

## Analisis Kognitif tentang Konsepsi Medan Listrik dan Medan Magnetik melalui Respon Jawaban Spontan pada Mahasiswa Calon Guru

Sunyoto Eko Nugroho

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang

Agus Setiawan

Program Studi Pendidikan IPA, Sekolah Pascasarjana  
Universitas Pendidikan Indonesia

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendiskripsikan elemen kognitif tentang konsepsi medan yang tersimpan di dalam *long term memory (LTM)* sebagai dasar pemecahan masalah melalui respon jawaban spontan pada mahasiswa calon guru fisika. Data diperoleh dengan menggunakan metode *thinks-aloud*. Responden penelitian terdiri atas 8 mahasiswa semester 2 yang telah menempuh fisika dasar dan 9 mahasiswa semester 6 yang telah menempuh mata kuliah pengayaan listrik magnet. Mahasiswa tersebut diberi pertanyaan *real worlds* yang menyangkut konsep dasar medan dan memerlukan jawaban secara spontan. Hasil studi ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan tentang pola konsepsi medan yang segera dapat diaktivasi untuk pemecahan masalah, antara mahasiswa semester 2 dan semester 6. Hal ini juga menunjukkan bahwa pemahaman konsep medan pada mahasiswa selama perkuliahan pengayaan listrik magnet tidak mampu membentuk *resource* aktif di dalam memori jangka panjang. Pola berpikir mahasiswa dalam memecahkan masalah medan cenderung menggunakan penalaran dan pendekatan intuitif. Penalaran lebih banyak digunakan oleh mahasiswa semester 6 dibandingkan dengan semester 2.

Kata kunci: analisis kognitif, konsepsi medan, respon jawaban spontan

### Pendahuluan

Melalui pembelajaran, mahasiswa difasilitasi agar dapat mengkonstruksi pengetahuan atau konsep yang baru. Pemahaman konsep mahasiswa seringkali tidak dapat bertahan lama karena hanya tersimpan di dalam memori kerja (*working memory*). Pengetahuan yang baru menjadi benar-benar dimiliki oleh mahasiswa setelah pengetahuan itu dielaborasi sehingga terjadi transfer pengetahuan ke dalam memori jangka panjang (*Long Term Memory, LTM*). Meskipun tes dapat membuat mahasiswa frustrasi, tetapi biasanya tes dapat memacu mahasiswa untuk meningkatkan kualitas pemahaman konsep melalui latihan, mengulang, dan yang lainnya, sehingga pengetahuan itu menjadi siap digunakan sebagai pijakan dalam pemecahan masalah. Menurut Redish (2003), elemen-elemen dari struktur kognitif di dalam memori jangka panjang, yang disebutnya sebagai *resource*, dapat berada pada tiga keadaan yang berbeda yaitu tidak aktif (*inactive*), siap untuk diaktivasi (*primed*), dan segera untuk diaktivasi (*active*). Pada keadaan tidak aktif, *resource* sukar diakses untuk pemecahan masalah. Dalam keadaan siap untuk diaktivasi, *resource* dapat diakses melalui bantuan pemicu dari luar, sedangkan pada keadaan segera diaktivasi maka *resource* itu langsung dapat diakses dalam pemecahan masalah.

Konsep medan memiliki karakteristik yang abstrak baik dalam pemahaman maupun penerapannya sehari-hari. Gambaran tentang medan lebih dikenali melalui konsep gaya. Menurut Furio, *et.al.* (1998, 2003) dan Guisasola, *et.al.* (2004) dinyatakan bahwa konsep gaya lebih mudah dipahami oleh mahasiswa dibandingkan konsep medan. Interaksi antara suatu benda dengan benda yang lain, ditunjukkan dengan adanya gaya yang memberikan pengaruh terhadap terjadinya suatu perubahan keadaan. Sejauhmana konsep medan itu dipahami oleh mahasiswa, biasanya diukur melalui sejauhmana mahasiswa mampu menyelesaikan masalah-masalah medan yang diberikan. Penelitian tentang kesulitan mahasiswa memahami konsep medan tentang penggunaan kalkulus dalam fisika dasar dilakukan oleh Cui *et.al.* (2006). Pergeseran konsep gaya ke konsep medan pada mahasiswa juga telah diteliti oleh Furio, *et.al.* (1998, 2003) dan Guisasola,

*et.al.*, (2004). Dalam penelitian ini dikaji sejauhmana konsep dan pola berpikir mahasiswa tentang medan listrik dan medan magnetik dapat dideskripsikan melalui respon jawaban spontan mahasiswa.

### Metode Penelitian

Subyek penelitian ini adalah mahasiswa program studi pendidikan fisika di suatu LPTK di Semarang, berjumlah 19 orang dari kelas reguler, terdiri dari 8 orang mahasiswa semester 2 yang telah menempuh matakuliah fisika dasar selanjutnya disebut kelompok B, dan 9 orang mahasiswa semester 6 yang telah menempuh matakuliah pengayaan listrik magnet selanjutnya disebut kelompok A

Data penelitian dikumpulkan melalui metode *thinks-aloud*, yaitu dengan memberikan 6 pertanyaan bersifat *real world*, mencakup medan elektrostatik dan medan magnetik, yang harus dijawab secara spontan oleh mahasiswa dengan bersuara. Pengetahuan yang segera diaktivasi (*active*) secara spontan dalam pemecahan masalah, memberikan gambaran tentang konsepsi medan yang tersimpan di dalam memori jangka panjang. Persoalan yang diungkap mencakup distribusi muatan pada bahan konduktor, gaya elektrostatik, interaksi medan elektrostatik, interaksi medan magnetik terhadap partikel bermuatan dalam keadaan dinamis, dan interaksi oleh perubahan fluks magnetik. Melalui respon jawaban spontan yang diberikan oleh mahasiswa, peneliti melacak proses berpikir yang mendasari jawaban mahasiswa. Respon jawaban selanjutnya dikelompokkan berdasarkan kesamaannya untuk mendapatkan pola.

### Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil analisis terhadap proses berpikir mahasiswa dalam penelitian ini, menunjukkan kecenderungan pola sebagai berikut.

#### *Distribusi muatan pada bahan konduktor*

Pada persoalan ini mahasiswa diminta memberikan penjelasan tentang seorang penjaga landasan yang tewas terkena kejutan listrik ketika menyentuh badan pesawat yang bermuatan listrik setelah terjadi petir dan hendak tinggal landas. Semua mahasiswa baik kelompok A maupun B secara intuitif dapat menjelaskan terjadinya aliran elektron ke dalam tubuh penjaga yang malang. Sebanyak 75% mahasiswa menyatakan penumpang dan kru pesawat selamat karena adanya bahan isolator yang terdapat di dalam pesawat, dan 25% menyatakan bahwa muatan di dalam konduktor berongga hanya terdistribusi di bagian permukaan dari badan pesawat. Tidak ada perbedaan dalam hal menjawab persoalan ini antara semester 2 dan 6. Hubungan antara kesetrum listrik dan terjadinya aliran muatan listrik sangat dipahami oleh mahasiswa. Hanya 11% mahasiswa yang segera mengaitkan aliran muatan dengan beda potensial. Sebagian besar mahasiswa menghubungkan terjadinya aliran muatan ini dengan bahan konduktor dan tidak terjadi aliran muatan karena terdapat isolator. Hanya 25% yang mengaitkan persoalan ini dengan distribusi muatan pada konduktor yang hanya terdapat di permukaannya saja.

#### *Gaya dan medan elektrostatik*

Dalam persoalan ini, mahasiswa disuruh menentukan gaya netto pada sebuah muatan uji negatif yang diletakkan dalam satu garis lurus di antara dua muatan positif identik dengan posisi muatan uji itu lebih dekat dengan muatan di sebelah kanan. Pada kelompok A, sebanyak 78% menjawab benar arah gaya netto ke kanan, sisanya 22% menjawab ke kiri. Untuk kelompok B sebanyak 75% menjawab ke kanan dan lainnya ke kiri 25%. Pada persoalan ini juga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang cukup berarti antara mahasiswa semester 2 dan 6. Pola berpikir mahasiswa ketika menjawab pertanyaan, menunjukkan bahwa 57% kelompok A, dan 62% kelompok B, menjawab dengan menggunakan intuisi. Menurut Redish *et.al.*(2006), secara pandangan awam dalam memandang gejala alam (*phenomenological primitives, p-prims*), intuisi seseorang dapat timbul berdasarkan pengalaman hidup yang dialami. Misalkan, bahwa makin dekat jarak dari sumber maka makin besar gaya yang dialami. Sebanyak 43% kelompok A dan 38% kelompok B menjawab dengan menyebutkan persamaan matematika hukum Coulomb.

Hasil ini memperlihatkan bahwa mahasiswa sangat mengenal konsep aksi terhadap inversi kuadrat jarak pada hukum Coulomb.

Dalam persoalan menentukan medan suatu titik yang disebabkan oleh pengaruh dua sumber yaitu sebuah bola berongga dan sebuah partikel bermuatan, menunjukkan kecenderungan pola berpikir mahasiswa seperti pada tabel 1.

Tabel 1 Pola berpikir mahasiswa tentang medan elektrostatik oleh dua sumber

<b>Pola berpikir yang digunakan</b>	<b>Mahasiswa Semester 2 (%)</b>	<b>Mahasiswa Semester 6 (%)</b>
Penalaran	13	44
Intuisi	25	0
Simbol matematik	62	56

Dalam kasus ini, kelompok A lebih menggunakan penalarannya dalam menganalisis masalah langkah demi langkah atau menggunakan persamaan matematika yang terkait. Menurut Hodges (2003) berpikir disertai upaya membangun gagasan dengan mengaitkan fakta-fakta dan konsep-konsep lebih produktif, dibandingkan dengan mengingat rumus dan memperoleh jawaban numerik. Pada kelompok B, sebagian menggunakan intuisi berdasarkan keyakinannya dalam memberikan jawaban secara spontan. Sebanyak 67% kelompok A dan 75% kelompok B menjawab dengan menggunakan hukum Coulomb. Pada kelompok A sebanyak 11% menggunakan hukum Gauss untuk menentukan medan yang disebabkan oleh bola konduktor, tetapi ada 22% mahasiswa menyatakan bahwa medan yang ditentukan itu adalah medan magnetik. Hal ini menunjukkan adanya kesimpangsiuran dalam pemahaman konsep medan listrik dan magnetik. Analogi gejala kelistrikan dan kemagnetan di satu sisi menyederhanakan persoalan, tetapi di sisi lain sering menimbulkan kerancuan bagi mahasiswa yang belum dapat memahaminya. Penerapan hukum Coulomb untuk memecahkan masalah elektrostatik memang lebih dikenal oleh mahasiswa dibandingkan hukum Gauss, meskipun sebenarnya pada beberapa kasus dapat memudahkan persoalan.

#### *Interaksi medan magnetik terhadap benda bermuatan dalam keadaan dinamis*

Pada persoalan ini disajikan tentang sebuah pesawat yang sedang terbang dengan arah tegak lurus medan magnetik bumi, tiba-tiba menjadi bermuatan listrik. Selanjutnya mahasiswa diminta menjelaskan apakah pesawat itu mendapat pengaruh medan magnet bumi. Data menunjukkan 89% kelompok A dan 75% kelompok B menyatakan adanya gaya magnetik yang mempengaruhi pesawat sehingga mempengaruhi lintasan geraknya, sedangkan masing-masing sisanya menyatakan tidak ada pengaruh karena medan magnetik bumi terlalu kecil. Pola berpikir mahasiswa dalam menjawab persoalan ini disajikan pada tabel 2. Data tersebut menunjukkan bahwa kelompok A ternyata lebih banyak menggunakan penalaran dalam memecahkan masalah dibandingkan kelompok B yang lebih mengandalkan rumus matematik dan pendekatan intuitif. Kasus ini memperlihatkan bahwa kelompok A menggunakan pola berpikir yang lebih produktif dibandingkan kelompok B.

Tabel 2 Pola berpikir mahasiswa tentang interaksi medan magnetik terhadap benda bermuatan dalam keadaan dinamis

<b>Pola berpikir yang digunakan</b>	<b>Mahasiswa Semester 2 (%)</b>	<b>Mahasiswa Semester 6 (%)</b>
Penalaran	13	78
Intuisi	62	11
Simbol matematik	25	11

Pada persoalan lain yang diberikan kepada mahasiswa tentang muatan yang bergerak dengan arah sejajar dengan kawat berarus, hampir semua mahasiswa menggunakan penalarannya dengan menggunakan aturan tangan kanan ampere. Berdasarkan temuan, ternyata 44% kelompok A dan 38% kelompok B menganggap bahwa muatan itu mendapat pengaruh gaya listrik yang bersumber dari arus listrik yang terdapat di dalam kawat, sedangkan masing-masing sisanya menyatakan adanya pengaruh medan magnet. Temuan ini semakin memperjelas adanya kerancuan konsep tentang 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.

#### *Interaksi oleh perubahan fluks medan magnetik*

Persoalan yang diberikan dalam kasus ini adalah sepotong kawat separuh lingkaran yang diputar dengan frekuensi konstan di dalam medan magnet homogen, ujung-ujung kawat tersebut dihubungkan dengan resistor, kemudian mahasiswa diminta menjelaskan arah dan besar arus yang mungkin timbul di dalam resistor itu. Sebanyak 89% kelompok A dan 87% kelompok B menggunakan penalaran dengan aturan tangan kanan. Semua kelompok A dan 89% kelompok B menyatakan akan timbul arus di dalam sistem rangkaian itu. Sebanyak 67% kelompok A dan 57% kelompok B menyatakan arus yang timbul bersifat konstan, sedangkan 33% kelompok A dan 43% kelompok B menyatakan arus yang timbul adalah arus bolak balik. Data ini memperlihatkan bahwa penalaran yang dilakukan tidak bermuara pada jawaban yang benar. Pada akhirnya sebagian mahasiswa meyakini timbulnya arus secara intuisi saja, bahwa sebatang logam yang digerakkan di dalam medan magnet akan timbul arus. Demikian pula dalam menentukan jenis arus yang terjadi di dalam rangkaian. Arus yang timbul bersifat konstan karena diputar dengan frekuensi konstan. Hal ini membuktikan bahwa pemahaman tentang hukum Faraday tidak tuntas sehingga penalaran yang dilakukan tidak mencapai hasil yang optimal. Pada umumnya mahasiswa tidak dapat membedakan konsep perubahan fluks dengan perubahan medan magnet yang menjadi sebab timbulnya arus..

#### *Refleksi terhadap temuan hasil penelitian dalam konteks pembelajaran*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran bagi mahasiswa calon guru belum berhasil menyentuh landasan konseptual tentang medan. Pembelajaran masih berkuat pada persoalan prosedur pemecahan masalah. Kemampuan memecahkan masalah melalui peningkatan keterampilan bernalar mahasiswa sangat diperlukan untuk membawa ke arah pemahaman konsep yang mendalam. Sarelainen, *et.al.*(2007), Tumarino dan Redish (2006), Cui *et.al.*(2006), Furio *et.al.* (2003), dan Guisasola, *et.al.* (2004) bahwa kerangka berpikir yang bertumpu pada konsep medan tidak mudah dipahami para mahasiswa. Chabay dan Sherwood (2006) mengusulkan adanya restrukturisasi pembelajaran listrik dan magnet tingkat dasar dengan meminimalkan peran kalkulus vektor. Usulan ini masih menjadi perdebatan mengingat kalkulus menjadi alat representasi yang kaya informasi mengenai medan bagi yang mampu memahaminya. Pemahaman makna perangkat matematika mungkin lebih diperlukan dari pada sekedar melatih prosedur penyelesaian masalah.

Kerangka berpikir berdasarkan konsep medan di masih memunculkan berbagai kendala terutama dalam interaksi medan magnetik. Perubahan kerangka berpikir dari aksi terhadap inversi kuadrat jarak menuju ke aksi oleh pengaruh sumber masih belum berjalan semestinya. Saarelainen, *et.al* (2006) mengusulkan konsep medan dipahami secara terpadu yang mencakup medan listrik dan medan magnet, tanpa melalui konsep gaya, untuk mengurangi kesalahpahaman dalam memahami konsep medan.

#### *Rekomendasi dalam pembelajaran berdasarkan hasil temuan penelitian*

Bagi mahasiswa calon guru, pemahaman konseptual tentang medan mestinya menjadi prioritas utama karena calon guru dituntut harus mampu melakukan eksplanasi ilmiah agar mampu menyerap perkembangan sains dan eksplanasi pedagogi agar mampu memberikan penjelasan yang dapat dipahami siswa. Perbaikan pendekatan pembelajaran mungkin perlu dilakukan dengan lebih mengutamakan pada penguatan pemahaman konsep 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. Pemahaman konsep mahasiswa masih belum menjadi *resource* yang dapat segera diaktivasi ketika menghadapi masalah, memperlihatkan kurangnya elaborasi yang mampu mentransfer pemahaman yang dimiliki mahasiswa ke memori jangka panjang.

## Daftar Pustaka

- Chabay, R. and 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).
- Furio, C., Guisasola, J., Almudi, J.M., Ciberio, M. (2003). "Learning the electric field concept as oriented research activity" *InterScience Education* 87, 640—662.
- Furio, C., Guisasola, J. (1998). "Difficulties in Learning the Concept of Electric Field" *Sci. Educ.* 82, 511–526.
- 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.
- 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](http://www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/index.html) [20 April 2005].