

# PENGARUH REPRESENTASI MIKROSKOPIK DINAMIK DAN STATIK MELALUI STRATEGI REACT TERHADAP HASIL BELAJAR DAN MOTIVASI BELAJAR MAHASISWA PADA MATERI ELEKTROKIMIA

Ferry Budi Prasetya <sup>1</sup>, Subandi <sup>2</sup>, Munzil <sup>3</sup>

1 Ferry Budi Prasetya 1 Universitas Wiraraja,

2 Subandi 2 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang

3 Munzil 3 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang

Email : [ferryb.prasetya@gmail.com](mailto:ferryb.prasetya@gmail.com), [subandi.fmipa@um.ac.id](mailto:subandi.fmipa@um.ac.id), [munzil.fmipa@um.ac.id](mailto:munzil.fmipa@um.ac.id)

## Abstract

*This study used a posttest only non-equivalent control group design. This design is intended to determine the differences between cognitive learning outcomes and learning motivation on the students that were learned the electrochemistry topic in REACT-Dynamic Microscopic (REACT-MD) strategy with REACT-Static Microscopic (REACT-MS) strategy. REACT-MD class and REACT-MS class are 2 homogeneous from 6 classes of Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Science, State University of Malang. The instruments of this study are cognitive tests and SMTSL questionnaire. The results showed that there are significantly difference in cognitive learning outcomes, but there is no difference in learning motivation between REACT-MD class and REACT-MS class.*

**Keywords:** REACT-MD strategy, REACT-MS strategy, cognitive learning outcomes, motivation to learn

## Abstrak

*Penelitian ini menggunakan rancangan posttest only non-equivalent control group design. Penggunaan rancangan ini dimaksudkan untuk mengetahui perbedaan hasil belajar kognitif dan motivasi belajar antara mahasiswa yang dibelajarkan dengan strategi REACT-Mikroskopik Dinamik (REACT-MD) dan strategi REACT-Mikroskopik Statik (REACT-MS) pada materi elektrokimia. Kelas REACT-MD dan kelas REACT-MS merupakan 2 kelas homogen dari 6 kelas di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang. Instrumen penelitian yang digunakan berupa tes kognitif dan angket SMTSL. Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan hasil belajar kognitif, namun tidak terdapat perbedaan motivasi belajar antara kelas REACT-MD dan kelas REACT-MS.*

**Katakunci:** strategi REACT-MD, strategi REACT-MS, hasil belajar kognitif, motivasi belajar

Dikirim: 17 Mei 2017 Diperbaiki: 30 September 2017 Diterima: 18 November 2017 Dipublikasi: 30 Desember 2017

## PENDAHULUAN

Ilmu kimia dapat dikaji dalam tiga representasi yang relevan yaitu representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik (Johnstone, 2000:9). Representasi makroskopik mendeskripsikan sifat-sifat materi yang dapat diamati secara nyata, seperti perubahan warna, perubahan pH larutan, pembentukan gas dan endapan dalam reaksi kimia; representasi mikroskopik memberikan penjelasan fenomena kimia pada tingkat partikulat yang digambarkan sebagai susunan atom, molekul, atau ion; dan representasi simbolik meliputi penggunaan simbol-simbol dari obyek dan proses-proses kimia yang abstrak agar dapat dipahami, seperti rumus kimia dan persamaan reaksi.

Representasi mikroskopik menjadi tumpuan representasi yang lain dalam memahami ilmu kimia secara utuh dan mendalam. Hal ini disebabkan pemahaman materi kimia dalam aspek mikroskopik cenderung akan membantu pebelajar menghubungkan pengetahuannya pada dua representasi yang lain (Kelly et al., 2004:184). Sebaliknya, ketidakmampuan pebelajar dalam merepresentasikan aspek mikroskopik dapat menghambat kemampuan menyelesaikan permasalahan fenomena makroskopik dan representasi simbolik (Chittleborough & Treagust, 2007:274; Chandrasegaran et al., 2007:293), dan pebelajar akan mengalami kesulitan dalam menghubungkan konsep kimia dengan aplikasi kehidupan sehari-hari (Eilks et al., 2007:271).

Salah satu materi kimia yang sarat konsep abstrak adalah elektrokimia (Lee & Osman, 2012:1323). Elektrokimia mengkaji hubungan antara reaksi kimia dan kelistrikan yang didalamnya terdapat konsep reaksi redoks, ionisasi, dan migrasi ion/elektron yang tidak kasat mata (mikroskopik). Karakteristik materi yang demikian menuntut kemampuan memvisualisasikan yang baik. Kemampuan memvisualisasikan menjadi

sangat penting karena kemampuan mengkonstruksi dan merepresentasikan konsep-konsep kimia sejalan dengan kemampuan tersebut (Wu et al., 2001:821; Vavra et al., 2011:22). Ketidakmampuan pebelajar dalam memvisualisasikan struktur dan proses-proses elektrokimia pada aspek mikroskopik dapat menyebabkan kesulitan ataupun kesalahan memahami konsep-konsep elektrokimia (Abraham et al., 1994:147; Garnett & Treagust, 1992a:121 dan 1992b:1079; Niaz, 2002:425; Özkaya et al., 2003:1; Schmidt et al., 2007:258).

Kemampuan pebelajar yang masih rendah dalam menjelaskan materi atau peristiwa elektrokimia pada aspek mikroskopik diduga akibat kurang dikembangkannya visualisasi yang tepat dalam pembelajaran. Dugaan tersebut tampak dari kebiasaan pembelajaran kimia yang umumnya hanya menekankan pada pemahaman makroskopik dan simbolik, sedangkan aspek mikroskopik cenderung diabaikan (Tasker & Dalton, 2006:141). Pembelajaran kimia pada tingkat universitas umumnya juga masih berupa ceramah, penyelesaian latihan, dan ujian yang berorientasi pada penyelesaian masalah algoritmik atau keahlian-keahlian kognitif tingkat rendah (Kelly et al., 2004:184; Zoller & Pushkin, 2007:153), dan kurang kontekstual (Bucat, 2004:215). Penggunaan media visual aspek mikroskopik (model mikroskopik) diharapkan dapat membantu mahasiswa mengembangkan model mental secara tepat karena penjelasan kimia yang sangat dipengaruhi oleh aspek tersebut.

Salah satu jenis model mikroskopik dalam ilmu kimia adalah gambaran mikroskopik (Fajaroh et al., 2006:106). Gambaran mikroskopik memuat lambang-lambang visual yang menyatakan keadaan molekuler suatu peristiwa kimia. Gambaran mikroskopik tersebut dapat direpresentasikan secara dinamik dan statik. Bentuk representasi secara dinamik berupa animasi dan secara statik berupa gambar statik. Kedua jenis representasi ini didasarkan pada landasan teori yang sama yaitu teori multimedia (Mayer, 2003:125) yang menyatakan bahwa suatu konsep abstrak yang disajikan secara verbal dan disertai dengan gambar visual akan mereduksi proses kognitif, sehingga pemrosesan informasi menjadi efektif.

Kajian literatur menunjukkan bahwa animasi dapat meningkatkan proses pembelajaran. Menurut Tversky et al. (2002:247) animasi dapat menampilkan proses dinamis dari pergerakan molekul sepanjang waktu. Hoffler & Leutner (2007:722) dan Schnotz & Rasch (2005:47) menyatakan animasi menyediakan informasi yang lebih jelas daripada gambar statik yang membantu pebelajar membangun model mental dinamis, sehingga proses kognitif atau pemrosesan informasi menjadi mudah. Mayer et al. (2005:256) dan Kabapınar (2009:11) juga menyatakan bahwa animasi membutuhkan proses kognitif yang rendah karena animasi menyediakan model mental dinamis secara eksplisit. Dengan demikian, animasi diduga dapat meningkatkan pemahaman pebelajar karena mampu menyajikan konsep kimia secara eksplisit dengan merepresentasikan aktivitas molekuler yang abstrak dan kompleks dengan lebih konkret, baik dari segi spasial maupun temporal. Hal ini akan mendorong mahasiswa untuk membangun model mental secara langsung dan memudahkan melakukan proses-proses kognitif.

Berbeda dengan animasi, gambar statik hanya dapat menyajikan informasi secara implisit karena tidak dapat menunjukkan dinamika dan kompleksitas dari molekul (Rundgren & Tibell, 2009:223). Penyajian informasi dengan gambar statik juga dianggap dapat membebani proses kognitif pebelajar (Fong, 2013:89; Paas et al., 2007:783). Namun demikian penerapan gambar statik diyakini dapat mendorong pebelajar membangun pemahamannya secara mendalam. Menurut Weiss et al. (2002), gambar statik tidak dapat menunjukkan dinamika dan interaksi partikel namun diduga pebelajar akan melakukan proses kognitif yang lebih mendalam terhadap gambar visual yang ditampilkan, sehingga mendorong pada pemahaman yang lebih baik. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Lewalter (2003:177) bahwa anak panah dan kumpulan *frame* dari gambar statik sudah cukup bagi pebelajar untuk memperoleh pengetahuan faktual.

Beberapa penelitian menunjukkan hasil perbandingan penerapan antara animasi dan gambar statik, yaitu (1) animasi lebih baik daripada gambar statik (Rundgren & Tibell, 2009:223; Yarden & Yarden, 2009:375), (2) gambar statik lebih baik daripada animasi (Mayer et al., 2005:256; Tversky et al., 2002:247), dan (3) tidak ada perbedaan pengaruh kedua representasi tersebut terhadap hasil belajar (Boucheix & Schneider, 2009:112). Adanya perbedaan hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa animasi dan gambar statik memiliki potensi yang sama dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa.

Penerapan animasi dan gambar statik diduga juga dapat berpengaruh terhadap motivasi belajar mahasiswa. Animasi maupun gambar statik mampu menyajikan informasi mengenai aktivitas molekuler yang akan menarik minat dan membangkitkan motivasi belajar, sehingga mahasiswa akan menyediakan waktu dan mempertahankan perhatiannya untuk mencari informasi yang dipelajari selanjutnya. Animasi maupun gambar statik juga akan mendorong mahasiswa terlibat aktif dalam tugas-tugas belajar yang menunjukkan keinginan dan kepercayaan dirinya, keyakinan pada nilai dan manfaat pada apa yang dipelajari, dan terciptanya suasana kelas yang interaktif dan kondusif. Secara empiris, animasi dapat meningkatkan motivasi belajar (Barak et al., 2010:1; Rosen, 2009:451; Vavra et al., 2011:22), demikian pula dengan gambar statik (Kabapınar, 2009:11; Nazriati & Fajaroh, 2007:90).

Penggunaan representasi mikroskopik sangat penting ketika materi pelajaran (seperti elektrokimia) berkaitan erat dengan kehidupan nyata (De Jong et al., 2005:947). Penjelasan suatu fenomena hingga pada aspek mikroskopik juga merupakan esensi dari sains modern dan pembelajaran sains (Johnstone dalam Eilks et al., 2007:271). Alasan lain disampaikan Devetak et al. (2007:157) bahwa pemahaman konsep akan berubah jika informasi baru yang dipelajari berasal dari pengetahuan awal pebelajar yang biasanya diperoleh dari pengalaman atau peristiwa sehari-hari. Russell et al. (1997:330) juga menyatakan bahwa visualisasi fenomena dan konsep kimia yang terkait dengan aspek mikroskopik dan contoh-contoh dari kehidupan sehari-hari dapat membantu pebelajar mencapai tingkat pemahaman yang optimal. Maka, dalam implementasi pembelajaran dengan representasi mikroskopik perlu menghadirkan situasi dunia nyata ke dalam kelas dan mendorong pebelajar membuat hubungan antara konsep yang dimilikinya dengan aplikasi praktis sehari-hari (kontekstual). Oleh karena itu, penerapan representasi mikroskopik dinamik dan statik diduga akan lebih efektif jika diterapkan dengan pembelajaran sains berbasis kontekstual atau strategi REACT (*relating, experiencing, applying, cooperating, transferring*).

Strategi REACT menyediakan unsur-unsur pengalaman belajar yang telah dibuktikan dapat memotivasi belajar, meningkatkan rasa ingin tahu, dan rasa percaya diri pebelajar (Prayitno, 2006). Hasil penelitian Saka (2011:51) menunjukkan pembelajaran dengan strategi REACT dapat meningkatkan prestasi, motivasi, dan respon positif terhadap pembelajaran. Hasil penelitian Yuniawatika (2011:107) juga menunjukkan penerapan strategi REACT dapat meningkatkan kemampuan koneksi dan representasi pebelajar. Selain itu, strategi REACT diyakini jugadapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Barak et al., 2007:353; Zoller & Pushkin, 2007:153). Hal ini disebabkan strategi REACT memiliki komponen pembelajaran yang memberi kesempatan mahasiswa untuk membangun keterkaitan materi dengan pengalaman dan pengetahuan awal-*relating*, melakukan penggalian (*exploration*), penemuan (*discovery*), dan bahkan penciptaan (*invention*)-*experiencing*, menyumbangkan ide dan berpendapat-*cooperating*, menerapkan konsep-*applying*, serta memanfaatkan pengetahuan dan keterampilan yang telah dimiliki pada situasi baru-*transferring*.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh representasi mikroskopik dinamik dan statik melalui strategi REACT pada materi elektrokimia. Penerapan masing-masing strategi pembelajaran diduga akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap hasil belajar kognitif dan motivasi belajar mahasiswa.

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan rancangan *posttest only non-equivalent control group design*. Subyek penelitian adalah dua kelas homogen dari enam kelas di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang angkatan 2012 yang ditentukan secara *cluster random sampling*. Dua kelas tersebut adalah kelas B dan kelas H yang masing-masing berjumlah 30 mahasiswa. Kelas B dibelajarkan dengan strategi REACT-Mikroskopik Dinamik (REACT-MD) dan kelas H dibelajarkan dengan strategi REACT-Mikroskopik Statik (REACT-MS). Kegiatan praktikum dan presentasi animasi/gambar static diintegrasikan pada komponen *experiencing*, sementara penugasan seperti penggambaran mikroskopik dan simulasi (*virtual laboratory*) masing-masing terletak pada komponen *applying* dan *transferring*. Pengaruh penerapan strategi REACT-MD dan strategi REACT-MS dinyatakan dengan hasil belajar kognitif dan motivasi belajar.

Instrumen penelitian terdiri dari tes kognitif dan angket *Students's Motivation Towards Science Learning* (SMTSL). Tes kognitif memiliki validitas isi sebesar 93,5% yang tersusun dari 17 soal pilihan ganda ( $r = 0,71$ ) dan 10 soal esai ( $r = 0,75$ ). Tes kognitif digunakan untuk mengukur hasil belajar kognitif. Sementara angket SMTSL yang telah dialih bahasakan ( $r = 0,88$ ) digunakan untuk mengukur motivasi belajar. Data penelitian selanjutnya dianalisis melalui *Multivariate Analysis of Variance* (MANOVA) dengan taraf signifikan  $\alpha = 0,05$ .

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka perbandingan hasil belajar kognitif dan motivasi belajar kelas REACT-MD dan kelas REACT-MS adalah seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Penelitian dan Hasil Analisis

Jenis Variabel	Rerata Skor		Hasil Analisis MANOVA
	Kelas REACT-MD	Kelas REACT-MS	
Hasil belajar kognitif	58,6	43,1	(0,000) < (0,05) <sup>a</sup>
Motivasi belajar	76,9	75,1	(0,297) > (0,05) <sup>b</sup>

a. R Squared = 0,327

b. R Squared = 0,019

## Hasil Belajar Kognitif

Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan hasil belajar kognitif antara mahasiswa yang dibelajarkan dengan strategi REACT-MD dan strategi REACT-MS pada materi elektrokimia, dengan rerata skor 58,6 banding 43,1. Hal ini menunjukkan bahwa animasi berpengaruh lebih baik terhadap hasil belajar kognitif dibandingkan dengan gambar statik.

Pengaruh animasi pada hasil belajar kognitif yang lebih baik disebabkan animasi mampu menyajikan informasi yang lebih jelas. Animasi dapat merepresentasikan aktivitas molekuler yang abstrak secara lebih konkret, seperti translasi atau migrasi ion pada larutan elektrolit dan jembatan garam, serta migrasi elektron dari anode menuju katode yang tidak dapat direpresentasikan dengan gambar statik. Selain itu, transformasi (seperti ionisasi dan sebaliknya) dan transisi (seperti dihasilkannya gas O<sub>2</sub> atau H<sub>2</sub> pada sel elektrolisis) dari partikel juga dapat diketahui dengan lebih nyata. Jadi, animasi dapat mengurangi keabstrakan dari suatu obyek yang divisualisasikan dan mendorong pada pemahaman yang lebih baik karena mahasiswa menerima konsep yang lebih utuh dari segi spasial dan temporal. Park & Hopkins (dalam Lewalter, 2003:177) menyatakan bahwa obyek visual dinamik merupakan model yang lengkap untuk menumbuhkan mental representasi dari gerakan, mereduksi tingkatan representasi yang abstrak, menunjang pemahaman yang lebih dalam daripada obyek visual statik. Williamson & Abraham (1995:521) menambahkan pebelajar yang menggunakan gambar visual sebagai representasinya akan membentuk model mental statik yang gagal menyediakan pemahaman yang cukup pada suatu fenomena dan gagal dalam membentuk model mental dari tingkatan partikel. Bétrancourt (2005:287) juga menyatakan walaupun gambar statik dapat menunjukkan dinamika partikel melalui kalimat ataupun rangkaian gambar, gambar statik gagal menunjukkan perubahan obyek sepanjang waktu sebagaimana yang terjadi pada animasi.

Animasi lebih dapat membantu mahasiswa memahami proses-proses kimia yang abstrak dalam elektrokimia dengan meningkatkan kemampuan visual pada aspek mikroskopik. Animasi juga lebih memudahkan mahasiswa dalam mengaitkan informasi yang baru dipelajari dengan konsep sebelumnya. Dalam pandangan beban kognitif, hal ini berdampak positif dalam perolehan informasi karena dapat mencegah pemakaian memori kerja berlebih atau mereduksi proses kognitif yang sedang berjalan. Tasker & Dalton (2006:141) menyatakan animasi dapat menggambarkan dinamika partikel secara lebih efektif dibandingkan dengan gambar statik dan narasi karena pebelajar diringankan dari beban kognitif, yakni “menganimasikan” gambar statik. Barak et al. (2010:1) dan Hoffer & Leutner (2007:722) juga menyatakan animasi dapat mereduksi proses kognitif, seperti abstraksi, imajinasi atau kreativitas yang kebanyakan mahasiswa lemah pada proses-proses tersebut. Jadi, animasi sangat berguna terutama bagi mahasiswa yang secara mental masih belum baik dalam memvisualisasikan suatu proses kimia dari gambar statik. Rendahnya proses kognitif akan menyebabkan tersedianya kapasitas memori kerja untuk tugas belajar berikutnya (Clarke et al., 2005:15).

Gambar statik yang tidak dapat menampilkan dinamika dan perubahan ruang dan waktu dari partikel mengharuskan mahasiswa membangun model mental dinamik dari gambar statik tersebut sebagaimana model mental yang dikonstruksi dari animasi. Selain dapat menyebabkan pemahaman yang kurang tepat (seperti kesalahan dalam mengkonstruksi pergerakan molekul), proses tersebut akan membebani proses kognitif mahasiswa (Fong, 2013:89; Paas et al., 2007:783) dan berpeluang mengurangi efisiensi pembelajaran. Proses kognitif yang berlebih pada gilirannya akan menyebabkan tidak tersedianya kapasitas memori kerja untuk memahami apa yang sedang dijelaskan (Sweller et al., 1998:251). Dengan kata lain, animasi lebih dapat membantu mahasiswa membangun skema awal pada memori kerja dan meningkatkan proses integrasi dalam memori jangka panjang untuk konstruksi skema yang lebih baik.

Pada akhirnya, animasi memberikan pengaruh yang lebih baik daripada gambar statik terhadap hasil belajar kognitif. Animasi menyediakan representasi mikroskopik yang lebih relevan dan ilustratif sehingga memudahkan dan mendorong mahasiswa mengkonstruksi model mental secara akurat. Temuan ini bersesuaian dengan hasil-hasil penelitian sebelumnya, seperti penelitian Barak et al. (2010:1); Rundgren & Tibell (2009); dan Yarden & Yarden (2009:375).

## Motivasi Belajar

Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat perbedaan motivasi belajar antara mahasiswa yang dibelajarkan dengan strategi REACT-MD dan strategi REACT-MS pada materi elektrokimia, dengan rerata skor 76,9 banding 75,1. Hal ini menjelaskan bahwa pembelajaran yang didesain menggunakan animasi dan gambar statik tampaknya memberikan pengaruh yang sama terhadap motivasi belajar. Walaupun demikian, tingginya motivasi belajar mahasiswa diduga bukan disebabkan oleh strategi pembelajaran yang diterapkan.

Tinjauan korelasi antara strategi pembelajaran dengan motivasi belajar adalah sangat rendah dengan sumbangan efektif sebesar 1,9%. Hasil ini bersesuaian dengan pernyataan Moreno & Mayer (2007:309) bahwa pembelajaran dengan visualisasi statik tidak selalu menjadikan lingkungan pembelajaran menjadi lebih

interaktif, terlebih pembelajaran dengan visualisasi dinamik. Temuan Baylor et al. (2003) menunjukkan bahwa rendahnya pengaruh strategi pembelajaran terhadap motivasi belajar disebabkan animasi yang ditampilkan dimungkinkan mengganggu perhatian, sehingga membuat mahasiswa merasa kurang percaya diri dan kurang puas. Baylor (2003) menambahkan harapan pebelajar yang terlalu tinggi atau rendah pada representasi (dinamik atau statik) dapat juga berpengaruh negatif terhadap motivasi belajar. Hal ini dapat dipahami karena representasi dinamik dan statik menyajikan dinamika dan kompleksitas dari partikel. Mahasiswa yang tidak dapat memproses informasi dengan baik dari representasi yang ditampilkan akan membuat putus asa dalam belajar. Hal ini terutama dialami oleh mahasiswa yang memiliki pengetahuan awal rendah (Hitipeuw, 2009), tidak biasa mengaitkan informasi yang baru dengan pengetahuan sebelumnya (Land dalam Lee & Osman, 2012:1323), dan tidak terbiasa dengan pembelajaran yang berbasis mikroskopik (Farida, 2009).

Penugasan berupa praktikum, penggambaran mikroskopik, dan simulasi yang dianggap mampu membangkitkan motivasi mahasiswa juga dapat tidak berpengaruh terhadap motivasi belajar. Jika tugas belajar dirasa terlalu mudah maka secara cepat dapat menghilangkan daya tarik, dan jika terlalu sulit maka akan dihindari. Demikian pula dengan konflik konseptual antara apa yang dipikirkan mahasiswa dengan jawaban tugas yang sesungguhnya dapat mendorong pebelajar mencari dan memecahkan kembali suatu permasalahan, namun dengan cepat dapat menimbulkan kekecewaan jika permasalahan tersebut terlalu membingungkan (Rieber, 1991:318).

Motivasi belajar yang muncul dalam diri pebelajar (intrinsik) menurun seiring dengan meningkatnya tingkat keabstrakan materi yang sedang dipelajari (Devetak et al., 2009:281). Penugasan untuk menghubungkan antara aspek makroskopik dan simbolik dengan aspek mikroskopik juga dapat menurunkan motivasi belajar intrinsik. Maka, motivasi belajar yang tinggi dari kelas REACT-MD dan kelas REACT-MS tampaknya lebih dominan dipengaruhi oleh dorongan dari luar atau motivasi belajar ekstrinsik. Hal ini dimungkinkan dapat terjadi karena adanya kecenderungan dari pebelajar untuk berusaha mendapatkan penilaian yang menguntungkan dari pengajar, orang tua, dan teman sebaya ataupun ingin menghindari penilaian negatif dan hukuman dari lingkungan mereka. Seperti yang dinyatakan oleh Middleton & Spanias (1999:65) bahwa pebelajar yang termotivasi ekstrinsik terlibat dalam tugas-tugas akademik untuk memperoleh imbalan (seperti nilai yang baik, persetujuan) atau untuk menghindari hukuman (seperti nilai yang buruk, penolakan). Oleh karena itu, pengerjaan angket SMTSL oleh mahasiswa diduga dilakukan dengan dasar-dasar eksternal dan bukan bersumber dari pengaruh kegiatan-kegiatan belajar yang dilaksanakan dan media pembelajaran yang ditampilkan. Dengan demikian, tingginya motivasi belajar pada kelas REACT-MD dan kelas REACT-MS lebih banyak terkait dengan motivasi belajar ekstrinsik sehingga tidak ditemukan perbedaan motivasi belajar diantara kedua kelas tersebut, sebagaimana hasil penelitian dari Rieber (1991:318) dan Pfeiffer et al. (2011:135).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Pembelajaran elektrokimia dengan strategi REACT-MD memberikan pengaruh yang lebih baik daripada strategi REACT-MS terhadap hasil belajar kognitif, meskipun rerata skor hasil belajar kognitif kedua kelas masih tergolong rendah. Pembelajaran juga memberikan pengaruh yang sama terhadap motivasi belajar, meskipun tingkat motivasi belajar kedua kelas yang tinggi lebih dipengaruhi oleh faktor-faktor eksternal daripada strategi pembelajaran yang diterapkan. Untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa yang lebih baik disarankan untuk menerapkan strategi REACT-MD dalam pembelajaran kimia agar hubungan antar konsep dan antar representasi menjadi lebih nyata. Pembelajaran kimia juga hendaknya sedapat mungkin melatih mahasiswa untuk memecahkan permasalahan tingkat tinggi dan dalam konteks kehidupan sehari-hari.

## DAFTAR RUJUKAN

- Abraham, M. R., Williamson, V. M., & Westbrook, S. L. (1994). A Cross-Age Study of the Understanding of Five Chemistry Concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(2): 147-165
- Barak, M., Ashkar, T., & Dori, Y. J. (2010). Teaching Science via Animated Movies: Its Effect on Students' Learning Outcomes and Motivation. Dalam Y. Eshet-Alkalai, A. Caspi, S. Eden, N. Geri, Y. Yair (Eds.), *Proceeding of the Chais Conference on Instructional Technologies Research 2010: Learning in the Technological Era* (hlm. 1-6) Raanana: the Open University of Israel.
- Barak, M., Ben-Chaim, D., & Zoller, U. (2007). Purposely Teaching for the Promotion of Higher-order Thinking Skills: A Case of Critical Thinking. *Res Sci Educ*, 37: 353-369.

- Baylor, A., Ryu, J., & Shen, E. (2003). *The Effects of Pedagogical Agent Voice and Animation on Learning, Motivation and Perceived Persona*. The World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia, and Telecommunications, Honolulu, Hawaii, USA.
- Bétrancourt, M. (2005). The Animation and Interactivity Principles. Dalam R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (hlm. 287-296). New York: Cambridge University Press.
- Boucheix, J. M. & Schneider, E. (2009). Static and Animated Presentations in Learning Dynamic Mechanical Systems. *Learning and Instruction*, 19: 112-127.
- Bucat, R. (2004). Pedagogical Content Knowledge as a Way Forward: Applied Research in Chemistry Education. *Chemistry Education Research and Practice*, 5(3): 215-228.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (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 of Representation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3): 293-307.
- 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(3): 274-292.
- Clarke, T., Ayres, P., & Sweller, J. (2005). The Impact of Sequencing and Prior Knowledge on Learning Mathematics through Spreadsheet Applications. *Educational Technology Research & Development*, 53(3): 15-24.
- De Jong, O., Van Driel, D. H., & Verloop, N. (2005). Preservice Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Using Particle Models in Teaching Chemistry. *Journal of Research In Science Teaching*, 42(8): 947-964.
- Devetak, I., Lorber, E. D., Jurišević, M., & Glažar, S. A. (2009). Comparing Slovenian Year 8 and Year 9 Elementary School Pupils' Knowledge of Electrolyte Chemistry and Their Intrinsic Motivation. *Chemistry Education Research and Practice*, 10: 281-290.
- Devetak, I., Vogrinc, J., & Glažar, S. A. (2007). Assessing 16-Year-Old Students' Understanding of Aqueous Solution at Submicroscopic Level. *Res Sci Educ*, 2(39): 157-179.
- Eilks, I., Moellering, M., & Valanides, N. (2007). Seventh-Grade Students' Understanding of Chemical Reactions: Reflections from an Action Research Interview Study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(4): 271-286.
- Fajaroh, F., Nazriati, & Herunata. (2006). Dampak Pembelajaran Kimia yang Menggunakan Model Penggambaran Mikroskopik terhadap Hasil Belajar Siswa SMA. *Jurnal Penelitian Kependidikan*, 16(1): 106-122.
- Farida, I. (2009). *Interkoneksi Multipel Level Representasi Mahasiswa pada Kesetimbangan dalam Larutan melalui Pembelajaran Berbasis Web*. Disertasi tidak diterbitkan. Bandung: Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia.
- Fong, S. F. (2013). Effects of Segmented Animated Graphics Among Students of Different Spatial Ability Levels: A Cognitive Load Perspective. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(1): 89-96.
- Garnett, P. J. & Treagust, D. F. (1992a). Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Electrochemistry: Electric Circuits and Oxidation-Reduction Equations. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2): 121-142.
- Garnett, P. J. & Treagust, D. F. (1992b). Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Electrochemistry: Electrochemical (Galvanic) and Electrolytic Cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(10): 1079-1099.
- Hitipeuw, I. (2009). *Belajar dan Pembelajaran*. Malang: Universitas Negeri Malang
- Hoffler, T. N. & Leutner, D. (2007). Instructional Animation Versus Static Pictures: a Meta-Analysis. *Learning and Instruction*, 17: 722-738.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of Chemistry-Logical or Psychological?. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(1): 9-15.

- Kabapınar, F. M. (2009). Multi-Frame Illustrations: A Molecular Visual Strategy in Learning and Teaching Chemistry Concepts. *Aust. J. Ed. Chem.*, 69: 11-16.
- Kelly, R. M., Phelps, A. J., & Sanger, M. J. (2004). The Effects of a Computer Animation on Students' Conceptual Understanding of a Can-Crushing Demonstration at the Macroscopic, Microscopic, and Symbolic Levels. *Chem. Educator*, 9(3): 184-189.
- Lee, T. T. & Osman, K. (2012). Interactive Multimedia Module in the Learning of Electrochemistry: Effect on Student's Understanding and Motivation. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 46: 1323-1327.
- Lewalter, D. (2003). Cognitive Strategies for Learning from Static and Dynamic Visuals. *Learning and Instruction*, 13: 177-189.
- Mayer, R. E. (2003). The Promise of Multimedia Learning: Using the Same Instructional Design Methods Across Different Media. *Learning and Instruction*, 13: 125-139
- Mayer, R. E., Hegarty, M., Mayer, S., & Campbell, J. (2005). When Static Media Promote Active Learning: Annotated Illustrations Versus Narrated Animations in Multimedia Instruction. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 11(4): 256-265.
- Middleton, J. A. & Spanias, P. A. (1999). Motivation for Achievement in Mathematics: Findings, Generalizations, and Criticisms of the Research. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(1): 65-88.
- Moreno, R. & Mayer, R. (2007). Interactive Multimodal Learning Environments. *Educational Psychology Review*, 19: 309-326.
- Nazriati & Fajaroh, F. (2007). Pengaruh Penerapan Model Learning Cycle dalam Pembelajaran Kimia Berbahan Ajar Terpadu (Makroskopis Mikroskopis) terhadap Motivasi, Hasil Belajar, dan Retensi Kimia Siswa SMA. *Jurnal Penelitian Kependidikan*, 17(2): 90-108.
- Niaz, M. (2002). Facilitating Conceptual Change in Students' Understanding of Electrochemistry. *International Journal of Science Education*, 24(4): 425-439.
- Özkaya, A. R., Üce, M., & Şahin, M. (2003). Prospective Teachers Conceptual Understanding of Electrochemistry: Galvanic and Electrolytic Cells. *University Chemistry Education*, 7(1): 1-12
- Paas, F., Van Gerven, P. W. M., & Wouters, P. (2007). Instructional Efficiency of Animation: Effects of Interactivity through Mental Reconstruction of Static Key Frames. *Applied Cognitive Psychology*, 21: 783-793.
- Pfeiffer, V. D. I., Scheiter, K., Köhl, T., & Gemballa, S. (2011). Learning How to Identify Species in a Situated Learning Scenario: Using Dynamic-Static Visualizations to Prepare Students for Their Visit to the Aquarium. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 7(2): 135-147.
- Prayitno. (2006). *Pendekatan Kontekstual dalam Pembelajaran Kimia*. Malang: Jurusan Kimia FMIPA UM.
- Rieber, L. P. (1991). Animation, Incidental Learning, and Continuing Motivation. *Journal of Educational Psychology*, 83(3): 318-328.
- Rosen, Y. (2009). The effects of an Animation-Based on-Line Learning Environment on Transfer of Knowledge and on Motivation for Science and Technology Learning. *Journal of Educational Computing Research*, 40(4): 451-467
- Rundgren, C. A. & Tibell, L. (2009). Critical Features of Visualizations of Transport through the Cell Membrane: an Empirical Study of Upper Secondary and Tertiary Students' Meaning-Making of a Still Image and an Animation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(2): 223-246.
- Russell, J. W., Kozma, R. B., Jones, T., Wykoff, J., Marx, N., & Davis, J. (1997). Use of Simultaneous Synchronized Macroscopic, Microscopic, and Symbolic Representations to Enhance the Teaching and Learning of Chemical Concepts. *Journal of Chemical Education*, 74(3): 330-334.
- Saka, A. Z. (2011). Investigation of Student-Centered Teaching Applications of Physics Student Teachers. *Eurasian Journal Physics and Chemistry Education*, Jan (Special Issue): 51-58.

- Schmidt, H. J., Marohn, A., & Harrison, A. G. (2007). Factors that Prevent Learning in Electrochemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2): 258-283.
- Schnotz, W. & Rasch, T. (2005). Enabling, Facilitating, and Inhibiting Effects of Animations in Multimedia Learning: Why Reduction of Cognitive Load Can Have Negative Results on Learning. *ETR&D*, 53(3): 47-58
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*, 10(3): 251-296.
- Tasker, R. & Dalton, R. (2006). Research into Practice: Visualisation of the Molecular World Using Animations. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2): 141-159.
- Tversky, B., Morrison, J. B., & Betrancourt, M. (2002). Animation: Can It Facilitate? *Int. J. Human-Computer Studies*, 57: 247-262.
- Vavra, K. L., Janjic-Watrich, V., Loerke, K., Phillips, L. M., Norris, S. P., & Macnab, J. (2011). Visualization in Science Education. *ASEJ*, 41(1): 22-30.
- Weiss, R. E., Knowlton, D. S., & Morrison, G. R. (2002). Principles for Using Animation in Computer Based Instruction: Theoretical Heuristics for Effective Design. *Computers in Human Behavior*, 18: 465-477.
- Williamson, V. M. & Abraham, M. R. (1995). The Effects of Computer Animation on the Particulate Mental Models of College Chemistry Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(5): 521-534.
- Wu, H., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (2001). Promoting Understanding of Chemical Representations: Students' Use of a Visualization Tool in the Classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7): 821-842.
- Yarden, H. & Yarden, A. (2009). Learning Using Dynamic and Static Visualizations: Students' Comprehension, Prior Knowledge and Conceptual Status of a Biotechnological Method. *Res SciEduc*, 3(40): 375-402.
- Yuniawatika. (2011). Penerapan Pembelajaran Matematika dengan Strategi REACT untuk Meningkatkan Kemampuan Koneksi dan Representasi Matematik Siswa Sekolah Dasar. Edisi Khusus (2): 107-120
- Zoller, U. & Pushkin, D. (2007). Matching Higher-Order Cognitive Skills (HOCS) Promotion Goals with Problem-Based Laboratory Practice in A Freshman Organic Chemistry Course. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2): 153-171.