

STUDI KOMPETENSI MULTIREPRESENTASI MAHASISWA PADA TOPIK ELEKTROSTATIKA

Muhamad Yusuf¹⁾, dan Wawan Setiawan²⁾

1) Universitas Sriwijaya UNSRI, myusuf@yahoo.com

2) Pendidikan Ilmu Komputer UPI, pik@upi.edu

Abstrak

This study aim is to analyze student representational competence to concepts of electrostatics topic. We used descriptive method. Subject of this study was the students in first-year course who enrolled in Basic Physics course at physics education department in one of Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan (LPTK) in South Sumatra province. Research result showed that students' skill in using multiple representations were not consistent in each concept. Students showed much greater performance on electric field concept with mathematical representation format. Also, we observed that students representational competence tied to both problem representational format and instructional environment.

Keywords: Representational Competence, Multiple Representation, Electrostatics Concept

I. PENGANTAR

Pemecahan masalah merupakan bagian integral dari pembelajaran fisika. Berbagai pendekatan, strategi, dan metode pembelajaran digunakan dosen untuk membantu mahasiswa memahami konsep-konsep dan prinsip-prinsip fisika. Dengan pemahaman yang baik terhadap konsep-konsep dan prinsip-prinsip fisika, keterampilan mahasiswa dalam memecahkan masalah-masalah fisika akan semakin baik. Untuk memahami konsep-konsep fisika mahasiswa perlu terampil dalam merepresentasi konsep-konsep tersebut dalam banyak cara (multirepresentasi). Keterampilan multi representasi yang baik akan mempermudah memecahkan masalah-masalah fisika yang dihadapi.

Keterampilan mahasiswa dalam menggunakan multirepresentasi adalah hal penting untuk diketahui, karena dapat menjadi evaluasi terhadap kinerja dosen (Erlich, 2002:25). Dari hasil evaluasi tersebut seorang dosen dapat merencanakan pendekatan pengajaran yang tepat. Seorang dosen dapat menggunakan pendekatan lain yang tepat dan tidak seharusnya menggunakan satu pendekatan saja dalam mengajar. Pendekatan

yang bervariasi dapat meningkatkan kemampuan mahasiswa fisika tingkat pertama (Linder, Duncan, & Ming, 2006).

Penelitian mengenai multirepresentasi dalam kaitannya dengan kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah-masalah fisika telah dilakukan diantaranya oleh Heuvelen & Xueli (2001), Harper (2006), Kohl & Noah (2005; 2006; 2007; 2008) dan Meltzer (2005). Heuvelen & Xueli (2001) meneliti pendekatan multirepresentasi pada topik usaha-energi dan menyimpulkan bahwa pendekatan tersebut membantu mahasiswa dalam memahami konsep usaha-energi.

Harper (2006) menyoroti perbedaan perilaku mahasiswa yang terampil (*expert*) dengan mahasiswa yang kurang terampil (*novice*) dalam memecahkan masalah fisika. Mahasiswa yang terampil memandang pemecahan masalah sebagai suatu proses, sementara mahasiswa yang kurang terampil berpikir bahwa pemecahan masalah merupakan tugas mengingat kembali (*recall task*). Mahasiswa yang terampil mengelompokkan masalah berdasarkan struktur dalam, sementara mahasiswa yang kurang terampil mengelompokkannya berdasarkan bagian-bagian permukaan saja.

Mahasiswa yang terampil menggunakan representasi non-matematik seperti grafik, bagan, dan diagram secara luas sementara mahasiswa yang kurang terampil cenderung kurang menggunakan representasi non matematis.

Perbedaan perilaku dalam memecahkan masalah sebelumnya telah dinyatakan oleh beberapa peneliti (Glaser & Rees, 1982; Larkin, 1983 dalam Kohl, David, & Noah, 2007). Mereka menyimpulkan bahwa mahasiswa yang terampil cenderung menggunakan representasi non-matematis, sementara mahasiswa yang kurang terampil cenderung langsung menggunakan representasi matematis.

Kohl dan Noah (2005) menyimpulkan bahwa keberhasilan mahasiswa dalam memecahkan masalah-masalah fisika dipengaruhi oleh format representasi masalah-masalah itu. Selanjutnya mereka juga menyatakan bahwa ada pengaruh signifikan pendekatan pembelajaran yang digunakan terhadap kemampuan representasi mahasiswa (Kohl dan Noah, 2006).

Selama ini pengajaran fisika lebih banyak menggunakan pendekatan matematik. Keadaan seperti ini juga disinyalir oleh Lindenfeld (2002) yang menyatakan bahwa dosen terlalu banyak menghabiskan waktu untuk masalah matematika. Pendekatan matematik dilakukan melalui pemberian contoh dan latihan soal. Contoh-contoh soal diberikan dalam pengajaran di kelas, baik contoh-contoh soal dari buku teks atau contoh-contoh yang langsung dikerjakan di papan tulis. Sebagai bentuk latihan lebih lanjut, mahasiswa diberi pekerjaan rumah (PR). Soal-soal PR biasanya berbentuk esai dengan jumlah tiga sampai lima butir dan diambil dari buku teks.

Soal-soal yang diberikan kepada mahasiswa lebih banyak pada pendekatan matematik. Hasilnya memang mahasiswa cenderung mudah dalam menyelesaikan soal-soal yang berhubungan dengan persamaan-persamaan matematik. Kondisi ini bisa menjebak mahasiswa pada kebiasaan menghafal rumus-rumus fisika berbentuk persamaan matematik daripada memahami maknanya secara fisis. Hal ini berakibat mahasiswa mengalami kesulitan untuk memecahkan soal-soal fisika yang berhubungan dengan pemahaman konsep-

konsep dasar. Pendekatan pemberian contoh dan latihan seperti ini memiliki beberapa kelemahan (Reif, 1995). Untuk memperbaiki kelemahan-kelemahan tersebut dosen perlu mempertimbangkan penggunaan multirepresentasi dalam pengajaran fisika.

Dari pemaparan di depan peneliti menganggap penting untuk dilakukan kajian atau analisis kompetensi multirepresentasi mahasiswa pada konsep-konsep dalam topik elektrostatis. Topik ini dipilih karena konsep-konsep pada topik elektrostatis merupakan konsep yang bersifat abstrak. Karena bersifat abstrak, mahasiswa sering kesulitan dalam memahami konsep tersebut. Sebagai contoh, mahasiswa banyak yang bingung membedakan antara gaya listrik dan gaya magnet (Maloney, *et al.*, 2001). Mahasiswa juga kesulitan membedakan antara konsep medan listrik dan gaya listrik pada diagram garis potensial (Meltzer, 2006). Pendekatan yang kurang tepat dalam mengajarkan konsep medan listrik dan gaya listrik juga menyulitkan mahasiswa dalam memahami konsep ini (Chabay & Sherwood, 2006).

II. PERMASALAHAN

Masalah yang diteliti dalam penelitian ini adalah, "Bagaimana kompetensi multirepresentasi mahasiswa calon guru fisika pada topik elektrostatis?" Rumusan masalah tersebut dijabarkan dalam pertanyaan-pertanyaan penelitian berikut :

1. Bagaimana kemampuan mahasiswa dalam merepresentasikan konsep-konsep pada topik elektrostatis?
2. Pada konsep apa representasi mahasiswa banyak yang benar?

Apakah pembelajaran yang dialami mahasiswa membantu dalam menggunakan multirepresentasi?

III. TUJUAN

IV. TINJAUAN PUSTAKA

_Kesalahan-Kesalahan Umum

Kesalahan-kesalahan umum yang sering dibuat mahasiswa dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- a. Konsep muatan listrik

Kesalahan-kesalahan yang sering muncul adalah :

- i. secara verbal, mahasiswa dapat menyatakan bahwa suatu benda bermuatan netral, tetapi ketika menggambarkan muatan netral mahasiswa sering menganggap tidak ada muatan di benda itu.
- ii. mahasiswa menyatakan atau menggambarkan bahwa dalam benda yang bermuatan positif berarti benda itu harus sama sekali tidak mengandung muatan negatif dan sebaliknya.
- iii. Mahasiswa mengatakan dan menggambarkan bahwa dalam proses pemuatan suatu benda, yang lebih mudah berpindah (bebas bergerak) adalah muatan positif daripada muatan negatif. Mahasiswa belum menyadari bahwa
- iv. Mahasiswa mengatakan dan menggambarkan bahwa dalam kondisi normal (tanpa dilakukan apapun terhadap dinding), dinding bermuatan positif.

b. Konsep konduktor dan isolator

Kesalahan yang paling banyak adalah mahasiswa menganggap bahwa pada bahan konduktor mengandung muatan yang berbeda jenis, sedangkan pada isolator hanya muatan yang sejenis. Ada pula yang berpendapat bahwa pada konduktor muatannya telah tersusun rapi, semua muatan positif dan semua muatan negatif terpisah pada dua sisi yang berbeda, sementara pada isolator muatan-muatan belum tersusun rapi.

c. Konsep dipol listrik

Secara verbal mahasiswa dapat menyatakan bahwa besar gaya yang dialami sebuah muatan oleh ujung dipol tidak sama, bergantung pada jarak. Namun kesalahan yang paling sering muncul dalam menggambar adalah mahasiswa tidak dapat menunjukkan perbedaan besar gaya yang dialami oleh muatan menggunakan vektor. Mayoritas mahasiswa hanya dapat menunjukkan arah gaya listrik, tetapi belum dapat merepresentasikan besar gaya dengan benar.

d. Konsep gaya listrik

Semua mahasiswa yang menjawab salah mempunyai alasan bahwa jika dua benda berbeda besarnya muatan (tandanya sama) maka besar gaya Coulomb yang dialami kedua muatan juga berbeda. Mereka berpendapat bahwa muatan yang lebih besar akan

mengerjakan gaya listrik yang juga lebih besar terhadap muatan yang lebih kecil, dan sebaliknya.

e. Konsep medan listrik

Mahasiswa kesulitan dalam menggambarkan model medan listrik menggunakan vektor. Mahasiswa dapat menggambarkan vektor medan mengarah keluar dari muatan positif dan mengarah masuk untuk muatan negatif. Namun mahasiswa tidak dapat merepresentasikan besar/kuat medan listrik di titik yang bersangkutan dengan panjang vektor yang sesuai.

Kesulitan mahasiswa dalam menggambar menggunakan vektor karena pemahaman mahasiswa terhadap vektor masih rendah. Hal ini sesuai dengan kesimpulan Kanim (dalam Flores, Kanim, dan Kautz, 2004) yang menyatakan bahwa mahasiswa mengalami kesulitan dalam bernalar menggunakan gaya listrik total dan medan dari beberapa muatan sumber. Mahasiswa juga mengalami kesulitan dalam menerapkan vektor gaya dan vektor medan dari distribusi muatan kontinu.

Untuk lebih melihat pemahaman mahasiswa terhadap konsep gaya listrik, mahasiswa diminta untuk menggambarkan pola medan listrik dengan model garis. Kesalahan yang paling banyak dibuat oleh mahasiswa dalam menggambarkan pola garis-garis medan listrik adalah tidak memperhatikan bahwa jumlah garis menunjukkan besarnya muatan yang bersangkutan.

f. Konsep potensial listrik dan energi potensial listrik

Mahasiswa tidak menguasai konsep potensial listrik dan energi potensial listrik dengan baik. Hal ini tampak dari rendahnya skor pada kedua konsep ini. Sebenarnya soal representasi verbal pada kedua konsep ini hanya bersifat ingatan. Pada setiap representasi mahasiswa kebanyakan tidak menjawab. Pada representasi gambar, karena melibatkan vektor maka kesalahan yang muncul sama dengan pada konsep-konsep yang lain seperti telah dibahas di atas.

Pada representasi grafik, sama untuk semua konsep, kesalahan yang sering dibuat mahasiswa adalah pada bentuk grafiknya.

Kelemahan ini dikarenakan mahasiswa memang tidak terbiasa dengan representasi grafik. Mahasiswa mengalami kesulitan dalam menggambarkan bentuk grafik sebagai bentuk fisik dari representasi matematik. Mahasiswa juga mengalami kebingungan dalam menentukan variabel-variabel pada grafik. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Beichner (1994). Dari analisis proses pembelajaran diketahui bahwa pada topik elektrostatika dosen tidak pernah menggunakan representasi grafik.

2. Penggunaan Multirepresentasi dalam Pembelajaran

Dari hasil observasi proses pembelajaran yang berlangsung, representasi matematik lebih banyak digunakan daripada representasi lain. Dari hasil wawancara diketahui juga bahwa mahasiswa lebih suka dengan soal-soal hitungan (matematik) daripada soal-soal yang bersifat konseptual. Hal ini sejalan dengan temuan Mazur dan Redish (dalam Kohl dan Finkelstein, 2005) yang menyatakan bahwa mahasiswa fisika tahun pertama lebih nyaman dengan soal-soal matematik daripada soal-soal konsep.

Strategi latihan pemecahan soal dengan pemberian contoh-contoh soal tidak banyak membantu mahasiswa memahami konsep. Mahasiswa mengaku kesulitan untuk mengaitkan persamaan-persamaan yang ada untuk memecahkan soal-soal lain. Dalam memecahkan soal mahasiswa cenderung mencocokkan informasi-informasi yang

diketahui dari soal dengan rumus tertentu yang dapat dipakai. Jika mahasiswa tidak dapat mengingat rumus yang sesuai maka mahasiswa memutuskan untuk tidak menjawab soal itu atau tidak dapat menyelesaikannya dengan baik.

VI. METODOLOGI

6.1 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Untuk mengetahui kompetensi multirepresentasi mahasiswa diberi tes tertulis berbentuk esai. Tes diberikan sebelum dan sesudah pembelajaran topik elektrostatika. Selain tes, peneliti juga melakukan wawancara terhadap mahasiswa. Selain itu peneliti juga mengamati proses pembelajaran fisika yang terjadi di kelas. Pengamatan ini bertujuan untuk melihat bagaimana dosen menggunakan multirepresentasi pada konsep-konsep yang diajarkan.

6.2. Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah mahasiswa calon guru fisika salah satu Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan (LPTK) di Sumatera Selatan. Subjek penelitian berjumlah 33 orang (satu kelas). Mereka adalah mahasiswa yang mengikuti mata kuliah Fisika Dasar II.

VII. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan Kompetensi Multirepresentasi Mahasiswa pada Masing-Masing Konsep

Konsep-konsep pada topik elektrostatika yang diteliti dalam penelitian ini dan format representasinya dalam soal ditampilkan pada tabel 1.

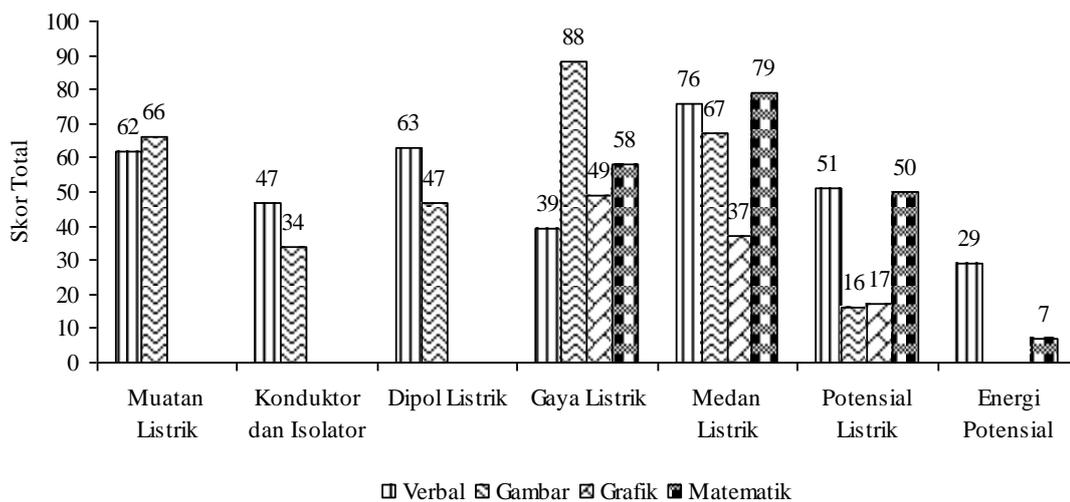
Tabel 1. Konsep-Konsep dan Format Representasinya

Konsep	Representasi dalam Soal			
	Verbal	Gambar	Grafik	Matematik
Muatan Listrik	√	√		
Konduktor dan Isolator	√	√		
Dipol Listrik	√	√		
Gaya Listrik	√	√	√	√
Medan Listrik	√	√	√	√
Potensial Listrik	√	√	√	√
Energi Potensial Listrik	√			√

Hasil tes akhir menunjukkan bahwa kompetensi representasi verbal mahasiswa lebih baik daripada representasi gambar terjadi pada konsep konduktor dan isolator, dipol listrik, medan listrik, dan konsep potensial listrik. Sementara pada konsep muatan listrik dan gaya listrik, kompetensi representasi gambar mahasiswa lebih baik daripada representasi verbal. Pada konsep gaya listrik skor tertinggi dicapai pada representasi gambar. Sementara pada konsep medan listrik skor tertinggi dicapai pada representasi matematik. Gambar 1 menampilkan perolehan skor dari masing-masing konsep pada masing-masing representasi.

Dari semua konsep, skor tertinggi dicapai mahasiswa pada konsep gaya listrik dengan representasi gambar. Hal ini dikarenakan mahasiswa sudah terbiasa menggambarkan arah gaya pada muatan karena interaksinya dengan muatan lain. Mahasiswa memahami bahwa muatan yang sejenis akan tolak menolak, sehingga gayanya digambarkan saling berlawanan. Menggambarkan arah gaya yang bekerja pada muatan adalah bagian yang biasa mahasiswa lakukan ketika mereka memecahkan soal dengan pendekatan matematik.

Skor terendah terjadi pada konsep energi potensial listrik dengan representasi matematik. Hal ini disebabkan mahasiswa tidak hafal rumus yang bisa dipakai untuk menyelesaikan soal pada representasi tersebut. Dari hasil wawancara diketahui bahwa mahasiswa cenderung menghafalkan rumus-rumus matematik. Jika mahasiswa tidak hafal rumus yang dapat dipakai dalam menyelesaikan suatu soal maka mahasiswa tidak dapat menyelesaikannya dengan baik atau bahkan memutuskan untuk tidak menjawab soal tersebut.



Gambar 1. Skor untuk Representasi Verbal, Gambar, Grafik dan Matematik pada Konsep-Konsep Topik Elektrostatika.

2. Keterampilan Mahasiswa Merepresentasi Konsep Menggunakan Vektor

Alat yang sering dipakai dalam menjawab soal-soal dengan representasi gambar pada beberapa konsep adalah vektor. Pada soal-soal representasi gambar terdapat empat soal dari empat konsep yang meminta mahasiswa menggambar menggunakan vektor. Persentase jawaban benar yang ditampilkan mahasiswa tampak pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Jawaban Mahasiswa untuk Soal-Soal yang Melibatkan Penggunaan Vektor

Konsep	Jawaban Benar(%)
Dipole listrik	21,2%
Gaya listrik	81,8%
Potensial listrik	6,1%
Medan Listrik	27,3%

Pada tabel 2 tampak bahwa kemampuan mahasiswa dalam menggunakan vektor untuk merepresentasikan besar gaya listrik dan kuat medan listrik sangat rendah, kecuali pada konsep gaya listrik. Pada konsep gaya listrik, mahasiswa biasa menggambarkan gaya yang dialami muatan yang berinteraksi ketika mereka menyelesaikan soal-soal matematik menggunakan hukum Coulomb. Sementara pada konsep-konsep yang lainnya mahasiswa sama sekali belum pernah melakukannya. Mereka juga tidak pernah menjumpainya dalam pembelajaran di kelas yang mereka ikuti.

Tingginya jumlah mahasiswa yang menjawab benar pada representasi gambar konsep gaya listrik dibandingkan pada konsep lain merupakan sesuatu yang menarik. Jika dibandingkan dengan jawaban pada representasi verbal untuk konsep yang sama, dimana hanya tiga orang yang menjawab benar, dan jika mahasiswa konsisten dengan jawabannya maka seharusnya jumlah mahasiswa yang menjawab benar pada representasi gambar juga tidak akan jauh berbeda. Ternyata dari wawancara diketahui bahwa sebenarnya pada saat menggambarkan vektor gaya mahasiswa tidak menyadari kalau jawaban mereka benar. Mereka hanya tahu bahwa ketika dua muatan yang berbeda tanda maka gaya yang terjadi saling tolak-menolak. Mereka tidak memperhatikan panjang-pendeknya vektor yang dibuat, karena hal itu tidak pernah ditekankan sebagai representasi besar-kecilnya gaya listrik. Untuk kepentingan menyelesaikan soal secara kuantitatif representasi besar-kecilnya gaya listrik tidak begitu penting.

3. Tingkat Kesalahan Masing-Masing Representasi

Tingkat kesalahan di sini peneliti artikan sebagai banyaknya mahasiswa yang tidak dapat menjawab dengan benar. Dalam kategori ini peneliti memasukkan mereka yang tidak menjawab, menjawab salah dan yang menjawab mendekati benar. Tingkat kesalahan pada masing-masing representasi untuk masing-masing konsep tampak pada tabel 3. Tingkat kesalahan tertinggi terjadi pada representasi grafik, dan tingkat kesalahan terendah terjadi pada representasi matematik.

Tabel 3. Tingkat Kesalahan pada Masing-Masing Representasi untuk Masing-Masing Konsep, dalam Persen.

Konsep	Verbal	Gambar	Grafik	Matematik
Muatan Listrik	84,8	66,7		
Konduktor dan Isolator	97	97		
Dipol Listrik	57,6	78,8		
Gaya Listrik	90,9	18,2	93,9	63,6
Medan Listrik	51,5	72,7	100	30,3
Potensial Listrik	51,5	93,9	93,9	54,5
Energi Potensial Listrik	93,9			100
Rata-Rata	75,3	71,2	95,9	62,1

Pada konsep muatan listrik kesalahan lebih tinggi terjadi pada representasi verbal daripada representasi gambar. Hal ini dikarenakan mahasiswa kurang detil dalam mendeskripsikan setiap proses yang terjadi. Pada konsep konduktor tidak ada perbedaan persentase kesalahan pada representasi verbal dan representasi gambar. Ketika mahasiswa tidak dapat mendeskripsikan secara verbal, mahasiswa juga mengalami kesulitan merepresentasikannya dalam bentuk gambar.

Pada konsep dipol listrik tingkat kesalahan pada representasi gambar lebih tinggi daripada tingkat kesalahan pada representasi verbal. Secara verbal, mahasiswa dapat mendeskripsikan konsep yang bersangkutan karena berkaitan dengan makna dari rumus matematik.

Pada konsep gaya listrik tingkat kesalahan terendah pada representasi gambar, dan tingkat kesalahan tertinggi representasi grafik. Pada konsep medan listrik bahkan tingkat kesalahan untuk representasi grafik mencapai 100%, berbeda jauh dengan representasi matematik, yakni sebesar 30,3%. Namun pada konsep energi potensial listrik justru representasi matematik menunjukkan tingkat kesalahan paling tinggi sampai 100%. Tingkat kesalahan untuk representasi grafik dan gambar pada konsep potensial listrik sama, jauh di atas tingkat kesalahan untuk representasi verbal dan matematik.

4. Persepsi Mahasiswa terhadap Penggunaan Multirepresentasi

Untuk mengetahui persepsi mahasiswa terhadap penggunaan multirepresentasi dalam pembelajaran fisika, peneliti melakukan wawancara terhadap 12 orang mahasiswa. Mahasiswa menyatakan bahwa mereka lebih menyukai soal hitungan (75%) daripada soal-soal yang bersifat konseptual. Pada saat berusaha memecahkan soal, mereka mencari rumus yang cocok sesuai dengan informasi yang dapat mereka ketahui dari soal. Jika mereka tidak menemukan (tidak ingat) rumus yang bisa dipakai, maka mereka memutuskan untuk menyerah.

Semua mahasiswa yang diwawancarai menyatakan bahwa selama ini mereka selalu belajar fisika melalui rumus-rumus. Ketika diberikan soal-soal yang bersifat konseptual mereka mengalami kesulitan. Bahkan mereka menyatakan tidak biasa menghadapi soal-soal berbentuk gambar dan grafik.

Bagi mahasiswa, gambar biasa mereka gunakan dalam soal-soal yang berhubungan dengan mekanika dan rangkaian listrik saja. Untuk materi elektrostatika, mereka biasanya menggunakan gambar ketika menentukan gaya listrik yang dialami muatan dalam suatu koordinat Cartesian. Gambar juga biasa digunakan dalam menentukan gaya yang dialami suatu muatan karena interaksinya dengan muatan lain.

B. Pembahasan

1. Kesalahan-Kesalahan Umum

Kesalahan-kesalahan umum yang sering dibuat mahasiswa dapat dikelompokkan sebagai berikut:

b. Konsep muatan listrik

Kesalahan-kesalahan yang sering muncul adalah :

- v. secara verbal, mahasiswa dapat menyatakan bahwa suatu benda bermuatan netral, tetapi ketika menggambarkan muatan netral mahasiswa sering menganggap tidak ada muatan di benda itu.
- vi. mahasiswa menyatakan atau menggambarkan bahwa dalam benda yang bermuatan positif berarti benda itu harus sama sekali tidak mengandung muatan negatif dan sebaliknya.
- vii. Mahasiswa mengatakan dan menggambarkan bahwa dalam proses pemuatan suatu benda, yang lebih mudah berpindah (bebas bergerak) adalah muatan positif daripada muatan negatif. Mahasiswa belum menyadari bahwa
- viii. Mahasiswa mengatakan dan menggambarkan bahwa dalam kondisi normal (tanpa dilakukan apapun terhadap dinding), dinding bermuatan positif.

b. Konsep konduktor dan isolator

Kesalahan yang paling banyak adalah mahasiswa menganggap bahwa pada bahan konduktor mengandung muatan yang berbeda jenis, sedangkan pada isolator hanya muatan yang sejenis. Ada pula yang berpendapat bahwa pada konduktor muatannya telah tersusun rapi, semua muatan positif dan semua muatan negatif terpisah pada dua sisi yang berbeda, sementara pada isolator muatan-muatan belum tersusun rapi.

c. Konsep dipol listrik

Secara verbal mahasiswa dapat menyatakan bahwa besar gaya yang dialami sebuah muatan oleh ujung dipol tidak sama, bergantung pada jarak. Namun kesalahan yang paling sering muncul dalam menggambar adalah mahasiswa tidak dapat menunjukkan perbedaan besar gaya yang dialami oleh muatan menggunakan vektor. Mayoritas mahasiswa hanya dapat menunjukkan arah gaya listrik, tetapi belum dapat merepresentasikan besar gaya dengan benar.

di. Konsep gaya listrik

Semua mahasiswa yang menjawab salah mempunyai alasan bahwa jika dua benda berbeda besarnya muatan (tandanya sama) maka besar gaya Coulomb yang dialami kedua muatan juga berbeda. Mereka berpendapat bahwa muatan yang lebih besar akan mengerjakan gaya listrik yang juga lebih besar terhadap muatan yang lebih kecil, dan sebaliknya.

e. Konsep medan listrik

Mahasiswa kesulitan dalam menggambarkan model medan listrik menggunakan vektor. Mahasiswa dapat menggambarkan vektor medan mengarah keluar dari muatan positif dan mengarah masuk untuk muatan negatif. Namun mahasiswa tidak dapat merepresentasikan besar/kuat medan listrik di titik yang bersangkutan dengan panjang vektor yang sesuai.

Kesulitan mahasiswa dalam menggambar menggunakan vektor karena pemahaman mahasiswa terhadap vektor masih rendah. Hal ini sesuai dengan kesimpulan Kanim (dalam Flores, Kanim, dan Kautz, 2004) yang menyatakan bahwa mahasiswa mengalami kesulitan dalam bernalar menggunakan gaya listrik total dan medan dari beberapa muatan sumber. Mahasiswa juga mengalami kesulitan dalam menerapkan vektor gaya dan vektor medan dari distribusi muatan kontinu.

Untuk lebih melihat pemahaman mahasiswa terhadap konsep gaya listrik, mahasiswa diminta untuk menggambarkan pola medan listrik dengan model garis. Kesalahan yang paling banyak dibuat oleh mahasiswa dalam menggambarkan pola garis-garis medan listrik adalah tidak memperhatikan bahwa jumlah garis menunjukkan besarnya muatan yang bersangkutan.

f. Konsep potensial listrik dan energi potensial listrik

Mahasiswa tidak menguasai konsep potensial listrik dan energi potensial listrik dengan baik. Hal ini tampak dari rendahnya skor pada kedua konsep ini. Sebenarnya soal representasi verbal pada kedua konsep ini hanya bersifat ingatan. Pada setiap representasi mahasiswa kebanyakan tidak menjawab. Pada representasi gambar, karena melibatkan vektor maka kesalahan yang muncul sama dengan pada konsep-konsep yang lain seperti telah dibahas di atas.

Pada representasi grafik, sama untuk semua konsep, kesalahan yang sering dibuat mahasiswa adalah pada bentuk grafiknya. Kelemahan ini dikarenakan mahasiswa memang tidak terbiasa dengan representasi grafik. Mahasiswa mengalami kesulitan dalam menggambarkan bentuk grafik sebagai bentuk fisik dari representasi matematik. Mahasiswa juga mengalami kebingungan dalam menentukan variabel-variabel pada grafik. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Beichner (1994). Dari analisis proses pembelajaran diketahui bahwa pada topik elektrostatika dosen tidak pernah menggunakan representasi grafik.

2. Penggunaan Multirepresentasi dalam Pembelajaran

Dari hasil observasi proses pembelajaran yang berlangsung, representasi matematik lebih banyak digunakan daripada representasi lain. Dari hasil wawancara diketahui juga bahwa mahasiswa lebih suka dengan soal-soal hitungan (matematik) daripada soal-soal yang bersifat konseptual. Hal ini sejalan dengan temuan Mazur dan Redish (dalam Kohl dan Finkelstein, 2005) yang menyatakan bahwa mahasiswa fisika tahun pertama lebih nyaman dengan soal-soal matematik daripada soal-soal konsep.

Strategi latihan pemecahan soal dengan pemberian contoh-contoh soal tidak banyak membantu mahasiswa memahami konsep. Mahasiswa mengaku kesulitan untuk mengaitkan persamaan-persamaan yang ada untuk memecahkan soal-soal lain. Dalam memecahkan soal mahasiswa cenderung mencocokkan informasi-informasi yang diketahui dari soal dengan rumus tertentu yang dapat dipakai. Jika mahasiswa tidak dapat mengingat rumus yang sesuai maka mahasiswa memutuskan untuk tidak menjawab soal itu atau tidak dapat menyelesaikannya dengan baik.

VIII. KESIMPULAN

1. Keterampilan mahasiswa dalam menggunakan multirepresentasi tidak sama dan tidak konsisten pada setiap konsep. Pada konsep muatan listrik, dipol listrik, dan gaya listrik keterampilan representasi gambar lebih baik daripada representasi verbal. Tetapi pada konsep konduktor dan isolator, medan listrik, dan potensial listrik keterampilan representasi verbal justru lebih baik daripada representasi gambar. Keterampilan mahasiswa dalam representasi grafik tidak pernah lebih baik daripada representasi yang lain. Keterampilan representasi matematik adalah representasi yang juga menunjukkan ketidakkonsistenan keterampilan representasi mahasiswa. Jadi format representasi soal mempengaruhi kemampuan mahasiswa untuk menyelesaikan soal tersebut.
2. Secara umum, pada representasi matematik mahasiswa paling sedikit mengalami kesalahan (62,1%) dan pada representasi grafik mahasiswa paling besar mengalami kesalahan (95,9%). Hal ini dikarenakan pada proses pembelajaran topik elektrostatik dosen lebih banyak menggunakan representasi matematik, dan tidak pernah menggunakan representasi grafik.
3. Pada konsep medan listrik dengan representasi matematik mahasiswa menunjukkan kompetensi yang paling baik.
4. Pembelajaran yang dialami mahasiswa tidak banyak membantu mahasiswa dalam menggunakan multirepresentasi. Dosen yang lebih banyak menggunakan representasi matematik tidak membantu mahasiswa dalam menggunakan representasi grafik, dan juga representasi yang lain. Bahkan pada representasi matematik mahasiswa masih cenderung menghafalkan rumus-rumus.

DAFTAR PUSTAKA

- Beichner, R.J. (1994). "Testing Student Interpretation of Kinematics graph". *American Journal of Physics*. 62, (8), 750-762.
- Chabay, R., Sherwood, B. (2006). "Restructuring the introductory electricity and magnetism course". *American Journal of Physics*. 74, (4), 329-336.
- Erlich, R. (2002). "How do We Know if We are Doing a Good Job in Physics Teaching?". *American Journal of Physics*. 70, (1), 25.
- Etkina, E., et.al. (2006). "Scientific Abilities and Their Assessment". *Physical Review Special Topics- Physics Education Research*. 2, 020103
- Goldin, G.A. (2002). *Representation in Mathematical Learning and Problem Solving*. Dalam L.D English (Ed). Handbook of International research in Mathematics Education (IRME). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Harper, K.A. (2006). "Student Problem-Solving Behavior" *The Physics Teacher*, 44, 250-251.
- Heuvelen, A.V., and Xueli, Z. (2001). "Multiple Representation of Work-energy Processes". *American Journal of Physics*. 69,(2), 184-194.
- Kohl, P.B. and Noah, D.F. (2005). "Student Representational Competence and Self-Assessment when Solving Physics Problem". *Physical Review Special Topics- Physics Education Research*. 1, 010104
- Kohl, P.B. and Noah, D.F. (2006). "Effect of Instructional Environment on Physics Students' Representational Skills". *Physical Review Special Topics- Physics Education Research* 2, 010102
- Kohl, P.B. and Noah, D.F. (2006). "Effect of Representational on Students Solving Physics Problem : A Fine-Grained Characterization". *Physical Review Special Topics- Physics Education Research*. 2, 010106
- Kohl, P.B. and Noah, D.F.. (2008). "Pattern of Multiple Representation Use by Expert

- and Novices During Physics Problem Solving". *Physical Review Special Topics- Physics Education Research*. 2, 010102
- Kohl, P.B., David, R., and Noah, D.F.. (2007). Strongly and Weakly Directed Approach 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.
- Linder, C., Duncan, F., and Ming, F.P., (2006). "Using a Variation Approach to Enhance Physics Learning in a College Classroom". *The Physics Teacher Journal*. 44, 589-592.
- Maloney, et al. (2001). "Surveying students' conceptual knowledge of electricity and magnetism". *American Journal of Physics*. 69, (7), S13-S23.
- Meltzer, D.E. (2006). "Analysis Of Shifts In Students' Reasoning Regarding Electric Field And Potential Concepts", dalam *2006 Physics Education Research Conference Proceeding* h. 177-180. Seattle :American Institute of Physics.
- Meltzer, D.E. (2005). "Relation between students' problem-solving performance and representational format". *American Journal of Physics*. 73, (5), 463-478.
- Reif, F. (1995). "Understanding and Teaching Important Scientific Thought Processes". *American Journal of Physics*. 63, (1), 17-32