

## ARTIKEL

### PEMBELAJARAN INKUIRI MENGGUNAKAN ANALOGI PADA KONSEP RANGKAIAN LISTRIK SERI DAN PARALEL

Nyoto Suseno

Universitas Muhammadiyah Metro

Jalan Ki Hajar Dewanara No. 116 Metro, Lampung

e-mail: [nyotoseno@yahoo.co.id](mailto:nyotoseno@yahoo.co.id), Nomor HP: 08127944028

**Abstract.** *A study using research and development (R & D) was carried out to design inquiry based learning using analogy on concept of the electric series and parallel circuit. Preliminary data is done in some physics education programs in the island Java and Sumatra. It was collected through documentation study, observation and interview. Based on the data, it had been developed learning model in order to carry out limited experiment on physics education program. The steps of data analysis were: selecting and classifying data, coding and describing of the conclusions to decide on the theme consistent to the focus of the research. Research findings show that: 1) the inquiry process could be conducted completely in classroom by group discussion supported analogy as trigger and demonstration to representing electric series and parallel circuit, accompanied with a worksheet, 2) electric series and parallel circuit as target domain could be analogy with composition series-parallel in elastic spring as base domain, and 3) inquiry learning process need are longer time, because the students were not been ready and had low capability in learning physics.*

**Keywords:** *inquiry, analogy, electric series and parallel circuit, composition series-parallel in elastic spring, electricity and magnetism.*

#### **Pendahuluan**

Listrik-magnet adalah salah satu kajian pokok dalam bidang ilmu fisika, hasil penelitian di beberapa negara (Maloney, *et al.*, 2001; Demirci & Cirkinoglu, 2004; Engelhardt & Beichner, 2004; Narjaikaew, 2005; Planinic, 2006) menunjukkan bahwa mayoritas mahasiswa mengalami kesulitan dalam mempelajari konsep listrik-magnet. Salah satu penyebab kesulitan tersebut adalah karena konsep listrik-magnet tergolong abstrak, sebagaimana ungkapan Mukhopadhyay (2006) yang menyatakan bahwa kuliah listrik-magnet tidak populer, karena konsepnya abstrak. Hasil penelitian di beberapa Negara yang menunjukkan adanya kesulitan dalam pembelajaran listrik-magnet diungkapkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Penelitian di Beberapa Negara tentang Kesulitan Mahasiswa pada Konsep Listrik-magnet

Peneliti, tahun, sumber	Tempat Penelitian	Hasil Penelitian
Demirci dan Cirkinoglu, 2004, <i>Journal of Turkish Science Education</i> . 1(2)	Balıkesir, Turki	Ditemukan bahwa sebagian besar mahasiswa mengalami kesulitan dalam mempelajari konsep listrik dan magnet.
Engelhardt dan Beichner, 2004, <i>American Journal Physics</i> . 72(1)	North Carolina, Amerika	Ditemukan bahwa banyak mahasiswa mengalami miskonsepsi dalam konsep listrik dan magnet, walaupun setelah mengikuti perkuliahan.
Narjaikaew, 2005, <i>Physics Educational Network of Thailand and The Centre for science and Technology Education Research</i> .	Thailand	Mayoritas mahasiswa tidak memahami topik listrik dan magnet, dan situasi ini tidak berubah meskipun setelah pembelajaran.
Planinic, 2006, <i>American Journal of Physics</i> . 74(12)	Zagreb, Croatia	Dari tiga kelompok mahasiswa tampak memiliki keulitan pada konsep yang sama. Ditemukan bahwa mahasiswa mengalami kesulitan pada induksi elektromagnetik, penerapan hukum Newton dalam konteks listrik dan magnet, dan pada potential dan energi listrik.
Singh, 2006, <i>American Journal Physics</i> . 74(10)	Pittsburgh, Pennsylvania	Ditemukan bahwa mahasiswa tingkat dasar memiliki kesulitan dalam konsep listrik dan magnet.
Mukhopadhyay, 2006, <i>European Journal of Physics</i> . 27.	Palmerston North, New Zealand	Kuliah listrik-magnet tidak populer, karena untuk mempelajari konsep tersebut diperlukan kemampuan berpikir abstrak.

Tahun 1996, *National Science Education Standards (NSES)* di Amerika Serikat menetapkan penggunaan inkuiri sebagai salah satu standar dalam pelaksanaan pembelajaran sains di berbagai tingkat pendidikan. Tahun 1998 *National Science Teacher Association (NSTA) and Association for Education of Teachers Science (AETS)* juga menetapkan penggunaan inkuiri sebagai salah satu standar dalam pelaksanaan pembelajaran sains. Namun demikian Buck, *et al.* (2007) menemukan bahwa dalam pembelajaran berbasis inkuiri banyak guru menyatakan frustrasi karena pemahaman siswa tidak segera muncul, dan mereka tidak tahu apa yang harus dilakukan.

Case (1998) mengungkapkan bahwa tantangan dalam menerapkan pembelajaran berbasis inkuiri mencakup: (a) kekurangan waktu, (b) kesulitan menahan diri untuk menjawab pertanyaan siswa secara langsung, (c) membelajarkan hal yang abstrak, dan (d) instrumen penilaian yang memperhatikan kosa kata lokal.

Menurut Aulss & Shore (2008) langkah logis dalam proses inkuiri meliputi: menganalisis fenomena, merumuskan masalah, melakukan pengamatan, membuat hipotesis, menguji hipotesis dan mengumpulkan data, melakukan interpretasi dan menjawab pertanyaan, serta menyampaikan hasil dan implikasinya.

Suseno, Setiawan & Rustaman (2009) menemukan bahwa penerapan inkuiri dalam perkuliahan listrik-magnet belum optimal, kendalanya adalah karena konsep listrik-magnet bersifat abstrak dan teoretis. Fenomena konsep abstrak, dalam pemahamannya memerlukan perangkat eksperimen (pembuktian dengan peralatan) dan perangkat analisis (menggunakan matematika). Penggunaan alat praktikum hanya mampu menunjukkan gejala makro, yang dapat direpresentasikan dengan analisis matematis tanpa dapat mengetahui makna fisis dari gejala yang abstrak tersebut. Salah satu cara untuk mengkonkretkan hal yang abstrak tersebut adalah dengan menggunakan analogi.

Hasil penelitian (Chiu and Lin, 2005; Olive, 2005; Podolefsky dan Finkelstein, 2006) menunjukkan bahwa penggunaan analogi dapat meningkatkan hasil pembelajaran dan dapat mengatasi kesalahan konsep. Analogi adalah alat representasi untuk menunjukkan gejala yang abstrak (sebagai domain target), dengan menggunakan pengetahuan yang telah dimiliki (sebagai domain dasar) berdasarkan kesetaraan atau kesemilaran. Beberapa hasil penelitian tentang analogi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Beberapa hasil penelitian tentang analogi

Peneliti, tahun, sumber	Hasil Penelitian
Chiu dan Lin, 2005, <i>Journal of Research in Science Teaching</i> . 42(4)	Penggunaan analogi tidak hanya membantu dalam menjelaskan konsep sains yang abstrak (seperti kelistrikan), tetapi juga membantu siswa dalam memperbaiki kesalahan konsep.
Olive, 2005, <i>Journal Physics Teacher Education</i> . 3(1)	Penggunaan analogi memungkinkan untuk memperoleh hasil yang baik, karena itu diharapkan dilakukan penelitian lanjutan yang mendukung pengembangan penggunaan analogi.
Podolefsky dan Finkelstein, 2006, <i>Physics Education Research</i> . 2	Analogi dapat digunakan secara produktif dalam pembelajaran fisika. Ketika mengajar dengan analogi, pengajar perlu menghadirkan berbagai cara representasi dan menciptakan penggabungan antar representasi agar mudah ditafsirkan.

Penting untuk disadari bahwa pengetahuan baru akan lebih bermakna jika dihubungkan dengan pengetahuan yang sudah dimiliki. Berpikir analogi merupakan suatu alternatif yang dapat digunakan untuk menjadikan situasi baru

yang terasa rumit atau aneh menjadi lebih akrab bagi siswa. Dengan menggunakan analogi fenomena yang abstrak akan dapat digambarkan dengan lebih konkret sehingga dapat membantu mahasiswa untuk mengerti tentang fenomena yang dipelajari.

Hasil penelitian Suseno, Setiawan & Rustaman (2010) tentang analogi, menemukan bahwa analogi sering digunakan dalam perkuliahan listrik-magnet, tetapi penggunaannya muncul secara spontan tanpa direncanakan dengan baik sebelumnya. Padahal pada penelitian tersebut juga ditemukan bahwa penggunaan analogi dalam perkuliahan listrik-magnet sangat diperlukan dan cukup membantu pemahaman mahasiswa.

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian pengembangan untuk mendapatkan model penggunaan analogi dalam pembelajaran berbasis inkuiri pada konsep rangkaian listrik seri dan paralel dalam matakuliah listrik-magnet di LPTK.

### **Metode Penelitian**

Penelitian diawali dengan melakukan studi tentang pelaksanaan perkuliahan listrik-magnet di empat LPTK, yaitu dua LPTK negeri dan dua LPTK swasta yang berada di pulau Jawa dan Sumatra. Pengambilan data dilakukan melalui dokumentasi, observasi, dan dilengkapi dengan wawancara. Dokumen yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: perangkat pembelajaran, jadwal, rekaman video dan dokumen lain yang mendukung. Observasi dilakukan terhadap aktivitas dosen dan mahasiswa dalam perkuliahan listrik-magnet, terutama dalam penerapan inkuiri dan penggunaan analogi dalam proses perkuliahan listrik-magnet di kelas, kemudian dilakukan wawancara untuk melengkapi data sekaligus sebagai langkah triangulasi untuk memperoleh data yang akurat. Jenis penelitian ini adalah *Research and Development (R & D)* untuk memperoleh model pembelajaran yang aplikatif dan dapat mengatasi masalah kesulitan mahasiswa dalam perkuliahan listrik-magnet.

Pengambilan dan pengolahan data dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu: *tahap kesatu* melakukan pengambilan data dokumentasi, observasi dan wawancara untuk memotret pelaksanaan perkuliahan listrik-magnet di empat

LPTK. *Tahap kedua*, mengolah data dengan melakukan transkripsi dan tabulasi data agar tampak golongan, jenis dan frekuensi data yang terkait dengan fokus penelitian, sehingga dapat dilihat pola penggunaan analogi dalam pembelajaran inkuiri. *Tahap ketiga*, melakukan pengembangan model perkuliahan inkuiri menggunakan analogi berdasarkan hasil pengolahan data pada tahap kedua, lalu dilakukan *expert judgement* untuk menilai kelayakan model perkuliahan yang dikembangkan. *Tahap keempat*, melakukan uji coba model pada perkuliahan listrik-magnet. *Tahap kelima* melakukan pengambilan data melalui observasi dan wawancara untuk mendapatkan tanggapan mahasiswa dan dosen. *Tahap keenam*, melakukan analisis data dan membuat interpretasi berkaitan dengan permasalahan yang dikaji serta membuat kesimpulan.

### Hasil Penelitian

Dokumen yang diperoleh dari ke-empat LPTK yang menjadi subyek penelitian terdiri dari atas: silabus, rencana program perkuliahan, jadwal kuliah dan jadwal praktikum. Berdasarkan dokumen tersebut dilakukan tabulasi data yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rencana program perkuliahan listrik-magnet, rencana penerapan inkuiri dan penggunaan analogi berdasarkan dokumen

No.	Prodi dan Tempat LPTK	Metode yang digunakan	Media yang digunakan	Kegiatan Praktikum	Rencana Penerapan Inkuiri	Rencana penggunaan analogi
1.	Prodi Pendidikan Fisika LPTK Negeri di Bandung	Ceramah dan Diskusi Kelompok	LCD OHP Papan tulis	Terpisah pada matakuliah tersendiri	Tidak ada	Tidak ada
2.	Prodi Pendidikan Fisika LPTK Negeri di Lampung	Ceramah dan Diskusi	LCD Papan Tulis	Terpisah dalam satu matakuliah	Tidak ada	Tidak ada
3.	Prodi Pendidikan Fisika LPTK swasta di Lampung.	Diskusi Kelompok	LCD Papan tulis	Terpisah dalam satu matakuliah	Tidak ada	Tidak ada
4.	Prodi Pendidikan Fisika LPTK swasta di Semarang	Ceramah, diskusi dan Demonstrasi	LCD, papan tulis dan Alat peraga	Terpisah dalam satu matakuliah	Tidak ada	Tidak ada

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh hasil bahwa dalam perkuliahan listrik-magnet digunakan kombinasi metode diskusi (klasikal atau kelompok) dengan metode lain, serta selalu menggunakan media dalam pembelajaran. Selain itu juga

terungkap bahwa kegiatan praktikum terpisah dengan pelaksanaan perkuliahan. Berdasarkan dokumen tersebut, ditemukan bahwa dalam perkuliahan listrik-magnet pada semua LPTK yang menjadi subyek penelitian, tidak ditemukan adanya rencana penggunaan analogi dan rencana penerapan inkuiri secara eksplisit, baik penerapan inkuiri sebagai model, metode ataupun pendekatan dalam pembelajaran konsep listrik-magnet.

Hasil observasi terhadap penerapan inkuiri dalam perkuliahan listrik-magnet di kelas, yang difokuskan pada langkah-langkah penerapan inkuiri berdasarkan pendapat Aulls & Shore (2008: 150), diperoleh hasil yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data hasil observasi penerapan inkuiri dalam perkuliahan listrik-magnet

No	Aktivitas inkuiri yang diamati (berdasarkan Aulls & Shore, 2008: 150)	Prodi Pendidikan Fisika Tempat Pengambilan Data					
		LPTK Negeri di Bandung		LPTK Negeri di Lampung	LPTK Swasta di Lampung		LPTK Swasta di Semarang
		Obs. I (Bahan dielektrikum/ 100 menit)	Obs. II (Listrik dinamis/ 100 menit)	Listrik Statis (150 menit)	Obs. I (Hk. Ampere 100 menit)	Obs. II (Spektro meter massa/ 100 menit)	Induksi Faraday (100 menit)
1.	Menganalisis fenomena	0	0	1	1	1	1
2.	Merumuskan masalah	0	0	0	0	0	0
3.	Melakukan pengamatan	0	0	0	0	0	1
4.	Merumuskan hipotesis	0	0	0	0	0	0
5.	Menguji hipotesis dan mengumpulkan data	0	0	0	0	0	0
6.	Melakukan interpretasi dan menjawab pertanyaan	1	1	1	1	1	1
7.	Menyampaikan hasil dan implikasinya	0	0	0	1	1	0
Jumlah		1 (14%)	1 (14%)	2 (29%)	3 (43%)	3 (43%)	3 (43%)
Rata-rata							2,2 (31%)

Berdasarkan data pada Tabel 4 diperoleh hasil bahwa rata-rata penerapan inkuiri dalam perkuliahan listrik-magnet di LPTK hanya mencapai 31% dari semua langkah inkuiri yang diamati. Hal tersebut menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil dari langkah inkuiri yang terlaksana. Langkah inkuiri tampak lebih banyak muncul pada perkuliahan yang menggunakan metode diskusi kelompok

dan menggunakan media alat peraga. Penerapan inkuiri pada kedua metode tersebut masing-masing mencapai 43%.

Berdasarkan hasil wawancara, ditemukan beberapa kendala dalam penerapan inkuiri, yaitu: 1) sulit menerapkan inkuiri pada konsep listrik-magnet yang abstrak dan teoretis, 2) kegiatan praktikum terpisah dari perkuliahan, sehingga kurang dapat mendukung proses perkuliahan listrik-magnet di kelas, 3) kegiatan praktikum hanya dapat menunjukkan adanya gejala, sedangkan untuk memahami makna fisis dari fenomena yang sesungguhnya perlu proses berpikir tingkat tinggi.

Hasil observasi berkaitan dengan penggunaan analogi pada perkuliahan listrik-magnet di empat LPTK, ditemukan bahwa pada setiap perkuliahan listrik-magnet, analogi selalu digunakan dalam menjelaskan konsep-konsep abstrak listrik-magnet. Kemudian berdasarkan hasil wawancara ditemukan bahwa dalam mempelajari fenomena listrik magnet yang abstrak diperlukan adanya visualisasi untuk menggambarkan fenomena yang abstrak agar menjadi lebih konkret dan untuk memvisualisasikan konsep abstrak tersebut banyak dosen memilih menggunakan analogi. Akan tetapi dalam setiap penggunaan analogi dilakukan secara spontan dan tidak direncanakan sebelumnya.

Hasil penelitian Suseno, Setiawan & Rustaman (2010) menemukan beberapa jenis analogi yang biasa digunakan dalam perkuliahan listrik-magnet, yaitu analogi satu bidang ilmu dan analogi tidak satu bidang ilmu. Berdasarkan representasi yang digunakan, ditemukan empat jenis analogi, yaitu: 1) analogi verbal, 2) analogi visual, 3) analogi simbolik, dan 4) analogi gesture. Kemudian berdasarkan bentuk korespondensinya ditemukan analogi setara dan analogi invers.

Lebih lanjut dalam penelitian pengembangan Suseno, Setiawan & Rustaman (2010) menemukan bahwa penggunaan analogi dalam perkuliahan listrik-magnet sangat diperlukan dan cukup membantu, karena itu penggunaan analogi hendaknya direncanakan dengan baik. Dua hal penting yang harus dipersiapkan dalam menggunakan analogi, yaitu: 1) memilih analogi (domain dasar) yang akan digunakan, dan 2) merencanakan urutan sintaks pembelajaran.

Dalam penelitian pengembangan tentang penggunaan analogi, ditemukan adanya empat fase urutan sintaks, yaitu: *fase 1*, menggali penguasaan domain dasar mahasiswa (sebagai analogi); *fase 2*, mengungkap domain target melalui analogi; *fase 3*, mengaitkan hubungan analogi antara domain dasar dan domain target; *fase 4*, membuat kesimpulan dan mengungkap berbagai analogi, dengan melakukan pemetaan analogi.

Fakta awal yang diungkapkan di atas menunjukkan bahwa, metode diskusi kelompok dan penggunaan alat peraga di kelas dapat mendorong terjadinya proses inkuiri yang lebih besar. Kemudian fakta yang lain, menunjukkan bahwa untuk mengatasi kesulitan dalam pembelajaran konsep abstrak listrik-magnet sering digunakan visualisasi berupa analogi untuk menggambarkan fenomena yang dipelajari. Berdasarkan data hasil penelitian tahap awal tersebut, maka dikembangkan pembelajaran berbasis inkuiri menggunakan analogi dalam konsep rangkaian listrik seri dan paralel pada perkuliahan listrik-magnet, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

*Langkah pertama*, memilih domain dasar yang akan digunakan sebagai analogi.

Analogi yang digunakan untuk mempelajari rangkaian listrik seri dan paralel (sebagai domain target) dipilih susunan pegas seri dan paralel (sebagai domain dasar), jenis analogi ini adalah analogi satu disiplin ilmu dengan korespondensi invers, dan analogi yang digunakan bukan pada substansi konseptualnya, tetapi analogi dalam hal metodologi/langkah-langkah dalam menemukan konsep. Pemetaan analogi antara rangkaian listrik seri dan paralel (sebagai domain target) dengan susunan pegas seri dan paralel (sebagai domain dasar) diungkapkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pemetaan analogi antara konsep rangkaian seri dan paraleldengan susunan pegas seri-paralel.

Domain Target	Domain Dasar	Perbedaan	Alasan/Syarat Penggunaan analogi tersebut
<p><b>1. Rangkaian Hambatan Listrik Seri</b> Karakter:</p> <p>1) Arus listrik yang melalui masing-masing hambatan sama besar (<math>I = I_1 = I_2 = \dots</math>)</p> <p>2) Masing-masing hambatan yang nilainya berbeda, memiliki beda potensial berbeda, dan berlaku hukum ke-2 Kirchoff: <math>\Sigma E = \Sigma I.R</math></p> <p>3) Sehingga dapat ditentukan hambatan penggantinya:</p> <p><math>V = V_1 + V_2 + \dots</math></p> <p><math>I.R = I_1 R_1 + I_2 R_2 + \dots</math></p> <p>Karena <math>I = I_1 = I_2</math>, maka:</p> <p><math>R_S = R_1 + R_2 + \dots</math></p>	<p><b>1. Susunan Pegas Secara Seri</b> Karakter</p> <p>1) Gaya yang bekerja pada masing-masing pegas sama besar (<math>F = F_1 = F_2 = \dots</math>)</p> <p>2) Pertambahan panjang masing-masing pegas berbeda dan berlaku: <math>\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots</math></p> <p>3) Sehingga dapat ditentukan konstanta pegas penggantinya: <math>\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots</math></p> <p><math>\frac{F}{k_S} = \frac{F_1}{k_1} + \frac{F_2}{k_2} + \dots</math></p> <p>Karena: <math>F = F_1 = F_2 = \dots</math>,</p> <p><math>\frac{1}{k_S} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}</math></p>	<p>Hambatan pengganti dari rangkaian hambatan listrik seri adalah jumlah aljabar dari masing masing hambatan: <math>R_S = R_1 + R_2 + \dots</math></p> <p>Sedangkan konstanta pegas pengganti, dari susunan pegas yang dirangkai seri berlaku penjumlahan sebagai berikut:</p> <p><math>\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots</math></p> <p>Sebaliknya hambatan untuk rangkaian listrik paralel adalah sebagai berikut:</p> <p><math>\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots</math></p> <p>Sedangkan konstanta pegas pengganti, dari susunan pegas yang dirangkai paralel berlaku penjumlahan aljabar sebagai berikut:</p> <p><math>k_p = k_1 + k_2 + \dots</math></p>	<p>Materi Pegas gabungan telah dikuasai oleh Mahasiswa yang mengikuti perkuliahan listrik-magnet topik rangkaian seri, dan paralel, karena materi tersebut telah dipelajari Mahasiswa pada matakuliah fisika dasar dan mekanika.</p>
<p><b>2. Rangkaian Hambatan Listrik Paralel</b> Karakter:</p> <p>1) Arus listrik yang melalui masing-masing hambatan berbeda, dan berlaku hukum Kirchof 1: (<math>I = I_1 + I_2 + \dots</math>)</p> <p>2) Beda potensial masing-masing hambatan, memiliki beda potensial yang sama, berlaku: <math>V = V_1 = V_2 = \dots</math></p> <p>3) Sehingga hambatan penggantinya: <math>I = I_1 + I_2 + \dots</math></p> <p><math>\frac{V}{R_p} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots</math></p> <p>Karena: <math>V = V_1 = V_2 = \dots</math></p> <p><math>\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots</math></p>	<p><b>2. Susunan Pegas Paralel</b> Karakter</p> <p>1) Gaya yang bekerja pada masing-masing pegas berlaku: (<math>F = F_1 + F_2 + \dots</math>)</p> <p>2) Sedangkan pertambahan panjang pada masing-masing pegas adalah sama. (<math>\Delta x = \Delta x_1 = \Delta x_2 = \dots</math>)</p> <p>3) Sehingga konstanta pegas penggantinya: <math>F = F_1 + F_2 + \dots = k.\Delta x = k_1.\Delta x_1 + k_2.\Delta x_2 + \dots</math></p> <p>Karena <math>\Delta x = \Delta x_1 = \Delta x_2</math>, maka:</p> <p><math>k_p = k_1 + k_2 + \dots</math></p>	<p>Sedangkan konstanta pegas pengganti, dari susunan pegas yang dirangkai paralel berlaku penjumlahan aljabar sebagai berikut:</p> <p><math>k_p = k_1 + k_2 + \dots</math></p>	

Langkah kedua, menentukan urutan sintaks pembelajaran.

Urutan sintaks pembelajaran dikembangkan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, yaitu: tentang penggunaan analogi, menggunakan metode diskusi kelompok, dan menggunakan media alat peraga. Pengembangan model

penggunaan analogi berbasis inkuiri pada konsep rangkaian listrik seri dan paralel terdiri atas empat fase, dan rancangannya ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rancangan Urutan Sintaks Pembelajaran Menggunakan Analogi Berbasis Inkuiri

Urutan Sintaks penggunaan analogi	Aktivitas dosen & Mahasiswa	Media/ Alat Pembelajaran	Target terlaksananya langkah inkuiri (berdasarkan Aulls & Shore, 2008: 150)
Fase 1. Menggali penguasaan domain dasar mahasiswa (sebagai analogi yang akan digunakan)	Dosen menanyakan tentang konsep susunan pegas seri dan paralel, serta cara menentukan konstanta penggantinya. Mahasiswa mengungkapkan pengetahuannya tentang konsep pegas susunan seri dan paralel, serta cara menentukan konstanta penggantinya.	Papan Tulis	
Fase 2. Mengungkap domain target melalui analogi	Dosen memberi tugas secara kelompok untuk mempelajari konsep rangkaian listrik seri dan paralel (domain target) seperti cara menentukan konstanta pegas gabungan seri dan paralel (domain dasar). Mahasiswa bekerja secara kelompok untuk mengamati fenomena rangkaian seri paralel dan menggali informasi dari berbagai sumber, membuat hipotesis dan merancang percobaan.	Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)	1) Menganalisis fenomena 2) Merumuskan masalah 3) Melakukan pengamatan 4) Merumuskan hipotesis
Fase 3 Berdiskusi untuk mengaitkan hubungan analogi antara domain dasar dan domain target	Mahasiswa berdiskusi untuk menentukan karakter dan hambatan pengganti dari rangkaian seri dan paralel melalui analogi dengan konsep pegas, dan melakukan pengambilan data menggunakan alat peraga yang disediakan.	Alat Peraga	5) Menguji hipotesis dan mengumpulkan data
Fase 4 Membuat kesimpulan dan mengungkapkan berbagai analogi, serta melakukan pemetaan analogi.	Mahasiswa membuat kesimpulan berdasarkan data yang diperoleh, menyampaikan hasil, dan mengungkap berbagai analogi serta membuat pemetaan analogi.	Papan Tulis, LCD dan alat peraga	6) Melakukan interpretasi dan menjawab pertanyaan 7) Menyampaikan hasil dan implikasinya.

*Expert-judgement* terhadap rancangan yang dikembangkan, dilakukan oleh tiga orang ahli pendidikan fisika, dan hasil penilaian ahli tersebut diungkapkan

pada Tabel 7. Berdasarkan penilaian ahli pada Tabel 7, diperoleh hasil bahwa rancangan dan analogi yang dipilih layak untuk digunakan dalam pembelajaran listrik-magnet dengan kategori baik dan skor rata-ratanya mencapai 4,2.

Tabel 7. Data hasil *expert-judgement* terhadap rencana pembelajaran

No.	Indikator/Aspek yang diamati	Skor			Rata-rata	Katagori
		Ahli 1	Ahli 2	Ahli 3		
1.	Kejelasan rumusan tujuan perkuliahan	4	4	5	4,3	Baik
2.	Pengorganisasian materi ajar (sintaks perkuliahan)	3	5	5	4,3	Baik
3.	Kesesuaian analogi dengan materi ajar	5	4	5	4,7	sangat baik
4.	Pemilihan sumber/media perkuliahan	4	4	4	4,0	Baik
5.	Kesesuaian strategi dan model perkuliahan yang dipilih dengan tujuan	4	5	4	4,3	Baik
6.	Kejelasan dan kelengkapan instrumen perkuliahan	3	4	4	3,7	Baik
7.	Kejelasan skenario dan pengelolaan waktu (kesesuaian antara materi ajar dengan alokasi waktu)	4	4	4	4,0	Baik
8.	Kejelasan langkah penerapan inkuiri dalam perkuliahan	4	5	4	4,3	Baik
Rata-rata skor dari seluruh aspek yang diamati		3,9	4,4	4,4	4,2	Baik

Rancangan yang telah dinilai oleh para ahli tersebut, kemudian di uji-coba di kelas dalam perkuliahan listrik-magnet di program studi pendidikan fisika pada salah satu LPTK swasta di lampung. Dalam pelaksanaan uji-coba dilakukan pengambilan data dengan cara observasi yang dibantu oleh 5 orang observer dengan latarbelakang pendidikan fisika. Observasi difokuskan pada keterlaksanaan proses inkuiri mahasiswa dengan cara memberi *check-list* pada lembar observasi, dan membuat catatan lapangan berkaitan dengan kendala, kelemahan dan keunggulan proses pembelajaran yang dilaksanakan. Hasil observasi dari uji-coba tersebut, berkaitan dengan keterlaksanaan inkuiri dalam proses pembelajaran listrik-magnet diungkapkan pada Tabel 8, sedangkan rangkuman dari hasil catatan lapangan yang dibuat oleh para observer dituangkan pada Tabel 9.

Tabel 8. Data hasil observasi pada uji lapangan dalam perkuliahan listrik-magnet

Aktivitas inkuiri mahasiswa dalam perkuliahan (berdasarkan Aulls & Shore, 2008: 150)	Hasil pengamatan Observer	
	Jumlah observer yang menyatakan muncul	Persentase (%)
1) Menganalisis fenomena	5	100
2) Merumuskan masalah	5	100
3) Melakukan pengamatan	5	100
4) Merumuskan hipotesis	5	100
5) Menguji hipotesis dan mengumpulkan data	5	100
6) Melakukan interpretasi dan menjawab pertanyaan	5	100
7) Menyampaikan hasil dan implikasinya	4	80
Rata-rata aktivitas inkuiri	4,9	97

Tabel 9. Catatan lapangan yang diungkapkan oleh para observer

	Catatan Lapangan
Observer I	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kelompok terlalu besar (6 orang tiap kelompok), sehingga sebagian mahasiswa kurang berperan dalam diskusi kelompok.</li> <li>- Analogi yang digunakan cukup tepat dan memberi gambaran yang konkrit terhadap konsep rangkaian listrik seri dan paralel.</li> </ul>
Observer II	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kemampuan awal dan kesiapan mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan tampak kurang, sehingga proses perkuliahan memerlukan waktu yang panjang.</li> </ul>
Observer III	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kerjasama antar anggota kelompok cukup kooperatif, diskusi dapat berjalan baik dan tampak serius dalam mempelajari fenomena dan mencari alternatif jawaban, namun perkuliahan tersebut memerlukan alokasi waktu yang lama.</li> </ul>
Observer IV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pemilihan susunan pegas seri dan paralel sebagai domain dasar cukup tepat dalam pembelajaran konsep rangkaian listrik seri dan paralel, namun kedua konsep tersebut analoginya berlawanan.</li> <li>- Proses inkuiri tampak berjalan dengan sangat baik, terutama dengan digunakannya diskusi kelompok dan adanya alat peraga.</li> </ul>
Observer V	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Langkah-langkah inkuiri dapat muncul dalam pembelajaran tersebut, terutama tampak pada lembar kerja mahasiswa (LKM), dimana mahasiswa menuliskan: fenomena yang diamati, merumuskan masalah, membuat hipotesis, mengumpulkan data, melakukan analisis dan interpretasi, serta menyampaikan hasil.</li> <li>- Mahasiswa menemukan perbedaan antara susunan pegas seri dan paralel(domain dasar) dengan rangkaian listrik seri dan paralel(domain target).</li> </ul>

## Pembahasan

Berdasarkan data Tabel 3, ditemukan bahwa pada penelitian awal tidak ditemukan adanya perencanaan untuk menerapkan inkuiri baik sebagai model, metode ataupun pendekatan secara eksplisit, sehingga berdasarkan hasil observasi pada Tabel 4 ditemukan rata-rata keterlaksanaan penerapan inkuiri dalam perkuliahan listrik-magnet hanya mencapai 30,9% dari semua langkah inkuiri

yang diamati. Berdasarkan Tabel 3 juga ditemukan bahwa dalam setiap perkuliahan listrik-magnet tidak pernah direncanakan untuk menggunakan analogi, tetapi berdasarkan hasil observasi pada setiap perkuliahan listrik-magnet selalu menggunakan analogi.

Berdasarkan hasil wawancara ditemukan adanya kendala dalam penerapan inkuiri, yaitu: sulit menerapkan inkuiri pada konsep listrik-magnet yang abstrak, kegiatan praktikum terpisah dari perkuliahan dan hanya menunjukkan adanya gejala, sedangkan untuk mengerti dengan fenomena yang sesungguhnya diperlukan proses berpikir abstrak. Karena itu, pada penelitian pengembangan ini digunakan analogi untuk membantu dalam mendorong proses inkuiri. Hasil observasi pada Tabel 4 memperlihatkan bahwa proses inkuiri lebih banyak muncul pada perkuliahan yang menggunakan metode diskusi kelompok dan menggunakan media alat peraga (43%).

Berdasarkan uraian di atas, maka dirancang pembelajaran inkuiri menggunakan analogi melalui diskusi kelompok dan menggunakan media alat peraga. Kemudian dalam merencanakan program perkuliahan, hendaknya terlebih dahulu dipilih analogi yang akan digunakan dan urutan sintaks pembelajarannya. Untuk mengajarkan konsep rangkaian listrik seri dan paralel (sebagai domain target) dipilih konsep susunan pegas seri dan paralel (sebagai domain dasar), sedangkan sintaks pembelajarannya terdiri dari empat fase. Untuk menghidupkan proses interaksi di dalam kelas digunakan diskusi kelompok, dan untuk mengarahkan proses pembelajaran serta memberdayakan analogi dan alat peraga digunakan lembar kerja mahasiswa (LKM).

Berdasarkan penilaian ahli pada Tabel 7 didapatkan bahwa rencana program perkuliahan layak digunakan dengan kategori baik. Hasil observasi pada tabel 8 memperlihatkan 97% langkah inkuiri dapat berjalan dengan baik, hal ini juga didukung hasil catatan lapangan, yang secara umum menyatakan bahwa proses inkuiri dapat berjalan dengan baik dan analogi yang digunakan sudah tepat. Berdasarkan uraian tersebut dapat diungkapkan beberapa temuan sebagai berikut: 1) proses inkuiri dapat terjadi melalui analogi dari domain dasar (dalam hal ini susunan pegas seri dan paralel) untuk mempelajari domain target (dalam hal ini

rangkaian listrik seri dan paralel), 2) pemilihan susunan pegas seri dan paralel sebagai domain dasar untuk menganalogikan rangkaian listrik seri dan paralel cukup tepat, 3) kombinasi metode diskusi kelompok dengan menghadirkan alat peraga di dalam kelas dan dilengkapi dengan lembar kerja mahasiswa (LKM) cukup signifikan dalam mendorong proses inkuiri, 4) kendala yang dihadapi dalam proses inkuiri adalah diperlukannya alokasi waktu yang cukup lama.

### **Kesimpulan**

Proses inkuiri dapat dikembangkan di kelas secara utuh melalui penggunaan analogi yang dikombinasikan dengan metode diskusi kelompok dan penggunaan alat peraga, serta dilengkapi dengan LKM. Proses inkuiri ini akan berlangsung terus selama mahasiswa mengambil matakuliah listrik-magnet melalui pemberian tugas-tugas pemetaan analogi yang diberikan.

Susunan pegas seri dan paralel dapat digunakan sebagai domain dasar dalam mempelajari rangkaian listrik seri dan paralel (sebagai domain target), tetapi perlu diperhatikan bahwa analogi yang digunakan bukan pada substansi konseptualnya, tetapi analogi dalam hal metode/langkah-langkah dalam menemukan konsep. Kedua domain analogi memiliki persamaan dan perbedaan yang harus terungkap dalam proses pembelajaran, sehingga mahasiswa dapat menemukan konsep secara rinci dan benar agar terhindar dari kesalahan konsep.

Kendala dalam perkuliahan berbasis inkuiri adalah keperluan waktu yang cukup panjang, hal ini dikarenakan dalam penggunaan analogi diperlukan kemampuan awal mahasiswa tentang domain dasar (sebagai *resource*) yang baik. Jika domain dasar tidak dikuasai mahasiswa dengan baik, maka proses perkuliahan tidak dapat berjalan sesuai yang direncanakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aulls, M. W. & Shore, B. M. (2008). *Inquiry in Education. The Conceptual Foundations for Research as a Curricular Imperative*. Volume 1. New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Buck, G. A., Latta, M. A. M. & Pelecky, D. L. L. (2007). "Learning How to Make Inquiry into Electricity and Magnetism Discernible to Middle Level Teachers". *Journal of Science Teacher Education*. 18, 377 - 397.
- Case, N. K. (1998). "The Role of Collaborative Inquiry and reflective Practice in Teacher Preparation". *The Professional Educator*. 21, (1), 1-14.
- Chiu, M. H. dan Lin, L. W. (2005). "Promoting Fourth Graders' Conceptual Change of Their Understanding of Electric Current via Multiple Analogies". *Journal of Research in Science Teaching*. 42, (4), 429 - 464.
- Demirci, N. dan Cirkinoglu, A. (2004). "Ditermining Students' Preconception/Misconceptions in Electricity and Magnetism". *Journal of Turkish science education*. 1, (2), 50- 54.
- Engelhardt, P. V. dan Beichner, R. J. (2004). "Students' Understanding of Direct Current Resistive Electrical Circuits". *American Journal Physics*. 72, (1), 98 - 115.
- Maloney, D. P., O'Kuma, T. L., Hieggelke, C. J. & Heuvelen A. V. (2001). "Surveying Student's Conceptual Knowledge of Electricity and Magnetism". *American Journal Physics*. 69, (7), 12 - 23.
- Mukhopadhyay, S. C. (2006). "Teaching electromagnetics at the undergraduate level: a comprehensive approach". *European Journal of Physics*. 27, 727-742.
- Narjaikaew, P. (2005). *Year-1 Thai University Students' Conceptions of Electricity and Megnetism*. Physics Educational Network of Thailand (PENThai) and The Centre for science and Technology Education Research (CSTER).
- NRC. (1996). *National Science Education Standars*. Washington: National Academy Press.
- NSTA. (1998). *Standards for Science Teacher preparation*. NSTA in collaboration with the Association for the Education of Theachers in Science.
- Oliva, J. M. (2005). "What Professional Knowledge Should we as Physics Teachers have about The Use of Analogies?". *Journal Physics Teacher Education*. 3, (1), 11 - 16.
- Podolefsky, N. S. and Finkelstein, N. D. (2006). "Use of Analogy in Learning Physics: The Role of Representation". *Physics Review Special Topics, Physics Education Research*. 2, (020101), 1 - 10.

- Planinic, M. (2006). "Assessment of Difficulties of Same Conceptual areas from Electricity and Magnetism Using The Conceptual Survey of Electricity and magnetism". *American Journal of Physics*. 74, (12), 1143 – 1148.
- Singh, C. (2006). "Student Understanding of Symmetry and Gauss's Law of Electricity". *American Journal Physics*. 74, (10), 923 – 936.
- Suseno, N., Setiawan, A. & Rustaman, N. Y. (2009). "The Importance of Mapping and Utilizing Analogies in Learning of Abstract Concepts on Electricity and Magnetism. *Proceeding of The Third International Seminar on Science Education*, Bandung October 17<sup>th</sup> 2009. Bandung: Indonesia University of Bandung. 563 – 572.
- Suseno, N., Setiawan, A. & Rustaman, N. Y. (2010). Penggunaan Analogi dan Klasifikasinya dalam Perkuliahan Konsep Abstrak Listrik-Magnet di LPTK. Disampaikan pada seminar nasional pendidikan IPA di P4TK IPA Bandung pada tanggal 10 April 2010.
- Suseno, N., Setiawan, A. & Rustaman, N. Y. (2010). Model Pembelajaran menggunakan analogi dalam perkuliahan listrik-magnet. Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Sains, di Solo pada tanggal 8 Mei 2010. Solo: Universitas Sebelas Maret. 125 – 129.