

Pembelajaran Berbasis Web untuk Meningkatkan Kemampuan Interkoneksi Multiplelevel Representasi Mahasiswa Calon Guru pada Topik Kesetimbangan Larutan Asam-Basa

The Implementation of web-based Learning to Enhance Interconnection of Multiple Levels of Representation Competence Preservice Chemistry Teachers in acids-bases Solution Equilibrium Topic

¹⁾ **Ida Farida**, ²⁾ **Liliasari**, dan ³⁾ **Wahyu Sopandi**

¹⁾ Prodi Pendidikan Kimia UIN Sunan Gunung Djati Bandung

²⁾ Prodi Pendidikan IPA Sekolah Pasca Sarjana UPI

³⁾ Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA UPI

(farchemia65@gmail.com)

ABSTRAK

Kemampuan representasi merupakan aspek penting agar dapat berhasil memecahkan masalah kimia. Pemahaman pebelajar ditunjukkan oleh kemampuannya mentransfer dan menghubungkan multiple representasi kimia, yaitu makroskopik, submikroskopik dan simbolik dengan berbagai mode representasi atau disebut juga interkoneksi multiple level representasi kimia (IMLR). Mahasiswa calon guru harus memahami hubungan ketiga level representasi kimia secara internal dan dapat menyajikannya kembali ketiga representasi tersebut dalam pembelajaran, agar kelak menjadi guru yang handal. Untuk itu dikembangkan suatu model perkuliahan menggunakan sistem manajemen belajar berbasis Moodle 2.0. Adapun desain pembelajaran dikembangkan dengan memanfaatkan fitur-fitur ; lesson page, forum diskusi, penugasan (assignment). Implementasi model menggunakan metode quasi eksperimen dengan one group pretes-postes design terhadap 37 mahasiswa calon guru di salah satu LPTK di Bandung menunjukkan terjadinya peningkatan kemampuan IMLR mahasiswa pada topik kesetimbangan larutan asam-basa. Mahasiswa memberikan tanggapan positif terhadap pembelajaran. Hasil penelitian menyarankan perlunya dikembangkan lebih luas desain belajar IMLR berbasis web untuk meningkatkan mutu program pendidikan calon guru ataupun program peningkatan kompetensi professional guru kimia di lapangan.

Kata kunci : *Pembelajaran berbasis web, interkoneksi multiple level representasi, Kesetimbangan larutan asam-basa*

ABSTRACT

Representational competence is an important aspect of successful problem solving in chemistry. Students' understanding indicated by the ability to transfer and connection between macroscopic phenomena, submicroscopic and symbolic representation or also called the interconnection of multiple levels representation (IMLR) competence. Preservice chemistry teachers should be achieved IMLR competence so that later will be applied it after they become teachers. Development of web-based learning management system that support the IMLR competence to improve the quality of preservice chemistry teachers carried out by Web-based learning with Moodle 2.0 utilize features; lesson page, discussion forums, and assignment. The implementation of web-based learning using quasi experiment method with one group pretest-posttest design. Involvement of 37 preservice chemistry teachers at teacher education program in Bandung. Results showed that IMLR competence preservice

chemistry teachers increased significantly in topic of acid-base equilibrium. Most of students gave positive feedback and expected to continue web-based learning on other topics of chemistry. It is suggested to applied web-based learning design to enhance IMLR competence preservice chemistry teachers widely as well as to enhance professional competence of inservice chemistry teachers.

Key words: *Web-based learning, interconnection of multiple levels of representation, acids-bases solution equilibrium*

A. PENDAHULUAN

Ilmu kimia merupakan salah satu rumpun bidang IPA yang memfokuskan mempelajari materi dan energi ditinjau dari segi sifat-sifat, reaksi, struktur, komposisi dan perubahan energi yang menyertai reaksi. Kajiannya memungkinkan pebelajar memahami apa dan mengapa suatu fenomena terjadi di sekitarnya. Namun demikian eksplanasi konsep-konsep kimia umumnya berlandaskan struktur materi dan ikatan kimia yang merupakan materi subyek yang sulit untuk dipelajari. Konsep-konsep abstrak ini penting untuk dipelajari, karena konsep-konsep kimia selanjutnya akan sulit dipahami jika konsep tersebut tidak dapat dikuasai pebelajar dengan baik. Sifat keabstrakan konsep-konsep kimia juga sejalan dengan konsep-konsep yang melibatkan perhitungan matematis. Hal ini menunjukkan bahwa pelajaran kimia memerlukan seperangkat keterampilan berpikir tingkat tinggi (Fensham dalam Chittleborough, & Treagust, 2007). Salah satu karakter esensial ilmu kimia adalah pengetahuan kimia mencakup tiga level representasi, yaitu makroskopik, submikroskopik dan simbolik dan hubungan antara ketiga level ini harus secara eksplisit diajarkan. (Treagust & Chandrasegaran, 2009). Pemahaman seseorang terhadap kimia ditunjukkan oleh kemampuannya mentransfer dan menghubungkan antar representasi fenomena makroskopik, dunia submiskroskopik dan simbolik atau

disebut juga *interkoneksi multiple level representasi kimia* (IMLR).

Berbagai hasil penelitian melaporkan bahwa pebelajar mengalami kesulitan dalam pemecahan masalah kimia akibat kurang mampu menghubungkan tiga level representasi kimia., (Chittleborough & Treagust, 2007; Chandrasegaran, et.al, 2007, Michalchick, et.al, 2008).

Kemampuan representasi kimia para pebelajar sangat dipengaruhi oleh proses pembelajaran di kelas, praktikum di lab dan buku-buku/sumber pembelajaran yang digunakan. Realitas di lapangan, umumnya pembelajaran kimia belum mengembangkan secara utuh ketiga level tersebut, sehingga menghambat kemampuan pebelajar dalam memecahkan masalah (Sopandi & Murniati, 2002; Farida, 2008). Umumnya guru dalam pembelajaran membatasi pada level representasi makroskopik dan simbolik, sedangkan kaitannya dengan level submikroskopik diabaikan (Tasker & Dalton, 2006). Masalah tersebut diindikasikan akibat kurangnya kemampuan guru menggunakan dan menghubungkan tiga level representasi dalam pembelajaran. Oleh karena itu perlu dipersiapkan calon guru yang handal dengan membekali kemampuan interkoneksi multiple level representasi (IMLR), sehingga kelak mereka dapat menerapkan kemampuan itu dalam pembelajaran kimia.

Hasil studi pendahuluan di salah satu LPTK di Bandung menunjukkan sebagian besar mahasiswa calon guru

kimia mengalami kesulitan dalam memberikan eksplanasi mengenai representasi submikroskopik yang diberikan berdasarkan representasi makroskopik dan simbolik. Mahasiswa calon guru kimia cenderung memecahkan masalah hanya menggunakan transformasi dari level makroskopik ke simbolik atau sebaliknya. Peranan model/gambar (representasi submikroskopik) untuk menjelaskan fenomena yang terjadi pada level makroskopik dan mentransformasikannya ke representasi simbolik belum sepenuhnya dipahami. Diduga lemahnya kemampuan representasi mahasiswa calon guru kimia, karena perkuliahan cenderung memisahkan ketiga level representasi dan juga dipengaruhi proses pembelajaran yang mereka alami di sekolah menengah atas (Farida, et.al, 2010).

Berdasarkan hasil studi tersebut, dipandang sangat penting pengembangan kemampuan IMLR bagi mahasiswa calon guru kimia, agar kelak mereka menjadi guru yang handal di lapangan. Selama ini sistem perkuliahan yang relevan dengan pengembangan kompetensi pedagogi mahasiswa calon guru kimia, yaitu mata kuliah Kapita Selekta Kimia Sekolah dipandang belum mampu memfasilitasi mahasiswa untuk memiliki kemampuan IMLR. Beberapa kendala yang dihadapi antara lain; 1) Keluasan cakupan materi tak berimbang dengan waktu tatap muka yang tersedia; 2) Terbatasnya pengekplorasian *tools* pembelajaran oleh mahasiswa, seperti animasi, simulasi dan software pendukung; 3) Kesulitan mahasiswa mengkomunikasikan permasalahan secara individual dan *men'sharing* pengetahuannya secara kolaboratif serta ; 4) Adanya perbedaan kecepatan dan gaya belajar antar mahasiswa (Farida,et.al, 2010).

Untuk itu, solusi peningkatan kualitas calon guru kimia harus diupayakan dengan menciptakan lingkungan belajar yang mendukung pengembangan kemampuan IMLR, yaitu melalui pembelajaran berbasis web (*e-learning*). Perangkat lunak yang sesuai untuk kebutuhan tersebut, adalah sistem manajemen belajar berbasis Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*). Moodle mengaplikasikan prinsip dan strategi pembelajaran berdasarkan pedagogi konstruktivisme sosial (*social constructionist pedagogy*). Web berbasis Moodle memiliki keunggulan dalam; 1) pengelolaan unit bahan pembelajaran yang interaktif ; 2) pengaturan *upload* konten secara periodik; 3) pengintegrasian multimedia yang dapat memfasilitasi multiple level representasi; 4) pengaturan fitur-fitur manajemen belajar melalui menu-menu dinamis; 5) Pengaturan forum komunikasi dan asesmen yang dapat memfasilitasi desain belajar yang sesuai dengan kebutuhan (Gudimetla & Mahalinga, 2006 ; Stocker, 2010).

Berdasarkan uraian di atas, maka makalah ini difokuskan untuk membahas hasil penelitian yang ditujukan untuk mengetahui: dampak implementasi pembelajaran berbasis web pada Mata Kuliah Kapita Selekta Kimia Sekolah terhadap peningkatan kemampuan IMLR mahasiswa calon guru kimia di salah satu Lembaga Pendidikan Tinggi Keguruan (LPTK) di Bandung pada topik Kesetimbangan Larutan Asam-basa dan tanggapan mahasiswa mengenai implementasi pembelajaran.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilaporkan pada jurnal ini, merupakan tahap implementasi dari desain penelitian dan

pengembangan (R & D) yang dilaksanakan dalam empat tahap. Metode penelitian pada tahap implementasi menggunakan metode *quasi eksperimen* dengan desain *one group pre test-posttest*. Subyek penelitian melibatkan 37 orang mahasiswa semester IV yang mengontrak mata kuliah Kapita Selekta Kimia Sekolah di salah satu LPTK di Bandung. Instrumen utama untuk mengukur kemampuan IMLR pada topik keseimbangan asam-basa berupa tes pilihan berganda *type two-tier multiple choice* sebanyak 12 butir soal yang mengukur delapan indikator. Pola interkoneksi yang dikembangkan melalui perangkat tes adalah : 1) Makroskopik → Submikroskopik → Simbolik (Ma-Sub-Sim); 2) Makroskopik→Simbolik→Submikroskopik (Ma-Sim-Sub); 3) Submikroskopik → Makroskopik → Simbolik (Sub-Ma-Sim) ; 4) Submikroskopik → Simbolik → Makroskopik (Sub-Sim-Ma); 5) Simbolik → Submikroskopik → Makroskopik (Sim-Ma-Sub); 6) Simbolik → Submikroskopik → Makroskopik (Sim-Sub-Ma).

Berdasarkan keenam pola interkoneksi tersebut dapat ditelusuri kecenderungan kemampuan IMLR mahasiswa dalam pemecahan masalah. Untuk menjangkau tanggapan mahasiswa mengenai model digunakan kuesioner.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap-tahap pembelajaran berbasis web yang diimplementasikan pada topik keseimbangan asam-basa sebagai berikut :

1. Tahap pendahuluan : berupa orientasi dengan memberikan petunjuk penggunaan web, pendaftaran/pembuatan akun, menginformasikan *outline* pembelajaran/perkuliah dan

aturan-aturan mengikuti aktifitas belajar.

2. Tahap inti meliputi : a) *Tahap eksplorasi* : ditujukan agar mahasiswa dapat mengeksplorasi kemampuan IMLRnya melalui pertanyaan-pertanyaan dan pemecahan masalah yang disusun dalam fitur-fitur web, yaitu fitur *lesson activity*. berupa halaman web yang menyajikan materi keseimbangan asam-basa secara interaktif dalam format halaman kartu pertanyaan.. Fitur halaman *lesson activity* ini diintegrasikan dengan animasi, *slideshow* dan gambar-gambar. Walaupun tampilannya seperti kuis, aktifitas ini tidak untuk pencapaian skor. Adanya fasilitas pengontrolan alur belajar pada fitur ini memungkinkan *feedback* secara langsung dan segera pada setiap usaha menjawab, sehingga mahasiswa dapat mengases dan mereviu pengetahuannya sendiri atau mengulang kembali, hingga benar-benar memahami konten pembelajaran. Fitur *lesson activity* ini bertindak sebagai *triggering event* dan bersifat adaptif. Maksud dari *triggering event* adalah pemberian wacana untuk pemicu agar timbul keingin-tahuan mahasiswa dan mendefinisikan pertanyaan-pertanyaan yang harus dijawab mahasiswa (Garrison & Vaughn, 2008). Sifat adaptif pada fitur *lesson* terdapat pada adanya pengaturan pemilihan konten dan sekuens belajar berdasarkan urutan tertentu. ; b) *Tahap elaborasi* : dilakukan dengan mencari sumber-sumber informasi melalui buku-buku atau web-web yang relevan dan pertukaran informasi/perspektif dengan mahasiswa sekelompok untuk penyelesaian tugas yang diberikan.

Fitur penugasan ini memberikan kesempatan kepada mahasiswa secara berkelompok untuk menunjukkan pengalaman belajarnya dan mengukur kinerjanya dalam pengembangan kemampuan IMLR. Aktifitas penugasan dikerjakan secara *offline*, kemudian hasil pekerjaan diupload kembali ke web untuk dinilai. Halaman penugasan tipe *advanced uploading of file* ini memungkinkan mahasiswa meng-upload file lebih dari satu kali dengan berbagai bentuk format file; c) *Tahap refleksi dan konfirmasi* ; dilakukan melalui forum diskusi. *Refleksi* pada forum diskusi ditujukan *mensharing* pengetahuan untuk meninjau apa yang telah mereka ketahui. Mahasiswa didorong untuk mengungkapkan kembali pengalaman belajar yang diperoleh sebelumnya, mengungkapkan permasalahan dan saling memberikan komentar terhadap gagasan mahasiswa lainnya. *Konfirmasi* berupa pemberian umpan balik oleh instruktur yang ditujukan untuk memberikan penguatan pada mahasiswa yang memberikan komentar atau gagasan, mengklarifikasi komentar/gagasan yang keliru, memberikan motivasi kepada mahasiswa untuk tetap berpartisipasi aktif dan memberikan resume.

3. Tahap *Evaluasi* : merupakan tahap evaluasi untuk mengetahui kinerja hasil belajar mahasiswa dalam rangka meningkatkan kemampuan IMLR. Bagi mahasiswa, kuis merupakan alat evaluasi diri (*self assesment*) untuk menguji kemampuan awal (*pretes*) dan kinerja hasil belajar mereka untuk meningkatkan kemampuan IMLR (*postes*). Pencapaian nilai yang diperoleh pada setiap kuis dapat

langsung diketahui mahasiswa. Kuis tersebut dilaksanakan untuk mendapatkan *feedback* dari *progress* kinerja belajar mahasiswa secara individual.

Secara keseluruhan *progress* belajar setiap mahasiswa dapat ditelusuri dengan memanfaatkan *setting block completion tracking* sebagaimana disarankan Stocker (2010) dan Cooch (2010).

Indikator-indikator kemampuan IMLR mahasiswa adalah : 1) Mengidentifikasi pasangan asam-basa konjugat dari reaksi transfer proton berdasarkan representasi submikroskopik; 2) Memprediksi kelangsungan arah reaksi transfer proton dengan mempertimbangkan data K_a/K_b dan kekuatan relatif asam-basa yang direpresentasikan secara submikroskopik.; 3) Membandingkan kekuatan relatif beberapa asam dan basa konjugatnya berdasarkan representasi submikroskopik; 4) Menghubungkan representasi submikroskopik berbagai asam yang terionisasi dalam larutan dengan data makroskopik dan representasi simbolik dengan tepat; 5) Merepresentasikan hubungan pH dengan keadaan submikroskopik keseimbangan larutan dari asam kuat monoprotik; 4) Merepresentasikan level submikroskopik keadaan keseimbangan larutan setelah pencampuran asam kuat dan basa kuat; 7) Menentukan harga K_a , K_b dan hubungannya dengan pH larutan berdasarkan representasi submikroskopik; 8) Menghubungkan data persen disosiasi dengan pH larutan basa lemah dengan memberikan representasi submikroskopik yang tepat.

Dari hasil analisis data, pada setiap kelompok prestasi secara keseluruhan terjadi peningkatan kemampuan IMLR mahasiswa yang tinggi dengan rerata N-Gain sebesar 0,7.

(tafsiran berdasarkan Hake, 1998). Berdasarkan hasil uji t pada taraf signifikansi (α) = 0,05 diperoleh nilai t hitung = 16,8613 lebih besar dari nilai t tabel, yaitu $t_{0,95(35)} = 2,0281$. Ini berarti,

secara signifikan terjadi peningkatan kemampuan IMLR mahasiswa. Hasil pretes-postes setiap kategori prestasi mahasiswa disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata % skor prete-postes setiap kategori mahasiswa untuk topik Keseimbangan asam-basa

Kategori Mahasiswa	Rerata skor (%)		Rerata Gain	Rerata N-gain	Tafsiran
	Pretes	Postes			
Tinggi	11	78	67	0,8	Tinggi
Sedang	9	67	58	0,6	Sedang
Rendah	10	60	50	0,6	Sedang
Rerata	10	68	58	0,7	Tinggi

Berdasarkan tabel 1, dapat diinterpretasikan bahwa: secara keseluruhan terjadi peningkatan kemampuan IMLR yang tinggi pada topik Keseimbangan asam-basa. Mahasiswa kategori tinggi peningkatannya termasuk paling tinggi. Peningkatan kemampuan IMLR mahasiswa kategori rendah menyamai mahasiswa kategori sedang.

Rerata peningkatan IMLR mahasiswa yang tinggi tersebut sejalan dengan hasil penelitian Gilbert, (2005) ; Russell & Kozma, (2005) yang menyatakan bahwa pembelajaran yang mengintegrasikan visualisasi molekular berbasis komputer animasi dan simulasi dapat membantu pebelajar meningkatkan kemampuan representasi dan mengintegrasikan tiga level representasi kimia untuk pemahaman yang lebih baik mengenai fenomena kimia

Grafik rerata N-gain untuk setiap indikator pada topik Keseimbangan asam-basa berdasarkan kategori prestasi mahasiswa dapat dilihat pada Gambar 1.

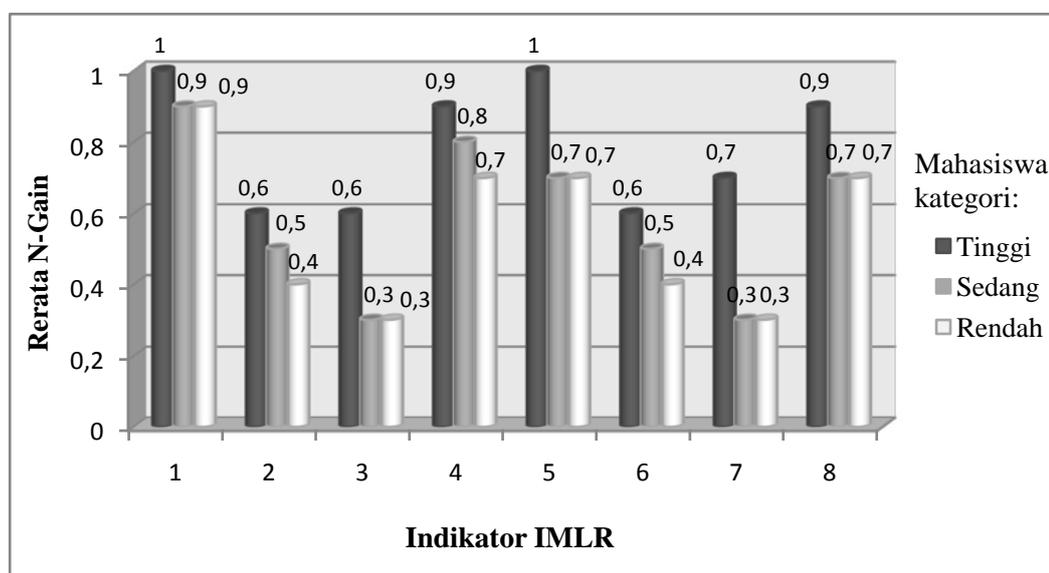
Berdasarkan grafik pada Gambar 1, dapat diinterpretasikan mengenai kemampuan IMLR mahasiswa, yaitu: pada semua indikator, peningkatan

kemampuan IMLR mahasiswa kategori tinggi cenderung paling tinggi dibandingkan dengan kategori mahasiswa lainnya; peningkatan kemampuan IMLR semua kategori mahasiswa pada indikator 1, 4, 5 dan 8 termasuk tinggi, pada indikator 3 dan 7, mahasiswa kategori sedang dan rendah peningkatannya paling rendah.

Berdasarkan analisis tugas, seluruh kelompok kerja mahasiswa pada tahap implementasi dapat mendeskripsikan proses terjadinya reaksi transfer proton dan mengidentifikasi spesi-spesi asam, basa dan pasangan asam-basa konjugat. Kemampuan IMLR yang berkaitan dengan masalah tersebut diukur dengan indikator 1, yaitu *mengidentifikasi pasangan asam-basa konjugat dari reaksi transfer proton berdasarkan representasi submikroskopik*. Dapat dilihat pada tabel 2, Pencapaian peningkatan IMLR mahasiswa pada indikator 1 itu tersebut termasuk tinggi (N-gain = 0,9). Namun demikian dari analisis tugas separuh dari kelompok kerja mahasiswa masih keliru menuliskan persamaan reaksi secara lengkap dengan tanda fasa dan tanda panah keseimbangan yang tepat. Diduga

kesalahan penulisan tanda panah itu, akibat mereka tidak menemukan tanda panah yang tepat pada *software* pengolah kata yang digunakan. Jadi bukan karena kesalahan konsep, karena mereka tetap menggunakan tanda panah yang berbeda untuk menyatakan tanda keseimbangan yaitu dengan menggunakan tanda \leftrightarrow . Mahasiswa tidak menuliskan tanda fasa yang tepat, karena menganggap penulisan tanda fasa bukan suatu keharusan. Representasi simbolik merupakan bahasa kimia yang memiliki aturan-aturan tertentu. Level representasi simbolik

mencakup semua abstraksi kualitatif yang digunakan untuk menyajikan setiap item pada level submikroskopik, kesalahan penulisan akan mengakibatkan interpretasi yang keliru dan menjadi sumber keraguan dan ketidakpastian bagi pebelajar (Taber, 2009). Oleh karena itu, penting sekali bagi mahasiswa calon guru secara lengkap memenuhi aturan penulisan persamaan reaksi tersebut agar kelak terhindar dari *pedagogical learning impediment* seperti yang dinyatakan Taber (2009).



Gambar 1. Grafik rerata N-gain untuk setiap indikator IMLR pada topik Keseimbangan asam-basa berdasarkan kategori mahasiswa

Keterangan :

- 1= Mengidentifikasi pasangan asam-basa konjugat dari reaksi transfer proton berdasarkan representasi submikroskopik Mengidentifikasi pasangan asam-basa konjugat dari persamaan reaksi transfer proton
- 2= Memprediksi kelangsungan arah reaksi transfer proton dengan mempertimbangkan data K_a/K_b dan kekuatan relatif asam-basa yang direpresentasikan secara submikroskopik
- 3 = Membandingkan kekuatan relatif beberapa asam dan basa konjugatnya berdasarkan representasi submikroskopik
- 4= Menghubungkan representasi submikroskopik berbagai asam yang terionisasi dalam larutan dengan data makroskopik dan representasi simbolik dengan tepat.
- 5= Merepresentasikan hubungan pH dengan keadaan submikroskopik keseimbangan larutan dari asam kuat monoprotik;
- 6= Merepresentasikan level submikroskopik keadaan larutan setelah pencampuran asam kuat dan basa kuat.
- 7= Menentukan harga K_a , K_b dan hubungannya dengan pH larutan berdasarkan representasi submikroskopik.
- 8= Menghubungkan data persen disosiasi dengan pH larutan basa lemah dengan memberikan representasi submikroskopik yang tepat.

Kekeliruan mahasiswa yang cukup menonjol adalah dalam menggambarkan representasi submikroskopik asam diprotik lemah dan asam diprotik kuat, yaitu H_2CO_3 dan H_2SO_4 . Ke dua asam ini terdisosiasi dalam air secara bertahap sesuai harga K_a nya. Untuk H_2CO_3 sesuai harga K_{a1} dan K_{a2} , spesi-spesi yang berada dalam kesetimbangan larutan adalah H_3O^+ , HCO_3^- , CO_3^{2-} dan H_2CO_3 . Sedangkan untuk H_2SO_4 spesi-spesi yang berada dalam kesetimbangan larutan adalah H_3O^+ , HSO_4^- , dan SO_4^{2-} . Sebagian besar mahasiswa tidak menggambarkan representasi submikroskopik spesi yang dihasilkan dari tahap disosiasi pertama. Kekeliruan ini berakibat juga pada penulisan persamaan reaksinya. Namun demikian pada forum diskusi, mahasiswa yang masih bingung dengan spesi-spesi apa saja yang terdapat pada disosiasi asam lemah diprotik dan asam kuat diprotik mendiskusikan hal tersebut. Kemampuan IMLR yang berhubungan dengan hal tersebut diukur melalui indikator ke-4, yaitu ; *menghubungkan representasi submikroskopik berbagai asam terionisasi dalam larutan dengan data makroskopik dan representasi simbolik yang tepat*. Perbaikan kemampuan IMLR pada indikator 4 dapat dilihat dari pencapaian N-gain yang tinggi (0,6). Kontribusi forum diskusi untuk memperbaiki kemampuan IMLR juga terlihat pada indikator 8, yaitu ; *menghubungkan data persen disosiasi atau pH basa lemah dengan representasi submikroskopik kesetimbangan larutan basa*. Pada forum diskusi, mahasiswa mengungkapkan kesulitannya untuk menghitung pH dan menentukan harga K_a berdasarkan representasi submikroskopik kesetimbangan larutan. Pencapaian yang tinggi pada kedua indikator tersebut menunjukkan

kebergunaan forum diskusi untuk memperbaiki kemampuan IMLR mahasiswa. Kebergunaan forum diskusi online sebagai suatu proses interaksi yang mendorong terbentuknya pengetahuan dan pengalaman belajar yang lebih mendalam dinyatakan antara lain ; oleh Horton (2006) dan Dawley (2007). Secara khusus, Stocker (2010) menyatakan bahwa forum diskusi pada Moodle 2.0 berperan vital dalam pengembangan pemahaman, gagasan-gagasan dan membantu mengklarifikasi pemikiran.

Ditinjau dari pola interkoneksi dalam memecahkan masalah, keempat indikator yang pencapaian peningkatan IMLRnya tinggi (tabel 2), yaitu : indikator kesatu memiliki pola interkoneksi *Sim-Ma-Sub*, sedangkan ketiga indikator lainnya memiliki pola interkoneksi *Ma-Sub-Sim*. Namun pada indikator 2,3, 6 dan 7 yang memiliki pola interkoneksi *Sub-Sim-Ma*, peningkatan IMLR mahasiswa termasuk sedang (N-gain : antara 0,4 – 0,5). Pada keempat indikator tersebut, mahasiswa kategori sedang dan rendah masih mengalami kesulitan jika harus memecahkan masalah dengan cara menginterpretasi terlebih dahulu permasalahan yang disajikan pada level submikroskopik karena mereka terbiasa menggunakan pola interkoneksi *Ma-Sub-Sim* atau *Ma-Sim-Sub*. Pola interkoneksi yang diawali dari level makro ke simbolik sudah terbiasa dipecahkan mahasiswa, karena pada pembelajaran umumnya menggunakan pola demikian (Sopandi dan Murniati, 2007; Farida et.al, 2010 ; Savec, et.al, 2006)

Hal tersebut juga menunjukkan adanya kecenderungan, mahasiswa kategori sedang dan rendah dapat memecahkan masalah bila permasalahan tersebut sudah pernah mereka kerjakan

atau diskusikan sebelumnya. Bila sebelumnya pola interkoneksi yang dicontohkan dimulai dari level representasi makroskopik, kemudian ke level representasi submikroskopik dan simbolik (pola interkoneksi *Ma-Sub-Sim*), maka mereka akan berhasil untuk menyelesaikan masalah dengan pola interkoneksi serupa. Bila permasalahan sama, diubah pola interkoneksinya menjadi *Sub-Sim-Ma* atau *Sub-Ma-Sim*, mereka mengalami kesulitan untuk menyelesaikannya. Bagi mahasiswa pada penelitian ini, pemecahan masalah dengan pola interkoneksi *Sub-Sim-Ma* merupakan hal yang baru, untuk itu diperlukan latihan berulang kali agar mereka terbiasa dengan berbagai pola interkoneksi. Menurut Treagust & Chandrasegaran (2009) keberhasilan pembelajar memecahkan masalah kimia melibatkan konstruksi asosiasi mental antara level-level representasi makroskopik, submikroskopik dan simbolik dengan menggunakan berbagai mode representasi berbeda. Berdasarkan pernyataan itu, dapat diindikasikan bahwa kemampuan IMLR mahasiswa masih bersifat parsial dan konsisten bergerak antar level representasi. Unit-unit level representasi masih terpisah-pisah dalam struktur kognitif mereka atau masih pada tahap transisi dari kemampuan representasi level 3, yaitu *menghubungkan dua representasi yang berbeda mengenai fenomena yang sama hanya berlandaskan aturan sintaktik atau fitur-fitur permukaan saja* menuju level 4 yaitu ; *menggunakan berbagai level/mode representasi untuk mengeksplanasi suatu fenomena, memecahkan masalah atau membuat prediksi* (Kozma & Russell, 2005).

Berikut ini, diringkaskan pendapat mahasiswa mengenai proses belajar melalui web (nilai % =

persentase mahasiswa yang menyatakan persetujuannya terhadap pernyataan tersebut) : 1) Alur pembelajaran berdasarkan batas waktu tertentu membuat mahasiswa ; lebih terstruktur belajar (70 %) ; lebih bertanggung jawab menyelesaikan tugas-tugas (97%) ; 2) Mahasiswa merasa semakin : menyadari potensi dan kemampuan untuk belajar mandiri (92%), dapat mengelola waktu belajar (92%) ; lebih bebas menentukan waktu dan kecepatan belajar (78 %) ; 3) Proses pembelajaran E-learning: memberikan tantangan untuk belajar aktif (100%) ; meningkatkan semangat mencari informasi yang berkaitan dengan topik perkuliahan (92%) ; termotivasi meningkatkan kemampuan IMLR (97%) ; meningkatkan kolaborasi antarmahasiswa (73%) ; meningkatkan kualitas komunikasi antar dosen-mahasiswa (73%) ; 4) Simulasi dan animasi yang digunakan membantu meningkatkan kemampuan IMLR (92%) Tugas-tugas yang diberikan mendukung peningkatan kemampuan IMLR (92%) ; 5) Forum diskusi bermanfaat *menshare* pengetahuan dan memperbaiki kemampuan IMLR (78%) Resume materi bermanfaat membantu peningkatan kemampuan IMLR (92%) ; Kuiz on-line bermanfaat mengukur kemampuan sendiri (92%) ; 6) Mahasiswa menyukai perkuliahan melalui web (92%) dan setuju bila perkuliahan melalui web dilakukan lagi untuk materi-materi kimia yang lain (70%)

Berdasarkan kuesioner, dapat dilihat bahwa sebagian besar mahasiswa menyatakan merasa senang dengan pembelajaran melalui web dan menyarankan model perkuliahan dengan web diaplikasikan juga untuk topik kimia yang lain atau pada perkuliahan lain. Namun dari respon terbuka terdapat kendala teknis untuk melaksanakan

pembelajaran secara optimal, yaitu sebagian besar mahasiswa tidak memiliki komputer pribadi yang terhubung langsung ke internet, mereka menggunakan warnet untuk melaksanakan aktifitas belajar web, sehingga dibutuhkan biaya yang cukup besar untuk melangsungkan pembelajaran. Hambatan lain dapat berupa aliran listrik yang mati ketika tengah mengerjakan kuis dan kecepatan akses internet yang lambat. Dampak dari hambatan teknis itu, beberapa mahasiswa merasa kekurangan waktu untuk mengakses fitur-fitur dalam web dan kurang aktif berpartisipasi dalam forum diskusi, sehingga mereka menganggap hambatan inilah yang menyebabkan kurang dapat maksimal meningkatkan kemampuan IMLRnya.

D. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data, temuan dan pembahasan pada penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut : 1) Kemampuan interkoneksi multiple level representasi mahasiswa calon guru pada topik keseimbangan asam-basa dapat ditingkatkan melalui pembelajaran berbasis web; 2) Sebagian besar mahasiswa memberikan tanggapan positif, karena membuat mahasiswa lebih terstruktur, interaktif, dan termotivasi untuk belajar. Mereka mengharapkan pembelajaran berbasis web dapat dilanjutkan untuk topik kimia yang lain.

Saran yang dapat diajukan berdasarkan hasil penelitian dan temuan adalah sebagai berikut : 1) Pembelajaran berbasis web disarankan untuk dikembangkan dan diterapkan untuk meningkatkan kemampuan Interkoneksi multiple level representasi mahasiswa calon guru kimia pada topik kimia lain yang berhubungan topik kimia di Sekolah

Menengah ; 2) Penerapan pembelajaran berbasis web seperti yang dirancang dalam penelitian ini dapat berjalan efektif, apabila didukung oleh perangkat keras pendukung dan jaringan internet yang memadai. Karenanya disarankan institusi terkait memfasilitasi pengadaan perangkat pendukung yang dibutuhkan tersebut, agar mahasiswa calon guru dapat optimal mengembangkan kemampuan interkoneksi multiple level representasinya ; 3) Diharapkan kemampuan interkoneksi multiple level representasi dapat dikembangkan lebih luas sebagai upaya peningkatan kualitas mutu program pendidikan calon guru kimia atau program peningkatan kompetensi professional guru di lapangan, baik melalui model perkuliahan/pelatihan tatap muka, melalui model e-learning ataupun kombinasi keduanya (*blended learning*)

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Dirjen Dikti, Kemendiknas yang telah memberikan dukungan dana penelitian sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian Disertasi Doktor Nomor: 496/SP2H/PP/DP2M/VI/2010

DAFTAR RUJUKAN

- Chandrasegaran, Treagust & Mocerino. (2007). The development of a two tier multiple choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels representation. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 8 (3): 293-307.
- Chittleborough G. and Treagust D. F., (2007), The Modelling Ability Of Non-Major Chemistry Students And Their Understanding Of The Sub-Microscopic Level, *Chem. Educ. Res.*

- Pract.*, 8(3): 274-292.
- Cooch, Mary. (2010). *Moodle 2.0 First Look*. Brimingham : Packt Pub. Ltd (www.packtpub.com)
- Dawley, Lisa. (2007). *The Tools for Successful Online Teaching*. London : Infoscl.
- Farida, Ida. (2008). Kemampuan Mahasiswa Merepresentasikan Tingkat Makroskopik, Mikroskopik Dan Simbolik Pada Topik Sintesis Amonia (Skala Lab). *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia IV*. Bandung : Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA UPI
- Farida, Ida, Liliarsari, Widyantoro & Wahyu Sopandi (2010). Representational competence's profile of pre-service chemistry teachers in chemical problem solving. *Proceeding The 4th International Seminar on Science Education*. SPS UPI Bandung
- Garrison, D. R., & Vaughan, N. (2008). *Blended Learning In Higher Education*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Gudimetla, P. and Iyers, R. Mahalinga (2006). The Role for E-learning in Engineering Education: Creating Quality Support Structures to Complement Traditional Learning. *In Proceedings 17th Annual Conference of the Australasian Association for Engineering Education*, Auckland, New Zealand.
- Hake, R.R. (1998). Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *Am. J. Phys.*, 66: 64-74.
- Horton, William K., (2006). *E-learning By Design*. San Fransisco: Pfeiffer Willey Imprint.
- Michalchik, V., Rosenquist, A., Kozma, R., Schank, P., & Kreikemeier, P. (2008). Representational Resources for Constructing Shared Understandings In The High School Chemistry Classroom. In : Gilbert, J.K, Reiner and Nakhleh (Eds.). *Visualization : Theory and Practice In Science Education. Models and Modelling In Science Education* . Vol :.3. Dordrecht: Springer. 233-282
- Savec, Vesca, F., et.al. (2006). In-Service And Pre-Service Teachers` Opinion On The Use Of Models In Teaching Chemistry. *Acta Chim. Slov.* 53, 381-390.
- Sopandi, W. dan Murniati. (2007). Microscopic Level Misconceptions on Topic Acid Base, Salt, Buffer, and Hydrolysis: A Case Study at a State Senior High School, *Proceeding The 1st International Seminar on Science Education*. SPS UPI Bandung.
- Stocker, Vincent Lee (2010). *Science Teaching With Moodle 2.0*. Brimingham : Packt Pub. Ltd (www.packtpub.com).
- Taber, K.S. (2009). Learning at the Symbolic Level. In: Gilbert, J.K and D. Treagust (Eds.). *Multiple Representation In Chemical Education. Models and Modelling In Science Education* . Vol :.4. (pp 75-103).Dordrecht: Springer
- Tasker, Roy & Rebecca Dalton. (2006). Research Into Practice: Visualization Of The Molecular World Using Animations. *Chem. Educ. Res. Prac.* 7, 141-159.
- Treagust, David F., Chittleborough & Mamiala (2003). The Role Of Submicroscopic And Symbolic Representations In Chemical Explanations. *Int. J. Sci. Educ.*, November 20 Vol. 25, No. 11, 1353-1368