

POLA PENALARAN ILMIAH DAN KEMAMPUAN PENYELESAIAN MASALAH SINTESIS FISIKA

Nurhayati, Lia Yuliati, Nandang Mufti

Pendidikan Fisika Pascasarjana-Universitas Negeri Malang

Jalan Semarang 5 Malang. E-mail: nurhayati.1403215@students.um.ac.id

Abstract: Scientific reasoning pattern and problem solving ability has an important role in learning physics which associate multiple concept. The study was conducted to describe the change in the pattern category reasoning, problem solving ability level synthesis of physics, and investigate the relationship between the pattern of scientific reasoning and problem solving abilities synthesis of physics students. This study uses a mixed method embedded experimental design. The research instrument used is the treatment and measurement instruments. Changes in the student category intuitive reasoning patterns influenced by the knowledge and experience of students in daily life. Student's Problem solving ability level of synthesis problem at most are novice level. Novice student solve the problem without recognizing the concept and have a tendency to plug and chug limited to the equation they remembered. The pattern of scientific reasoning and problem solving abilities synthesis of physics has a positive relation.

Keywords: scientific reasoning pattern, synthesis problem solving, rigid body equilibrium

Abstrak: Pola penalaran ilmiah dan kemampuan penyelesaian masalah memiliki peranan penting dalam pembelajaran fisika yang mengaitkan lebih dari satu konsep. Penelitian dilakukan untuk mendeskripsikan perubahan kategori pola penalaran, tingkat kemampuan penyelesaian masalah sintesis fisika, dan mengetahui hubungan antara pola penalaran ilmiah dan kemampuan penyelesaian masalah sintesis fisika siswa. Penelitian ini menggunakan *embedded mixed method* desain *experimental* model. Instrumen penelitian yang digunakan adalah instrumen perlakuan dan pengukuran. Perubahan kategori pola penalaran intuisi siswa dipengaruhi oleh pengetahuan dan pengalaman siswa di lingkungan. Tingkat kemampuan penyelesaian masalah sintesis fisika siswa paling banyak adalah *novice*. Siswa *novice* menyelesaikan masalah tanpa mengenali konsep dan memiliki kecenderungan *plug* dan *chug* sebatas persamaan yang mereka ingat. Pola penalaran ilmiah dan kemampuan penyelesaian masalah sintesis fisika memiliki hubungan yang positif.

Kata kunci: pola penalaran ilmiah, penyelesaian masalah sintesis, kesetimbangan benda tegar

Kemampuan penalaran mampu membawa implikasi edukasi yang penting. Kemampuan penalaran yang sangat tinggi dibutuhkan tidak hanya dalam membuat keputusan dan menyelesaikan masalah (Ding, 2011 & Lawson, 2004). Penalaran ilmiah yang tinggi akan berimbas pada kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah. Dibutuhkan penekanan dalam melatih kemampuan penalaran (Ding, 2014) dan kemampuan menyelesaikan masalah kepada siswa (PISA, 2013).

Kemampuan menyelesaikan masalah siswa digolongkan dalam 2 tipe, yakni *expert* dan *novice* (Ding, 2011; Lindarstom, 2009; De Cock, 2012; Nieminen, 2012). Siswa *expert* mampu menyelesaikan masalah menggunakan berbagai representasi (Nieman, 2012). Siswa *novice* menyelesaikan masalah menggunakan *plug* dan *chug* tanpa mengenali konsep dan hubungan antar konsep dalam menyelesaikan permasalahan (Ding, 2011). Konsep-konsep tersebut tidak dipelajari dalam waktu yang berbeda (Haniin, 2014).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif antara mahasiswa pada kemampuan penalaran ilmiah dan tindakan dari hasil pembelajaran dalam konten sains (Lawson, 2000). Kemampuan penalaran ilmiah yang meningkat secara signifikan berdampak positif terhadap praktik pembelajaran (Steinberg & Sebastian, 2013; Shofiyah, 2013). Instruksi tidak hanya cukup untuk mengarahkan siswa mengembangkan/meningkatkan kemampuan (Lawson, 2004). Instruksi harus mampu memengaruhi siswa untuk berkembang hingga level yang paling tinggi. Oleh karenanya, guru harus mampu mengajarkan sains sebagai proses inkuiri kritis.

Inkuiri merupakan model pembelajaran yang cukup luas. Salah satu model pembelajaran inkuiri adalah *discovery learning*. Siswa membangun pemahaman intelektual/konsep yang paling dasar dari keterampilan proses melalui percobaan. Siswa diharapkan dapat menguasai kemampuan paling dasar melalui observasi, formulasi konsep, mengestimasi, membuat kesimpulan, mengomunikasikan hasil, mengklarifikasikan hasil (Wenning, 2010b). *Discovery learning* menekankan pengorganisasian pengetahuan secara mandiri oleh siswa. Siswa menghimpun informasi, memformulasi konsep, mengestimasi, membuat kesimpulan, mengomunikasikan hasil, serta mengklasifikasikan hasil (Wenning, 2010a & Kemdikbud, 2013). Guru dianjurkan menggunakan metode *discovery learning* (Kemdikbud, 2013) secara teratur guna meningkatkan pembelajaran fisika. *Discovery*

learning memberikan efek signifikan terhadap prestasi siswa Otiende, dkk (2013). *Discovery learning* sangat efektif membantu proses belajar mengajar Fisika (Joy, 2014).

Meski pembelajaran diterapkan, penalaran ilmiah yang kompleks bisa jadi tidak seimbang. Lin & Chandraleka (2013) menyarankan penekanan *scaffolding*. Pemberian *scaffolding* dapat mengembangkan penalaran dan pemahaman ilmiah siswa. Koenig, dkk. (2012) menyatakan bahwa model latihan eksplisit berorientasi penalaran ilmiah menunjukkan perolehan yang signifikan terhadap pemahaman siswa. Pemberian *scaffolding* konseptual memberikan dampak positif terhadap kemampuan menyelesaikan masalah sintesis fisika siswa (Ding, 2011).

Mengingat betapa pentingnya penalaran ilmiah dan kemampuan penyelesaian masalah fisika, maka dibutuhkan upaya penelitian guna mengeksplor pola penalaran dan kemampuan penyelesaian masalah sintesis fisika. Penelitian ini dilakukan untuk mendeskripsikan perubahan kategori pola penalaran, tingkat kemampuan penyelesaian masalah sintesis fisika, dan mengetahui hubungan antara pola penalaran ilmiah dan kemampuan penyelesaian masalah sintesis fisika siswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan *embedded mixed method* desain *experimental* model. Penelitian ini hanya berfokus pada satu kelas dan tidak ada upaya untuk memanipulasi variabel perlakuan yang diberikan. Pemilihan kelas didasarkan pada tingkat kebutuhan. Partisipan dari rancangan penelitian ini adalah siswa SMA Panjura Malang kelas XI semester 2 tahun pelajaran 2015/2016.

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas dua jenis, yakni instrumen perlakuan dan instrumen pengukuran. Instrumen perlakuan dalam penelitian ini berupa silabus, rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), dan lembar kerja siswa (LKS). Instrumen pengukuran yang digunakan meliputi instrumen tes pola penalaran ilmiah dan penyelesaian masalah sintesis fisika dan panduan wawancara. Kedua jenis instrumen sebelumnya telah divalidasi oleh bapak Agus dan bapak Taufik selaku dosen fisika FMIPA UM. Hasil validasi dan uji coba selanjutnya dilakukan uji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya beda untuk mengetahui kelayakan soal sebagai instrumen tes.

Adapun langkah pengumpulan data pada penelitian adalah observasi, tes, dan wawancara. Observasi dilaksanakan selama intervensi diberikan. Tes dilaksanakan sebanyak 3 kali berupa *pre-test*, *post-test*, dan *delayed post-test*. Wawancara dilakukan untuk memperoleh data tambahan terkait data yang diperoleh pada observasi dan tes.

Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kualitatif digunakan untuk mengetahui perubahan pola penalaran dan tingkatan kemampuan penyelesaian masalah sintesis fisika. Analisis kuantitatif digunakan untuk mengetahui perubahan kemampuan penyelesaian masalah sintesis fisika siswa. Sebelum melakukan analisis data terlebih dahulu dilakukan analisis prasyarat, yakni uji normalitas dan homogenitas dari data. Analisis data kuantitatif terdiri atas dua macam perhitungan, yakni uji beda dan *n-gain*. Hubungan antara pola penalaran ilmiah dan kemampuan penyelesaian masalah sintesis menggunakan uji *sperman*. Jenis data yang digunakan untuk menentukan hubungan antara pola penalaran dan kemampuan penyelesaian masalah dalam bentuk ordinal. Uji prasyarat tidak dilakukan pada data sebab jenis data ordinal telah melanggar syarat parametrik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola penalaran ilmiah yang dikaji dalam penelitian ini meliputi *serial ordering*, proporsional, probabilistik, dan korelasional. Secara umum, siswa mengalami perubahan kategori pada setiap pola penalaran ilmiah. Perubahan kategori pola penalaran ilmiah terjadi pada semua sub materi, yakni momen gaya, momen inersia, momentum sudut, energi kinetik benda menggelinding, dan penerapan kesetimbangan benda tegar. Perubahan kategori pola penalaran terjadi sebelum, selama, dan sesudah pembelajaran.

Siswa cenderung menggunakan intuisi mereka dalam menyelesaikan permasalahan. Kategori pada setiap pola penalaran siswa tidak melekat pada diri masing-masing. Kategori siswa cenderung acak dalam menyelesaikan permasalahan. Siswa menyelesaikan soal pada pola penalaran yang sama belum tentu melakukan pendekatan kategori yang sama pula. Pengetahuan awal mereka yang diperoleh dari lingkungan sangat berpengaruh terhadap pola jawaban siswa. Siswa memiliki pengetahuan dan pengalaman dalam benak siswa terkait fisika yang diperoleh dari lingkungan sekitar (Setyadi & Kumalasari, 2012). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Chandrasegaran (2007) yang menyatakan bahwa salah satu faktor yang memengaruhi pemikiran siswa adalah informasi yang mereka peroleh dalam kehidupan. Pemaknaan informasi yang salah tersebut dapat menyebabkan kesalahan dalam menyelesaikan masalah.

Tingkatan kemampuan penyelesaian masalah siswa digolongkan menjadi dua yakni *expert* dan *novice*. Kedua tingkatan tersebut menggunakan pendekatan yang berbeda dalam menyelesaikan masalah. Siswa *novice* tersebut cenderung menyelesaikan masalah tanpa mengenali konsep dan hubungan antar konsep yang mereka gunakan dalam menyelesaikan masalah. Siswa *novice* menyelesaikan masalah berdasarkan *plug* dan *chug* terhadap persamaan yang mereka ingat. Kondisi demikian sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ding (2011) dimana siswa *novice* cenderung menyelesaikan masalah menggunakan *plug* dan *chug* tanpa mengenali masalah. Kebiasaan yang dilakukan oleh siswa *novice* dalam menyelesaikan masalah menghambat mereka dalam memahami materi. Lain halnya dengan siswa *novice*, siswa *expert* cenderung mencari keterkaitan konsep sebelum mereka menyelesaikan permasalahan. Siswa *expert* melakukan penyelesaian tahap demi tahap dan mengaitkan permasalahan dengan

konsep yang sesuai. Penyelesaian masalah yang demikian sesuai dengan pendapat Ding (2011) dan Nieminan (2012) dimana siswa *expert* memiliki kecenderungan menyelesaikan masalah dengan mencari konsep ketika mereka akan menentukan persamaan mana yang sesuai.

Secara umum siswa *expert* dan *novice* pada ketiga tes yang dilakukan cenderung sama. Siswa tidak mengalami perubahan tingkatan yang signifikan. Hal ini dapat dilihat dari perolehan skor siswa pada ketiga tes. Skor siswa *novice* pada ketiga tes tetap dibawah 48 meskipun mengalami peningkatan pada setiap tesnya. Kondisi ini menjadikan siswa *novice* tetap pada tingkatan *novice* pula pada tes berikutnya. 3 dari 19 siswa *novice* mengalami peningkatan skor pada tes berikutnya. Peningkatan yang tinggi terjadi pada siswa 10. Siswa 10 mengalami peningkatan hingga 20 poin dari tes sebelumnya. Hal ini dikarenakan siswa memahami konsep dengan baik. Selain itu, siswa merasa nyaman dengan cara belajar yang diterapkan sehingga materi yang disampaikan mampu tersimpan pada memori jangka panjang siswa.

Terdapat perbedaan antara nilai rata-rata *pre-test* dan *post-test*. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan antara sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran *discovery learning* berbantuan *scaffolding* konseptual. Berdasarkan *n-gain* nilai rata-rata siswa dari *pre-test* ke *post-test* dan *post-test* ke *delayed post-test* masuk dalam kategori rendah. Beberapa faktor yang memengaruhi rendahnya peningkatan *n-gain* adalah pengetahuan awal siswa tidak tersimpan dengan baik, waktu pengerjaan yang kurang, dan tingkatan permasalahan yang belum biasa mereka selesaikan.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa koefisien korelasi antara pola penalaran ilmiah dan kemampuan penyelesaian masalah menunjukkan keberartian. Berdasarkan hasil diperoleh bahwa terdapat hubungan antara pola penalaran dan kemampuan penyelesaian masalah. Hubungan kedua variabel berada pada level sangat signifikan. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian terdahulu dimana terdapat hubungan antara penalaran ilmiah dan penyelesaian masalah pada level moderat (Tajudin & Chinnapen, 2015). Penelitian lain yang mendukung pernyataan tersebut dikemukakan oleh Yen, Chang (2010) dimana penalaran ilmiah memiliki hubungan positif terhadap penyelesaian masalah dengan efek size yang cukup besar. Siswa dengan penalaran ilmiah tinggi memiliki level penyelesaian masalah yang tinggi pula, demikian sebaliknya (Fabby & Koenig, 2015).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut. *Pertama*, perubahan kategori pola penalaran ilmiah terjadi pada hampir semua materi momen gaya, momen inersia, momentum sudut, energi kinetik benda menggelinding, dan kesetimbangan benda tegar. *Kedua*, kategori intuisi siswa dipengaruhi oleh pengetahuan dan pengalaman siswa di lingkungan. *Ketiga*, tingkat kemampuan penyelesaian masalah sintesis fisika siswa paling banyak adalah *novice*. *Keempat*, siswa *novice* menyelesaikan masalah tanpa mengenali konsep dan memiliki kecenderungan *plug and chug* sebatas persamaan yang mereka ingat. *Kelima*, pola penalaran ilmiah dan kemampuan penyelesaian masalah sintesis fisika memiliki hubungan yang positif. *Keenam*, semakin tinggi kategori pola penalaran yang dimiliki oleh siswa maka kemampuan penyelesaian masalah sintesis fisika semakin tinggi pula. *Ketujuh*, semakin rendah kategori pola penalaran siswa maka kemampuan penyelesaian masalah sintesis fisika rendah.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan kepada pendidik, hendaknya menggali pengetahuan awal dan miskonsepsi siswa sebelum menyampaikan materi. Bagi peneliti lain yang ingin melakukan penelitian lanjutan perlu mengkaji lebih mendalam mengenai kategori pola penalaran ilmiah.

DAFTAR RUJUKAN

- De Cock, M. 2011. Representing Use and Strategy Choice in Physics Problem Solving. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 8(2): hlm. 1—15, (Online), dalam The American Physical Society (<http://journals.aps.org/prstper/pdf/>), diakses 16 Maret 2015.
- Ding, L., dkk. 2011. Exploring the Role of Conceptual Scaffolding in Solving Synthesis Problems. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 7(2): hlm. 1—11, (Online), dalam The American Physical Society (<http://journals.aps.org/prstper/pdf/>), diakses 16 Maret 2015.
- Ding, L. 2014. Verification of Causal Influences of Reasoning Skill and Epistemology on Physics Conceptual Learning. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 10(2): hlm. 1—5, (Online), dalam The American Physical Society (<http://journals.aps.org/prstper/pdf/>), diakses 16 Maret 2015.
- Haniin, K. 2014. *Pengaruh Pembelajaran TPS dengan Scaffolding Konseptual terhadap Kemampuan Menyelesaikan Masalah Sintesis Fisika ditinjau dari Pengetahuan Awal Siswa Kelas XI IPA SMAN 3 Malang*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Joy, A. 2014. Impact of Discovery-Based Learning Method on Secondary School Physics. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 4(3): hlm. 32—36, (Online), (<http://www.iosrjournals.org/e-ISSN:2320-7388.p-ISSN:2320-737X>), diakses 1 Maret 2015.

- Kementerian Pendidikan Kebudayaan. 2013. Model Pembelajaran Penemuan (Discovery Learning). Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pendidikan dan Kebudayaan dan Penjaminan Mutu Pendidikan. (Online), (<http://www.>), diakses 26 Juni 2013.
- Koenig, K, dkk. 2012. Explicitly Targeting Pre-service Teacher Scientific Reasoning Abilities and Understanding of Nature of Science through an Introductory Science Course. *Science Education*, 21(2): hlm. 1—9, (Online), (<http://www.nsta.org/college/connections/201307Koenig.pdf>), diakses 21 Desember 2014.
- Lawson, A. E., dkk. 2000. What Kinds of Scientific Concept Exist? Concept Construction and Intelektual Development in College Biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9): hlm. 996—1018, (Online), diakses 11 April 2015.
- Lawson, A. E. 2004. The Nature and Development of Scientific Reasoninga Synthetic View. *International Journal of Science and Mathematic Education* , 2: hlm. 307—338, (Online), (<http://www.phy.ilstu.edu/jpteo>), diakses 1 April 2015.
- Lin, Shih-Yin & Singh, Chandralekha. 2013. Using an Isomorphic Problem Pair to Learn Introductory Physics: Transferring from a Two-Step Problem to A Three-Step Problem. *Physical review Special Topics-Physics Education Research*, 9(2): hlm. 1-21, (Online), dalam American Physical Society (<http://journals.aps.org/prstper/pdf/10.1103/PhysRevSTPER.9.020114>), diakses 23 Desember 2014.
- Lindstrom, Christine & Sherma, Manjula D. 2009. Link Maps and Map Meetings: Scaffolding Student Learning. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 5(1): hlm. 1—11, (Online), dalam The American Physical Society (<http://journals.aps.org/prstper/pdf/>), diakses 16 Maret 2015.
- Nieminen, P., dkk. 2012. Relation between Representational Consistensy, Conceptual Understanding of The Force Concept, and Scientific Reasoning. *Physical review Special Topics-Physics Education Research*, 8(1): hlm. 1-10, (Online), dalam American Physical Society (<http://journals.aps.org/prstper/pdf/10.1103/PhysRevSTPER.8.010123>), diakses 23 Desember 2014.
- PISA. 2013. *PISA 2012 Result: Creative Problem Solving Students Skills in Tackling Real-Life Problems (5)*. OECD.
- Shofiyah, N., Supardi, Z.A.I., & Jatmiko, B. 2013. Mengembangkan Penalaran Ilmiah (*Scientific Reasoning*) Siswa melalui Model Pembelajaran 5E pada Siswa Kelas X SMAN 15 Surabaya. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 2(1):hlm.83—87, (Online), (<http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jpii>), diakses 6 April 2015.
- Steinberg, R & Sebastian, C. 2013. Understanding and Affecting Science Teacher Candidates' Scientific Reasoning in Introductory Astrophysics. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 9(2): hlm. 1—10, (Online), dalam The American Physical Society (<http://journals.aps.org/prstper/pdf/>), diakses 8 November 2014.
- Wenning, Carl J. 2010. Level of Inquiry: Using Inquiry Spectrum Learning Sequences to Teach Science. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 5(4): hlm. 11—20, (Online), (<http://www.phy.ilstu.edu/jpteo/>), diakses 1 April 2015.
- Wenning, Carl J. 2010. The Level of Inquiry Model of Science Teaching. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 6(2): hlm. 9—16, (Online), (<http://www.phy.ilstu.edu/jpteo>), diakses 2 April 2015.