

STRUKTUR KONSEP MAHASISWA CALON GURU TENTANG MEDAN ELEKTROSTATIK BERDASARKAN ANALISIS FRAMING

S.E. Nugroho^{1*}, A. Setiawan², Liliarsari²

¹Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia, 50229

²Program Studi Pendidikan IPA, Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

Diterima: 9 September 2009. Disetujui: 7 Oktober 2009. Dipublikasikan: Januari 2010

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi struktur konsep mahasiswa calon guru tentang medan elektrostatik. Data diperoleh dengan menggunakan metode *thinks-aloud*, didukung metode lain yaitu wawancara, diskusi, dan tes tertulis Responden penelitian terdiri atas delapan mahasiswa semester 2 yang telah menempuh fisika dasar sebagai kelompok I, dan sembilan mahasiswa semester 6 yang telah menempuh mata kuliah kelistrikan dan kemagnetan sebagai kelompok II. Mahasiswa tersebut diberi pertanyaan *real-worlds* yang menyangkut konsep dasar medan dan memerlukan jawaban secara spontan. Hasil studi ini menunjukkan bahwa (1) struktur konsep mahasiswa mengenai medan elektrostatik pada umumnya mengalami fragmentasi; (2) mahasiswa mengalami kerancuan dalam memahami konsep medan elektrostatik; (3) Pada umumnya, mahasiswa masih berlandaskan konsep gaya dalam memahami tentang medan.

ABSTRACT

The purpose of this research is to explore the concept structure of electrostatics field of teacher candidate student. In this experiment, we used thinks-aloud method and varied by others (interview, discussion and written-test). Respondent consisted of eight students of second semester passing Basic Physics subject as the first group and nine students of sixth semester passing electricity and magnetism subject as the second group. On these students the real world questions related to concept of field and needed spontaneous answer are asked. The study result shows that (1) in general the concept structure of electrostatics field of students undergoes fragmenting process; (2) the students experience contamination in understanding the electrostatics field concept, and (3) in general the students are still based on the force concept in understanding the field.

© 2010 Jurusan Fisika FMIPA UNNES Semarang

Keywords: framing analysis, teacher candidate student, concept structure

PENDAHULUAN

Penguasaan konseptual materi bidang studi, wajib menjadi prioritas dalam pembekalan calon guru fisika, bahkan semestinya kurikulum memberikan standar mastery learning dalam ukuran pencapaian hasil belajar ini. Tugas guru di lapangan dituntut mampu melakukan eksplanasi ilmiah dan eksplanasi pedagogik. Selain seorang guru mampu mengikuti perkembangan sains dengan memahami hasil kerja saintis, ia juga harus mampu menyampaikan pengetahuan sains ke dalam bahasa yang mudah dipahami oleh peserta didiknya. Kompetensi ini menuntut guru memahami secara konseptual materi fisika yang dipelajari, agar mampu mengungkap esensi dari pengetahuan sains.

Konsep medan menjadi salah satu pilar utama dalam struktur ilmu fisika dan sebagai jembatan dalam mempelajari fisika tingkat lanjut. Teori medan membahas konsep-konsep yang abstrak sehingga kajian teori medan yang lebih mendalam membutuhkan perangkat representasi analisis vektor. Cui, et al. (2006) menemukan adanya kendala yang dihadapi mahasiswa ketika menerapkan kalkulus ke dalam persoalan medan. Menurut Tuminaro (2003), kesukaran yang dialami

mahasiswa dalam pemecahan masalah menggunakan matematika di dalam fisika, dapat berasal dari kurangnya pengetahuan matematika yang dibutuhkan mahasiswa untuk pemecahan masalah atau mahasiswa telah memiliki pengetahuan matematika yang relevan tetapi tidak selalu dapat mengunakannya secara tepat. Oleh karena itu dibutuhkan strategi pembelajaran yang dapat membantu mahasiswa menggunakan sumberdaya (resource) yang dimiliki. Calon guru harus mampu menangkap esensi dari konsep medan, agar dapat mengungkapkan secara verbal tentang makna dibalik serangkaian simbol matematik yang digunakan di dalam representasi itu.

Evaluasi pembelajaran yang dilakukan dalam perkuliahan, umumnya hanya berorientasi pada penguasaan prosedur pemecahan masalah, dan sedikit yang mempertanyakan tentang persoalan eksplorasi makna konseptual. Oleh karena itu, pengembangan strategi evaluasi untuk mengungkap struktur konsep calon guru sangat diperlukan, sebagai bahan refleksi dan perbaikan, guna mencari model pembelajaran yang tepat untuk pembekalan calon guru.

Analisis framing mengungkap persoalan struktur konsep berdasarkan proses berpikir. Persoalan mekanisme berpikir ini menurut Redish (2003) termasuk dalam kajian finegrained constructivism, yang berada dalam irisan bidang ilmu psikologi, neurosains, dan pembelajaran. Framing merupakan pembingkaiian persoalan yang didasarkan pada akses skema yang tersimpan di dalam memori. Melalui analisis framing ingin

*Alamat korespondensi:
Jl. Yudidistro VI/6 Ungaran
Telp/Fax. +62246923960
Email: ekonuhano@yahoo.com

diungkap struktur konsep yang telah dipetakan dalam memori jangka panjang (Long Term Memory, LTM).

METODE

Subyek penelitian adalah mahasiswa suatu LPTK di Semarang yang seluruhnya berjumlah 19 orang, dan terbagi atas kelompok I dan II. Kelompok I terdiri atas delapan mahasiswa semester dua yang menempuh matakuliah fisika dasar. Kelompok II terdiri dari sembilan mahasiswa semester enam yang menempuh perkuliahan kelistrikan dan kemagnetan.

Pengumpulan data dilakukan dengan metode thinkaloud yang diperoleh melalui respon jawaban spontan dari responden, dan didukung metode lain yaitu wawancara dan tes tertulis. Menurut Someren (1994), metode thinkaloud dipandang cukup efektif untuk mengungkap proses berpikir karena dapat meminimalkan gangguan interferensi dalam pelontaran gagasan dari pikiran. Gagasan diutarakan tanpa mendapat intervensi dari luar. Pengungkapan struktur berpikir melalui ungkapan verbal ini sejalan dengan teori Vygotsky yang menjadikan bahasa sebagai alat psikologi (Siegler, 2005). Untuk mengatasi keterbatasan dalam mengungkapkan gagasan secara verbal, dipilih responden yang tidak mengalami hambatan dalam komunikasi.

Data yang direkam lalu diolah dalam bentuk transkripsi, kemudian dianalisis berdasarkan katagori yang ditetapkan. Penyusunan katagori diadaptasikan dari pemikiran Zohar (2006), yang mengelompokkan struktur pengetahuan menjadi dua bentuk, yaitu struktur terpisah dan terkait. Analisis framing diilhami oleh model fenomenologi calprimitives, disingkat p-prim dari DiSessa (1993), yang menggunakan penetapan prioritas sebagai dasar interpretasi terhadap frame. Istilah frame selanjutnya diterjemahkan sebagai kerangka berpikir yang menjadi dasar pemecahan masalah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis terhadap kerangka berpikir dan struktur konsep dibagi dalam topik distribusi muatan, gaya elektrostatik, dan medan elektrostatik.

Kerangka Berpikir dalam Konteks Medan Elektrostatik

Dalam persoalan distribusi muatan, responden diberikan pertanyaan yang bersifat real world, mengenai mengapa seorang penjaga tersengat listrik ketika menyentuh pintu pesawat dari luar. Penumpang dan kru di dalam pesawat tidak mengalami sengatan listrik, meskipun dinding pesawat mendapat aliran muatan listrik dari luar.

Tabel 1. Kerangka berpikir dalam konteks distribusi muatan

Kerangka berpikir yang digunakan dalam konteks distribusi muatan	Kelompok I (%)	Kelompok II (%)
√ Bahan	88	56
√ Distribusi muatan	12	11
√ Lainnya	0	33

Kerangka berpikir yang digunakan responden dalam menjawab pertanyaan, sebagaimana disajikan pada Tabel 1, menunjukkan bahwa sebagian besar responden mengaitkan terjadinya aliran listrik dengan bahan. Konduktor sebagai penghantar listrik dan isolator sebagai penghambat. Beberapa responden, yaitu 12% kelompok I dan 11% kelompok II, memandang persoalan ini dari karakteristik sumber pada bahan yang menjadi penyebab timbulnya aliran listrik. Dalam kasus ini peneliti tidak dalam kapasitas menentukan suatu pendapat benar atau salah. Berdasarkan kerangka berpikir yang digunakan responden dalam menjawab persoalan, dapat ditinjau tingkat kedalaman responden dalam memahami konsep kelistrikan yang berkaitan dengan persoalan kesetrum.

Responden yang menelaah persoalan terjadinya aliran listrik berdasarkan karakteristik sumber memiliki pemahaman konsep lebih mendalam dibandingkan yang berorientasi pada bahan. Kelompok ini tidak sekedar memahami konsep konduktor sebagai penghantar listrik yang baik, melainkan juga mampu menjelaskan keberadaan dan karakteristik muatan sebagai sumber terjadinya aliran listrik. Secara umum tidak terdapat perbedaan prioritas dalam menentukan kerangka berpikir antara kelompok I dan II. Prioritas utama dari kerangka berpikir responden dalam konteks terjadinya kesetrum yang berorientasi pada bahan, menunjukkan bahwa responden umumnya meninjau persoalan secara permukaan.

Dalam persoalan menentukan resultan gaya elektrostatik yang berasal dari dua sumber muatan dengan jarak berbeda, menunjukkan bahwa sebagian besar responden menggunakan konsep aksi terhadap inversi jarak. Jawaban responden, sebagaimana disajikan pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa responden selalu mengaitkan persoalan gaya elektrostatik dengan hukum Coulomb yang sudah sangat dikenal. Tidak terdapat perbedaan kerangka berpikir dalam konteks gaya elektrostatik antara kelompok I dan II.

Tabel 2. Kerangka berpikir dalam konteks gaya elektrostatik

Kerangka berpikir yang digunakan dalam konteks gaya elektrostatik	Kelompok I (%)	Kelompok II (%)
Perubahan jarak	75	100
Lainnya	25	0

Pada persoalan medan elektrostatik, responden diberikan pertanyaan untuk menentukan kuat medan pada suatu titik yang ditimbulkan oleh dua sumber muatan yaitu bola konduktor dan muatan titik, masing-masing dengan jarak berbeda. Beberapa model kerangka berpikir yang muncul dalam pemecahan masalah medan, elektrostatik disajikan pada Tabel 3.

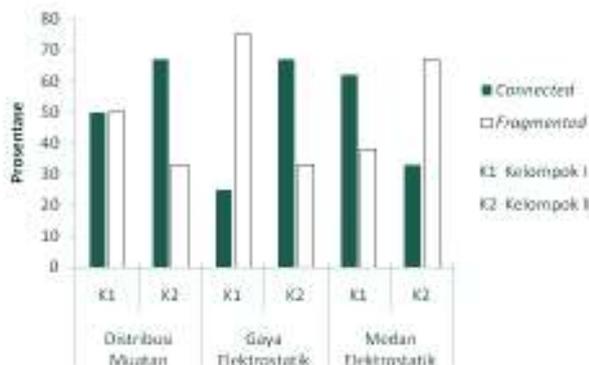
Data menunjukkan bahwa kerangka berpikir responden dalam konteks medan elektrostatik memberikan prioritas utama dengan merujuk pada rumus, baik pada kelompok I maupun II. Model matematika berupa rumus merupakan generalisasi dari hubungan antar konsep yang bersifat abstrak. Penerpan

Tabel 3. Kerangka berpikir dalam konteks medan elektrostatik

Kerangka berpikir yang digunakan dalam konteks medan elektrostatik	Kelompok I (%)	Kelompok II (%)
Rumus medan	50	56
Rumus gaya	0	11
Penjumlahan medan	50	0
Distribusi muatan	0	11
Jarak terhadap sumber	0	22

rumus sebagai alat interpretasi seharusnya diiringi dengan identifikasi masalah dan penjelasan yang melatarbelakangi permasalahan. Namun demikian, sebagian responden ternyata memecahkan masalah melalui permainan rumus tanpa disertai pemahaman yang memadai sehingga tidak membuahkan solusi. Hodges (2003) menyatakan pemecahan masalah dengan hanya mengandalkan pemakaian rumus semata sebagai cara berpikir tidak produktif, yang seharusnya dihindari.

Hasil analisis struktur konsep berdasarkan katagori disajikan pada gambar 1. Secara umum menunjukkan bahwa kelompok II cenderung memiliki struktur konsep connected, dibandingkan dengan kelompok I yang lebih fragmented. Struktur connected menggambarkan pemahaman konsep yang terstruktur dan saling terkait, sehingga mampu melihat persoalan dari berbagai aspek. Adapun struktur fragmented menunjukkan pemahaman konsep terpisah-pisah sehingga cenderung melihat persoalan dari satu aspek.

**Gambar 1.** Struktur konsep dari responden mengenai medan elektrostatik

Dalam persoalan distribusi muatan, baik kelompok I maupun II cenderung memperlihatkan struktur konsep connected. Persoalan distribusi muatan yang bersifat real world didasarkan pada kejadian sehari-hari dan tidak memerlukan jawaban yang melibatkan persamaan matematik. Dalam persoalan yang dikuasai dengan baik ternyata jawaban responden cenderung menjadi lebih terstruktur.

Pada persoalan gaya elektrostatik yang sangat dikenal oleh responden karena menggunakan kerangka berpikir hukum Coulomb, terdapat fragmentasi yang menonjol pada kelompok I. Data ini memperlihatkan jawaban kelompok I tidak terstruktur dengan baik. Pemecahan masalah yang sistematis melalui tahap demi tahap rupanya belum menjadi kebiasaan pada kelompok

I, sehingga cenderung memberikan jawaban dengan spontan tanpa melalui identifikasi masalah secara jernih.

Dalam persoalan medan elektrostatik, terdapat temuan adanya konsep yang mengalami fragmentasi pada kelompok II. Data ini sejalan dengan temuan tabel 3 yang menunjukkan ada berbagai kerangka berpikir digunakan oleh kelompok II, tetapi tidak ada yang menerapkan kerangka berpikir menurut hukum Gauss. Triangulasi yang dilakukan melalui tes tertulis dan wawancara memperlihatkan bahwa dalam penentuan medan dan distribusi muatan, umumnya responden menggunakan konsep semua muatan terdistribusi di permukaan bola konduktor, dan tidak ada yang menerapkan hukum Gauss. Responden juga tidak dapat membedakan pengertian muatan sumber dan muatan yang dicakup menurut hukum Gauss, serta hubungan antara muatan dan medan.

Meskipun kelompok II sudah mendapatkan perkuliahan kelistrikan dan kemagnetan, tetapi pemahaman konsep medan elektrostatik masih dangkal, dan berpotensi mengaburkan konsep yang sudah ada. Sebagai contoh, persamaan gaya Lorentz dengan perumusan $F = q(E + v \times B)$ dapat memberikan pemahaman yang salah mengenai apa yang menjadi sumber medan listrik dan medan magnet. Guisasola (2004) menyatakan bahwa mahasiswa yang diteliti juga menunjukkan kecenderungan menerangkan gejala magnetik dengan analogi gejala kelistrikan yang salah. Sumber medan magnetik dipahami berasal dari muatan listrik baik dalam keadaan diam maupun bergerak, sedangkan bahan magnet dianggap sebagai benda bermuatan listrik sehingga menghasilkan medan listrik.

Kendala Pemahaman Matematika dalam Konteks Medan Elektrostatik. Kelemahan dalam memahami makna yang terkandung dalam persamaan pada kenyataannya memang dihadapi oleh sebagian besar responden. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar responden keliru memahami persamaan vektor $E = 0$. Perkalian dot (\cdot) dianggap sebagai perkalian biasa sehingga $E = 0$ berarti $E = 0$. Pemahaman mengenai persamaan matematik umumnya sangat terbatas pada penerapan prosedur, dan belum menjangkau makna yang terkandung oleh suatu persamaan. Representasi matematik yang kaya informasi dalam suatu persamaan fisika menjadi tidak berarti apa-apa, apabila tidak dipahami secara konseptual.

Keterampilan menggunakan matematika dalam memecahkan persoalan fisika juga masih belum memadai. Hal ini ditunjukkan oleh pemecahan masalah responden yang berorientasi pada rumus tetapi tidak mendapatkan suatu solusi. Tuminaro (2003) mengidentifikasi kendala penerapan matematika ke dalam fisika bersumber dari kurangnya keterampilan mahasiswa menggunakan matematika, atau mahasiswa memiliki pengetahuan matematika tetapi tidak mampu menerapkan secara tepat.

Gejala yang menunjukkan adanya kerancuan dalam memahami konsep medan, ditunjukkan dengan adanya fragmentasi terhadap konsep medan yang lebih banyak pada kelompok II. Data yang diperoleh melalui metode diskusi memperlihatkan pemahaman tentang konsep medan oleh kelompok II ini bersifat labil. Penguasaan konsep yang terfragmentasi ditengarai

menjadikan mahasiswa tidak percaya diri dengan kerangka berpikir yang dipilih sehingga mudah berubah. Temuan ini ditengarai bersumber dari proses akomodasi terhadap pendekatan baru tentang medan yang masih berada dalam transisi menuju keseimbangan baru. Kemungkinan lain, telah terjadi ekuilibrasi tetapi rekombinasi antara pengetahuan lama dan baru menghasilkan keadaan yang belum sesuai dengan konsep sains.

Furio, et.al. (1998, 2003) dan Guisasola, et.al, (2004) menyatakan bahwa konsep gaya lebih mudah dipahami oleh mahasiswa dibandingkan konsep medan. Pergeseran paradigma dalam memandang konsep medan terjadi pada transisi dari penerapan hukum Coulomb ke hukum Gauss. Apabila konsep gaya selalu terkait dengan keberadaan benda lain yang dikenai interaksi, maka konsep medan menjadi bagian dari keberadaan suatu benda dan mensifati benda itu. Tanpa kehadiran benda lain sekalipun, medan tetap ada dan dimiliki oleh benda yang menjadi sumber medan. Gangguan terhadap medan yang dimiliki oleh suatu benda sebagai sumber, merupakan perwujudan suatu interaksi yang melahirkan konsep gaya. Saarelainen, et.al. (2007) menggunakan istilah profil Coulomb untuk menyatakan konsep gaya dan profil Maxwell untuk konsep medan. Saarelainen, et.al (2007) mengusulkan konsep medan dipahami secara terpadu yang mencakup medan listrik dan medan magnet, tanpa melalui konsep gaya, untuk mengurangi kesalahpahaman dalam memahami konsep medan. Adapun Chabay & Sherwood (2006) menyampaikan restrukturisasi pembelajaran listrik dan magnet tingkat dasar dengan meminimalkan peran kalkulus vektor. Usulan ini masih menjadi perdebatan mengingat kalkulus menjadi alar representasi yang kaya informasi mengenai medan bagi yang mampu memahaminya.

Tinjauan berdasarkan struktur konsep menunjukkan bahwa terjadi fragmentasi dalam pemahaman konsep medan. Kerancuan berpikir dalam memahami persoalan medan merupakan bukti bahwa pemahaman konseptual mahasiswa hanya menyentuh bagian permukaan. Mahasiswa tidak memahami makna yang terkandung di balik simbol-simbol matematika. Padahal makna dari persamaan merupakan representasi dari gagasan konseptual yang harus digali. Arend (2008) menyatakan bahwa penggalan makna merupakan salah satu ciri pembelajaran pada abad duapuluh satu. Pengembangan program pembelajaran termasuk pembuatan perangkat pembelajaran tidak hanya berorientasi kepada penyampaian pengetahuan tetapi juga menantang eksplorasi terhadap makna.

Kerangka berpikir mahasiswa yang sesuai dengan konsep sains umumnya berada pada prioritas yang sukar untuk diakses. Hal itu menunjukkan kualitas penyimpanan di dalam memori yang tidak berkualitas. Pembelajaran yang hanya berorientasi pada transfer pengetahuan, seperti memberikan tumpukan buku ke dalam memori, sudah saatnya diubah dengan memberikan prinsip yang sesuai dengan apa yang dibutuhkan mahasiswa untuk menginterpretasi informasi. Kemampuan menginterpretasi bergantung pada apa resource yang dimiliki oleh mahasiswa dan apa yang harus digunakan. Tantangan bagi seorang pengajar sekarang ini adalah menemukan kail yang tepat untuk

membantu mengaktifkan apa yang dimiliki oleh mahasiswa.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis jawaban mahasiswa diperoleh temuan bahwa tidak kokohnya kerangka berpikir berdasarkan konsep medan sebagai indikator kurang efektifnya pembelajaran yang telah dilaksanakan. Struktur konsep mahasiswa mengenai medan elektrostatik secara umum masih mengalami fragmentasi. Temuan menunjukkan ada kerancuan dalam memahami konsep medan dibandingkan konsep gaya. Pada umumnya mahasiswa masih menggunakan konsep gaya dalam memahami tentang medan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends, R.I. 2008. *Learning to Teach*. Buku Satu. Yogyakarta : Pustaka Pelajar
- Chabay, R. & Sherwood, B. 2006. *Restructuring the introductory electricity and magnetism course*. Am. J. Phys. 74, 4
- Cui, L., Sanjay, N., Rebello, Fletcher, P.R., Bennett, A.G. 2006. *Transfer Of Learning From Colledge Calculus To Physics Courses*. Proceedings of the NARST 2006 Annual Meeting (San Fransisco, CA, United States)
- DiSessa, A. 1993. *Toward an Epistemology of Physics*. Cognition and Instruction. 10 (2&3), 105-225
- Furio, C., Guisasola, J. 1998. *Difficulties in Learning the Concept of Electric Field* Sci. Educ. 82, 511-526
- Furio, C., Guisasola, J., Almudi, J.M., Ciberio, M. 2003. *Learning the electric field concept as oriented research activity*. InterScience Education 87, 640-662
- Guisasola, J, Almudi, J.M., Zubimendi, J.L. 2004. *Difficulties in Learning the Introductory Magnetic Field Theory in the First Years of University* . Sci. Educ. 88, 443-464
- Hodges, R.A. 2003. *Physicists Epistemologies of Quantum Mechanics*. AAPT Summer Meeting. Madison. Wisconsin
- Redish, E.F., Scherr, R.E., Tuminaro, J. 2006. *Reverse engineering the solution of a "simple" physics problem: Why learning physics is harder than it looks*. Phys. Teach. 44, 293-300
- Saarelainen, M., Laaksonen, Hirvonen, P.E. 2007. *Student initial knowledge of electric and magnetic fields more profound explanations and reasoning models for undersired conceptions*. Eur. J. Phys. 28, 51-60
- Siegler, R.S., Alibali, M.W., 2005. *Children's Thinking*. New Jersey: Prentice-Hall
- Someren, M.W. Barnard, Y.F. Sandberg, J.A.C. 1994. *The Think Aloud Method: A Practical Guided to Modelling Cognitive Processes*. London: Academic Press
- Tuminaro, J. and Redish, E.F. 2003 . *Students' Use of Mathematics in the Context of Physics Problem Solving: A Cognitive Model*. U. of Maryland. [Online]. Tersedia di : <http://www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/index.html> [20 April 2005]

Zohar, A. 2006. Connected Knowledge in Science and Mathematics Education. *International Journal of Science Education*, 28(3): 1579-1599