

**INTERKONEKSI MULTIPLE LEVEL REPRESENTASI MAHASISWA  
CALON GURU PADA KESETIMBANGAN DALAM LARUTAN MELALUI  
PEMBELAJARAN BERBASIS WEB**

**Ringkasan Disertasi**

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Dari  
Syarat Untuk Memperoleh Gelar Doktor Ilmu Pendidikan  
Pada Program Studi Pendidikan IPA**



**Promovendus :**

**IDA FARIDA  
0808639**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA  
SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
BANDUNG**

2012



**DISETUJUI DAN DISAHKAN OLEH PANITIA DISERTASI**  
**Bandung, 24 Februari 2012**

**Promotor Merangkap Ketua**

**Prof. Dr. Liliasari, M.Pd.**  
**NIP: 194909271978032001**

**Ko-Promotor Merangkap Sekretaris**

**Ir.Dwi Hendratmo Widyantoro, M.Sc.Ph.D.**  
**NIP: 196812071994021001**

**Anggota**

**Dr. H. Wahyu Sopandi, M.A.**  
**NIP: 196605251990011001**

# INTERCONNECTION OF MULTIPLE LEVELS REPRESENTATIONS OF PRE-SERVICE CHEMISTRY TEACHERS IN CHEMICAL EQUILIBRIUM ON AQUEOUS SOLUTION CONCEPT USING WEB-BASED LEARNING

## Abstract

This research aims to produce interconnection of multiple level representations (IMLR) using web-based model of learning and analyse its impact on increasing the ability of pre-service chemistry teachers. The model was developed through R & D design with three phases: preliminary study phase, model design and model validation. The design model validated by experts judgment, and limited tryout to 31 students, then performed a model revision. The revised model implemented to 37 students using quasi-experiments method: one group pretest-posttest design. The results showed that: 1) The model has characteristics to develop students IMLR ability through multi modal representations with assignments and probing questions, creating social climate and online assessment as feedback of learning performance; 2) Students IMLR ability increased in each topic of chemical equilibrium on aqueous solution. High category students have the highest IMLR ability. There are no differences ability between medium and low categories of students. Highest ability in acid-base equilibrium topic, and the lowest on buffer solution topic; 3) Students have better ability to resolve the problem with interconnection pattern starting from macroscopic to submicroscopic and symbolic rather than starting from submicroscopic to symbolic and macroscopic; 4) Students gave positive respond to the model. The model strength are: facilitate learning in multi modal representation, improve understanding of submicroscopic level, changing of problem solving abilities patterns of macroscopic-symbolic into six interconnection patterns and improve student learning patterns. Limitations of the model are: not adaptive in accessing web features, had less rapid feedback and lack of description of essay question scoring, depend on availability internet bandwidth and hosting capacity. It is suggested to: made learning adaptive, provides more question of varies interconnection pattern, develop a system of scanning key words and submicroscopic diagrams to facilitate essay questions scoring, developed model for other chemical topics, and finally institutions should facilitate availability of hardware and internet networks with adequate bandwidth.

# **INTERKONEKSI MULTIPLE LEVEL REPRESENTASI MAHASISWA CALON GURU PADA KESETIMBANGAN DALAM LARUTAN MELALUI PEMBELAJARAN BERBASIS WEB**

## **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan menghasilkan model pembelajaran interkoneksi multiple level representasi (IMLR) berbasis web dan menganalisis dampaknya terhadap peningkatan kemampuan calon guru. Model dikembangkan melalui desain R & D dengan tiga tahap: tahap studi pendahuluan, perancangan model dan validasi. Setelah rancangan model divalidasi ahli dan diujicoba terbatas dengan 31 mahasiswa, dilakukan revisi model. Selanjutnya ujicoba lebih luas terhadap 37 mahasiswa menggunakan metode kuasi eksperimen: one group pretest-posttest design. Hasil penelitian menunjukkan: 1) Model pembelajaran IMLR berbasis web memiliki karakteristik belajar secara multimodal representasi disertai penugasan dan pertanyaan yang menggali pengetahuan, penciptaan iklim sosial dan asesmen online sebagai umpanbalik kinerja belajar; 2) Kemampuan IMLR mahasiswa untuk setiap topik pada Kesetimbangan dalam larutan meningkat dengan peningkatan lebih tinggi pada mahasiswa kategori tinggi dan tidak berbeda antara mahasiswa kategori sedang dan rendah; 3) Mahasiswa lebih mampu menyelesaikan masalah dengan pola interkoneksi diawali dari makroskopik ke submikroskopik-simbolik dibandingkan yang diawali dari submikroskopik ke simbolik-makroskopik; 4) Mahasiswa memberikan tanggapan positif terhadap model. Keunggulan model: memfasilitasi belajar secara multimodal representasi, memperbaiki pemahaman level submikroskopik, memperbaiki kemampuan memecahkan masalah menjadi enam pola interkoneksi dan memperbaiki pola belajar mahasiswa. Keterbatasannya: pengaksesan fitur-fitur web belum adaptif, feedback kurang cepat dan belum berupa uraian, tergantung ketersediaan bandwidth internet dan kapasitas hosting yang memadai. Disarankan: pembelajaran dibuat adaptif, menyediakan lebih banyak soal dengan pola interkoneksi bervariasi, mengembangkan sistem scanning kata-kata kunci dan gambar submikroskopik untuk mempermudah skoring soal essay, pembelajaran perlu dikembangkan untuk topik kimia lain dan hendaknya institusi memfasilitasi ketersediaan perangkat keras dan jaringan internet dengan bandwidth memadai.

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Salah satu karakter esensial ilmu kimia adalah pengetahuan kimia mencakup tiga level representasi, yaitu makroskopik, submikroskopik dan simbolik serta hubungan antara ketiga level ini harus secara eksplisit diajarkan (Harrison & Treagust, 2002 ; Treagust & Chandrasegaran, 2009). Oleh karena itu, pada dua dekade terakhir ini, fokus studi pengembangan pendekatan belajar dan pembelajaran kimia lebih ditekankan pada tiga level representasi kimia (Chandrasegaran, *et al.*, 2007). Pemahaman pebelajar ditunjukkan oleh kemampuannya untuk mentransfer dan menghubungkan antara level representasi makroskopik, submikroskopik dan simbolik atau disebut juga interkoneksi multipel level representasi (IMLR). Kemampuan pemecahan masalah kimia sebagai salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi menggunakan kompetensi representasional secara jamak (multipel) atau kemampuan 'bergerak' antara berbagai mode representasi kimia (Kozma & Russell, 2005). Pebelajar dapat menggunakan representasi untuk memecahkan masalah, jika mereka mampu membuat koneksi yang mendalam antara ketiga level representasi kimia.

Representasi submikroskopik merupakan faktor kunci pada kemampuan multipel level representasi tersebut. Ketidakmampuan merepresentasikan aspek submikroskopik dapat menghambat kemampuan memecahkan masalah yang berkaitan dengan fenomena makroskopik dan representasi simbolik (Chittleborough & Treagust, 2007; Chandrasegaran *et al.*, 2007). Umumnya pebelajar mengalami kesulitan dalam ilmu kimia akibat ketidak mampuan merepresentasikan dan memberikan eksplanasi mengenai struktur dan proses pada level submikroskopik (Devetak, 2004; Chittleborough & Treagust, 2007; Orgill & Shuterland, 2008).

Salah satu Materi kimia yang memerlukan kemampuan IMLR adalah Keseimbangan dalam Larutan. Materi ini merupakan aplikasi dari konsep kunci

Keseimbangan Kimia yang terjadi pada larutan berpelarut air. Fenomena-fenomena yang berkaitan dengan Keseimbangan dalam Larutan memerlukan pemahaman yang melibatkan tiga level representasi. Namun demikian, eksplorasi konsep ini melalui praktikum tidak dapat menunjukkan dinamika yang sebenarnya terjadi pada level submikroskopik. Analisis terhadap materi keseimbangan dalam larutan menunjukkan bahwa sebagian besar subkonsep termasuk jenis konsep abstrak dengan contoh konkrit dan konsep yang menyatakan proses. Jenis konsep seperti itu, secara internal mengandung kesukaran dalam mempelajari dan mengajarkannya.

Berbagai temuan penelitian menyatakan kesulitan pebelajar pada konsep-konsep yang berkaitan dengan Keseimbangan dalam Larutan, antara lain: Devetak *et al.* (2004) menyatakan bahwa siswa dan mahasiswa tahun I mengalami kesulitan dalam menggambarkan skema partikulat dan mentransfer representasi submikro ke simbolik pada keseimbangan dalam larutan asam-basa. Orgill & Shuterland (2008) menyatakan, meskipun mahasiswa mampu menyelesaikan perhitungan (sebagai representasi simbolik), namun mengalami kesulitan untuk merepresentasikan aspek submikroskopik sistem larutan penyangga. Studi kasus yang dilakukan Sopandi & Murniati (2007) terhadap siswa SMA menunjukkan siswa sulit merepresentasikan level submikroskopik keseimbangan ion pada larutan asam lemah, basa lemah, hidrolisis garam, dan larutan penyangga.

Diduga kesulitan tersebut, akibat kurang dikembangkannya representasi level submikroskopik melalui visualisasi yang tepat pada pembelajaran. Dugaan tersebut diperkuat kenyataan pengamatan di lapangan dan kajian literatur, bahwa umumnya guru dalam pembelajaran membatasi pada level representasi makroskopik dan simbolik, sedangkan kaitannya dengan level submikroskopik diabaikan. Keberhasilan siswa memecahkan soal matematis, cenderung menjadi ukuran pemahaman konsep kimia. Terjadi kecenderungan siswa menghafalkan representasi submikroskopik dan simbolik dalam bentuk deskripsi kata-kata, akibatnya mereka tidak mampu untuk membayangkan dan merepresentasikan bagaimana proses dan struktur dari suatu zat

yang mengalami reaksi. Savec *et al.* (2006), Weerawardhana *et al.* (2006) dan Akselaa & Lundell (2008) secara terpisah menyatakan masalah tersebut akibat kurangnya kemampuan guru menggunakan berbagai mode representasi submikroskopik dan menghubungkannya ke dalam kedua aspek yang lain dalam pembelajaran.

Berdasarkan studi kasus terhadap calon guru di salah satu LPTK diketahui, bahwa mereka dapat merepresentasikan level makroskopik dan simbolik dengan baik, namun masih lemah dalam merepresentasikan level submikroskopik. Mereka cenderung berpikir parsial dan belum mampu menghubungkan tiga level representasi kimia (Farida, 2008). Temuan serupa dinyatakan Subarkah (2008) bahwa calon guru belum mampu merepresentasikan dan mengintegrasikan tiga level representasi pada topik fermentasi karbohidrat. Sudria (2007) menyatakan calon guru mengalami kesulitan menghubungkan tiga level representasi, karena sebagian besar mahasiswa masih mengalami miskonsepsi pada level submikroskopik.

Dilandasi pemikiran bahwa efektivitas pembelajaran kimia di sekolah tergantung pada kemampuan guru, maka dipandang relevan upaya terbentuknya kompetensi profesional calon guru melalui pembekalan kemampuan IMLR. Diharapkan mereka kelak dapat memfasilitasi siswa mengkonstruksi pengetahuan dan mengembangkan kemampuan representasionalnya. Namun demikian, selama ini sistem perkuliahan yang berkaitan dengan pembekalan kompetensi profesional yang diperlukan calon guru, yaitu mata kuliah Kapita Selekta Kimia Sekolah belum mampu memfasilitasi mahasiswa untuk memiliki kemampuan tersebut. Terdapat berbagai kendala yang dihadapi di antaranya: 1) Keluasan dan kedalaman cakupan materi tidak berimbang dengan waktu tatap muka yang tersedia; 2) Terbatasnya pengeksploasian *tools* pembelajaran yang dapat membantu peningkatan kemampuan representasi, 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 mengatasi kendala-kendala tersebut, upaya penciptaan lingkungan belajar yang mendukung pengembangan kemampuan representasi pada mata kuliah tersebut dilakukan melalui pembelajaran berbasis web menggunakan sistem manajemen belajar (LMS). Dengan perangkat lunak LMS, memungkinkan terjadinya manajemen unit bahan pembelajaran secara interaktif, *upload* konten yang diatur secara periodik, memungkinkan pengintegrasian multimedia yang memfasilitasi multipel level representasi, fitur-fitur manajemen belajar dapat diatur melalui menu-menu dinamis, adanya forum komunikasi dan asesmen, sehingga dapat memfasilitasi pengembangan desain belajar yang mengkoneksikan multipel representasi, serta mengatasi kendala waktu (Gudimetla & Mahalinga, 2006).

Berdasarkan pemikiran di atas maka dilakukan penelitian dengan judul: Interkoneksi Multipel Level Representasi Mahasiswa Calon Guru pada Materi Kesetimbangan dalam Larutan melalui Pembelajaran Berbasis Web.

## **B. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah penelitian adalah: Bagaimanakah pembelajaran berbasis web untuk meningkatkan kemampuan IMLR mahasiswa calon guru pada materi Kesetimbangan dalam Larutan ?

Permasalahan ini diuraikan lagi dalam bentuk pertanyaan penelitian, yaitu:

1. Bagaimanakah karakteristik model pembelajaran IMLR berbasis web pada materi Kesetimbangan dalam Larutan yang dikembangkan ?
2. Bagaimanakah peningkatan kemampuan IMLR tiap peringkat mahasiswa calon guru pada materi Kesetimbangan dalam Larutan setelah implementasi model ?
3. Bagaimanakah aktivitas belajar mahasiswa calon guru dalam mengembangkan kemampuan IMLR pada materi Kesetimbangan dalam Larutan ?
4. Keunggulan dan keterbatasan apa saja yang ada pada desain pembelajaran IMLR berbasis web yang dikembangkan ?

5. Bagaimanakah tanggapan mahasiswa terhadap model pembelajaran IMLR berbasis web ?

### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian adalah menghasilkan suatu produk berupa model pembelajaran IMLR berbasis web dan menganalisis pengaruh model terhadap peningkatan kemampuan IMLR mahasiswa calon guru.

### **D. Manfaat Penelitian**

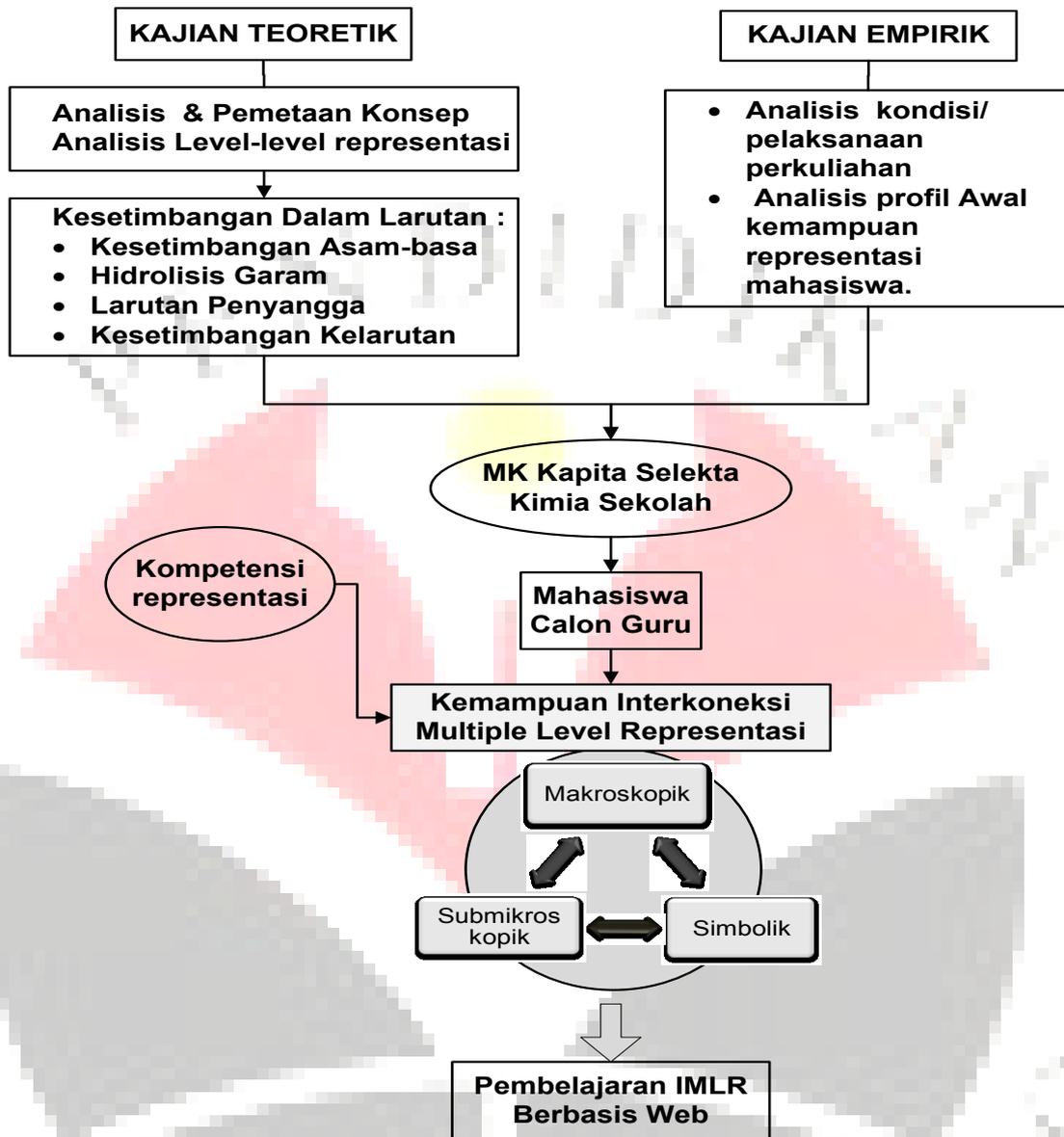
Hasil penelitian diharapkan memberikan manfaat yang seluas-luasnya bagi berbagai pihak yang terkait dengan pendidikan calon guru kimia, antara lain:

1. Model pembelajaran IMLR berbasis web diharapkan dapat digunakan untuk meningkatkan mutu pendidikan mahasiswa calon guru dan meningkatkan kompetensi profesional guru di lapangan.
2. Prinsip desain pembelajaran IMLR berbasis web yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi percontohan untuk mengembangkan desain sejenis untuk konsep-konsep lain pada jenjang yang sama atau berbeda.
3. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap efektifitas pembelajaran IMLR berbasis web yang ditemukan menjadi masukan bagi program pendidikan calon guru atau guru dalam upaya meningkatkan kompetensi profesional pada area kemampuan interkoneksi multipel level representasi.

## **II. METODE PENELITIAN**

### **A. Paradigma Penelitian**

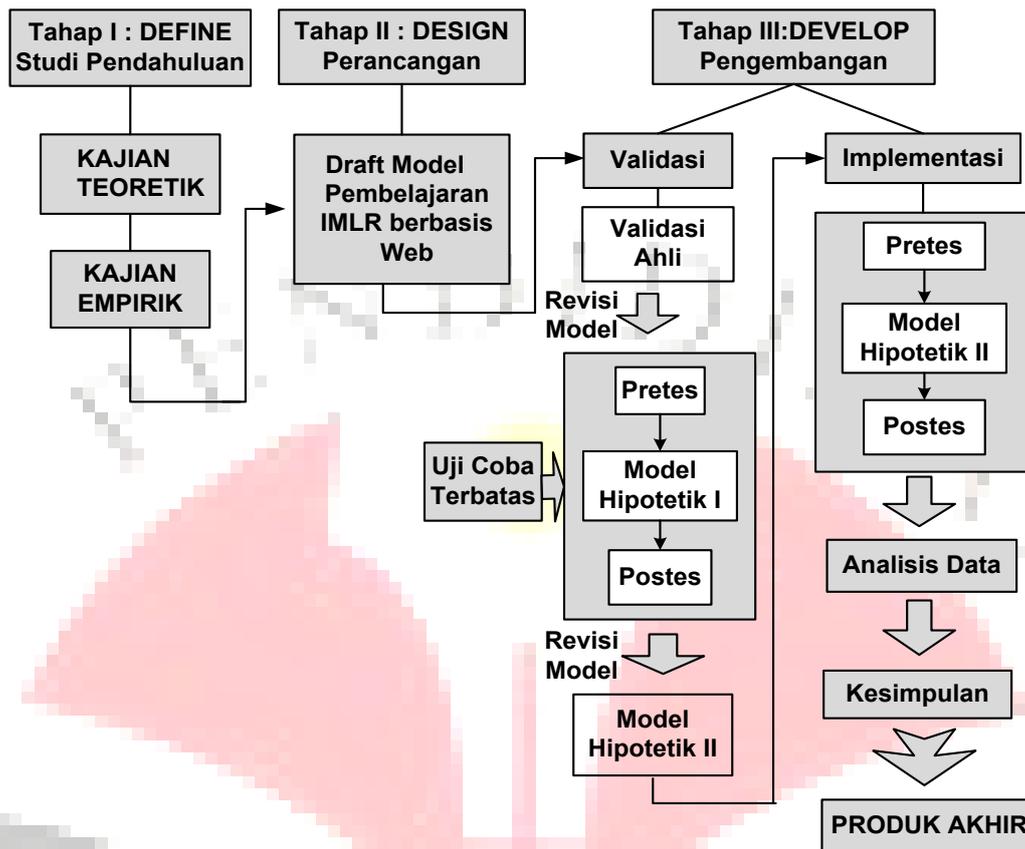
Paradigma penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Bagan Paradigma Penelitian

## B.Desain Penelitian

Model dikembangkan melalui desain penelitian dan pengembangan dengan tiga tahap (diadaptasi dari Gall *et al.*, 2003), yaitu studi pendahuluan, perancangan dan pengembangan. Rincian tahap-tahap penelitian dan pengembangan yang dilaksanakan divisualisasikan pada gambar 2.



Gambar 2. Bagan Desain Penelitian Dan Pengembangan

### C.Subyek Penelitian

Subyek penelitian pada studi pendahuluan adalah 77 mahasiswa calon guru yang telah mengikuti perkuliahan Kapita Selektu Kimia Sekolah dan dosen pengampu perkuliahan. Tahap validasi model melibatkan mahasiswa calon guru semester IV yang sedang mengikuti perkuliahan Kapita Selektu Kimia Sekolah. Untuk ujicoba sebanyak 31 orang, sedangkan pada ujicoba diperluas sebanyak 37 orang. Semua calon guru yang terlibat dalam penelitian merupakan mahasiswa di salah satu LPTK di Bandung.

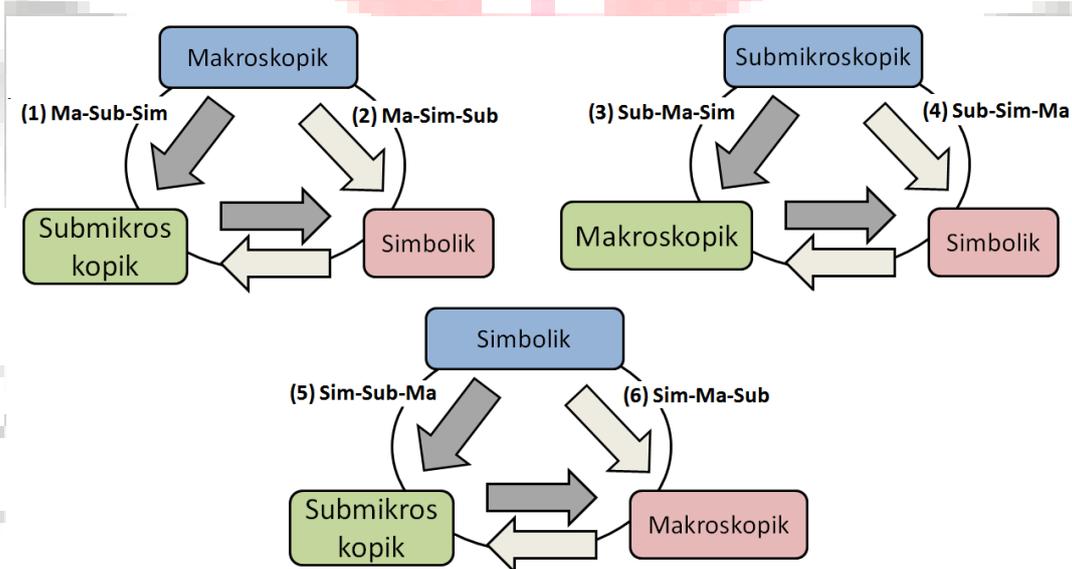
### D.Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang dikembangkan, meliputi:

1. Deskripsi halaman aktivitas pembelajaran yang mendeskripsikan langkah-langkah pembelajaran dalam halaman web untuk setiap topik, dilengkapi dengan: a) Outline

perkuliahan; b) Pedoman pembuatan akun; c) Petunjuk penggunaan fitur-fitur web, animasi dan simulasi; d) Alur pembelajaran.

- Perangkat multimedia sebagai alat bantu pada aktivitas belajar berbasis web, yaitu berupa: animasi, dan simulasi dan *software* representasi.
- Lembar kerja mahasiswa (LKM): digunakan untuk mengembangkan kemampuan IMLR melalui aktivitas belajar kelompok. LKM dimuat ke dalam fitur penugasan (*assignment*) halaman web. LKM juga digunakan untuk mendapatkan gambaran kemampuan IMLR mahasiswa selama aktivitas belajar
- Perangkat asesmen: digunakan untuk mengukur kemampuan IMLR mahasiswa berupa tes pilihan ganda dengan alasan pemilihan jawaban beroption pilihan ganda (*two-tier multipel choice*). Terdapat 44 butir soal yang mengukur 24 indikator kemampuan IMLR dengan variasi enam pola interkoneksi dalam pemecahan masalah, yaitu :



Gambar 3. Bagan Keenam Pola Interkoneksi Tiga Level Representasi (Ket. : *Ma* = *Makroskopik*; *Sub* = *Submikroskopik*; *Sim* = *Simbolik*)

- Kuesioner: digunakan untuk menjangring tanggapan mahasiswa terhadap pembelajaran berbasis web.

## B. Teknik Analisis Data

Data kemampuan IMLR mahasiswa diperoleh dari hasil pretes dan postes. Pengolahan dan analisis data hasil pretes dan postes, sbb: a) Untuk setiap nomor soal mendapatkan skor 1, bila jawaban dan alasan dua-duanya benar. Bila hanya salah satu jawaban yang benar atau kedua-duanya salah, mendapatkan skor 0; b) Skor pretes dan postes diubah ke dalam skala 100; c) Uji signifikansi perbedaan data pretes dan postes untuk setiap topik pada taraf ( $\alpha$ ) = 0,05; d) Pengkategorian mahasiswa (tinggi, sedang, rendah) berdasarkan nilai rata-rata ujian beberapa mata kuliah Kimia semester sebelumnya; e) Peningkatan kemampuan IMLR mahasiswa setiap indikator dilakukan melalui perhitungan N-gain (gain ternormalisasi). Tafsiran pencapaian peningkatan sebagai berikut : Tinggi:  $N\text{-gain} \geq 0,7$ ; Sedang:  $0,7 > (N\text{-gain}) \geq 0,3$ ; Rendah:  $N\text{-gain} < 0,3$  (Hake, 2002).

Data-data penyelesaian tugas mahasiswa dinilai sesuai rubrik, dideskripsikan persentase penyebaran jawabannya sesuai aspek-aspek yang dinilai. Aktivitas pada forum diskusi, dan aktivitas belajar melalui web dideskripsikan dengan menggunakan analisis matriks keterkaitan. Tanggapan mahasiswa yang dihimpun melalui kuesioner, dikategorisasikan berdasarkan jenis jawaban. Kemudian dikuantifikasikan dalam persentase dan ditabulasikan. Seluruh data yang telah dianalisis, selanjutnya diinterpretasikan dan ditriangulasikan untuk menarik kesimpulan.

### **III. HASIL PENELITIAN, TEMUAN DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Studi Pendahuluan**

Hasil observasi terhadap perkuliahan Kapita Selektta Kimia Sekolah yang merupakan salah satu mata kuliah yang berperan strategis dalam meningkatkan profesionalitas calon guru menunjukkan bahwa: 1) Metode utama yang digunakan adalah ceramah, praktikum dan penugasan; 2) Pembelajaran cenderung lebih diperkuat pada level makroskopik menuju simbolik tanpa melalui level submikroskopik; 3) Mode representasi yang dominan: dekriptif (verbal, grafik, tabel), kinestetik (praktikum) dan matematis; 4) Penguatan pada level submikroskopik dengan

menggunakan pemodelan tidak dikaitkan secara kontekstual dengan fenomena makroskopik; 5) Penggunaan pemodelan lebih ditujukan dalam pemaknaan dalam konteks representasi simbolik, yaitu untuk menunjukkan ikatan kimia pada suatu senyawa; 6) Kurangnya interaksi antara mahasiswa-dosen ataupun mahasiswa-mahasiswa dalam mengkonstruksi pengetahuan; 7) Jenis evaluasi yang digunakan menguji kemampuan mahasiswa untuk mengingat, menyelesaikan persamaan reaksi dan soal-soal perhitungan.

Berdasarkan hasil wawancara terhadap dosen, masalah yang dihadapi untuk pengembangan kemampuan mahasiswa adalah: 1) Kedalaman materi yang harus dikembangkan calon guru tidak berimbang dengan waktu yang tersedia; 2) Mengalami kesulitan untuk dapat mengembangkan secara standar model perkuliahan yang sesuai untuk kebutuhan; 3) Merasa belum maksimal mengembangkan penguasaan konsep mahasiswa, karena calon guru belum dapat memaknai hasil perkuliahan.

Dari hasil analisis profil kemampuan representasi calon guru pada Materi Keseimbangan dalam larutan ditemukan, bahwa: 1) Pada level makroskopik, umumnya mereka mampu mengidentifikasi sifat-sifat dan perubahan yang terjadi, kemudian mentransformasikannya ke dalam persamaan reaksi; 2) Sebagian besar mahasiswa kesulitan memberikan eksplanasi pada level representasi submikroskopik; 3) Mahasiswa belum memahami peranan model/gambar (level representasi submikroskopik) untuk menjelaskan fenomena yang terjadi pada level makroskopik dan mentransformasikannya ke representasi simbolik. Dengan demikian, terjadi kecenderungan mahasiswa memecahkan soal-soal yang diberikan hanya menggunakan level transformasi makroskopik ke simbolik.

Hasil analisis konsep berdasarkan Herron (1977) menunjukkan bahwa ada lima variasi jenis konsep pada Keseimbangan dalam Larutan, yaitu: a) Konsep abstrak dengan contoh konkrit; b) Konsep yang menyatakan proses; c) Konsep berdasarkan prinsip; d) Konsep yang menyatakan sifat dan nama atribut; e) Konsep yang menyatakan ukuran atribut. Level representasinya mencakup level makroskopik,

submikroskopik dan simbolik. Ada empat konsep prasyarat yang mencakup tiga level representasi, yaitu: a) Reaksi transfer proton (konsep asam-basa Bronsted Lowry); b) Disosiasi asam, disosiasi basa dan autoionisasi air; c) Kekuatan asam-basa dan pH; dan d) Kelarutan. Konsep-konsep prasyarat tersebut tercakup dalam konsep Kestimbangan asam-basa (kecuali kelarutan). Konsep prasyarat Kestimbangan asam-basa harus dikuasai terlebih dahulu agar dapat menguasai tiga konsep utama, yaitu : 1) Hidrolisis garam; 2) Larutan penyangga; dan 3) Kestimbangan kelarutan.

Konsep kunci penghubung utama ketiga sub konsep utama pada materi Kestimbangan Dalam Larutan adalah Konstanta Kestimbangan (K). Pada kestimbangan dalam Larutan, harga K dapat berupa harga  $K_h$ ,  $K_w$ ,  $K_b$ ,  $K_a$  dan  $K_{sp}$ . Deskripsi ringkasan hasil analisis konsep untuk konsep-konsep utama pada tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Hubungan Jenis Konsep dan Level Representasi Pada Konsep-konsep Utama Materi Kestimbangan Dalam Larutan

No	Konsep Utama	Sub Konsep	Jenis Konsep	Level Representasi
1	Tetapan kestimbangan (K)	$K_a$ , $K_b$ , $K_w$ , $K_h$ , $K_{sp}$	Konsep berdasarkan prinsip	Makroskopik → Simbolik
2	Kestimbangan Dinamis	Kestimbangan disosiasi asam-basa, Kestimbangan ionisasi garam sukar larut	Konsep yang menyatakan Proses	Makroskopik → Submikroskopik → Simbolik
3	Kestimbangan Dalam Larutan	Hidrolisis Garam, Larutan Penyangga, Kestimbangan Kelarutan.	Konsep yang menyatakan Proses	Makroskopik → Submikroskopik → Simbolik
4	Hidrolisis Garam	Hidrolisis total Hidrolisis kation Hidrolisis anion	Konsep yang menyatakan Proses	Makroskopik → Submikroskopik → Simbolik
5	Larutan Penyangga	Larutan penyangga asam, Larutan penyangga	Konsep abstrak contoh konkrit	Makroskopik → Submikroskopik → Simbolik

		basa.		
6	Keseimbangan kelarutan elektrolit sukar larut	Larutan jenuh, $K_{sp}$ , $Q_c$ , kelarutan.	Konsep yang menyatakan Proses	Makroskopik → Submikroskopik → Simbolik

## B. Hasil Perancangan dan Ujicoba Terbatas

### 1. Perancangan Model

Berdasarkan hasil studi pendahuluan, selanjutnya dibuat rancangan model. Visualisasi rancangan tahap-tahap pembelajaran pada gambar 4, berikut ini:



Selanjutnya *courseware* pembelajaran berbasis web diinstalasikan ke dalam website berbasis *learning management system* Moodle 2.0. dengan menggunakan *setting course page* berformat topik. Fitur-fitur Moodle 2.0 yang diaktifkan adalah sebagai berikut : a) Fitur *lesson activity*: berupa halaman web yang menyajikan materi kesetimbangan asam-basa secara interaktif dalam format halaman kartu pertanyaan. Fitur halaman *lesson activity* ini diintegrasikan dengan animasi, *slideshow* dan gambar-gambar yang berkaitan dengan topik tersebut. Animasi yang digunakan pada fitur *lesson activity*, adalah ; animasi mengenai proses reaksi transfer proton pada autoionisasi air, pelarutan asam kuat, asam lemah, dan basa lemah. b) Fitur halaman penugasan (*assignment type advanced uploading of file*) memuat LKM untuk setiap topik. Penyelesaian tugas-tugas dibantu *tools* representasi *Chemsense Animator* ([www.chemsense.org](http://www.chemsense.org)), dengan animasi dan simulasi. Untuk kesetimbangan kelarutan dibantu simulasi *PhET* (<http://phet.colorado.edu>); c) Fitur forum diskusi; untuk merefleksi dan men'*sharing*' pengetahuan antar mahasiswa serta mendiskusikan masalah-masalah yang mereka hadapi mengenai topik yang dipelajari. Dari forum diskusi ini dapat ditelusuri bagaimana kemampuan mahasiswa memecahkan masalah menggunakan kemampuan IMLR; c) Fitur kuis; perangkat asesmen *online* yang digunakan untuk menguji kemampuan IMLR mahasiswa sebelum dan sesudah menjalani aktivitas belajar (*pretes* dan *postes*).

## 2. Ujicoba Terbatas

Ujicoba terbatas dilakukan terhadap 31 orang mahasiswa yang mengambil mata Kuliah Kapita Selekt Kimia Sekolah. Uji coba ditujukan untuk mengetahui keterlaksanaan rancangan langkah-langkah pembelajaran melalui web dan perangkat pendukungnya. Dari hasil ujicoba terbatas diperoleh informasi berkaitan dengan penggunaan model pembelajaran berbasis web yang selanjutnya digunakan untuk revisi model. Secara keseluruhan, fitur-fitur utama yang diaktifkan pada Moodle secara umum berfungsi dengan baik dan dapat diakses mahasiswa. Pada ujicoba fitur kuis untuk setiap topik dihasilkan data *postes* yang digunakan untuk mengetahui

validitas internal, daya pembeda dan tingkat kesukaran. Diperoleh juga reliabilitas (Alfa Cronbach) perangkat tes sebesar 0,86. Butir-butir soal yang belum memenuhi kriteria diperbaiki dahulu sebelum digunakan kembali untuk tahap penelitian berikutnya. Dari uji coba terbatas terdapat beberapa komponen yang perlu mendapatkan perbaikan, antara lain: penyajian teks dan gambar, petunjuk penggunaan aplikasi, strategi penggunaan forum diskusi dan fitur assignment serta pertimbangan alokasi waktu pengaksesan.

### 3. Pengujian Lebih Luas

#### a. Kemampuan IMLR mahasiswa semua topik

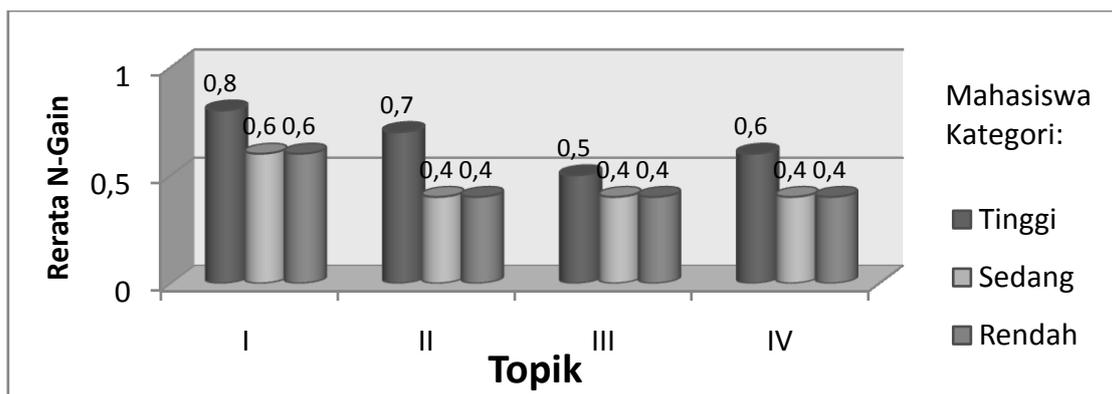
Berikut ini disajikan tabel data rangkuman hasil pretes-postes analisis kemampuan IMLR mahasiswa secara keseluruhan pada semua topik

Tabel2. Data Pretes-postes semua topik pada tahap pengujian lebih luas

Topik	Rerata skor (%)		Rerata Gain	Rerata N-gain	Tafsiran
	Pretes	Postes			
I. Kesetimbangan asam-basa	10	68	58	0,7	Tinggi
II. Hidrolisis garam	21	58	37	0,5	Sedang
III. Larutan penyangga	17	52	35	0,4	Sedang
IV. Kesetimbangan Kelarutan	16	58	42	0,5	Sedang
Rerata	20	58	38	0,5	Sedang

Untuk mengetahui signifikansi peningkatan kemampuan IMLR setiap topik dilakukan uji signifikansi non parametrik Wilcoxon terhadap data hasil pretes-postes, karena dari hasil uji normalitas: *one-sample Kolmogorov-Smirnov test* tidak semua data berdistribusi normal. Untuk semua topik, diperoleh harga *asympt. sig. 2-tailed* =  $0,00 < 0,05$ , artinya: terjadi peningkatan kemampuan IMLR mahasiswa setelah pembelajaran untuk semua topik secara signifikan.

Berikut ini grafik N-gain setiap kategori mahasiswa pada setiap topik :



Grafik 1. Rerata N-Gain setiap kategori mahasiswa pada setiap topik

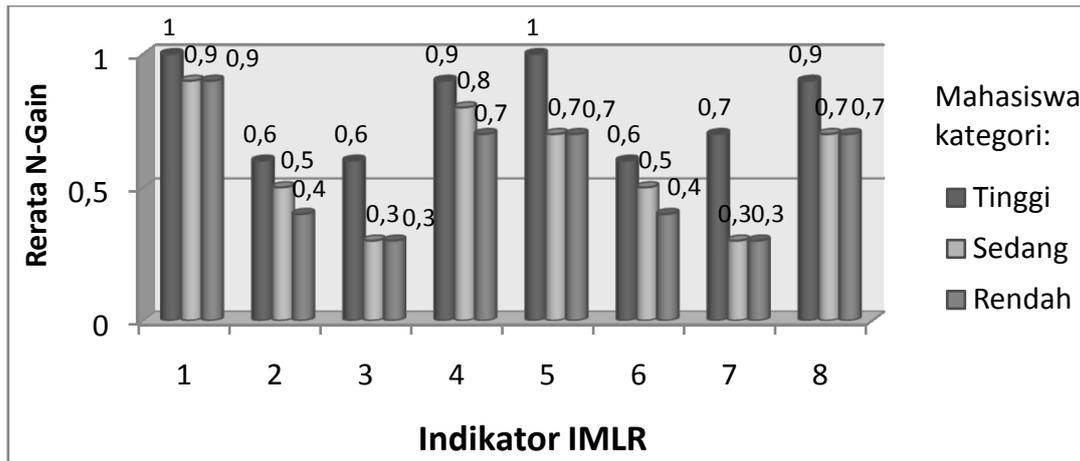
Untuk mengetahui signifikansi perbedaan peningkatan kemampuan IMLR antar kategori mahasiswa dilakukan uji signifikansi menggunakan uji t. Dari hasil uji t diketahui bahwa: Terdapat perbedaan peningkatan kemampuan IMLR yang signifikan antara mahasiswa kategori tinggi dengan sedang dan antara mahasiswa kategori tinggi dan rendah. Namun tidak terdapat perbedaan antara mahasiswa kategori sedang dengan rendah.

1) Berikut ini disajikan hasil pretes-postes untuk topik kesetimbangan asam-basa :

Tabel 2. Rerata % skor prete-postes untuk topik Kesetimbangan 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

Berikut ini disajikan grafik rerata N-gain untuk setiap indikator pada topik Kesetimbangan asam-basa:



Grafik 2. Rerata N-gain tiap indikator IMLR pada topik Kesetimbangan asam-basa  
Ket.:

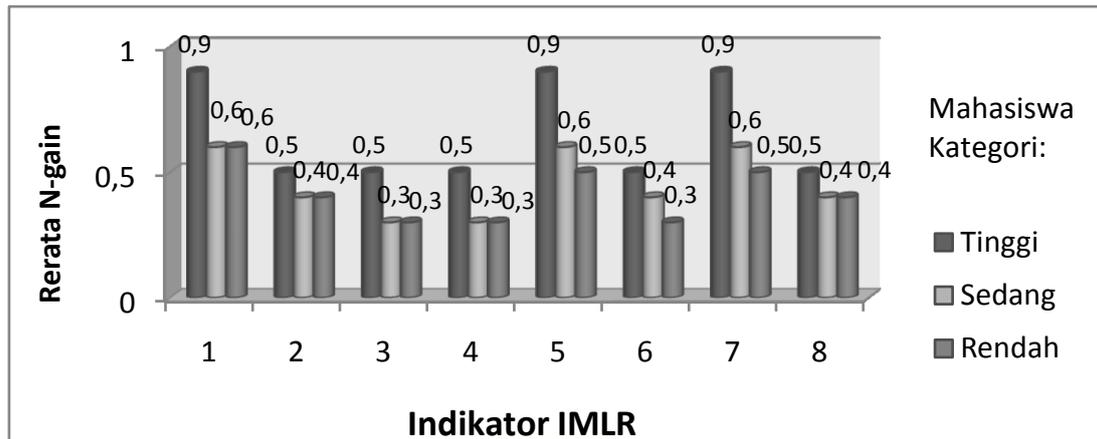
- 1 = Mengidentifikasi pasangan asam-basa konjugat dari persamaan reaksi transfer proton
- 2 = Memprediksi kelangsungan arah reaksi transfer proton
- 3 = Membandingkan kekuatan relatif beberapa asam dan basa konjugatnya.
- 4 = Menghubungkan representasi submikroskopik berbagai asam yang terionisasi dengan data makroskopik dan representasi simbolik.
- 5 = Merepresentasikan hubungan pH dengan keadaan submikroskopik asam kuat
- 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 atau pH basa lemah dengan representasi submikroskopik kesetimbangan larutan.

2) Berikut ini disajikan hasil pretes-postes untuk topik Hidrolisis garam :

Tabel Rerata % skor pretes-postes untuk topik Hidrolisis garam

Kategori Mahasiswa	Rerata skor (%)		Rerata Gain	Rerata N-gain	Tafsiran
	Pretes	Postes			
Tinggi	24	76	52	0,7	Tinggi
Sedang	18	55	37	0,5	Sedang
Rendah	20	51	31	0,4	Sedang
Rerata	21	61	40	0,5	Sedang

Berikut ini disajikan grafik rerata N-gain untuk setiap indikator pada topik Hidrolisis garam:



Grafik 3. Rerata N-gain untuk setiap indikator IMLR pada topik Hidrolisis garam

Ket.:

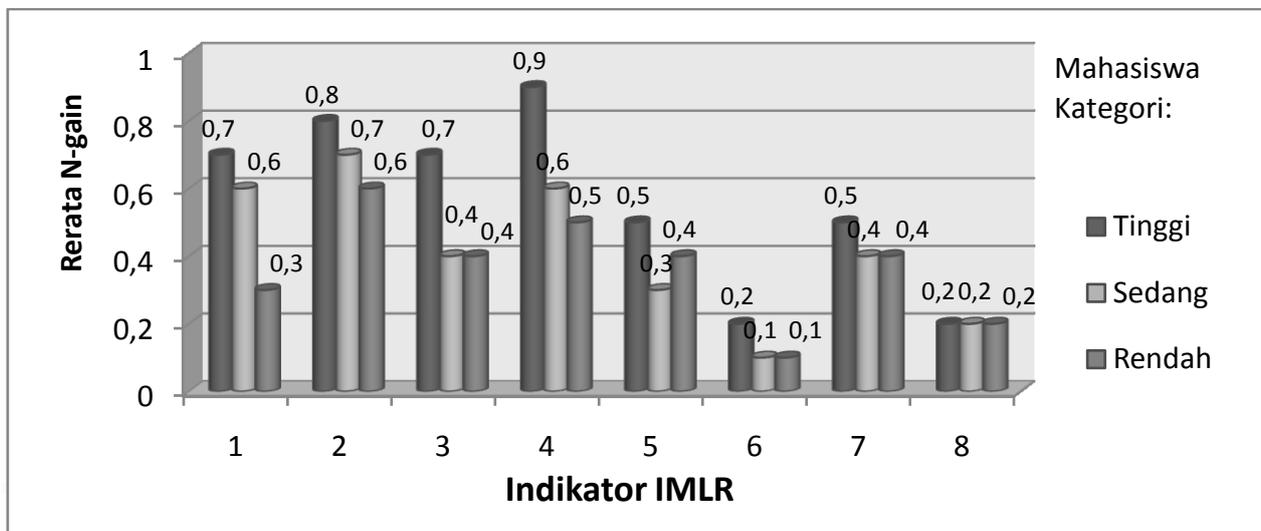
- 1= Menjelaskan terjadinya hidrolisis anion dengan memberikan alasan representasi submikroskopik yang tepat.
- 2= Memprediksi kation logam yang terhidrolisis berdasarkan representasi submikroskopik kation terhidrasi.
- 3= Memprediksi reaksi transfer proton pada hidrolisis total berdasarkan representasi submikroskopik.
- 4= Representasi simbolik hidrolisis kation berdasarkan representasi submikroskopik.
- 5= Menjelaskan reaksi hidrolisis kation dengan memberikan representasi submikroskopik
- 6= Membandingkan kekuatan anion yang terhidrolisis berdasarkan representasi submikroskopik
- 7= Menjelaskan terjadinya hidrolisis total dengan memberikan alasan representasi submikroskopik.
- 8= Menentukan pH dan  $K_h$  dari larutan garam yang anionnya mengalami hidrolisis berdasarkan representasi submikroskopik

3) Berikut ini disajikan hasil pretes-postes untuk topik Larutan Penyangga :

Tabel 4.11 Rerata % skor pretes-postes setiap kategori mahasiswa untuk topik Larutan penyangga

Kategori Mahasiswa	Rerata skor (%)		Rerata Gain	Rerata N-gain	Tafsiran
	Pretes	Postes			
Tinggi	15	63	48	0,6	Sedang
Sedang	13	46	33	0,4	Sedang
Rendah	13	48	35	0,4	Sedang
Rerata	13	52	39	0,4	Sedang

Berikut ini disajikan grafik rerata N-gain untuk setiap indikator pada topik Larutan Penyangga berdasarkan kategori prestasi mahasiswa:



Grafik 4. Rerata N-gain setiap indikator IMLR pada topik Larutan penyangga

Ket.:

- 1= Merepresentasikan level submikroskopik keadaan larutan penyangga asam monoprotik dengan kapasitas penyangga paling baik.
- 2= Merepresentasikan rumusan perhitungan pH larutan penyangga disertai representasi submikroskopik yang tepat.
- 3= Merepresentasikan level submikroskopik keadaan larutan penyangga asam diprotik dengan kapasitas penyangga paling baik berdasarkan data  $K_a$
- 4= Merepresentasikan level submikroskopik pengaruh penambahan sedikit larutan asam kuat/basa kuat terhadap kesetimbangan larutan penyangga asam.
- 5= Merepresentasikan level submikroskopik pengaruh penambahan sedikit larutan asam kuat/basa kuat terhadap kesetimbangan larutan penyangga basa.
- 6= Menentukan perbandingan komponen campuran larutan untuk membuat larutan penyangga dengan pH tertentu disertai representasi submikroskopik dengan menggunakan data  $K_a$  asam triprotik
- 7= Berdasarkan data  $K_a$  asam diprotik dan molaritas, dapat menentukan pH larutan penyangga dengan memberikan representasi submikroskopik.
- 8= Menghubungkan representasi submikroskopik keadaan kesetimbangan larutan dengan grafik tahap-tahap kelangsungan titrasi asam-basa

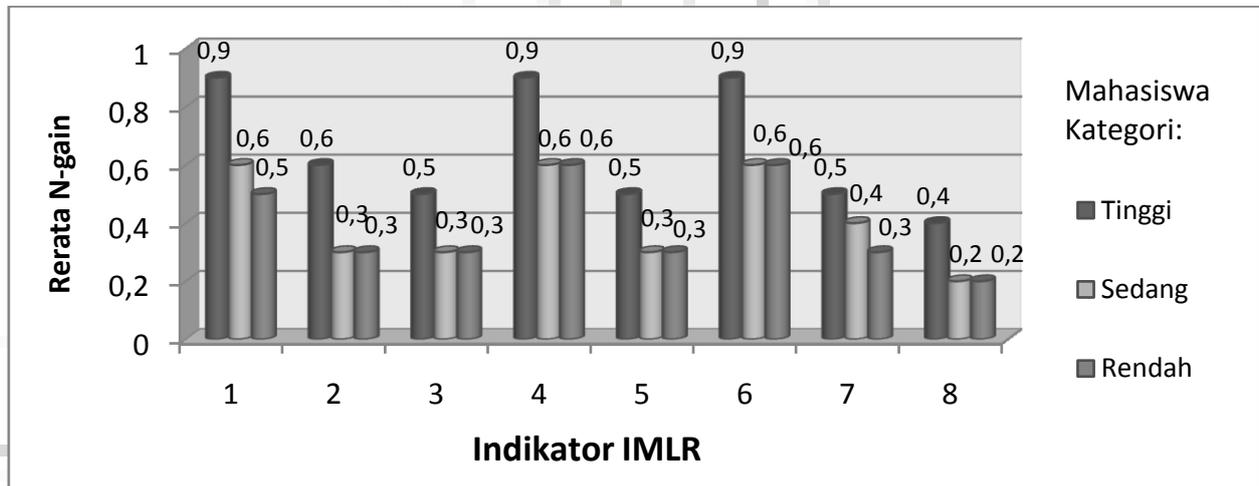
4) Berikut ini hasil pretes-postes untuk topik Kesetimbangan Kelarutan:

Tabel Rerata % skor pretes-postes untuk topik Kesetimbangan Kelarutan

Kategori Mahasiswa	Rerata skor (%)		Rerata Gain	Rerata N-gain	Tafsiran
	Pretes	Postes			
Tinggi	16	72	55	0,7	Tinggi
Sedang	21	52	30	0,4	Sedang

Rendah	12	51	39	0,4	Sedang
Rerata	16	58	42	0,5	Sedang

Berikut ini disajikan grafik rerata N-gain untuk setiap indikator pada topik Kesetimbangan Kelarutan berdasarkan kategori prestasi mahasiswa:



Grafik 5. Rerata N-gain setiap indikator IMLR pada topik Kesetimbangan kelarutan

Ket.:

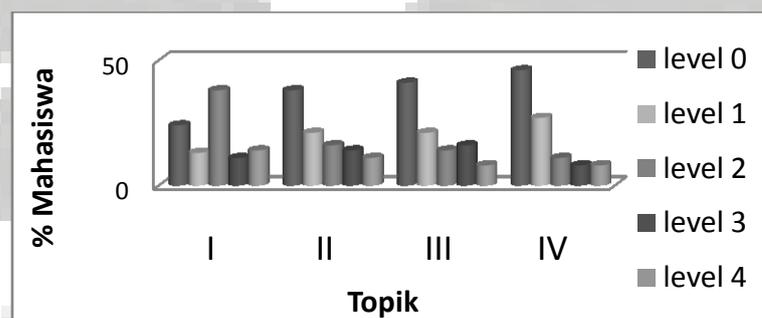
- 1= Menjelaskan larutan jenuh garam disertai representasi submikroskopik
- 2= Berdasarkan representasi submikroskopik membandingkan kelarutan garam dan hubungannya dengan harga  $K_{sp}$ .
- 3= Menentukan harga  $K_{sp}$  berdasarkan rep. submikroskopik larutan jenuh garam.
- 4= Berdasarkan data  $K_{sp}$  dan massa molar, menghitung kelarutan garam dalam air dengan memberikan representasi submikroskopik yang tepat.
- 5= Berdasarkan representasi submikroskopik larutan jenuh garam, menghitung kelarutan garam dalam air disertai alasan perhitungan yang tepat.
- 6= Memprediksi pengaruh ion senama terhadap kelarutan garam disertai representasi submikroskopik yang tepat.
- 7= Memprediksi pengaruh pH larutan terhadap keadaan kesetimbangan larutan disertai representasi submikroskopik yang tepat.
- 8= Memprediksi hasil reaksi dari pencampuran garam berdasarkan data  $K_{sp}$  dan representasi submikroskopik pada volume tertentu.

#### b. Aktivitas mahasiswa pada pembelajaran berbasis web

Tugas yang diberikan kepada mahasiswa pada fitur *assignment* dikerjakan secara berkelompok (terdiri dari 2-3 orang). Berikut ini resume hasil analisis tugas; 1) Semua kelompok kerja dapat menggambarkan representasi submikroskopik asam kuat monoprotik, asam lemah monoprotik dan basa lemah dengan benar, namun masih

salah menggambarkan representasi submikroskopik dari asam lemah diprotik dan asam kuat diprotik.; 2) Sebagian besar kelompok kerja dapat membandingkan kekuatan asam-basa dari kation-anion pembentuk garam dengan menggunakan harga  $K_a$ - $K_b$ , mendeskripsikan (secara verbal) dengan tepat proses yang terjadi pada pelarutan garam dan cukup baik menggambarkan dan membuat animasi proses hidrolisis garam, kecuali pada hidrolisis garam  $AlCl_3$ ; 3) Sebagian besar kelompok kerja dapat menggunakan perhitungan untuk membuktikan pengaruh penambahan asam atau basa pada larutan penyangga, namun belum mampu merepresentasikan level submikroskopik prinsip kerja larutan penyangga. Sebagian besar mengalami kekeliruan dalam menentukan kapasitas larutan penyangga; 4) Hampir semua kelompok kerja mampu merepresentasikan level submikroskopik larutan jenuh garam dengan bantuan simulasi PhET, namun hanya separuh yang dapat menurunkannya ke dalam perhitungan kelarutan dan hasil kali kelarutan ( $K_{sp}$ ). Sebagian besar masih keliru merepresentasikan level submikroskopik pengaruh pH terhadap kesetimbangan kelarutan garam.

Data aktivitas mahasiswa pada forum diskusi diperoleh dari jumlah dan kualitas tulisan/*posting* mahasiswa pada setiap topik yang didiskusikan.



Gambar 4.7 Grafik aktivitas mahasiswa pada forum diskusi

Level kinerja :

- 0 = Tidak mengikuti diskusi, mempostingkan gagasan ataupun menjawab pertanyaan
- 1 = Mempostingkan pertanyaan dan menjawab pertanyaan minimal satu kali namun tidak mengembangkan gagasan
- 2 = Mempostingkan pertanyaan atau menjawab pertanyaan sekurangnya dua kali dan mengembangkan gagasan

- 3 = Mengembangkan gagasan dengan baik, menjawab pertanyaan lain dengan baik sekurangnya tiga kali
- 4 = Mengembangkan gagasan lebih luas, menjawab pertanyaan lain dengan baik sekurangnya empat kali

### **c. Tanggapan mahasiswa terhadap pembelajaran IMLR berbasis web**

Berikut ini, diringkaskan pendapat mahasiswa mengenai proses belajar IMLR melalui web: (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 (92%), termotivasi untuk meningkatkan kemampuan IMLR (97%), meningkatkan kolaborasi di antara mahasiswa (73%), meningkatkan kualitas komunikasi dosen-mahasiswa (73%); (4) Simulasi-simulasi yang digunakan membantu pengembangan kemampuan IMLR (92%); (5) Animasi-animasi membantu pengembangan kemampuan IMLR (92%); (6) Tugas-tugas mendukung pengembangan kemampuan IMLR (92%); (7) Petunjuk kegiatan web dan tugas-tugas mudah dipahami (87%); (8) Forum diskusi bermanfaat *men-share* pengetahuan dan memperbaiki kemampuan IMLR (78%); (9) Resume materi membantu pengembangan kemampuan IMLR (92%); (10) Kuiz on-line bermanfaat mengukur kemampuan sendiri (92%); (11) Mahasiswa menyukai perkuliahan melalui web (92%); (12) Mahasiswa setuju bila perkuliahan melalui web dilakukan lagi untuk materi-materi kimia lain (70%). Dari uraian tsb., sebagian besar mahasiswa (87%) menanggapi secara positif mengenai manfaat pembelajaran melalui web.

### **C. Temuan Dan Pembahasan**

#### **1. Karakteristik Model Pembelajaran IMLR Berbasis Web**

Adapun karakteristik model pembelajaran berbasis web yang ditemukan dalam penelitian adalah: (1) Aktivitas belajar berlandaskan tugas-tugas berupa soal dan

didorong pertanyaan yang menggali pengetahuan (probing); (2) Bahan pembelajaran untuk setiap topik bersifat multi-modal representasi atau menggunakan berbagai mode representasi, yaitu; berupa teks, gambar, grafik, animasi, simulasi dan tools representasi yang ditujukan untuk memfasilitasi pengembangan kemampuan IMLR pada setiap topik (Penggunaannya terintegrasi dalam aktivitas belajar melalui web); (3) Penciptaan iklim sosial melalui keterlibatan aktif mahasiswa untuk membangun makna dan merefleksikan kemampuannya melalui forum diskusi online (Aktivitas belajar ini dilakukan pada tahap refleksi dan konfirmasi); (4) Asesmen secara online dilakukan secara mandiri sebagai umpanbalik dari progress kinerja belajar mahasiswa secara individual. Karakteristik tersebut telah mencakup tiga elemen utama pembelajaran berbasis web sebagaimana disarankan Garisson & Vaughan (2008), yaitu: 1) Kehadiran iklim kognitif (*cognitive presence*); 2) Kehadiran iklim sosial (*social presence*); 3) Peranan instruktur dalam menciptakan dan memfasilitasi iklim kognitif dan sosial (*teacher presence*). Desain pembelajaran yang disusun mengakomodasi ciri-ciri pembelajaran *online* yang efektif menurut Dawley (2007) dan Horton (2007). Secara keseluruhan, model pembelajaran IMLR berbasis web mengadopsi teori konstruktivisme (Gillian, 2003). Alat pembelajaran yang mendukung pengembangan kemampuan IMLR, berupa gambar, animasi, simulasi dan tool representasi Chemsense menggunakan prinsip keterhubungan dinamis (*dynamic linking*) yang disarankan Kaput (dalam Snelson, 2005) dan prinsip belajar multimedia menurut Mayer (dalam Kozma & Russel, 2004).

## **2. Peningkatan Kemampuan IMLR Mahasiswa**

Dari penelitian ini diperoleh temuan bahwa: terjadi perubahan pola berpikir mahasiswa dalam memecahkan masalah yang berkaitan dengan Kesetimbangan dalam larutan. Awalnya berdasarkan studi pendahuluan, mahasiswa cenderung menyelesaikan masalah hanya menggunakan level representasi makroskopik ke representasi simbolik dan belum dapat memberikan eksplanasi pada level representasi submikroskopik. Mahasiswa juga belum memahami peranan

model/gambar yang merepresentasikan level submikroskopik untuk digunakan menjelaskan fenomena makroskopik dan simbolik. Perubahan pola berpikir mahasiswa berdasarkan temuan penelitian menunjukkan: terjadi peningkatan kemampuan IMLR mahasiswa untuk semua topik secara signifikan. Model pembelajaran efektif untuk meningkatkan kemampuan IMLR setiap kategori mahasiswa untuk setiap topik. Level kemampuan IMLR mahasiswa kategori rendah dapat meningkat sehingga sama dengan mahasiswa kategori sedang.

Peningkatan kemampuan IMLR mahasiswa merupakan implikasi dari pembelajaran menggunakan multimodal representasi yang didesain untuk menyajikan secara langsung keterhubungan setiap level representasi kimia dengan bantuan animasi dan simulasi. Mahasiswa dilatih berpikir mengkoneksikan tiga level representasi kimia melalui pertanyaan-pertanyaan dan merepresentasikannya lagi hasil pemikiran mereka melalui penyelesaian tugas-tugas, kemudian mensharing pengetahuan melalui forum diskusi *online*. Temuan ini sejalan dengan Snelson (2005): penggunaan representasi multimedia dalam pembelajaran *online* memperkuat konten pembelajaran lebih dinamis dan efektif, sehingga meningkatkan kemampuan menghubungkan antar representasi. Diperkuat pernyataan Yeung, *et al.* (2008): penggunaan multimedia terintegrasi dalam web dapat lebih banyak menyediakan penugasan pada pembelajar, sehingga membantu mengembangkan proses kognitif ke level lebih tinggi.

#### **a. Kemampuan IMLR Mahasiswa Pada Topik Asam Basa**

Aktivitas belajar untuk topik Kesetimbangan asam-basa dilakukan melalui fitur *lesson activity*, penugasan dan forum diskusi. Berdasarkan respon terbuka yang diberikan hampir semua mahasiswa, baik pada tahap ujicoba maupun pengujian lebih luas menyatakan menyukai konten pembelajaran dalam fitur ini. Fitur *lesson activity* dirasakan membuat mereka lebih mudah menyelesaikan tugas-tugas yang diberikan. Hal tersebut berdampak pada peningkatan kemampuan IMLR mahasiswa yang tinggi

(N-gain = 0,7). Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Gilbert, (2005); Russell & Kozma (2005), dan Snelson (2005), yaitu: pembelajaran dengan 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.

Refleksi dan konfirmasi melalui forum diskusi berdampak pada peningkatan kemampuan IMLR yang berkaitan dengan masalah tersebut, yaitu pada indikator 1 (N-gain = 0,9) dan 4 (N-gain = 0,8). Kontribusi forum diskusi untuk memperbaiki kemampuan IMLR juga terlihat pada indikator 8. Pencapaian yang tinggi pada kedua indikator tersebut menunjukkan manfaat forum diskusi untuk memperbaiki kemampuan IMLR mahasiswa. Temuan ini sejalan dengan pemikiran Garnett & Hackling (dalam Gillian, 2003) dan Stocker (2010) bahwa: forum diskusi pada web berperan vital dalam pengembangan pemahaman, gagasan-gagasan dan membantu mengklarifikasi pemikiran.

Melalui model pembelajaran IMLR, pola berpikir mahasiswa mengalami peningkatan, dari hanya menghubungkan dua level representasi (*makroskopik ke simbolik*), menjadi tiga level representasi (*ma-sub-sim* atau *ma-sim-sub*). Mahasiswa semua kategori cenderung mengalami peningkatan tinggi untuk pola interkoneksi *Ma-Sub-Sim*. Peningkatan tinggi untuk pola interkoneksi tersebut diduga karena mereka telah terbiasa memecahkan masalah yang diawali dari level makroskopik menuju simbolik sebagaimana temuan Sopandi & Murniati (2007); Farida et al., (2010); Savec et al., (2006). Mahasiswa kategori tinggi menunjukkan peningkatan IMLR cenderung tinggi untuk pola interkoneksi *Sub-Sim-Ma*, sedangkan mahasiswa kategori sedang dan rendah peningkatannya belum optimal. Hal itu menunjukkan mahasiswa kategori tinggi lebih mampu menginterpretasikan fitur-fitur yang terdapat dalam representasi submikroskopik kemudian menghubungkannya ke level simbolik dan makroskopik, dibandingkan dengan mahasiswa kategori sedang dan rendah.

## **b. Kemampuan IMLR Mahasiswa Pada Topik Hidrolisis Garam**

Perbaiki kemampuan IMLR mahasiswa untuk hidrolisis garam dibantu dengan menyajikan animasi-animasi yang berkaitan dengan proses hidrolisis. Animasi-animasi ini diberikan setelah mereka selesai mengerjakan tugas. Mereka diminta untuk membahasnya pada forum diskusi. Pola pembelajaran cara ini dimaksudkan agar mahasiswa terlibat aktif mengkonstruksi pengetahuan secara individual dan berkolaborasi (Stocker, 2010). Mahasiswa didorong melalui tugas untuk mengeksplanasi fenomena makroskopik tersebut pada level submikroskopik. Level representasi submikroskopik ini dikonstruksi mahasiswa berdasarkan hasil diskusi dan refleksi dibantu visualisasi level submikroskopik (berupa animasi), selanjutnya mahasiswa menghubungkannya dengan level representasi simbolik. Pola pembelajaran ini juga sejalan dengan pemikiran Tasker & Dalton (2006).

Sweller (2006) menyatakan suatu desain pembelajaran yang efektif harus meminimalkan jumlah beban kognitif intrinsik dan ekstrinsik dengan menggunakan alat visualisasi yang dapat memfasilitasi eksternalisasi pemikiran, pemrosesan informasi, dan terjadinya kolaborasi. Temuan penelitian ini menunjukkan penggunaan animasi sebagai alat visualisasi disertai dengan pertanyaan-pertanyaan yang menggali pengetahuan dan diskusi cukup efektif meningkatkan kemampuan IMLR mahasiswa. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan kemampuan IMLR pada topik hidrolisis garam dengan pencapaian yang sedang ( $N\text{-gain} = 0,5$ ). Peningkatan tertinggi pada mahasiswa kategori tinggi ( $N\text{-gain} = 0,7$ ), sedangkan untuk mahasiswa kategori sedang dan rendah peningkatannya cenderung sebanding.

Seperti halnya pada topik kesetimbangan asam basa, pada topik hidrolisis garam ini, mahasiswa semua kategori cenderung mengalami peningkatan yang lebih baik untuk pola interkoneksi *Ma-Sim-Sub* atau *Ma-Sub-Sim*. Mahasiswa kategori sedang dan rendah cenderung mengalami peningkatan yang rendah untuk pola interkoneksi *Sub-Sim-Ma*. Konstruksi asosiasi mental antara level-level representasi makroskopik, submikroskopik dan simbolik dengan menggunakan berbagai mode representasi berbeda belum sepenuhnya dapat dikembangkan oleh mahasiswa

kategori sedang dan rendah, sehingga mereka masih pada tahap transisi dari pemahaman instrumental menuju pemahaman relasional (Treagust et al. 2003).

### **c. Kemampuan IMLR Mahasiswa Pada Topik Larutan Penyangga**

Subkonsep pada larutan penyangga, mencakup: 1) prinsip kerja larutan penyangga; 2) Kapasitas larutan penyangga; 3) Perhitungan pH larutan penyangga dan; 4) Pembuatan larutan penyangga. Perluasan subkonsep melibatkan asam monoprotik, asam diprotik, asam triprotik dan tahap-tahap titrasi asam-basa (Silberberg, 2009; Brown & Bursten, 2009). Secara keseluruhan, topik larutan penyangga merupakan topik yang peningkatan IMLR nya paling rendah (N-gain= 0,4) Sesuai karakteristik konsepnya, permasalahan larutan penyangga didominasi pola interkoneksi *Ma-Sub-Sim* dan *Ma-Sim-Sub*. Pencapaian kemampuan IMLR mahasiswa belum optimal diduga tidak berhubungan dengan pola interkoneksi, namun berhubungan dengan subtopik larutan penyangga dan perluasan konsepnya yang memiliki tingkat kesulitan cukup tinggi.

Dari analisis tugas, sebagian besar mahasiswa dapat merepresentasikan level simbolik keadaan larutan penyangga berdasarkan data makroskopik. Diduga, kemampuan mahasiswa menghubungkan level representasi makroskopik-simbolik ini, karena mereka telah terbiasa mendapatkan tugas dengan pola pemecahan masalah yang serupa, yaitu dari level makroskopik ke simbolik. (Farida, et al., 2010). Namun, hanya sebagian kecil yang mampu merepresentasikan level submikroskopik larutan penyangga yaitu: mengeksplanasi pengaruh penambahan sedikit asam atau basa terhadap kesetimbangan dalam larutan penyangga secara verbal dan menggambarkan diagram submikroskopik. Refleksi dan konfirmasi melalui diskusi mengenai masalah tersebut memperoleh hasil yang cukup baik, terbukti dengan adanya peningkatan kemampuan IMLR pada indikator 4 (N-gain = 0,7): dan indikator 5 (N-gain= 0,4).

Semua kategori mahasiswa mencapai peningkatan yang tinggi untuk indikator berkaitan dengan sub-konsep perhitungan pH larutan penyangga (indikator 2, N-gain =

0,7). Pencapaian yang tinggi pada indikator ini sejalan dengan kemampuan mereka menyelesaikan tugas yang berkaitan dengan representasi simbolik. Melalui penelitian ini, subkonsep perhitungan larutan penyangga yang merupakan transformasi level makroskopik ke simbolik dikoneksikan ke level submikroskopik. Hal ini merupakan upaya agar mahasiswa tidak memandang konsep larutan penyangga semata hanya dari perspektif simbolik sebagaimana ditemukan oleh Orgil & Sutherland (2008).

Kemampuan IMLR berkaitan kapasitas penyangga diukur melalui indikator 1 dan 3. Mahasiswa kategori tinggi mencapai peningkatan IMLR yang tinggi untuk kedua indikator ini ( $N\text{-gain}=0,7$ ). Namun mahasiswa kategori sedang dan rendah termasuk sedang. Bervariasinya pencapaian untuk kedua indikator ini sejalan dengan hasil penyelesaian tugas-tugas yang mereka kerjakan dan aktivitas pada forum diskusi. Dari analisis tugas hanya sekitar 39 % dari kelompok mahasiswa yang benar menentukan kapasitas larutan penyangga. Pada forum diskusi, masalah ini didiskusikan, mahasiswa kategori tinggi mengembangkan gagasan lebih baik, namun pada sebagian mahasiswa kategori sedang dan rendah masih mengalami kebingungan. Belum optimalnya peningkatan kemampuan IMLR mahasiswa kategori sedang dan rendah pada indikator tersebut diduga dipengaruhi juga oleh pembelajaran yang telah mereka alami sebelumnya (Kimia di sekolah menengah dan Kimia Dasar) tidak secara eksplisit memberikan penjelasan mengenai penentuan kapasitas larutan penyangga. Dugaan ini diperkuat dari hasil penelusuran kurikulum di SMA yang tidak eksplisit mencantumkan kapasitas larutan penyangga sebagai subpokok bahasan. Temuan ini juga diperkuat dari hasil penelitian Orgil & Sutherland (2008).

Perluasan subkonsep larutan penyangga yang mengandung asam diprotik dengan basa konjugatnya diukur dengan indikator 7 dan asam triprotik dengan basa konjugatnya diukur dengan indikator 6. Semua kategori mahasiswa untuk indikator 7 termasuk sedang ( $N\text{-gain} = 0,4$ ), sedangkan indikator 6 termasuk rendah ( $N\text{-gain} = 0,1$ ). Ini karena, mahasiswa sebagian besar belum memahami kapasitas penyangga,

akibatnya mengalami kesulitan pada perluasan konsep untuk asam diprotik dan triprotik.

Peningkatan IMLR mahasiswa untuk semua kategori yang rendah juga terjadi pada indikator 8. Pada soal-soal yang mengukur indikator ini, mahasiswa diminta hubungan yang tepat antara grafik titrasi asam-basa dengan representasi submikroskopik untuk setiap tahap. Lemahnya kemampuan IMLR mahasiswa pada indikator ini menunjukkan mahasiswa tidak memahami sepenuhnya fenomena yang terjadi pada titrasi asam-basa pada level submikroskopik. Pada pembelajaran umumnya, titrasi asam basa terbiasa lebih ditekankan pada transformasi level makroskopik ke level simbolik. Temuan ini diperkuat hasil penelitian Chittleborough & Treagust (2007) yang menyatakan pebelajar umumnya tidak dapat menjelaskan apa yang sesungguhnya terjadi ketika proses titrasi terjadi pada level submikroskopik. Hasil serupa juga ditemukan oleh Sheppard (2006) yang menyatakan pebelajar mengalami kesulitan untuk memahami grafik titrasi dengan fenomena yang terjadi pada level makroskopik dan submikroskopik. Temuan ini menjadi indikasi bahwa Kemampuan IMLR mahasiswa belum sepenuhnya berkembang dengan baik, terutama pada konsep-konsep elaborasi.

#### **d. Kemampuan IMLR Mahasiswa Pada Kesetimbangan Kelarutan**

Tahap eksplorasi pada topik kesetimbangan kelarutan dilakukan dengan pemberian tugas yang harus diselesaikan dengan menggunakan simulasi PhET. Dengan simulasi PhET, mahasiswa dapat mengamati secara submikroskopik larutan berbagai garam dari keadaan belum jenuh, jenuh hingga lewat jenuh, menghubungkannya dengan harga  $K_{sp}$  dan menghitung jumlah ion-ion yang terlarut dalam larutan jenuh. Melalui praktikum di laboratorium, pengamatan keadaan larutan jenuh larutan garam sukar dilakukan, sehingga keadaan kesetimbangan dinamis sukar dimengerti para pebelajar sebagaimana ditemukan oleh Onder & Geban (2006), Barke et al. (2009) dan Farida et al. (2010). Melalui pembelajaran ini masalah tersebut dapat diatasi, sebagaimana dinyatakan De Jong & Van Joolingen (dalam Donovan &

Nakhleh, 2007) yang menyatakan simulasi dapat bermanfaat positif terhadap hasil belajar, bila penggunaannya disertai petunjuk-petunjuk yang disertai penugasan berupa pertanyaan-pertanyaan yang menggali pengetahuan.

Secara umum terjadi kecenderungan, rerata peningkatan kemampuan IMLR mahasiswa kategori tinggi lebih besar ( $N\text{-gain} = 0,6$ ), dibandingkan dengan kategori mahasiswa lain yang perolehannya sama ( $N\text{-gain} = 0,4$ ). Penggunaan simulasi PhET disertai penugasan berupa pertanyaan-pertanyaan yang menggali pengetahuan terbukti dapat memperbaiki pemahaman mahasiswa. Hal ini ditunjukkan dengan pencapaian peningkatan kemampuan IMLR untuk semua kategori mahasiswa yang cenderung tinggi pada indikator 1, 4 dan 6. Ketiga indikator tersebut memiliki pola interkoneksi *Ma-Sim-Sub*. Sebagaimana temuan pada topik sebelumnya, mahasiswa lebih handal untuk memecahkan masalah dengan pola interkoneksi yang diawali dari level makroskopik.

Untuk kelima indikator lainnya pada topik ini didominasi pola *Sub-Sim-Ma* atau *Sub-Ma-Sim*. Mahasiswa kategori sedang dan rendah peningkatan kemampuan IMLRnya untuk pola interkoneksi tersebut cenderung rendah, sedangkan mahasiswa kategori tinggi cukup baik. Terdapat kecenderungan mahasiswa dapat merepresentasikan secara submikroskopik larutan jenuh garam, namun untuk mentransformasikannya ke representasi simbolik masih mengalami kesulitan. Biasanya untuk masalah yang berkaitan dengan kesetimbangan larutan, pola pemecahan masalah pada buku-buku sumber yang mereka gunakan dimulai dari representasi makroskopik menuju simbolik (Farida et al., 2010). Perubahan pola interkoneksi bagi mahasiswa kategori sedang dan rendah merupakan tantangan yang sulit dihadapi, meskipun bagi mahasiswa kategori tinggi dapat dicapai dengan peningkatan yang cukup baik.

Pembahasan mengenai kesukaran mahasiswa dalam penyelesaian tugas melalui forum diskusi, nampaknya belum dapat meningkatkan kemampuan IMLR pada mahasiswa kategori sedang dan rendah secara optimal ( $N=0,4$ ). Hal ini sejalan

dengan penurunan aktivitas pada forum diskusi. Pola interaksi mahasiswa mengalami penurunan. Terjadinya penurunan aktivitas, terutama pada mahasiswa kategori sedang dan rendah merupakan masalah yang kerap terjadi pada aktivitas belajar online. Garrison & Vaughn (2008) menjelaskan bahwa penurunan motivasi untuk ikut serta dalam diskusi online, karena pebelajar berharap selalu mendapat respon secara kontinu dari masalah yang dihadapinya. Perbedaan jadwal online membuat respon tersebut tertunda. Hal ini merupakan salah satu kelemahan dari sistem komunikasi *asynchronous*.

Secara keseluruhan, berdasarkan pembahasan temuan penelitian setiap topik, menunjukkan kemampuan IMLR mahasiswa kategori sedang dan rendah masih bersifat parsial dan belum konsisten bergerak antar level representasi. Unit-unit level representasi masih terpisah-pisah dalam struktur kognitif mereka, Mereka belum sepenuhnya dapat menggunakan berbagai level/mode representasi untuk mengeksplanasi suatu fenomena, memecahkan masalah atau membuat prediksi (Michalchik, 2008). Menurut Treagust et al. (2003), derajat menghubungkan ketiga level representasi sehingga membentuk jaringan pengetahuan dalam struktur kognitif pebelajar, menunjukkan kedalaman pengetahuan pebelajar, dari pemahaman instrumental menjadi pemahaman relasional. Pada penelitian ini, mahasiswa kategori sedang dan rendah masih pada tahap transisi. Mereka belum mencapai pemahaman relasional, karena unit-unit level representasi sebagian masih terpisah-pisah dalam struktur kognitif mereka.

Bagi mahasiswa pada penelitian ini, menyelesaikan soal dengan berbagai pola interkoneksi merupakan hal yang baru. Untuk itu mahasiswa perlu lebih banyak diberikan tantangan untuk memecahkan soal dengan berbagai pola interkoneksi dan lebih diperkuat pada level submikroskopik yang selama ini dalam pembelajaran kurang diperhatikan. Pemikiran ini sejalan dengan pernyataan Treagust & Chandrasegaran (2009) bahwa keberhasilan pebelajar memecahkan masalah kimia melibatkan konstruksi asosiasi mental antara level-level representasi makroskopik,

submikroskopik dan simbolik dengan menggunakan berbagai mode representasi berbeda. Oleh karena itu, calon guru harus sering dihadapkan pada permasalahan dengan menggunakan mode dan level representasi yang berbeda, agar kelak menjadi guru yang handal.

### **3. Keunggulan dan keterbatasan model pembelajaran IMLR berbasis web**

Berdasarkan hasil penelitian, model pembelajaran IMLR berbasis web yang telah dikembangkan memiliki keunggulan, yaitu : (a) dapat mengembangkan kemampuan IMLR mahasiswa dengan memfasilitasi belajar secara multimodal representasi dan dibimbing dengan pertanyaan-pertanyaan yang menggali pengetahuan; (b) Animasi dan simulasi yang digunakan dapat memperbaiki pemahaman mahasiswa pada level representasi submikroskopik; (c) Dapat memperbaiki kemampuan mahasiswa yang terbiasa hanya memecahkan masalah kimia dari level makroskopik menuju simbolik menjadi enam pola interkoneksi berbeda; (d) Dapat memperbaiki pola interaksi mahasiswa yang awalnya cenderung pasif menjadi aktif memperbaiki kemampuan IMLR dengan merefleksikan, men'sharing' pengetahuan dan mendiskusikan masalah-masalah yang dihadapi melalui forum diskusi; (e) Pembelajaran IMLR berbasis web dapat mendorong mahasiswa untuk memperbaiki pola belajarnya, sehingga lebih bertanggung-jawab terhadap kemajuan belajarnya, menyadari pentingnya berkolaborasi dan berdiskusi untuk mengkonstruksi pengetahuan.

Namun demikian, model pembelajaran juga memiliki keterbatasan, yaitu; (a) Model yang disusun belum mampu secara optimal meningkatkan kemampuan IMLR mahasiswa pada kategori sedang dan rendah; (b) Pengaksesan setiap fitur-fitur dalam web masih dibatasi oleh tenggang waktu yang sudah ditetapkan, sehingga bagi mahasiswa kategori sedang ataupun rendah batas waktu belum memadai; (c) *Feedback* yang diberikan dari hasil tes, masih berupa hasil penskoran total untuk setiap jawaban yang diberikan, belum melatih kemampuan pemecahan masalah dengan menggunakan IMLR secara optimal; (d) Tugas-tugas mahasiswa belum dapat

diberi *feedback* secara cepat, karena sistem manajemen belajar berbasis web yang digunakan belum mengakomodasi penilaian jawaban essay/uraian; (e) Pelaksanaan pembelajaran berbasis web sangat tergantung pada ketersediaan *bandwith* internet dan kapasitas *hosting* yang memadai.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, temuan dan pembahasan dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Model pembelajaran IMLR berbasis web memiliki karakteristik: belajar secara multimodal representasi disertai penugasan dan pertanyaan yang menggali pengetahuan, penciptaan iklim sosial melalui kolaborasi dan diskusi online untuk mengkonstruksi pengetahuan dan asesmen online sebagai umpanbalik kinerja belajar.
2. Kemampuan IMLR mahasiswa pada setiap topik dalam materi Keseimbangan dalam Larutan meningkat dengan peningkatan lebih tinggi pada mahasiswa kategori tinggi dan tidak berbeda antara mahasiswa kategori sedang dan rendah. Peningkatan tertinggi pada topik keseimbangan asam-basa ( $N\text{-gain} = 0,7$ ) dan terendah pada topik larutan penyangga ( $N\text{-gain} = 0,4$ ).
3. Mahasiswa lebih mampu menyelesaikan masalah dengan pola interkoneksi makroskopik-submikroskopik-simbolik atau makroskopik-simbolik-submikroskopik dibandingkan dengan pola interkoneksi submikroskopik-simbolik-makroskopik atau submikroskopik-makroskopik-simbolik
4. Terjadi pola interaksi antar mahasiswa yang menguatkan dan memperbaiki kemampuan IMLR mahasiswa untuk memecahkan masalah.
5. Model pembelajaran memiliki keunggulan, yaitu: memfasilitasi belajar secara multimodal representasi, memperbaiki pemahaman level representasi submikroskopik, memperbaiki kemampuan memecahkan masalah kimia menjadi

enam pola interkoneksi, memperbaiki pola interaksi mahasiswa menjadi aktif berdiskusi dan mendorong mahasiswa untuk memperbaiki pola belajarnya.

6. Model pembelajaran memiliki keterbatasan, yaitu: belum mampu meningkatkan kemampuan IMLR pada mahasiswa kategori sedang dan rendah, pengaksesan setiap fitur-fitur dalam web belum bersifat adaptif, *feedback* kurang cepat dan belum berupa uraian, respon terhadap posting mahasiswa pada forum diskusi belum dapat dijustifikasi secara otomatis, bergantung pada ketersediaan *bandwith* internet dan kapasitas *hosting* yang memadai.
7. Mahasiswa memberikan tanggapan positif terhadap model, karena membuat kegiatan mahasiswa lebih terstruktur, interaktif, dan termotivasi untuk belajar.

## **B. Saran-saran**

Saran yang dapat diajukan berdasarkan hasil penelitian dan temuan adalah sebagai berikut :

1. Sebaiknya pembelajaran dibuat adaptif agar dapat mengakomodasi kebutuhan mahasiswa kategori sedang dan rendah.
2. Sebaiknya disediakan jumlah soal yang lebih banyak dan variatif untuk mengukur setiap indikator, agar mahasiswa dapat mengembangkan kemampuan IMLR dengan pola interkoneksi yang berbeda.
3. Perlu dikembangkan sistem *scanning* untuk kata-kata tertentu dan gambar submikroskopik sebagai kunci jawaban, sehingga mempermudah skoring soal *essay*.
4. Perlu dikembangkan sistem penilaian kerja otomatis pada forum diskusi *online*.
5. Pembelajaran IMLR berbasis web, perlu dikembangkan untuk topik kimia lain, sehingga dapat didesain secara utuh model perkuliahan Kapita Selekta Kimia Sekolah yang sesuai dengan kebutuhan.

6. Sebaiknya institusi terkait memfasilitasi ketersediaan perangkat keras pendukung dan jaringan internet dengan *bandwith* memadai agar *e-learning* berlangsung optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akselaa, M. & Lundell, J. (2008). Computer-based molecular modeling: Finnish School teachers' experiences and views. *Chemistry Education Research and Practice*, **9**, (4), 301–308.
- Barke, H. D., Hazari A. & Yitbarek S. (2008). *Misconception In Chemistry*. Berlin : Springer.
- Borg, W.R., et.al. (2003). *Educational Research: An Introduction*;(Seventh Ed.). Newyork : Longman, Inc
- Brown. Theodore L., & Bursten B.E. (2009). *Chemistry: The Central Science*. (11<sup>th</sup> Ed.) Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall
- Chandrasegaran, Treagust & Mocerino. (2007). Enhancing students' use of multipel levels of representation to describe and explain chemical reactions. *School Science Review*, **88**, 325-330.
- Chittleborough, G. D. & Treagust D.F. (2007). The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. *Chemistry Education Research and Practice*, **8**:274-292.
- Dahar, Ratna W. (1996). *Teori-teori Belajar*. Jakarta: Erlangga.
- Dawley, Lisa. (2007). *The tools for successful online teaching*. London: Infoscl.
- Devetak, Iztok, et al. (2004). Submicroscopic representations as a tool for evaluating students' chemical conceptions. *Acta Chim. Slov.*, **51**, (4), 799:814.
- Donovan,W. & Nakhleh, M. (2007). Student use of web-based tutorial materials and understanding chemistry concepts. *J. Comp. Math. and Sci.Tech*. **26**,(4), 291-327
- Farida, I. (2008). Kemampuan Mahasiswa Merepresentasikan Tingkat Makroskopik, Mikroskopik dan Simbolik pada Topik Sintesis Amonia (Skala Lab). *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia IV*. Bandung : FPMIPA UPI
- Farida, I., Liliyasi, Widyantoro, D.H. & Sopandi, W. (2010). Representational competence's profile of Pre-Service Chemistry Teachers in chemical problem solving. *Proceeding The 4<sup>th</sup> International Seminar on Science Education*.

Bandung: SPs UPI

- Finatri, Dian. (2007). Analisis konsepsi guru pada konsep larutan ditinjau dari representasi level mikroskopik. *Tesis*. Bandung:SPs UPI. Tidak diterbitkan.
- Garrison, D. R., & Vaughan, N. (2008). *Blended learning in higher education*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Gillani, Bijan B. (2003). *Learning theories and the design of e-learning environments*. Maryland: University Press of America.
- Gudimetla, P. & Iyers, R. Mahalinga (2006). The role for e-learning in engineering education: creating quality support structures to complement traditional learning. *In Proceedings 17<sup>th</sup> annual conference of the Australasian association for engineering education*, Auckland , New Zealand.
- Hake, Richard R. (2002). Assessment of student learning in introductory science courses. PKAL roundtable on the future: Assessment in the service of student learning. Duke University.[Tersedia online: [www.physics.indiana.edu/~hake](http://www.physics.indiana.edu/~hake)].
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2002). The particulate nature of matter: challenges in understanding the submicroscopic world. In Gilbert, J.K *et.al* (Eds.), *Chemical Education: Towards Research-Based Practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Herron, J. Dudley. (1977). Problems associated with concept analysis. *Journal of Science Education*, **61**(2),185 – 199.
- Howard, Larry, Zsolt Remenyi, & Gabor Pap. (2006). Adaptive blended learning environments. *9th International Conference on Engineering Education* : July 23 – 28.
- Horton, William K., (2006). *E-learning by design*. San Fransisco: Pfeiffer Willey Imprint.
- Kozma, R., & Joel Russell. (2005). Modeling students becoming chemists: developing representational competence. In J. Gilbert (Ed.), *Visualization in science education*. Dordrecht: Springer. pp. 121-145
- Kozma, R. & Joel Russell. (2004). Multimedia learning of chemistry. In Richard Mayer (Ed.). *Cambridge handbook of multimedia learning* . On-line version.
- Linn, M. C., Davis, E. A. & Bell, P. (Eds.). (2004). Inquiry and technology. *Internet environments for science education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates: 3 – 27
- Michalchik, V., Rosenquist, A., Kozma, R., Schank, P., & Kreikemeier, P. (2008). Representational resources for constructing shared understandings in the high

- school chemistry classroom. In : J.K Gilbert, Reiner & Nakhleh (Eds.). *Visualization: Theory and practice in science education. Models and modelling in science education* . Dordrecht: Springer. 233-282.
- Morgil, I., Yavuz, S., Oskay, Ö. & Seçil, A. (2005). Traditional and Computer-Assisted Learning In Teaching Acids and Bases. *Chemistry Education Research and Practice*, **6** (1), 52-63
- Onder, Ismail & Geban, Omer. (2006). The effect conceptual change texts oriented instruction on students' understanding of solubility equilibrium concept. *H.U Journal of education*. **30**, 166-173.
- Orgill, M. & Sutherland, A. (2008). Undergraduate chemistry students' perceptions of and misconceptions about buffers and buffer problems. *Chemistry Education Research and Practice*, **9**:131–143.
- Özmen, Haluk. (2008). Determination of students' alternative conceptions about chemical equilibrium: a review of research and the case of Turkey. *Chemistry Education Research and Practice*, **9**, 225–233
- 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.
- Sheppard, Keith. (2006). High school students' understanding of titrations and related acid-base phenomena. *Chemistry Education Research and Practice*, **7**,(1), 32-45
- Silberberg, M. (2009). *Chemistry: The molecular nature of matter and change*, 5<sup>th</sup>. New York : McGraw-Hill
- Snelson, Chareen. (2005). Designing dynamic online lessons with multimedia representations. *The journal of educator online*. **2**, (1), 1-12
- Sopandi, W. & Murniati. (2007). Microscopic level misconceptions on topic acid base, salt, buffer, and hydrolysis: a case study at a state Senior High School, *Prosiding seminar Internasional I*. Bandung: SPS UPI.
- Stocker, Vincent Lee (2010). *Science teaching with Moodle 2.0*. Brimingham : Packt Pub. Ltd (Tersedia online : [www.packtpub.com](http://www.packtpub.com)).
- Subarkah, Cucu Zenab. (2008). Analisis kemampuan intertekstualitas mahasiswa pada topik Fermentasi Karbohidrat. *Prosiding seminar nasional Kimia dan Pendidikan Kimia IV*. Bandung: Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA UPI.
- Sudria, Ida Bagus Nyoman (2007). Peningkatan kualitas konsepsi mahasiswa tentang konsep dasar kimia melalui optimalisasi pengaitan kajian aspek makroskopis, mikroskopis, dan simbolik pada perkuliahan Kimia Dasar. *Prosiding Seminar*

*Internasional I.* SPS UPI Bandung.

- Sweller, John (2006). Discussion of emerging topics in cognitive load research: using learner and information characteristics in the design of powerful learning environments. *Applied Cognitive Psychology*, **20**, 353–357.
- Tasker, Roy & Rebecca Dalton. (2006). Research into practice: visualization of the molecular world using animations. *Chemistry Education Research and Practice*, **7**, 141-159.
- Treagust, David F., Chittleborough & Mamiala (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, **25**, (11): 1353–1368
- Treagust, David F. & Chandrasegaran, (2009). The efficacy of an alternative instructional programme designed to enhance secondary students' competence in the triplet relationship. In: Gilbert, J.K & D. Treagust (Eds.). *Multipel representation in chemical education. models & modelling in science education*. Dordrecht: Springer. pp:151-164
- Weerawardhana, Anula, Brian Ferry & Christine Brown (2006). Use of visualization software to support understanding of chemical equilibrium: the importance of appropriate teaching strategies. *Proceedings Of The 23rd Annual Ascilite Conference*: The University of Sydney
- Yeung, A., Schmid, S. & Tasker, R. (2008). Can one version of online learning materials benefit all students ?. *Symposium Presentation : UniServe Science Proceedings Visualization*.

## RIWAYAT HIDUP



**Dra. Ida Farida, M.Pd.** dilahirkan di Serang, Banten, pada tanggal 7 Juni 1965. Ia adalah anak kedelapan dari delapan bersaudara dari pasangan Ibu **Hj. Suhariyat** (alm.) dan Bapak **H. Chaidir** (alm.). Pada 1 Oktober 1994, menikah dengan **Ir. Ganjar Labaik**, Penyelidik Bumi Madya, Pusat Sumber Daya Geologi ESDM, putra dari pasangan ibu Siti Maryam (alm.) dan **H. Mochammad Ridho**. Dikaruniai tiga orang anak: **Faizal Abdurahman** (16 tahun), **Hanifa Yuniasari** (14 tahun) dan **Fitria Hasna Ramadhiani** (8 tahun).

Ia menempuh pendidikan dasar sampai menengah atasnya di Serang, Banten, yaitu di SD Negeri I Serang (lulus tahun 1976), SMP Negeri I Serang (lulus tahun 1980), SMA Negeri I Serang (lulus tahun 1983). Pada tahun 1983, ia melanjutkan pendidikan pada Jurusan Pendidikan Kimia IKIP Bandung lewat jalur Penelusuran Minat dan Bakat (PMDK), mendapat bantuan beasiswa PPA (Peningkatan Prestasi akademik, 1984-1986); beasiswa TID (Tunjangan Ikatan Dinas, 1986-1988), dan lulus tahun 1988. Pada tahun 1999, ia mendapat tugas belajar pada Program Studi Pend. IPA Konsentrasi Kimia-Sekolah Lanjutan, Sekolah Pascasarjana UPI dengan bantuan beasiswa TMPD dan lulus tahun 2002. Pada tahun 2008, mendapat tugas belajar pada Prodi Pend. IPA Program Pascasarjana (S3) UPI dengan bantuan beasiswa BPPS.

Kariernya sebagai dosen dimulai dari tahun 1989 hingga 2001 sebagai dosen PNS dpk. di Jurusan Pend. Biologi, FKIP Universitas Pakuan Bogor. Sejak tahun 2002 hingga sekarang, menjadi Lektor Kepala di Prodi Pend. Kimia, Jurusan Tadris MIPA, Fak. Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Mata kuliah yang pernah diampu adalah: Kimia Dasar dan Biokimia (Tahun 1989-2001); Kimia Anorganik I & II, Metodologi Penelitian Pendidikan dan Seminar Pendidikan Kimia (Tahun 2002- hingga sekarang).

Pekerjaan sebagai guru Kimia pernah dialami di SMA Sebelas Maret Bandung (1987-1988), SMA Kosgoro Kota Bogor (1990-1994) dan Madrasah Aliyah Negeri 2 Kota Bogor (1990-1994).

Karya Ilmiah dan publikasi selama empat tahun terakhir adalah:

1. Karakteristik Pembelajaran Berbasis Web untuk Meningkatkan Kemampuan Interkoneksi Multipel Level Representasi Calon Guru pada Topik Kesetimbangan

Dalam Larutan, diterbitkan pada *Jurnal Penelitian pendidikan IPA Volume VI* (dalam proses penerbitan).

2. Pembelajaran Berbasis Web untuk Meningkatkan Kemampuan Interkoneksi Multipel Level Representasi Mahasiswa Calon Guru pada Topik Keseseimbangan Larutan Asam-Basa, diterbitkan pada *Jurnal Chemica*, Volume 12, No 2 Desember 2011.
3. Pengembangan Kemampuan Menghubungkan Multipel Level Representasi Kimia Mahasiswa Calon Guru pada Topik Hidrolisis Garam melalui Pembelajaran Berbasis Web. Makalah disajikan pada *Simposium Nasional Penelitian Tahun 2011*. Diselenggarakan: Balitbang, Pusat Penelitian & Kebijakan Kemendiknas di Denpasar, 20-22 September 2011.
4. Kemampuan IMLR Mahasiswa Calon Guru pada Topik Larutan Penyangga melalui Pembelajaran Berbasis Web. Makalah: disajikan pada *Seminar Nasional Himpunan Kimia Indonesia* diselenggarakan: HKI & Jur. Kimia FPMIPA Universitas Riau, 18 – 19 Juli 2011.
5. Pembelajaran Berbasis Web untuk Pengembangan Kemampuan IMLR Mahasiswa pada Topik Kesetimbangan Asam-Basa. Makalah disajikan pada *Seminar Nasional Kimia V*, diselenggarakan: HKI & Prodi Ilmu Kimia FMIPA Universitas Islam Indonesia Jogjakarta, 6 Juli 2011.
6. Representational Competence's Profile of Pre-Service Chemistry Teachers in Chemical Problem Solving. Makalah disajikan pada *The 4<sup>th</sup> International Seminar in Science Education*, diselenggarakan: Prodi IPA Sekolah Pascasarjana UPI Bandung, 30 Oktober 2010.
7. *Courseware* Pembelajaran Berbasis Web untuk Mengembangkan Kemampuan Interkoneksi Multipel Level Representasi Mahasiswa Calon Guru Kimia. Makalah disajikan pada *Seminar Nasional Penelitian Disertasi Doktor*, diselenggarakan oleh Tim Reviewer Hibah Doktor Dirjen Dikti di Bandung, 21 Juli 2011.
8. Kemampuan Representasi Mahasiswa Calon Guru pada Materi Kesetimbangan Dalam Larutan. Makalah: disajikan pada *Seminar Nasional Perak*, diselenggarakan Himpunan Mahasiswa Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, 24 Mei 2011.
9. The Importance of Development of Representational Competence in Chemical Problem Solving using Interactive Multimedia. Makalah: disajikan pada *The 3<sup>th</sup> International Seminar in Science Education*, diselenggarakan oleh Program Studi IPA Sekolah Pascasarjana UPI Bandung, 17 Oktober 2009.

10. Kemampuan Mahasiswa Merepresentasikan Tingkat Makroskopik, Mikroskopik dan Simbolik pada Topik Sintesis Amonia (Skala Lab). Makalah: disajikan pada *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia IV*. diselenggarakan oleh HKI & Jur Pendidikan Kimia FPMIPA UPI Bandung, 9 Agustus 2008.

