

Identifikasi Kesulitan Penguasaan Konsep Mahasiswa pada Topik Elektrostatik

Mafida Hermawati^{1*}, Arif Hidayat², Sutopo²

¹Pascasarjana Pendidikan Fisika Universitas Negeri Malang, Jalan Semarang No.5 Malang

²Jurusan Fisika Universitas Negeri Malang, Jalan Semarang No.5 Malang

*E-mail: mafidahermawati@yahoo.co.id

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk memaparkan kesulitan mahasiswa dalam penguasaan konsep topik elektrostatik. Subyek penelitian adalah 32 mahasiswa S1 Pendidikan Fisika angkatan 2015 Universitas Negeri Malang. Data diperoleh melalui tes yang diadopsi dari *Conceptual Survey in Electricity and Magnetism* (CSEM) berupa pilihan ganda beralasan sebanyak 15 soal. Alasan mahasiswa dalam menjawab digunakan untuk mengidentifikasi penguasaan konsep. Hasil tes menunjukkan kesulitan yang terjadi pada konsep potensial listrik, medan dan gaya. Berdasarkan temuan tersebut, dapat diajukan solusi pembelajaran untuk mengatasi kesulitan yang ada.

Kata kunci: Kesulitan, Penguasaan Konsep, Elektrostatik

Penguasaan konsep merupakan kemampuan dasar yang penting untuk dimiliki oleh mahasiswa. Melalui penguasaan konsep yang baik maka mahasiswa dapat memahami konsep baru melalui konsep-konsep yang telah dikuasai sebelumnya (Unal & Costu, 2005). Konsep-konsep yang saling berhubungan juga digunakan untuk menyelesaikan fenomena-fenomena dan permasalahan yang ditemui dalam kehidupan sehari-hari (Arends, 2012).

Pada proses pembelajaran fisika, kesulitan dalam menguasai konsep masih dijumpai. Kesulitan terjadi karena materi fisika yang bersifat abstrak (She, 2002). Dalam pembelajarannya, pendekatan yang digunakan juga lebih banyak menggunakan pendekatan matematik dimana mahasiswa terlalu banyak menghabiskan waktu untuk masalah matematika (Lindenfeld, 2002). Hasilnya mahasiswa memang dapat menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan persamaan matematis, namun hal ini mengakibatkan mahasiswa hanya menghafal rumus-rumus yang berupa persamaan matematis tanpa menguasai makna fisisnya (Yusuf, 2009).

Elektrostatik merupakan bagian dari fisika dengan konsep-konsep yang bersifat abstrak. Banyak mahasiswa yang masih kesulitan dalam bernalar menggunakan gaya listrik dan medan dari beberapa muatan sumber serta membedakan antara gaya listrik dengan gaya magnet (Maloney, dkk, 2001; Yusuf, 2009). Mahasiswa juga tidak dapat menyimpulkan arah medan listrik dari muatan potensial, masih mengalami kesalahan dalam merepresentasikan gambar pada konsep potensial listrik dan energi potensial listrik, serta bingung mengenai kenaikan atau penurunan potensial dalam menentukan arah (Maloney, dkk, 2001; Yusuf, 2009). Mahasiswa harus mampu menangkap esensi dari konsep medan agar dapat mengungkapkan secara verbal mengenai makna dari simbol matematis yang digunakan (Tuminaro, dkk, 2003).

Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengungkapkan kesulitan-kesulitan yang dialami oleh mahasiswa selama proses pembelajaran elektrostatik. Identifikasi kesulitan ini dimaksudkan agar dapat disusun strategi pembelajaran yang lebih efektif dalam membantu mahasiswa untuk menguasai konsep-konsep elektrostatik dengan baik.

METODE

Subyek penelitian adalah 32 mahasiswa S1 Pendidikan Fisika angkatan 2015 Universitas Negeri Malang. Penelitian ini menggunakan metode survey dengan teknik pengumpulan data berupa tes. Instrumen yang digunakan adalah soal yang diadopsi dari *Conceptual Survey in Electricity and Magnetism* (CSEM) berupa pilihan ganda beralasan sebanyak 15 soal dengan reliabilitas sebesar 0,75. Alasan mahasiswa dalam menjawab digunakan untuk mengidentifikasi penguasaan konsep dan kesulitan yang dialami oleh mahasiswa.

Tabel 1. Distribusi Soal Penguasaan Konsep pada Topik Elektrostatik

Bahasan	Nomor Soal
Distribusi muatan pada konduktor/isolator	1, 2
Hukum Coloumb	4, 5, 6
Gaya listrik dan superposisi medan listrik	7, 8, 9
Gaya yang disebabkan oleh medan listrik	10, 12, 13
Potensial listrik, medan dan gaya	11, 14
Muatan induksi dan medan listrik	3, 15

HASIL

Dari soal tes penguasaan konsep topik elektrostatik yang diberikan, diperoleh persentase sebaran jawaban mahasiswa dari setiap soal sebagai berikut (Tabel 2).

Tabel 2. Sebaran Jawaban Mahasiswa pada Setiap Soal

Pilihan Jawaban	A (%)	B (%)	C (%)	D (%)	E (%)
Pertanyaan					
1	0,00	16,67	61,11	16,67	0,00
2	11,11	5,56	38,89	27,78	5,56
3	11,11	16,67	00,00	5,56	72,22
4	0,00	83,33	11,11	00,00	00,00
5	11,11	66,67	22,22	00,00	00,00
6	11,11	5,56	72,22	5,56	00,00
7	16,67	11,11	50,00	11,11	11,11
8	16,67	11,11	66,67	5,56	0,00
9	27,78	16,67	38,89	5,56	0,00
10	16,67	55,56	11,11	5,56	5,56
11	11,11	50,00	11,11	11,11	5,56
12	66,67	00,00	5,56	11,11	11,11
13	11,11	33,33	11,11	11,11	22,22
14	22,22	5,56	22,22	22,22	16,67
15	16,67	00,00	00,00	00,00	66,67

*Persentase yang dicetak tebal merupakan jawaban yang benar

Berdasarkan Tabel 2, persentase mahasiswa yang menjawab benar terkait konsep distribusi muatan pada konduktor/isolator (nomor 1 dan 2) tergolong rendah atau tidak lebih dari 50% dari jumlah respon mahasiswa. Pada soal terkait konsep gaya listrik dan superposisi medan listrik, gaya yang disebabkan oleh medan listrik, potensial listrik, medan dan gaya juga memperoleh hasil yang tidak jauh berbeda dari konsep distribusi muatan pada konduktor/isolator. Hanya pada soal terkait konsep hukum Coloumb yang memperoleh persentase tinggi yaitu pada nomor 4 dengan persentase 83,33%, nomor 5 dengan persentase 66,67% dan nomor 6 dengan persentase 72,22%. Sedangkan dari 2 nomor terkait konsep muatan induksi dan medan listrik hanya 1 nomor yang tergolong tinggi yakni nomor 3 dengan persentase 72,22%. Hasil ini menunjukkan bahwa konsep pada soal-soal dengan

persentase jawaban benar yang rendah terdapat kesulitan atau kesalahan mahasiswa dalam upaya menguasai konsep tersebut. Kesulitan-kesulitan tersebut dapat diidentifikasi melalui alasan yang diberikan mahasiswa dalam menjawab soal.

PEMBAHASAN

Kesulitan terkait Distribusi Muatan pada Konduktor/Isolator

Penting bagi mahasiswa untuk mengetahui bagaimana muatan didistribusikan pada konduktor dan isolator (Maloney, dkk, 2000). Penguasaan konsep mahasiswa terlihat jelas dalam bagaimana mahasiswa menanggapi soal yang diberikan. Untuk soal nomor 1 mengenai konduktor, sebagian besar mahasiswa memilih jawaban C yaitu muatan didistribusikan di kedua permukaan dalam dan luar bola logam.

1. Bola logam berongga netral secara elektrik (tidak ada kelebihan muatan). Sebagian kecil muatan negatif ditempatkan pada satu titik P pada bola logam ini. Jika kita memeriksa kelebihan muatan negatif beberapa detik kemudian, maka kita akan menemukan salah satu dari kemungkinan berikut:
 - a. Semua kelebihan muatan tetap berada di sekitar P
 - b. Kelebihan muatan telah menyebar secara merata di atas permukaan luar bola
 - c. Kelebihan muatan didistribusikan secara merata di dalam dan luar permukaan
 - d. Sebagian besar muatannya masih pada titik P, namun beberapa akan tersebar di bola
 - e. Tidak ada kelebihan muatan yang tersisa

Gambar 1. Butir Soal untuk Menilai Penguasaan Konsep Distribusi Muatan pada Konduktor

Sedangkan distribusi muatan pada isolator yang ditunjukkan oleh soal nomor 2, jawaban mahasiswa acak. Hal ini mengindikasikan jika sebagian besar mahasiswa tidak memiliki konsep awal yang kuat, yakni memahami apa yang terjadi pada muatan dan membedakan antara konduktor serta isolator. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Maloney, dkk (2000) bahwa banyak mahasiswa yang mungkin hanya mengingat sebuah pernyataan mengenai distribusi muatan tanpa memahami mekanisme fisiknya.

Kesulitan terkait Hukum Coloumb

Soal nomor 4 merupakan soal mengenai penerapan hukum Coloumb. Soal ini memperoleh persentase jawaban benar paling tinggi diantara 14 soal lainnya.

Dua benda kecil masing-masing dengan muatan $+Q$ memberikan gaya F pada satu sama lain.



Kemudian mengganti salah satu objek yang lain dengan muatan $+4Q$:



4. Besarnya gaya asli pada muatan $+Q$ adalah F ; maka berapakah besar gaya pada Q sekarang?
 - a. $16F$
 - b. $4F$
 - c. F
 - d. $\frac{F}{4}$
 - e. Lainnya

Gambar 2. Butir Soal untuk Menilai Penguasaan Konsep Hukum Coloumb

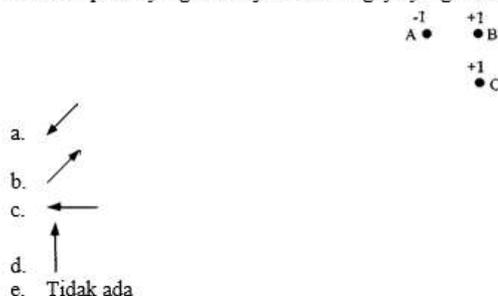
Untuk soal nomor 5 mengenai gaya pada muatan lain memperoleh persentase jawaban benar lebih kecil dari soal nomor 4. Dari hasil jawaban mahasiswa masih ada yang

menganggap bahwa objek lebih besar membutuhkan gaya yang lebih besar daripada objek lebih kecil.

Kesulitan terkait Gaya Listrik dan Superposisi Medan Listrik

Soal nomor 7 merupakan soal mengenai listrik yang berbasis aljabar.

7. Manakah panah yang menunjukkan arah gaya yang dikenakan muatan B?



Gambar 3. Butir Soal untuk Menilai Penguasaan Konsep Superposisi Medan Listrik

Sedangkan soal nomor 8 dan 9 merupakan aplikasi dari superposisi medan dan gaya. Dari persentase jawaban benar, mahasiswa tampaknya masih bingung mengenai bagaimana muatan baru mempengaruhi arah gaya atau medan.

8. Pada gambar di bawah ini, q_2 dan q_3 positif memberikan muatan q_1 gaya listrik yang ditunjukkan sepanjang sumbu +x. Jika muatan positif Q ditambahkan pada $(b,0)$, apa yang akan terjadi pada gaya di q_1 ? (Semua muatan tetap).



- a. Tidak ada perubahan gaya karena Q berada pada sumbu x
- b. Gaya akan berubah namun arahnya tetap
- c. Gaya akan berkurang dan arahnya berubah karena interaksi antara Q dengan muatan positif q_2 dan q_3
- d. Gaya akan meningkat dan arahnya berubah karena interaksi antara Q dengan muatan positif q_2 dan q_3
- e. Tidak dapat menentukan tanpa mengetahui besarnya q_1 dan/atau Q

Gambar 4. Butir Soal untuk Menilai Penguasaan Konsep Gaya Listrik

Kesulitan terkait Gaya, Medan, dan Potensial Listrik

Konsep awal yang kuat dapat membantu dalam menjawab soal nomor 10. Mahasiswa harus memiliki pemikiran yang melalui langkah-langkah dari medan, gaya hingga percepatan. Lebih dari 50% mahasiswa yang memilih jawaban B, hal ini menunjukkan bahwa masih banyak mahasiswa yang menghubungkan antara kecepatan konstan dengan gaya konstan.

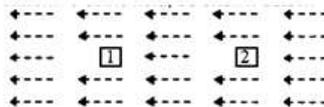
Muatan positif ditempatkan di tengah ruang dimana ada medan listrik tiga dimensi yang seragam. (Medan yang seragam adalah medan yang gaya dan arahnya sama pada semua titik di wilayah ini).

10. Bila muatan positif dilepaskan di medan listrik seragam, bagaimana gerak selanjutnya?
- a. Akan bergerak dengan kelajuan konstan
 - b. Akan bergerak dengan kecepatan konstan
 - c. Akan bergerak dengan percepatan konstan
 - d. Akan bergerak dengan percepatan yang berubah secara linier
 - e. Akan tetap di posisi awal

Gambar 5. Butir Soal untuk Menilai Penguasaan Konsep Gaya Listrik

Menurut Nugroho, dkk (2010), pada umumnya mahasiswa masih berlandaskan konsep gaya dalam memahami tentang medan dan mengalami kerancuan dalam memahami konsep medan elektrostatik.

12. Muatan positif ditempatkan di salah satu dari dua lokasi yang berbeda di wilayah dimana ada medan listrik seragam, seperti yang ditunjukkan di bawah ini.

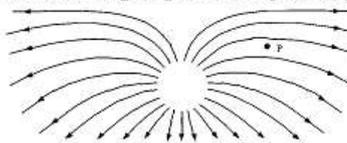


Bagaimana gaya listrik pada muatan di posisi 1 dan 2?

- Gaya pada muatan lebih besar di posisi 1
- Gaya pada muatan lebih besar di posisi 2
- Gaya pada kedua posisi adalah nol
- Gaya pada kedua posisi sama tapi tidak nol
- Gaya pada kedua posisi memiliki besaran yang sama namun berlawanan arah

Gambar 6. Butir Soal untuk Menilai Penguasaan Konsep Gaya Listrik

13. Bagaimana arah gaya listrik pada muatan negatif pada titik P pada diagram di bawah?



- ←
- ↙
-
- ↘
- Gayanya adalah nol

Gambar 7. Butir Soal untuk Menilai Penguasaan Konsep Gaya Listrik

Kesulitan terkait Muatan Induksi

Sebanyak 72,22% mahasiswa menjawab benar pada soal nomor 3 yakni medan di dalam bola nol karena bola awalnya tidak bermuatan.

3. Gambar di bawah ini menunjukkan bola logam berongga yang awalnya diberi muatan positif (+) yang merata pada permukaannya. Kemudian muatan positif +Q diberikan di dekat bola seperti yang ditunjukkan. Bagaimana arah medan listrik di tengah bola setelah muatan positif +Q diberikan di dekat bola?



- Ke kiri
- Ke kanan
- Ke atas (naik)
- Ke bawah (turun)
- Medan nol

Gambar 8. Butir Soal untuk Menilai Penguasaan Konsep Gaya Listrik

Sedangkan soal nomor 15 merupakan soal muatan listrik di dalam bola dan di luar bola.

15. Gambar di bawah ini menunjukkan muatan listrik q yang terletak di pusat bola logam bermuatan berongga. Di luar bola adalah muatan kedua Q . Kedua muatan positif. Pilih uraian di bawah ini yang menjelaskan gaya listrik pada setiap muatan.



- Kedua muatan mengalami gaya yang sama yang saling menjauh satu sama lain
- Tidak ada gaya yang dialami oleh muatan
- Tidak ada gaya pada Q tapi ada pada q
- Tidak ada gaya pada q tapi ada pada Q
- Kedua muatan mengalami gaya namun berbeda satu sama lain

Gambar 9. Butir Soal untuk Menilai Penguasaan Konsep Gaya Listrik

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan paparan hasil dan pembahasan yang diuraikan di atas, masih banyak mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam penguasaan konsep topik elektrostatik. Mahasiswa masih bingung dalam membedakan antara konduktor dan isolator, serta mengidentifikasi arah gaya dan medan.

Diperlukan alternatif-alternatif pembelajaran untuk membantu meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa. Salah satunya pembelajaran yang dapat memunculkan pemahaman atau kemampuan awal siswa. Mahasiswa juga dapat diberikan pelatihan berupa kumpulan masalah atau contoh untuk memperdalam konsep yang dimiliki, pelatihan pendalaman konsep ini dapat disebut juga sebagai program resitasi (Kohl, dkk, 2007; Pollock, 2009). Melalui program resitasi mahasiswa dapat memperoleh umpan balik atas jawabannya sehingga mahasiswa mengetahui kesalahan dan segera dapat memperbaikinya.

DAFTAR RUJUKAN

- Arends, I. 2012. *Learning to Teach Ninth Edition*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Kohl, P., Rosengrant, & D., Finkelstein, N. 2007. Strongly and Weakly Directed Approaches to Teaching Multiple Representation Use in Physics. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 3, 010108.
- Lindenfeld, P. 2002. *Format and Content in Introductory Physics*. American Journal of Physics. 70, (1), 12.
- Maloney, et al. 2001. *Surveying Students' Conceptual Knowledge of Electricity and Magnetism*. American Journal of Physics. 69, (7), S13 – S23.
- Nugroho, S. E., A. Setiawan & Liliarsari. 2010. Struktur Konsep Mahasiswa Calon Guru tentang Medan Elektrostatik Berdasarkan Analisis Framing. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 6, 48-52.
- Pollock, S. 2009. Longitudinal Study of Conceptual Understanding in Electricity and Magnetism. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 5, 020110.
- She, H-C., Hsueh T.Rd., Chu, H. 2002. *Concepts of A Higher Hierarchical Level Require More Dual Situated Learning Events for Conceptual Change: A Study of Air Pressure and Buoyancy*. *International Journal of Science Education Taylor & Francis*. Vol. 24, No. 9, 981-996.
- Tuminaro, J. & Redish, E. F. (2003). *Students' Use of Mathematics in the Context of Physics Problem Solving: A Cognitive Model*, (<http://www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/index.html>, diakses 18 September 2017).

- Unal, S. & Costu, B. 2005. *Problematic Issue for Students: Does it Sink or Float?. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 6(1): 1.
- Yusuf, M. & Wawan, S. 2009. Studi Kompetensi Multirepresentasi Mahasiswa pada Topik Elektrostatika. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Vol. 2, No. 1, Juni 2009.