

## ANALISIS KEMAMPUAN REPRESENTASI MAHASISWA PENDIDIKAN SAINS PPS UNS

**Sarwanto**

Program Studi Pendidikan Sains, Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret  
Surakarta, 57126, Indonesia

[sarwanto@fkip.uns.ac.id](mailto:sarwanto@fkip.uns.ac.id)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi: a) faktor-faktor apakah yang mempengaruhi kemampuan representasi mahasiswa Pendidikan Sains PPS UNS; b) pengaruh kemampuan representasi mahasiswa terhadap performance mahasiswa. Metode penelitian ini adalah penelitian kuasi eksperimen, karena perlakuan yang diberikan pada sampel dibatasi pada pemberian pembelajaran berbasis representasi tanpa mengontrol variabel lain yang memungkinkan berpengaruh terhadap variabel terikat. Populasi adalah mahasiswa Pendidikan Sains PPS UNS yang menempuh matakuliah Problematika Pendidikan Sains. Data dianalisis menggunakan uji beda rerata. Melalui penelitian ini ditemukan kelemahan guru/calon guru fisika adalah pada aspek komunikasi verbal dan representasi visual, karena pengalaman belajar sebelumnya guru fisika dalam mengajar secara monoton diawali dengan memberikan definisi, menjelaskan rumus, memberikan contoh soal, mengerjakan latihan dan terakhir ulangan, yang tidak banyak melakukan komunikasi verbal dan visual. Penggunaan model CTL dalam perkuliahan Problema Pembelajaran Sains memberikan dampak pada peningkatan rerata kemampuan representasi mahasiswa. Perbedaan yang signifikan kemampuan representasi mahasiswa sebelum dan sesudah pembelajaran dengan CTL terletak pada aspek: memberikan response, kelengkapan gambar, membedakan variable, menghubungkan variable, dan kesederhanaan persamaan matematis. Penggunaan media kongkrit memberikan dampak lebih baik dari pada media video atau virtual pada representasi verbal dan visual. Penggunaan media kongkrit juga mendukung kelancaran pembelajaran dengan model CTL.

**Kata Kunci:** Representasi verbal, representasi visual, representasi matematis, CTL

### Pendahuluan

Hasil penelitian Prabowo (1992) mengungkapkan kelemahan-kelemahan dalam pembelajaran siswa untuk menguasai konsep dan membudayakan sikap ilmiah adalah : a). kesalahan guru dalam visualisasi konsep dan kurangnya penjelasan arti fisis dari setiap perumusan matematik dalam kegiatan belajar mengajar Fisika; b). belum tersedianya media cetak tentang pokok bahasan yang diajarkan dan dibuat oleh guru; c). tidak digunakannya kerja kelompok oleh guru sebagai pengalaman belajar siswa; d). digunakannya oleh guru konstruksi soal yang memacu pada linieritas taksonomi Bloom tanpa ditunjang keterampilan proses; e). guru belum menyadari dan memberlakukan evaluasi kemajuan belajar siswa sebagai kegiatan penelitian; f). kegiatan demonstrasi (peragaan) dan pemecahan masalah yang tidak memenuhi syarat yang dilakukan oleh guru dengan konsentrasi pada pemenuhan

target materi; g). belum diantisipasi lingkungan belajar oleh guru dalam menentukan strategi belajar mengajar. Kelemahan tersebut sebagian besar berkaitan dengan proses pembelajaran fisika yang dilakukan oleh guru. Oleh karena itu diperlukan inovasi dalam proses pembelajaran, misalnya media, metode, model, strategi, maupun pendekatan pembelajaran, dan salah satunya melalui penggunaan strategi representasi.

Representasi adalah suatu konfigurasi (bentuk atau susunan) yang dapat menggambarkan, mewakili atau melambangkan sesuatu dalam suatu cara (Goldin, 2002). Representasi merupakan sesuatu yang mewakili, menggambarkan atau menimbulkan obyek atau proses (Waldrup, 2008). Representasi dapat dilakukan melalui berbagai cara antara lain verbal, gambar, grafik dan matematik (Prain dan Waldrup, 2007).

Penggunaan representasi dalam pembelajaran fisika dapat digunakan untuk meminimalisasi kesulitan siswa dalam belajar fisika (Dolin, 2002), juga untuk meningkatkan kualitas pembelajaran IPA (Waldrip, 2008). Berbagai penelitian telah dilakukan pada siswa yang belajar melalui interpretasi dan membangun representasi dengan model yang berbeda, termasuk SD (Russell dan Mc. Guigan, 2001) dan fisika SLTA (Dolin, 2001), dengan menggunakan beberapa bentuk representasi diteliti secara mendalam, (Glynn & Takahashi, 1998), seperti penggunaan analogi dalam pembelajaran sains (Coll & Treagust, 2000) dan peran model ilmiah dalam proses pembelajaran (Treagust, Chittleborough, & Mamiala, 2002). Berbagai hasil penelitian pada mahasiswa menunjukkan bahwa umumnya mahasiswa yang performansya bagus dalam ujian, tetapi mengalami kesulitan dalam IPA akibat ketidakmampuan memvisualisasikan struktur dan proses pada level submikroskopik dan tidak mampu menghubungkannya dengan level representasi IPA yang lain. (Devetak, 2004; Chittleborough & Tregust, 2007; Orgill, MaryKay & Sutherland, 2008;). Hal ini juga dialami oleh mahasiswa Pendidikan Sains PPS UNS.

Mahasiswa Pendidikan Sains PPS UNS sebagian besar adalah guru sekolah menengah. Jika guru di sekolah menengah memiliki permasalahan yang berkaitan dengan kemampuan representasinya, maka akan memberikan dampak kepada siswanya. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk menemukan profil kemampuan representasi mahasiswa PPS UNS, sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk memperbaiki kemampuan representasi selama mengikuti perkuliahan di PPS UNS.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: 1). faktor-faktor apakah yang mempengaruhi kemampuan representasi mahasiswa Pendidikan Sains PPS UNS; 2). pengaruh kemampuan representasi mahasiswa terhadap performance mahasiswa.

#### Metode Penelitian

Metode penelitian ini adalah penelitian kuasi eksperimen, karena perlakuan yang diberikan pada sampel dibatasi pada pemberian pembelajaran berbasis representasi tanpa mengontrol variabel lain yang memungkinkan berpengaruh terhadap variabel terikat. Populasi

adalah mahasiswa Pendidikan Sains PPS UNS yang menempuh matakuliah Problematika Pendidikan Sains. Sampel diambil 2 kelas secara acak dari 3 kelas, satu kelas sebagai kelas eksperimen dan satu kelas yang lain menjadi kelas kontrol.

Variabel bebas dari penelitian ini adalah pembelajaran berbasis representasi. Kelas eksperimen diberi pembelajaran berbasis representasi jamak sedangkan kelas kontrol diberi pembelajaran berbasis representasi matematis. Variabel terikat adalah penguasaan konsep sains dan Keterampilan Berfikir Kritis. Variabel moderator digunakan untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi variabel terikat selain dari variabel bebas yang terdiri dari gaya belajar mahasiswa, gender, asal sekolah.

Instrumen penelitian terdiri dari instrumen pelaksanaan penelitian dan instrumen pengambilan data. Instrumen pelaksanaan penelitian terdiri dari Silabus, RPP, dan Media yang sesuai dengan perlakuan. Sebelum instrumen ini digunakan untuk melaksanakan penelitian divalidasi oleh ahli (expert judgment). Instrumen pengambilan data terdiri atas angket, lembar observasi, pedoman wawancara, dan tes prestasi yang telah divalidasi juga oleh ahli.

#### Hasil Penelitian

**Tabel 1. Hasil Profil Kemampuan Representasi Mahasiswa**

Kemampuan representasi	Sebelum
Representasi Verbal	
Kemampuan berkomunikasi	1.971
Frekuensi berkomunikasi	2.324
Isi komunikasi	2.029
Memberi response	1.735
Representasi visual	
Kerapian menggambar	2.000
Kelengkapan gambar	2.176
Logis	2.206
Kejelasan gambar	2.147
Representasi matematis	
Membedakan variable	1.882
Menyatakan hubungan antar variabel	1.853
Keruntutan	2.029
Kesederhanaan	1.794

Berdasarkan profil representasi yang ditemukan pada mahasiswa di atas, dilakukan pembelajaran dengan model CTL. Sebelumnya

model ini diduga dapat memperbaiki kemampuan representasi mahasiswa karena dalam pembelajaran CTL memiliki karakteristik sebagai berikut: a) konstruktivisme; b) inkuiri; c) bertanya; d) masyarakat belajar; e) pemodelan; f) refleksi; g) penilaian yang sebenarnya. Karakteristik ini sejalan dengan identifikasi kemampuan representasi yang ditemukan pada mahasiswa.

Selama empat kali pertemuan, mahasiswa disajikan empat topic yang diduga menjadi problem dalam pembelajaran sains khususnya Fisika. Keempat problem tersebut adalah: a) metode pembelajaran fisika; b) media pembelajaran fisika; c) evaluasi pembelajaran fisika; d) konten/materi fisika. Masing-masing problem tersebut dipelajari dengan model CTL. Sintak pembelajaran/perkuliah dengan CTL adalah sebagai berikut: a) mengarahkan mahasiswa agar mereka bekerja sendiri dan mengkonstruksi sendiri pengetahuan dan kemampuannya berdasarkan pengalamannya; b) memotivasi mahasiswa agar mereka menemukan sendiri pengetahuan dan ketrampilannya yang akan dipelajari; c) memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya tentang hal-hal yang belum dipahami oleh siswa dalam pembelajaran; d) meminta mahasiswa untuk membentuk kelompok belajar yang anggotanya heterogen; e) menghadirkan model sebagai media pembelajaran; f) membimbing mahasiswa untuk melakukan refleksi terhadap pembelajaran yang telah dilakukan; g) melakukan penilaian terhadap hasil belajar untuk mengetahui hasil belajar masing-masing mahasiswa.

Mahasiswa S2 adalah mahasiswa pascasarjana, dipandang sudah memiliki kemandirian dan kedewasaan. Proses perkuliahan mahasiswa S2 menggunakan prinsip pembelajaran orang dewasa. Praktek proses belajar yang ditujukan kepada orang dewasa berbeda dengan cara-cara belajar pada anak-anak (Paedagogis). Pembelajaran pada orang dewasa seharusnya bersifat andragogis. Ada prinsip-prinsip dan asumsi yang berlaku bagi pendidikan anak tidak dapat diberlakukan dan diterapkan bagi kegiatan pelatihan bagi orang dewasa. Dengan adanya perbedaan asumsi terhasbiat di atas, maka timbul berbagai implikasi yang perlu diperhatikan dalam melakukan pelatihan. Orang dewasa

merupakan individu yang sudah mandiri dan mampu mengarahkan dirinya sendiri, maka dalam andragogi yang terpenting dalam proses interaksi belajar adalah kegiatan belajar mandiri yang bertumpu kepada warga belajar itu sendiri dan bukan merupakan kegiatan seorang guru mengajarkan sesuatu.

Empat pokok asumsi dalam pendidikan orang dewasa, yaitu: a) konsep diri; asumsinya bahwa kesungguhan dan kematangan diri seseorang bergeser dari ketergantungan total menuju ke arah pengembangan diri sehingga mampu untuk mengarahkan dirinya sendiri dan mandiri; b) Peranan Pengalaman, asumsinya adalah bahwa sesuai dengan perjalanan waktu seorang individu tumbuh dan berkembang menuju ke arah kematangan; c) Kesiapan Belajar, asumsinya bahwa setiap individu semakin menjadi matang sesuai dengan perjalanan waktu, maka kesiapan belajar bukan ditentukan oleh kebutuhan atau paksaan akademik ataupun biologisnya, tetapi lebih banyak ditentukan oleh tuntutan perkembangan dan perubahan tugas dan peranan sosialnya; d) Orientasi Belajar, asumsinya yaitu bahwa pada orang dewasa mempunyai kecenderungan memiliki orientasi belajar yang berpusat pada pemecahan permasalahan yang dihadapi.

**Tabel 2. Hasil Uji Beda Rerata Kemampuan Representasi Selama Perkuliahan**

Kemampuan representasi	K I	K 2	F
Representasi Verbal			
Kemampuan berkomunikasi	2.324	2.353	3.088
Frekuensi berkomunikasi	2.206	2.559	3.088
Isi komunikasi	2.471	2.471	3.088
Memberi response	2.529	2.853	3.088
Representasi visual			
Kerapian menggambar	2.294	2.382	3.088
Kelengkapan gambar	2.765	2.794	3.088
Logis	2.324	2.500	3.088
Kejelasan gambar	2.059	2.559	3.088
Representasi matematis			
Membedakan variable	2.206	2.588	3.088
Menyatakan hubungan antar variable	2.441	2.706	3.088
Keruntutan	2.294	2.500	3.088
Kesederhanaan	2.265	2.559	3.088

Jika dilihat dari rata-rata kemampuan representasi mahasiswa, selalu mengalami kenaikan dari keadaan awal, kelompok kompetensi 1, dan kelompok kompetensi 2, kecuali pada isi komunikasi. Pengamat melaporkan isi komunikasi mahasiswa semester masih seperti mahasiswa S1, sebagian besar dari bahasa buku bukan dari fenomena yang teramati. Kemampuan representasi verbal mahasiswa guru/calon guru Fisika selama ini ditengarai bermasalah, dengan kenyataan banyak guru fisika ketika mengajar diawali dengan memberikan definisi, rumus, contoh soal, latihan dan terakhir ulangan. Guru lebih banyak memberikan contoh soal yang berkaitan dengan rumus matematis, sehingga sangat minim kuantitas dan kualitas komunikasi verbalnya. Ini sejalan dengan penilaian awal terhadap kemampuan verbal mahasiswa Pendidikan Fisika yang sangat rendah. Penggunaan CTL memicu mahasiswa untuk berlatih berkomunikasi mengungkapkan hasil pengamatannya (*inquiry*), berdiskusi dengan sebayanya (*learning community*), bertanya (*questioning*), memberikan evaluasi (*authentic assessment*). Akibatnya kemampuan berkomunikasi verbal mahasiswa mengalami peningkatan secara rata-rata pada aspek kemampuan komunikasi, frekuensi komunikasi dan menanggapi response. Namun sempat terjadi penurunan rerata frekuensi komunikasi ketika pertama kali dilakukan *lesson study*. Salah satunya disebabkan mahasiswa malu dan ragu bertanya, berdiskusi, presentasi ketika di kelas hadir dosen lain selain dosen pengampu mata kuliah, serta mahasiswa merasa diamati oleh dosen tersebut. Sebaliknya setelah buka kelas yang kedua frekuensi komunikasi meningkat lagi. Dari empat jenis kemampuan representasi verbal, kemampuan memberikan tanggapan berbeda secara signifikan. Ini menunjukkan perubahan yang sangat bagus kemampuan kritis mahasiswa.

Kemampuan representasi visual secara rerata juga mengalami peningkatan. Kemampuan menggambar pada mahasiswa mengalami penurunan pada pertemuan buka kelas pertama materi tentang gerak. Ini berkaitan dengan penggunaan media video dan mentransfer gambar video ke lembar kerja mahasiswa. Penggunaan benda kongkrit pada buka kelas yang kedua memudahkan mahasiswa mengamati gejala fisis dibanding

penggunaan video. Demikian juga ketika mahasiswa menggambar peristiwa fisis tersebut ke dalam bukunya. Mahasiswa dapat menggambar dengan lebih baik, lebih lengkap, dan lebih rapi ketika disajikan peristiwa fisis dengan benda kongkrit dibanding video atau animasi. Memang animasi dapat memberikan gambaran peristiwa alam yang berlangsung sangat cepat atau sangat lambat. Berdasarkan data hasil penggambaran secara visual, kelengkapan gambar terjadi perbedaan yang signifikan. Semula mahasiswa dalam menggambar sesukanya, terkesan asal jadi bentuk gambarnya, dengan menggunakan CTL mahasiswa calon guru fisika harus mampu menggambar dengan baik khususnya gambar dua dimensi yang langsung menggambarkan peristiwa fisis.

Kemampuan representasi matematis relatif yang paling banyak mengalami peningkatan, sehingga secara statistik inferensial tiga dari empat jenis representasi matematis teramati berbeda secara signifikan. Hasil ini sesuai dengan dugaan semula mahasiswa pendidikan fisika lebih cenderung ke rumus-rumus dibanding mengungkapkannya dalam bentuk visual atau verbal. Kemampuan ini perlu dipertahankan bahkan perlu di tingkatkan lagi. Tetapi yang lebih penting kepada mahasiswa calon guru senantiasa diingatkan dan diberikan contoh pembelajaran bahwa fisika bukan lah rumus-rumus tetapi peristiwa fisis yang reproduksibel, sehingga dapat disusun dengan bahasa yang lebih sederhana yaitu representasi matematis. Sering kali mahasiswa memiliki kelemahan dalam menuliskan secara runtut. Dalam pembelajaran dilatihkan dan selalu diingatkan bahwa mereka adalah calon guru, yang belajar fisika untuk orang lain bukan hanya dirinya sendiri. Sehingga kemampuan mengungkapkan langkah-langkah matematis secara runtut perlu untuk selalu diperhatikan. Hasil ini sejalan dengan penelitian bahwa keruntutan dalam mengungkapkan matematis masih harus ditingkatkan.

#### Kesimpulan

Kelemahan guru/calon guru IPA adalah pada aspek komunikasi verbal dan representasi visual, karena pengalaman belajar sebelumnya guru IPA dalam mengajar secara monoton diawali dengan memberikan definisi, menjelaskan rumus, memberikan contoh soal,

mengerjakan latihan dan terakhir ulangan, yang tidak banyak melakukan komunikasi verbal dan visual. Penggunaan model CTL dalam perkuliahan Problema Pembelajaran Sains memberikan dampak pada peningkatan rerata kemampuan representasi mahasiswa. Perbedaan yang signifikan kemampuan representasi mahasiswa sebelum dan sesudah pembelajaran dengan CTL terletak pada aspek: memberikan response, kelengkapan gambar, membedakan variable, menghubungkan variable, dan kesederhanaan persamaan matematis. Penggunaan media kongkrit memberikan dampak lebih baik dari pada media video atau virtual pada representasi verbal dan visual. Penggunaan media kongkrit juga mendukung kelancaran pembelajaran dengan model CTL.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ainsworth. (1999). The Functions of Multiple Representations. *Computers & Education*. 33, p. 131 – 152.
- Cheng, M. And John K. Gilbert.(2009). *Towards a Better Utilization of Diagram in Research into the Use of Representative Levels in Chemical Education. Model and Modeling in Science Education Multiple Representations in Chemical education*. Springer Science+Business Media B.V. p. 55 – 73.
- 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.
- Costa, A.L. (Ed.).(1985). *Developing minds: A resource book for teaching thinking*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Devetak, Richard. (2004). Postmodernisme, dalam Theories of International Relations 3rd Ed. London: Palgrave Macmillan
- Dolin, J. (2001). “Representational forms in physics” dalam makalah Third International Conference of the European Science Education Research Association, August.
- Facione, P.A., Facione N.C., and Giancarlo, C.A., (2000). The Disposition Toward Critical Thinking: Its Character, Measurement, and Relationship to Critical Thinking Skill. *Informal Logic*.20(1). p. 61 – 84.
- Glynn, S. M., & Takahashi, T. (1998). Learning from analogy-enhanced science text. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 1129-1149.
- Heuvelen, V. and Zou.X.L. (2001). Multiple Representations of Work-energy Processes. *American Journal of Physics*.69(2). p 184.
- Konrad J. S. and Trevor R. Anderson. (2009). A Model of Factors Determining Students' Ability to Interpret External Representations in Biochemistry. *International Journal of Science Education*. 31(2), p. 193–232.
- Kozma, R., & Russell, J. (2005). Students Becoming Chemists: Developing Representational Competence. In J. Gilbert (Ed.), *Visualization in science education*. 7. pp. 121-145.
- Meltzer, D.E. (2002). The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: A possible 'hidden variable' in diagnostic pretest scores, *American Journal of Physics*, 70 (12), 1259-1268
- Meltzer, E.D. (2005). Relation Between Students' Problem-Solving Performance and Representational Format. *American Journal of Physics*.73 (5).p.463.
- Nakhleh, M.B., and Brian Postek. 2008. “Learning Chemistry Using Multiple External Representations”. *Visualization: Theory and Practice in Science Education*. Gilbert et al., (eds.), p. 209 – 231.
- Nuryani, YR., (2007). “Basic Scientific Inquiry In Science Education And Its Assesment” makalah dalam Seminar Proceeding of The First International Seminar of Science Education., October 27th. 2007. UPI Bandung.
- Prabowo. (1992). “Unjuk Kerja Guru dalam Pembelajaran Siswa untuk Menguasai Konsep dan Membudayakan Sikap

- Ilmiah*” Disertasi tidak dipublikasikan. Bandung: IKIP Negeri Bandung
- Prain, V., & Waldrip, B.G. (2006). “An exploratory study of teachers’ and students’ use of multi-modal representations of concepts primary science” dalam *International Journal of Science Education*, Vol 28, No 15 hal 1843–1866.
- Putra, Y.P., (2008). “*Memori dan Pembelajaran Efektif; Total Mind Learning (TML) Series*”. Penerbit: Yrama Widya. Bandung.
- Rosengrant, D., Van Heuleven, A., & Etkina, E. (2006). “*Students’ use of multiple representations in problem solving*. In P. Heron, L. McCullough & J. Marx”, makalah dalam Physics Education Research Conference (2005 AIP Conference Proceedings) Melville, NY : American Institute of Physics. p. 49–52.
- Russell, T. & McGuigan, L. (2001). “Promoting understanding through representational redescription: an illustration referring to young pupils’ ideas about gravity. In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselves, G. Bisdikian, G. Fassoulopoulos, E. Hatzikraniotis, E. Kallery (Eds.) *Science Education Research in the Knowledge-Based Society*” dalam Proceedings of the Third International
- Shulman, L. S. (1986). “Those who understand: Knowledge growth in teaching.” dalam *Educational Researcher* Feb. 1986: 4-14. (AERA Presidential Address).
- Solso, R.L., Otto H.M., and M. Kimberly. (2008). *Cognitive Psychology*, 8 ed. Pearson Education Inc., United States of America.
- Timss. (2007). “TIMSS 2007 International Press Release” dalam: [timss.bc.edu/timss2007/release.html](http://timss.bc.edu/timss2007/release.html) diakses 28 April 2011
- Treagust, D. F., Chittleborough, G. D., & Mamiala, L. T. (2002). “Students’ understanding of the role of scientific models in learning science” dalam *International Journal of Science Education*, Vol 24, 357-368.
- Treagust, David F. (2008). *The Role Of Multiple Representations In Learning Science: Enhancing Students’ Conceptual Understanding And Motivation*. In Yew-Jin And Aik-Ling (Eds). Science Education At The Nexus Of Theory And Practice. Rotterdam - Taipei : Sense Publishers. p. 7-23.
- Waldrip, B. (2008). “*Improving Learning Through Use of Representations in Science*” dalam Proceeding The 2nd International Seminar on Science Education. UPI Bandung.
- Waldrip, B., V. Prain & Carolan. (2007). “Learning Junior Secondary Science through Multi-Modal Representations” dalam *Electronic Journal of Science Education* Preview Publication. Vol. 11, No. 1.
- Wikipedia. (2011). “Daftar Negara Menurut Indeks Pembangunan Manusia” dalam: [http://id.wikipedia.org/wiki/Daftar\\_negara\\_menurut\\_Indeks\\_Pembangunan\\_Manusia#endnote\\_2](http://id.wikipedia.org/wiki/Daftar_negara_menurut_Indeks_Pembangunan_Manusia#endnote_2) diakses 28 April 2011.
- Zhang, J., & Norman, D.A. 1994. Representations in distributed cognitive tasks. *Cognitive Science*, 18, p. 87–122.