



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
LEMBAGA PENELITIAN**

Alamat: Jl. Kalimantan No.37 Jember Telp. 0331-337818. 339385 Fax. 0331-337818
e-mail: penelitian.lemlit@unej.ac.id

**PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENGUKURAN KEMAMPUAN
PENALARAN ILMIAH FISIKA
(KAJIAN KEMAMPUAN PENALARAN ILMIAH MAHASISWA
PENDIDIKAN FISIKA)**

Peneliti : Rayendra Wahyu Bachtiar ¹
Sumber dana : DIPA Universitas Jember Tahun Anggaran 2013
Kontak E-mail : wahyu.fkipunej@gmail.com

¹ Jurusan Pendidikan MIPA, FKIP Universitas Jember

ABSTRAK

Penalaran ilmiah memiliki peranan penting dalam penyelesaian masalah. Kemampuan tersebut harus dimiliki oleh calon pendidik khususnya pendidik di bidang fisika. Namun, alat ukur kemampuan penalaran ilmiah yang sudah ada masih umum dan tidak dikhususkan pada bidang fisika. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah mengembangkan instrumen pengukuran kemampuan penalaran ilmiah fisika. Metode penelitian pengembangan ini merujuk pada metode R&D Borg and Gall dan Sugiyono yang disesuaikan dengan kebutuhan, yaitu (1) studi pendahuluan, (2) Desain produk, (3) Validasi produk, (4) uji coba produk, dan (5) revisi produk akhir. Jenis data yang diperoleh adalah data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif digunakan sebagai data kelayakan instrumen dan data kualitatif digunakan sebagai acuan revisi produk. Hasil analisis data terhadap validasi dan uji coba produk dapat disimpulkan bahwa produk instrumen layak digunakan sebagai pengukuran kemampuan penalaran ilmiah fisika dan kemampuan penalaran ilmiah fisika dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu *Hypothetical Deductive* dan *Empirical Inductive*.

Kata kunci: *Empirical inductive, hypothetical deductive*, penalaran ilmiah.

LATAR BELAKANG

Kebermaknaan belajar pengetahuan fisika akan terwujud jika dilakukan dengan beberapa cara metode ilmiah dan disertai penalaran kognitif terhadap data yang diperoleh maupun gejala alam yang teramati (Wilhelm dkk, 2007). Selain itu, rancangan pembelajaran berdasarkan metode ilmiah juga dapat mengembangkan kemampuan penalaran ilmiah dan keterampilan ilmiah siswa (Wenning, 2011). Sejumlah studi lain telah menunjukkan bahwa pembelajaran fisika pada kelompok siswa yang belajar dengan desain pembelajaran *student centered* memiliki hasil belajar yang lebih tinggi dibandingkan dengan desain pembelajaran *teacher centered* (Khan, 2009; Shofiah & Hendratto, 2009).

Salah satu ciri pendekatan pembelajaran *student centered* adalah adanya pembelajaran yang aktif (Silberman, 2007) yang ditandai dengan adanya peran aktif siswa dalam belajar. Salah satu desain pembelajaran aktif adalah pembelajaran Berbasis Masalah (*Problem Based Learning* atau PBL), karena desain PBL dapat memicu aktivitas siswa (Arends, 2008:51). Adanya masalah dalam desain PBL dapat membangkitkan kreativitas dan kemampuan kognitif

siswa untuk memecahkan masalah yang disajikan (Hegde & Meera, 2012; Kohl & Finkelstein, 2006). Hasil Studi telah menunjukkan desain pembelajaran berbasis masalah dapat memberikan dampak pada peningkatan hasil belajar siswa (Atan dkk, 2005; Ibrahim & Rebello, 2012; Gonen & Basaran, 2008).

Ciri PBL adalah adanya masalah yang harus dipecahkan oleh siswa (Arends, 2008:41), maka keberhasilan proses menyelesaikan masalah sangat dipengaruhi oleh keterampilan berpikir dan kemampuan berpikir kritis (Meador, 1997:71). Kemampuan berpikir siswa yang tinggi memberikan kontribusi yang signifikan terhadap keberhasilan memecahkan masalah yang lebih efektif (Abdullah & Shariff, 2008; Ozden & Gultekin, 2008; Setyowati, A., 2011). Jika keputusan masalah yang efektif hanya ada pada individu siswa yang memiliki kemampuan berpikir tinggi, maka akan terlihat ironis bahwa pembelajaran hanya didominasi siswa tingkat tinggi sedangkan siswa rendah sebagai minoritasnya atau hanya pelengkap. Oleh karena itu, diperlukan pula strategi pembelajaran yang dapat mengakomodir kemampuan seluruh siswa sehingga tidak menutup kemungkinan siswa berkemampuan kognitif rendah dapat berubah menjadi berkemampuan kognitif tinggi.

Penalaran ilmiah mempunyai peran penting dalam proses pemecahan masalah (Khan & Ullah, 2010; Moore & Rubbo, 2012). Ketika siswa memiliki keterampilan memecahkan masalah yang tinggi, maka dapat memberikan dampak pada pencapaian hasil belajar siswa yang lebih efektif (Nieminen dkk, 2012; Stephans & Clement, 2010). Namun, hasil studi berlawanan menunjukkan tidak adanya hubungan antara desain pembelajaran dengan kemampuan penalaran ilmiah siswa terhadap hasil belajar (Wirtha & Rapi, 2008) akan tetapi hasil tersebut dikarenakan strategi belajar yang digunakan tidak mendesain siswa dapat berinteraksi secara heterogon dengan efektif. Oleh karena itu, desain pembelajaran berbasis masalah perlu memperhatikan dan mengkondisikan adanya ruang interaksi antar kemampuan penalaran ilmiah siswa dalam memecahkan masalah. Berdasarkan hal-hal tersebut, dirasa perlu untuk dilakukan pengembangan instrumen pengukuran kemampuan penalaran ilmiah fisika. Oleh karena itu, dilakukan penelitian pengembangan yang berjudul “Pengembangan Instrumen Pengukuran Kemampuan Penalaran Ilmiah Fisika (Kajian Kemampuan Penalaran Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika)”

METODE

Penelitian ini adalah jenis penelitian pengembangan, sehingga penelitian ini dirancang untuk memperoleh produk yaitu instrumen pengukuran kemampuan penalaran ilmiah fisika. Langkah-langkah penelitian pengembangan ini merujuk pada strategi pelaksanaan penelitian pengembangan Borg dan Goll dan Sugiyono yang disesuaikan dengan kondisi penelitian yang akan dilakukan. Oleh karena itu, langkah penelitian pengembangan ini yaitu, (1) studi pendahuluan, (2) Desain Produk, (3) Validasi produk, (4) Uji coba instrumen, dan (5) revisi produk akhir.

Jumlah instrumen tes kemampuan penalaran ilmiah masing-masing sebanyak 15 butir soal terdiri dari soal ganjil dan genap. Instrumen pengukuran kemampuan penalaran ilmiah kemudian dilakukan validasi isi dan konstruk. Validasi isi dan konstruk diberikan kepada dosen fisika. Hasil validasi isi digunakan sebagai acuan revisi instrumen pengukuran. Kemudian, instrumen tes kemampuan penalaran ilmiah dilakukan uji coba produk terhadap 38 siswa.

Jenis data yang diperoleh adalah data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif diperoleh dari hasil nilai uji validasi rata-rata setiap butir instrumen pengukuran. Nilai kuantitatif tersebut dianalisis sehingga dapat diketahui tingkat kelayakan untuk setiap butir instrumen pengukuran kemampuan penalaran ilmiah. Sedangkan data kualitatif berupa saran, kritik, dan tanggapan pada setiap butir instrumen digunakan sebagai acuan dalam melakukan revisi akhir instrumen pengukuran kemampuan penalaran ilmiah fisika.

Teknik analisis nilai rata-rata validasi berdasarkan pada Arikunto (2002:216) yang menyatakan bahwa untuk mengetahui peringkat nilai akhir pada setiap butir angket penelitian, jumlah nilai yang diperoleh dibagi dengan jumlah skor total. Skala penilaian yang digunakan terbagi menjadi 4 level kriteria penilaian. Kriteria penilaian dilihat dari prosentase terhadap analisis rata-rata yang digunakan dalam menentukan tingkat kelayakan instrumen pengukuran kemampuan penalaran ilmiah. Kriteria penilaian adalah pada Tabel 1.

Tabel 1. Prosentase Kriteria Penilaian Kelayakan

Rata-rata	Kategori
76% – 100%	Layak
51% – 75%	Cukup layak
26% – 50%	Kurang layak
0% – 25%	Tidak layak

(Arikunto, 2002)

Hasil validasi uji validasi dosen menunjukkan bahwa delapan instrumen pengukuran keterampilan penalaran ilmiah layak digunakan sebagai alat ukur kemampuan penalaran ilmiah fisika.

Instrumen kemampuan penalaran ilmiah diujicobakan kepada 38 mahasiswa. Hasil data kemampuan penalaran ilmiah menunjukkan kemampuan penalaran ilmiah mahasiswa dapat dikelompokkan menjadi *hypothetical deductive* dan *empirical inductive*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Validasi

Data yang diperoleh dalam validasi isi dan konstruk oleh validator adalah data kualitatif dan data kuantitatif. Data kuantitatif diperoleh dari hasil akumulasi nilai validasi terhadap setiap butir instrumen pengukuran penalaran ilmiah. Data kualitatif diperoleh dari hasil kritik dan saran terhadap setiap butir instrumen pengukuran kemampuan penalaran ilmiah fisika.

Data hasil uji kelayakan oleh validator digunakan sebagai tolak ukur nilai kelayakan setiap butir instrumen pengukuran kemampuan penalaran ilmiah. Skor prosentase penilaian kelayakan setiap aspek keterampilan pada Tabel 2.

Tabel 2. Skor Penilaian Kelayakan Instrumen Pengukuran Kemampuan Penalaran Ilmiah

No	Keterampilan	Nilai	Rata-rata	Kategori
1	Penalaran Konservasi Massa	8	88.9%	Layak
		9	100.0%	Layak
2	Penalaran Konservasi Volume	8	88.9%	Layak
3	Penalaran Pengurutan	7	77.8%	Layak
		8	88.9%	Layak

4	Penalaran Proporsional	7	77.8%	Layak
		7	77.8%	Layak
5	Penalaran Kontrol Variabel	7	77.8%	Layak
6	Penalaran Kontrol Variabel dan probabilitas	6	66.7%	Cukup Layak
		6	66.7%	Cukup Layak
		5	55.6%	Cukup Layak
7	Penalaran Kontrol Probabilitas	7	77.8%	Layak
		7	77.8%	Layak
8	Penalaran Korelasi	6	66.7%	Cukup Layak
		6	66.7%	Cukup Layak
Nilai Rata-rata total		104	77.0%	Layak

Data hasil uji kelayakan oleh validator terhadap setiap butir instrumen pengukuran menunjukkan bahwa seluruh butir instrumen layak digunakan sebagai instrumen pengukuran. Skor rata-rata total uji validasi instrumen menunjukkan bahwa instrumen pengukuran layak digunakan sebagai alat ukur untuk mengukur kemampuan penalaran ilmiah fisika.

Data kualitatif digunakan diperoleh dari hasil kritik dan saran disetiap butir instrumen pengukuran. Hasil kritik dan saran pada keterampilan kontrol variabel dan probabilitas untuk butir soal tipe 3 terdapat saran untuk mengganti bahasa di bagian gambar, permasalahan soal lebih diperjelas dan disesuaikan dengan keterampilan yang akan diukur. Secara keseluruhan setiap butir soal lebih diperhatikan tata tulis terhadap kesalahan pengetikan dan tingkat kejelasan keterbacaan soal.

Hasil Uji Coba Instrumen

Hasil uji coba instrumen pengukuran kemampuan penalaran ilmiah terhadap 40 mahasiswa menunjukkan tingkat pembagian keterampilan penalaran ilmiah fisika mahasiswa menjadi dua jenis yaitu *empirical reasoning* dan *Hypothetical Deductive*.

Data uji coba penelitian diperoleh dari hasil tes penalaran ilmiah siswa. Nilai penalaran ilmiah fisika siswa diperoleh dari jumlah skor jawaban benar tiap siswa. Jumlah butir soal penalaran ilmiah sebanyak 30 soal dengan skor maksimal adalah 15. Deskripsi data nilai penalaran ilmiah siswa hasil uji coba disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Deskripsi Data Penalaran Ilmiah

	N	Mean	Std.		
			Deviation	Minimum	Maximum
Penalaran ilmiah kelas uji coba	38	11.297	4.983	4	14
Total	38	11.297	4.983	4	14

Berdasarkan Tabel 3 nilai rata-rata (\bar{X}) data penalaran ilmiah kelas uji coba adalah 11,297, standar deviasi (s) adalah 4,983, skor tertinggi data adalah 4 dan terendah 14.

Data skor penalaran ilmiah di kelas uji coba kemudian dibagi menjadi dua tingkatan kemampuan penalaran fisika, yaitu *hypothetical deductive* (HD) dan *empirical inductive* (EI). Tabel 4 berikut disajikan deskripsi statistik nilai kemampuan penalaran ilmiah kelas uji coba.

Tabel 4. Deskripsi Sekor Penalaran Ilmiah *Hypothetical Deductive* dan *Empirical Inductive*

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
<i>hypothetical deductive</i>	18	13.17	2.244	10	14
<i>empirical inductive</i>	20	9.83	2.803	4	9
Total	38	11.297	5.997	4	14

Kemampuan penalaran *hypothetical deductive* (HD) adalah siswa yang memiliki sekor kemampuan penalaran 10-15 dan *empirical inductive* (EI) adalah 0-9. Berdasarkan Tabel 4 dapat dijelaskan bahwa sebanyak 18 mahasiswa memiliki kemampuan penalaran ilmiah HD dengan rata-rata 13,17 untuk rentang skor 10-14, dan sebanyak 20 mahasiswa memiliki kemampuan penalaran ilmiah EI dengan rata-rata 9,83 untuk rentang sekor 4-9.

Produk Akhir Instrumen

Berdasarkan data hasil validasi dan analisis data hasil uji coba serta pembahasan dapat disimpulkan bahwa instrumen pengukuran kemampuan penalaran ilmiah fisika layak digunakan untuk pengukuran kemampuan penalaran ilmiah fisika. Meskipun demikian, instrumen pengukuran kemampuan penalaran ilmiah fisika masih perlu dilakukan perbaikan di beberapa bagian berdasarkan saran, kritikan, dan tanggapan dari validator sehingga dengan perbaikan tersebut dihasilkan produk instrumen pengukuran kemampuan penalaran ilmiah fisika yang lebih baik.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data, maka kesimpulannya adalah

1. Instrumen *Physics Scientific Reasoning Test* siap digunakan sebagai alat ukur pengukuran kemampuan penalaran ilmiah fisika
2. Kemampuan penalaran ilmiah fisika terbagi menjadi dua jenis yaitu *Hypothetical Deductive* dan *Empirical Inductive*.

Saran

Saran yang diberikan peneliti adalah sebagai berikut

1. Instrumen pengukuran kemampuan penalaran ilmiah ini disarankan untuk dilakukan uji coba yang lebih luas lagi terutama pada tingkatan sekolah menengah dan dasar, sehingga jenis kemampuan penalaran ilmiah fisika dapat lebih spesifik disetiap jenjang umur
2. Instrumen pengukuran kemampuan penalaran ilmiah disarankan untuk digunakan sebagai penelitian eksperimen untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kemampuan kognitif.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdullah, S. & Shariff, A. 2008. The Effects of Inquiry-Based Computer Simulation with Cooperative Learning on Scientific Thinking and Conceptual Understanding of Gas Law. *Eurasia Journal of Mathematics, Science, & Technology Education*, 4(4): 387-389.
- Arends, R. I. 2008. *Learning To Teach Belajar untuk Mengajar*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Arikunto, Suharsimi. 2002. *Prosedur Penelitian Suatu pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Atan, H., Sulaiman, F. & Idrus, Rozhan M. 2005. The Effectiveness of Problem-Based Learning in the Web-Based Environment for The Delivery of An Undergraduate Physics Course. *International Education Journal*, 6(4): 430-437.
- Ates, S. 2005. The Effects of Learning Cycle on College Students Understandings of Different Aspects in Resistive DC Circuits. *Electronic Journal of Science Education*, 9(4): 1-20.
- Gonen, S. & Basaran, B. 2008. The New Method of Problem Solving in Physics Education by Using Scorm-Compliant Content Package. *Turkish Online Journal of Distance Education (TOJDE)*, 9(3): 112-120.
- Gultom, A. & Silitonga, P. Maulin. 2009. Pengaruh Kemampuan Awal dan Model Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 4(2): 77-81.
- Hegde, B. & Meera, B.N. 2012. How Do They Solve It? An Insight into the learner's approach to the mechanism of physics problem solving. *Physics Education Research*, 8(1), 010109: 1-9.
- Khan, W., & Ullah, H., 2010. Scientific Reasoning: A Solution to the Problem of Induction. *International Journal of Basic & Applied Sciences*, 10(3): 58-62.
- Kohl, P.B. & Finkelstein, N. D. 2006. Effect of representation on students solving physics problems: A fine-grained characterization. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 2(1): 010106.
- Kulsum, U. 2011. Penerapan Model *Learning Cycle* pada Sub Pokok Bahasan Kalor untuk Meningkatkan Keaktifan dan Hasil Belajar Siswa Kelas VII SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 7: 128-133.
- Lindstrom, C. & Sharma, M.D. 2011. Teaching physics novices at university: A case for stronger scaffolding. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 7(1): 1-14.
- Lin, S. & Singh, C. 2011. Using Isomorphic Problems to Learn Introductory Physics. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 7(2): 020104(16).
- Meador, K. S. 1997. *Creative Thinking and Problem Solving for Young Learners*. USA: Greenwood Publishing Group.
- Moore, J.C. & Rubbo, L.J. 2012. Scientific Reasoning Abilities of Nonscience Majors in Physics-Based Courses. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*. 8(1),010106: 1-8.
- Nieminen, P., Savinainen, A., & Viiri, J. 2012. Relations Between Representational Consistency, Conceptual Understanding of The Force

- Concept, and Scientific Reasoning. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*. 8(1),010123: 1-10.
- Ozden, M. & Gultekin, M. 2008. The Effects of Brain-Based Learning on Academic Achievement and Retention of Knowledge in Science Course. *Electronic Journal of Science Education*, 12(1): 1-17.
- Podolefsky, N.S. & Finkelstein, N.D. 2007. Analogical scaffolding and the learning of abstract ideas in physics: Empirical studies. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 3(2): 1-16.
- Shofiah, N.A. & Hendratto, S. 2009. Penerapan Model Pembelajaran Bakulilikan untuk Meningkatkan Kemampuan Bersikap Ilmiah pada Sub Pokok Bahasan Pemantulan Cahaya Kelas VIII MTs. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 15(1): 36-43.
- Silberman, M. 2009. *Active Learning 101 Strategi Pembelajaran Aktif*. Yogyakarta: Pustaka Insan Madani.
- Setyowati, A. 2011. Implementasi Pendekatan Konflik dalam Pembelajaran Fisika untuk Menumbuhkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP Kelas VIII. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 7: 89-96.
- Stephens, A. L. & Clement, J.J. 2010. Documenting The Use of Expert Scientific Reasoning Processes by High School Physics Students. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*. 6(2),020122: 1-15.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Wenning, C. J. 2011. Levels of Inquiry Model of Science Teaching: Learning sequences to lesson plans. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 6(2): 17-20.
- Widodo, S. & Putra, S. 2011. Penerapan Pembelajaran Kooperatif Model NHT untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas VII SMP pada Pokok Bahasan Besaran dan Pengukuran. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 7: 42-46.
- Wilhelm, J., Thacker, B. & Wilhelm, R. 2007. Creating Constructivist Physics for Introductory University Classes. *Electronic Journal of Science Education*, 11(2): 19-37.
- Wirtha, I M. & Rapi N. K. 2008. Pengaruh Model Pembelajaran Dan Penalaran Formal terhadap Penguasaan Konsep Fisika dan Sikap Ilmiah Siswa SMAN 4 Singaraja. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan*, 1(2): 15-29.