



<http://jurnal.unimus.ac.id/index.php/JPKIMIA>

KAJIAN LITERATUR: MODEL MENTAL DAN METODE EVALUASINYA

Oleh:

Rian Priyadi^{1*}, Markus Diantoro¹, Parno¹

¹Pendidikan Fisika- Pascasarjana Universitas Negeri Malang

Article history	Abstract
Submission : 2018-09-22	Mental models is an ability that must be possessed by students, so it is necessary to do a meaningful evaluation as a basis for developing students' mental models. However, in Indonesia research on the field of mental models is rarely done because of several factors, one of which is a lack of reference methods that can be used as an evaluation tool. The purpose of this article is to convey methods that can be used to evaluate mental models derived from published articles. The results of our study provide choices of methods that can be used, namely the AC-SMM, SSI, SMD and PDE methods.
Revised : 2018-10-14	
Accepted : 2018-11-05	
Keyword: Kata Kunci: Kajian Literatur, Model Mental, Metode Evaluasi	

Pendahuluan

Ilmu sains terbagi menjadi tiga dimensi yakni dimensi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik. Dimensi makroskopik mengkaji ilmu sains menurut konsep-konsep sains yang umum digunakan dalam memahami suatu ilmu. Dimensi mikroskopik mengkaji ilmu secara dimensi yang lebih kecil, misalnya atom-atom dan molekul penyusun suatu bahan maupun zat. Sedangkan dimensi simbolik digunakan untuk menerjemahkan konsep ilmu dengan menggunakan simbol-simbol maupun persamaan atau rumus-rumus (Jansoon et al., 2009; Kurnaz & Emen, 2014). Pemahaman pada dimensi mikroskopik sangat membantu siswa dalam memahami ilmu sains pada dimensi lainnya, sehingga penting bagi siswa untuk membangun pemahaman pada dimensi mikroskopik (Albaiti et al., 2016).

Pemahaman dalam ketiga dimensi ini dapat dibangun secara bersamaan, cara ini sering disebut sebagai model mental. Model mental merupakan bentuk representasi dari diri setiap siswa ketika memahami suatu konsep ilmu (Albaiti et al., 2016; Haili et al., 2017; Kara & Ertürk, 2015). Penelitian model mental lebih lanjut berada pada kajian psikologi kognitif yang digunakan untuk mempelajari bagaimana manusia belajar, mengingat (Rook, 2013; Sternberg, 2009), mempelajari proses mental (Docktor & Mestre, 2014) dan mencari hubungan sistematis antara perilaku dan kognisi (Pitt, 2017).

Penelitian model mental saat ini telah berkembang pesat pada kajian ilmu sains. Namun, penelitian model mental pada bidang sains di Indonesia masih jarang dilakukan terutama pada kajian ilmu fisika. Hal ini terlihat dari masih terbatasnya hasil penelitian yang

*Corresponding Author:

Nama : Rian Priyadi
 Lembaga : Pendidikan Fisika-Pascasarjana, Universitas Negeri Malang
 Email : rianpriyadi94@gmail.com

telah dipublikasikan dalam jurnal maupun karya tulis lainnya. Padahal model mental merupakan salah satu kemampuan dasar yang harus dimiliki oleh siswa (Jansoon et al., 2009; Khemlani et al., 2014; Kurnaz & Eksi, 2015; Kurnaz & Emen, 2014). Kurangnya penelitian ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, salah satunya dikarenakan minimnya referensi metode yang dapat digunakan untuk melakukan evaluasi model mental. Kajian pada artikel ini kami akan membahas beberapa metode evaluasi yang dapat digunakan untuk mengevaluasi model mental.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian analisis konten, data-data yang disajikan berupa data-data hasil penelitian pada bidang model mental. Data ini dikumpulkan dari artikel-artikel yang membahas model mental pada bidang sains beserta alat evaluasinya yang telah dipublikasikan

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berdasarkan hasil kajian pada artikel-artikel yang telah dipublikasikan, kami merangkum metode-metode evaluasi yang sering digunakan beserta indikator-indikator yang dapat memudahkan pengguna dalam mengevaluasi model mental siswa. Temuan metode evaluasi yang kami temukan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Metode Evaluasi Model Mental

No	Metode Evaluasi	Keterangan
1	AC-SMM	<i>Analysis Constructed Shared Mental Model</i>
2	SSI	<i>Scientific, Synthetic and Initial</i>
3	SMD	<i>Surface, Matching, and Deep Structure</i>
4	PDE	<i>Practical, Descriptive and Explicative</i>

Informasi model mental siswa dapat dilakukan dengan melaukan evaluasi terhadap kemamuan siswa. Evaluasi ini dapat dilakukan dengan mengevaluasi konsep yang dibangun siswa dan juga dapat dilakukan menggunakan soal-soal yang dapat mengukur kemampuan siswa (Corpuz & Rebello, 2011; Johnson-Laird,

2013). Penggunaan soal-soal harus mewakili ketiga dimensi yang telah diuraikan sebelumnya yakni penggunaan konsep, prediksi dan pemecahan masalah menggunakan persamaan atau rumus. Selanjutnya hasil yangng didapat dianalisis menggunakan metode-metode yang dijelaskan sebagai berikut.

AC-SMM (*Analysis Constructed Shared Mental Model*)

Metode AC-SMM awalnya dikenalkan oleh O’Connor, et al (2004) sebagai metode dalam menentukan kesamaan model mental yang dimiliki oleh siswa. Metode ini digunakan dengan cara membandingkan konsep yang dimiliki oleh siswa dengan konsep yang dihasilkan secara bersama oleh semua siswa (Johnson et al., 2006; Shute et al., 2009). Metode AC-SMM dilakukan dengan beberapa tahapan yang disajikan pada Tabel 2. Hasil analisis ini selanjutnya dibandingkan dengan hasil analisis sebelumnya untuk melihat konsistensi model mental yang dimiliki oleh setiap siswa.

Tabel 2. Metode Evaluasi Model Mental Menggunakan AC-SMM

Tahapan ACSMM	Keterangan
Tahap 1 Kesepakatan bersama	Proses analisis berfokus pada penentuan berbagai komponen konsep dan hubungan logis setelah topik dihasilkan.
Tahap 2 Model mental individu	Individu disiapkan untuk membangun model mental melalui pembuatan peta konsep secara individu.
Tahap 3 ICMM Coding	Membandingkan dan mengukur tingkat kesamaan konsep individu dengan konsep yang dibuat secara bersama antar individu.
Tahap 4 Analisis kesamaan	Melakukan analisis data individu untuk menentukan item apa saja yang sama dengan individu lainnya.
Tahap 5 Konstruksi AC-SMM	Konstruksi ACSMM dibangun dari data yang didapatkan pada tahap analisis kesamaan.

Sumber: Johnson, et al (2006)

SSI (*Scientific, Synthetic and Initial*)

Metode ini dikembangkan oleh Abraham, et al (1994) sebagai pola terstruktur evaluasi konsep yang dimiliki oleh siswa. Namun

metode yang diperkenalkan ini belum memiliki indikator secara spesifik. Selanjutnya metode ini dikembangkan oleh Kurnaz & Eksi (2015) sehingga memudahkan dalam melakukan evaluasi model mental. Terdapat dua rubrik yang dikembangkan untuk membantu melakukan evaluasi model mental, yakni rubrik evaluasi secara deskriptif dan evaluasi visual. Rubrik yang digunakan untuk melakukan evaluasi deskriptif disajikan pada Tabel 3 dan rubrik evaluasi visual disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3. Rubrik Evaluasi Secara Deskriptif dengan Metode SSI

Level Pemahaman	Kode	Keterangan
<i>Sound Understanding (SU)</i>	4	Jawaban yang berisi semua komponen respon yang diterima secara ilmiah
<i>Partial Understanding (PU)</i>	3	Jawaban yang berisi beberapa komponen respon yang diterima secara ilmiah
<i>Partial Understanding with Alternative Conception (PU-AC)</i>	2	Jawaban menunjukkan bahwa konsep tersebut dipahami tetapi juga mengandung konsepsi lainnya
<i>Alternative Conception (AC)</i>	1	Jawaban yang salah secara ilmiah dan berisi informasi yang tidak masuk akal atau tidak benar
<i>No Understanding (NU)</i>	0	Respon kosong, tidak relevan atau tidak jelas

Sumber: Kurnaz & Eksi (2015)

Tabel 4. Rubrik Evaluasi Secara Visual dengan Metode SSI

Level Pemahaman	Kode	Keterangan
<i>Correct Depicting (CD)</i>	4	Jawaban mencerminkan semua komponen penggambaran saintifik
<i>Partial Correct Depicting (PCD)</i>	3	Jawaban mencerminkan beberapa komponen penggambaran saintifik
<i>Correct Drawing reflecting also Non-scientific Depicting (CD-ND)</i>	2	Jawaban mencerminkan saintifik atau saintifik parsial tetapi juga menggambarkan yang bukan saintifik
<i>Incorrect Depicting (ID)</i>	1	Jawaban yang mencerminkan penggambaran

		sepenuhnya yang bukan saintifik
<i>No Depicting (ND)</i>	0	Jawaban kosong

Sumber: Kurnaz & Eksi (2015)

Setelah jawaban siswa dievaluasi menggunakan rubrik evaluasi deskriptif dan evaluasi visual, selanjutnya siswa dikelompokkan berdasarkan kategori model mental yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Metode Evaluasi Model Mental Menggunakan SSI

Kategori	Kriteria	Level Pemahaman
<i>Scientific</i>	Persepsi yang bertepatan pada level 3 (PU atau PCD) atau level 4 (SU atau CD)	$\begin{bmatrix} 3 & 3 & 3 \\ 4 & 4 & 4 \end{bmatrix}$
<i>Synthetic</i>	Persepsi yang sebagian bertepatan atau tidak sesuai dengan pengetahuan	Semua kemungkinan lainnya
<i>Initial</i>	Persepsi yang tidak sesuai dengan pengetahuan. Jawaban berada pada level 0 (NU atau ND), atau level 1 (AC atau ID) atau level 2 (PU-AC atau CD-ND)	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \end{bmatrix}$

Sumber: Kurnaz & Eksi (2015)

SMD (*Surface, Matching, and Deep Structure*)

Metode SMD dilakukan dengan cara menilai proses siswa dalam memecahkan masalah yang kompleks. Analisis ini menghasilkan tingkatan model mental siswa yang terdiri dari tiga tingkatan, yakni *surface* (permukaan), *matching* (pencocokan), dan *deep* (mendalam) (Ifenthaler et al., 2008).

Tingkatan *surface* dilakukan dengan menilai hubungan struktur dari kognitif eksternal yang dimiliki oleh siswa. Tingkatan *matching* menilai konsep yang bersifat kompleks yang digunakan sebagai kunci dalam penilaian proses belajar siswa. Tingkatan *deep* dinilai dengan kesamaan pemahaman siswa dengan pemahaman ahli, biasanya tingkatan *deep* diuji dengan pertanyaan yang bersifat prediktif atau menggunakan soal-soal yang berada pada dimensi mikroskopik.

Indikator yang digunakan untuk melakukan evaluasi model mental menggunakan metode SMD disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Metode Evaluasi Model Mental Menggunakan SMD

Tahapan SMD	Keterangan
<i>Surface</i>	Mampu menjawab benar namun tidak mampu memberikan alasan.
<i>Matching</i>	Mampu menjawab benar dengan memberikan alasan yang benar.
<i>Deep</i>	Mampu menjawab benar dengan memberikan alasan yang benar, dan dapat menjawab soal-soal prediktif.

Sumber: Ifenthaler, et al (2008)

PDE (Practical, Descriptive and Explicative)

Analisis model mental menggunakan metode PDE dikenalkan oleh Fazio, et al (2013). Metode PDE berisi jawaban siswa yang khas dari masing-masing jawaban siswa. Selanjutnya, rubrik yang dapat digunakan untuk mengevaluasi model mental dikembangkan oleh Fazio, et al (2017) yang berisikan indikator-indikator beserta kata kunci yang biasanya digunakan oleh siswa dalam memberikan jawaban atas pertanyaan yang diajukan. Indikator kategori model mental menggunakan metode PDE disajikan pada Table 7.

Tabel 7. Metode Evaluasi Model Mental Menggunakan PDE

Kategori	Kriteria	Kata Kunci
<i>Practical</i>	Siswa mencerminkan makna situasional yang praktis, dan menggunakan konteks lain untuk menjelaskan.	<ul style="list-style-type: none"> • Menurut pengalaman saya... • Dalam kehidupan nyata... • Biasanya... • Objek nyata...
<i>Descriptive</i>	Siswa menjelaskan dengan menggunakan variabel yang relevan dan / atau mengingat dari pengalaman, (verbal, ikonik, dan matematis)	<ul style="list-style-type: none"> • Saya ingat itu... • Saya mempelajarinya ... • Saya tahu itu... • Rumus mengatakan...

Kategori	Kriteria	Kata Kunci
	dan tidak mampu menjelaskan hubungan sebab akibat.	
<i>Explicative</i>	Siswa mengusulkan solusi berdasarkan hubungan sebab akibat atau memberikan hipotesis penjelasan.	<ul style="list-style-type: none"> • Pergerakan molekuler... • Mirip dengan... • Interaksi...

Sumber: Fazio, et al (2017)

Setiap metode evaluasi yang dikenalkan memiliki ciri khas yang berbeda dari pegaturan pengumpulan data, analisis data, dan konversi data. Perbedaan dari keempat metode tersebut dsajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan Metode Evaluasi Model Mental

Metode	Pengumpulan Data	Analisis Data	Konversi Data
<i>AC-SMM</i>	Peta konsep	Kualitatif dengan statistik deskriptif	Perbandingan yang tidak terbatas
<i>SSI</i>	Bahasa natural	Kualitatif: analisis dilakukan menggunakan instrumen evaluasi	Terbatas pada tiga kategori
<i>SMD</i>	Peta konsep dan bahasa natural	Kualitatif: analisis dilakukan menggunakan instrumen evaluasi	Terbatas pada tiga kategori
<i>PDE</i>	Bahasa natural	Kualitatif: analisis dilakukan menggunakan instrumen evaluasi	Terbatas pada tiga kategori

Simpulan dan Saran

Simpulan

Keempat metode analisis model mental yang dapat digunakan untuk melakukan penelitian model mental siswa dalam memahami konsep sains telah dijelaskan secara rinci. Keempat metode yang dapat digunakan yakni AC-SMM, SSI, SMD dan PDE. Metode AC-SMM dapat digunakan ketika ingin melihat hubungan model mental antara siswa dengan siswa lainnya. Sedangkan metode SSI, SMD, dan PDE digunakan ketika ingin mengelompokkan siswa dalam tingkatan model mental yang telah dijelaskan.

Saran

Setelah dijelaskan metode evaluasi model mental diharapkan penelitian-penelitian yang membahas model mental pada bidang sains di Indonesia mengalami kemajuan. Hal ini dikarenakan model mental merupakan salah satu kemampuan yang harus diungkap dari diri siswa untuk membanting proses belajar siswa

Daftar Pustaka

- 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. DOI:10.1002/tea.3660310206
- Albaiti, Liliari, & Sumarna, O. (2016). The Study of Mental Model on N-Hexane-Methanol Binary System (The Validation of Physical Chemistry Practicum Procedure). *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(1), 6–13. DOI:10.15294/jpii.v5i1.5783
- Corpuz, E. D., & Rebello, N. S. (2011). Investigating Students' Mental Models and Knowledge Construction of Microscopic Friction. II. Implications for Curriculum Design and Development. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 7, 020103. DOI:10.1103/PhysRevSTPER.7.020103
- Docktor, J. L., & Mestre, J. P. (2014). Synthesis of Discipline-based Education Research in Physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 10(2), 020119. DOI:10.1103/PhysRevSTPER.10.020119
- Fazio, C., Battaglia, O. R., & Di Paola, B. (2013). Investigating The Quality of Mental Models Deployed by Undergraduate Engineering Students in Creating Explanations: The Case of Thermally Activated Phenomena. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 9(020101), 1–21. DOI:10.1103/PhysRevSTPER.9.020101
- Fazio, C., Battaglia, O. R., & Sperandio-Mineo, R. M. (2017). Quantitative and Qualitative Analysis of The Mental Models Deployed by Undergraduate Students in Explaining Thermally Activated Phenomena. *Scientia in Educatione*, 8(Special Issue), 151–164. Retrieved from www.scied.cz/index.php/scied/article/viewFile/739/380
- Haili, H., Maknun, J., & Siahaan, P. (2017). Problem Solving Based Learning Model With Multiple Representations to Improve Student's Mental Modelling Ability on Physics. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 070004, pp. 1–7). America: AIP Publishing. DOI:10.1063/1.4995180
- Ifenthaler, D., Pirnay-Dummer, P., & Spector, J. M. (2008). *Understanding Models for Learning and Instruction*. New York: Springer Science & Business Media, LLC.
- Jansoon, N., Coll, R. K., & Somsook, E. (2009). Understanding Mental Models of Dilution in Thai Students. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(2), 147–168. Retrieved from http://www.ijese.net/makale_indir/1387
- Johnson-Laird, P. N. (2013). Mental Models and Cognitive Change. *Journal of Cognitive Psychology*, 25(2), 131–138. DOI:10.1080/20445911.2012.759935
- Johnson, T. E., O'Connor, D. L., Pirnay-Dummer, P. N., Ifenthaler, D., Spector, J. M., & Seel, N. (2006). Comparative Study of Mental Model Research Methods: Relationships Among ACSMM, SMD, MITOCAR & DEEP Methodologies. In *Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping*. 74

- (Vol. 1, pp. 87–94). San José, Costa Rica. Retrieved from <http://eprint.ihmc.us/164/>
- Kara, S. B. K., & Ertürk, A. (2015). Mental Models of the School Principals on Leadership. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 2145–2152. DOI:10.1016/j.sbspro.2015.02.014
- Khemlani, S. S., Barbey, A. K., & Johnson-Laird, P. N. (2014). Causal reasoning with mental models. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(October), 1–15. DOI:10.3389/fnhum.2014.00849
- Kurnaz, M. A., & Eksi, C. (2015). An Analysis of High School Students' Mental Models of Solid Friction in Physics. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 15(3), 787–795. DOI:10.12738/estp.2015.3.2526
- Kurnaz, M. A., & Emen, A. Y. (2014). Student Mental Models Related to Expansion and Contraction. *Acta Didactica Napocensia*, 7(1), 59–67.
- O'Connor, D. L., Johnson, T. E., & Khalil, M. K. (2004). Measuring Team Cognition: Concept Mapping Elicitation as a Means of Constructing Team Shared Mental Models in an Applied Setting. *Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping*, 1(2000), 487–494. Retrieved from <http://eprint.ihmc.us/81/>
- Pitt, D. (2017). Mental Representation. In *Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 201). Stanford University: Metaphysics Research Lab. Retrieved from <https://plato.stanford.edu/archives/spr2017/entries/mental-representation>
- Rook, L. (2013). Mental Models: A Robust Definition. *The Learning Organization*, 20(1), 38–47. DOI:10.1108/09696471311288519
- Shute, V. J., Jeong, A. C., Spector, J. M., Seel, N. M., & Johnson, T. E. (2009). Model-Based Methods for Assessment, Learning, and Instruction: Innovative Educational Technology at Florida State University. In M. Orey, V. J. McClendon, & R. M. Branch (Eds.), *Educational Media and Technology Yearbook* (Vol. 34, pp. 61–79). Boston, MA: Springer US. DOI:10.1007/978-0-387-09675-9_5
- Sternberg, R. J. (2009). *Psikologi Kognitif*. (T. Santoso, Ed.) (4th ed.). Yogyakarta: Pustaka Pelajar.