yang menyajikan tiga menu sesuai dengan indikator yang telah disusun sebelumnya, dan bagian isi, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.



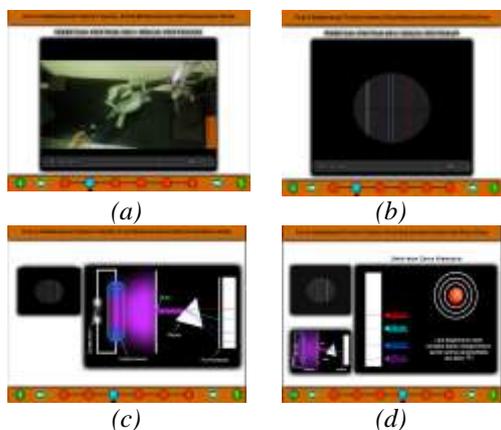
Gambar 1. Pendahuluan Multimedia (atas), dan Menu Awal Multimedia (bawah)

Pada bagian menu pertama ditampilkan terlebih dahulu mengenai fenomena spektrum yang dihasilkan oleh unsur-unsur pada reaksi uji nyala (Gambar 2). Fenomena ini merupakan fakta keberadaan tingkat energi elektron dalam atom. Dengan fenomena tersebut, guru dapat mengundang pertanyaan pada siswa mengenai perbedaan warna yang terjadi pada unsur-unsur tersebut.



Gambar 2. Multimedia Video Uji Nyala Unsur

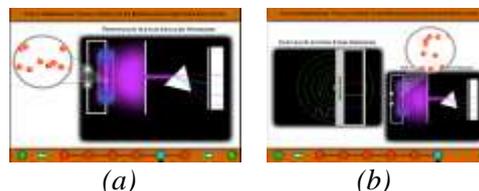
Selanjutnya disajikan percobaan penentuan spektrum emisi gas Hidrogen dengan menggunakan spektroskop. Kemudian ditampilkan diagram susunan bagian-bagian dari spektroskop sebagai simbol makroskopik dari eksperimen yang telah dilakukan yang menjelaskan proses terbentuknya spektrum pada alat spektroskop. Kemudian spektrum yang terbentuk dijelaskan dan dihubungkan dengan panjang gelombang dari setiap pita warna yang terbentuk sehingga diperoleh pernyataan bahwa atom terdiri dari tingkatan energi tertentu. Pada *scene* selanjutnya ditampilkan simbol sub-mikroskopik pada tingkat molekuler dari eksperimen yang telah disajikan. (Gambar 3).



Gambar 3. Penentuan Spektrum Atom Hidrogen dengan Spektroskop pada Multimedia (a dan b) yang merupakan level makroskopik. Diagram Spektroskop (c), dan Spektrum Emisi Gas Hidrogen (d) pada Multimedia yang merupakan level simbolik submikroskopik.

Melalui tayangan diagram susunan bagian-bagian dari spektroskop, disajikan gambaran pemutusan ikatan kovalen pada molekul-molekul Hidrogen dalam tabung gelas. Kemudian ditampilkan animasi eksitasi elektron pada tingkat atomik sebagai simbol

sub-mikroskopik. Animasi atomik ini memperlihatkan eksitasi elektron dalam atom sehingga menghasilkan spektrum garis (Gambar 4).



Gambar 4. Pemutusan Ikatan Kovalen Molekul Hidrogen (a), dan Eksitasi Elektron Atom Hidrogen (b) pada Multimedia. Keduanya merupakan representasi level simbolik submikroskopik

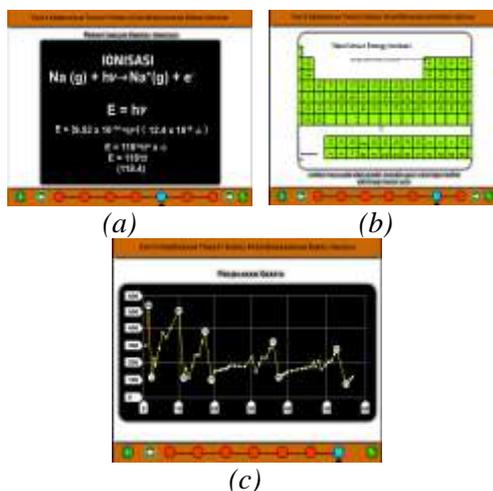
Pada bagian menu kedua (Fakta Keberadaan Tingkat Energi Atom Berdasarkan Energi Ionisasi Unsur) ditampilkan terlebih dahulu mengenai energi ionisasi diantaranya mengenai pengertian energi ionisasi dan ditampilkan pula energi yang digunakan untuk mengeksitasi dan mengionisasi suatu atom sebagai apersepsi atau pendahuluan. Kemudian dilakukan percobaan untuk menentukan energi ionisasi dari suatu unsur dengan cara elektrik. Sampel yang digunakan dalam percobaan ini adalah logam natrium. Percobaan ini menunjukkan level makroskopik. Kemudian disajikan diagram elektrometer untuk menjelaskan proses yang terjadi pada percobaan yang ditunjukkan dengan pergerakan jarum elektrometer. Diagram ini merupakan simbol makroskopik dari percobaan yang telah dilakukan. Pada *scene* selanjutnya ditampilkan animasi proses ionisasi pada tingkat molekuler. Animasi ini disajikan untuk menjelaskan proses ionisasi yang terjadi pada ruang pengionisasi. Animasi ini merupakan simbol sub-mikroskopik dari percobaan yang telah dilakukan (Gambar 5).





Gambar 5. Pendahuluan mengenai Energi Ionisasi(a), Penentuan Energi Ionisasi dengan Elektrometer(b), Diagram Elektrometer(c), dan Proses Ionisasi pada Ruang Ionisasi Elektrometer(d) pada Multimedia

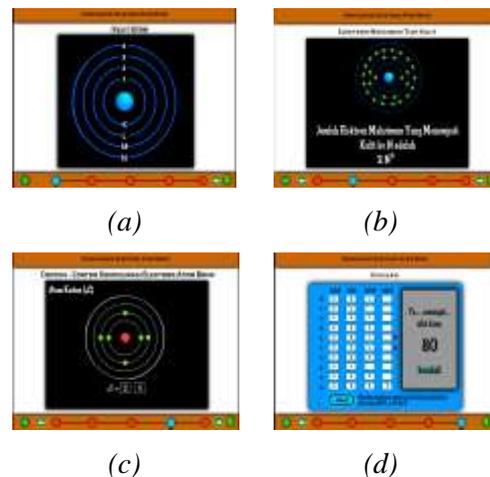
Selanjutnya diperlihatkan persamaan/formula yang digunakan untuk menentukan energi ionisasi berdasarkan percobaan yang telah dilakukan. Setelah itu dijelaskan pula bahwa energi ionisasi dari setiap unsur dapat ditentukan dengan cara yang serupa dan ditunjukkan melalui tabel periodik unsur yang berisi data energi ionisasi setiap unsur. Kemudian disajikan grafik hubungan antara nomor atom dengan energi ionisasi dari unsur-unsur. Grafik ini menjelaskan fakta mengenai jumlah elektron maksimal yang menempati kulit pertama ($n=1$) sampai kulit ketiga ($n=3$) (Gambar 6).



Gambar 6. Perhitungan Energi Ionisasi Natrium(a), Data Energi Ionisasi Unsur (b), dan Grafik Hubungan Energi Ionisasi Unsur dengan Nomor Atom (c) pada Multimedia

Pada bagian menu ketiga (Konfigurasi Elektron Model Atom Bohr yang diperluas), dijelaskan kembali bahwa atom terdiri dari tingkatan energi tertentu atau kulit-kulit atom dan jumlah elektron maksimal yang

menempati tiap kulit berdasarkan penjelasan sebelumnya. Kemudian dijelaskan mengenai peraturan pengisian elektron tiap kulit. Pada *scene* selanjutnya disajikan pula tiga contoh konfigurasi elektron yaitu konfigurasi elektron untuk atom karbon, kalium, dan bromin. Masing-masing contoh mewakili aturan pengisian elektron tiap kulit. Pada bagian akhir, disajikan evaluasi mengenai Konfigurasi Elektron Model Atom Bohr yang diperluas dimana disediakan 10 unsur beserta nomor atom masing-masing (Gambar 7).



Gambar 6. Penjelasan Kulit Atom (a), Penjelasan Jumlah Elektron Maksimum Tiap Kulit(b), Contoh Konfigurasi Elektron(c), dan Evaluasi(d) pada Multimedia

8. Tanggapan Guru dan Siswa terhadap Multimedia

Berdasarkan data angket guru, secara keseluruhan diperoleh bahwa dari lima guru sebagai responden, tingkat persetujuan terhadap kualitas multimedia yang meliputi kejelasan narasi, kecepatan tampilan tiap *scene*, sifat komunikatif, peran navigasi, dan kualitas gambar adalah 84% dan terletak pada respon positif. Tingkat persetujuan terhadap kejelasan penyampaian materi atau konsep yang meliputi peran signaling, kejelasan penyampaian konsep, dan keterkaitan antar tampilan dalam menjelaskan konsep adalah 96% dan terletak pada respon positif. Tingkat persetujuan terhadap Peran Multimedia dan terhadap minat pengembangan multimedia adalah 100% dan terletak pada respon positif.

Berdasarkan data angket siswa, secara keseluruhan dari 30 siswa sebagai responden diperoleh bahwa tingkat persetujuan siswa pada aspek: (1) motivasi yang meliputi ketertarikan dan keterlibatan terhadap multimedia, kegunaan multimedia, dan pemahaman terhadap materi adalah 85,31% atau mendekati setuju, (2) konten yang meliputi perolehan informasi penting dan kejelasan penyampaian materi adalah 84,7% atau mendekati setuju, (3) navigasi yang meliputi kegunaan tombol navigasi adalah 86% atau mendekati setuju, (4) multimedia dan interaktifitas yang meliputi peranan dan manfaat interaktifitas multimedia adalah 90,84% atau mendekati sangat setuju, dan (5) tampilan multimedia yang meliputi kejelasan narasi, gambar, huruf, dan tampilan adalah 86,77% atau mendekati setuju.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dalam penelitian ini adalah :

1. Pengembangan representasi kimia berbasis intertekstual pada sub-konsep Konfigurasi Elektron Model Atom Bohr yang diperluas ini dilakukan dengan beberapa tahap yaitu: (1) kajian standar kompetensi dan kompetensi dasar yang terdapat pada standar isi serta contoh silabus BSNP untuk menentukan indikator dan konsep, (2) pengumpulan multimedia *existing*, (3) analisis multimedia *existing* berdasarkan kajian aspek konten, pedagogi, dan multimedia, (4) pembuatan *script* dan *storyboard* yang divalidasi berdasarkan aspek konten dan pedagogi, (5) revisi terhadap *script* dan *storyboard*, (6) pembuatan multimedia yang kemudian di validasi pada aspek multimedia.
2. Berdasarkan data angket guru diperoleh respon pada daerah positif terhadap: (1) kualitas multimedia, (2) kejelasan penyampaian materi/konsep, (3) peran multimedia, dan (4) pengembangan multimedia adalah. Berdasarkan data angket siswa diperoleh respon pada daerah setuju terhadap: (1) motivasi pada multimedia, (2) konten pada multimedia, (3) navigasi pada multimedia, (4) multimedia dan interaktifitasnya, dan (5) tampilan multimedia. Dengan demikian representasi kimia sekolah berbasis

intertekstual pada sub-konsep konfigurasi elektron model atom Bohr yang diperluas dalam bentuk multimedia yang telah dikembangkan dapat digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Berkel, B.V., Pilot, A., dan Bulte, A.M.W. (2009). "Micro-Macro Thinking in Chemical Education: Why and How to Escape", dalam *Multiple Representations in Chemical Education*. Australia: Springer Science+Business Media B.V.
- Holbrook, J. (2005). "Making Chemistry Teaching Relevant". *Journal of Chemical Education International*. 6, (1), 1-10.
- Mulyani, S. *et al.* (Tidak diterbitkan). *Pembekalan Pengetahuan Konten Kimia Fisika Bagi Mahasiswa Calon Guru Kimia*. Tidak diterbitkan.
- Sirhan, G. (2007). "Learning Difficulties in Chemistry: An Overview". *Journal of Turkish Science Education*. 4, (2), 2-20.
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Sukmadinata, N.S. (2005). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Treagust, D.F., dan Chandrasegaran, A.L. (2009). "The Efficacy of an Alternative Instructional Programme Designed to Enhance Secondary Students' Competence in the Triplet Relationship", dalam *Multiple Representations in Chemical Education*. Australia: Springer Science+Business Media B.V.
- Wu, K.H. (2003). "Linking the Microscopic View of Chemistry to Real-Life Experiences: Intertextuality in a High School Science Classroom". *Science Education*. 87, 868-891.
- Wu, K.H., Krajcik, J.S., dan Soloway, E. (2000). "Promoting Conceptual Understanding of Chemical Representations: Students Use of a Visualization Tool in The Classroom". *The National Association of Research in Science Teaching*. 1-1