



Analisis Penalaran Ilmiah Mahasiswa Jurusan Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah (PGMI) IAIN Pekalongan

Rhischa Assabet Shilla^{1*}, Andrea Faktur Rahman², Dewi Zahrotul Afida³

^{1,3} IAIN Pekalongan, ²Universitas Negeri Malang

*e-mail: rhischa.assabet.s@iainpekalongan.ac.id

<i>Submitted: November 10, 2021</i>	<i>Revised: April 13, 2022</i>	<i>Approved: April 30, 2022</i>
-------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------

Abstrak: Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kemampuan penalaran ilmiah mahasiswa PGMI semester 6 IAIN Pekalongan. Penalaran ilmiah merupakan salah satu kemampuan yang harus dimiliki oleh setiap guru agar mampu membiasakan siswa menemukan suatu konsep pengetahuan melalui cara berpikir layaknya ilmuwan. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan subyek penelitian berjumlah 70 mahasiswa PGMI. Kemampuan penalaran ilmiah mahasiswa diukur melalui soal tes yang diadaptasi dari *Modified Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning* (MLCTSR). MLCTSR terdiri dari 13 soal pilihan ganda bertingkat yang berisi 6 aspek penalaran ilmiah yaitu konversi massa dan volume, penalaran proporsional, kontrol variable, penalaran probabilistik, penalaran korelasi dan, penalaran hipotesis-deduktif. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kemampuan penalaran ilmiah mahasiswa PGMI semester 6 IAIN Pekalongan adalah sebagai berikut: operasional konkret 85,71%, operasional transisional 10%, dan operasional formal 4,29%. Aspek penalaran ilmiah yang belum tercapai oleh mayoritas mahasiswa adalah aspek penalaran proporsional dan pengontrolan variabel. Adapun aspek yang paling dikuasai mahasiswa adalah konversi massa dan volume.

Kata Kunci: penalaran ilmiah, MLCTSR

Abstract: The aim of this study is to know the ability level of scientific reasoning ability of the 6th-semester students in the PGMI study program, IAIN Pekalongan. Scientific reasoning is one of the ability that should be owned by each teacher to be able to familiarize students to find a concept knowledge through how to think as a scientist. This study uses descriptive method. The total sample of this study is 70 students. Students' scientific reasoning ability was measured by test that adapted from *Modified Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning* (MLCTSR). MLCTSR consist of 12 two-tier multiple choice questions. MLCTSR consists of six aspects, i.e., conservation of mass and volume, proportional reasoning, controlling the variable, probabilistic reasoning, correlational reasoning, and hypothetical deductive reasoning. The result of this research shows that the levels of students' scientific reasoning skills were classified into three categories, i.e., 85,71% concrete operational, 10% transitional operational, and 4.29% formal operational. Scientific reasoning aspect has not understood yet by most of the students was proportional reasoning and controlling variable aspect. As for the aspects that understand well by students was conservation of mass and volume.

Keywords: scientific reasoning, MLCTSR

PENDAHULUAN

Kemampuan penalaran ilmiah adalah salah satu kemampuan yang dibutuhkan siswa abad 21 (Hardiana, 2021). Secara umum, penalaran ilmiah terdiri dari keterampilan dalam penyelidikan, eksperimen, evaluasi bukti, penarikan kesimpulan, argumentasi yang mendukung suatu penemuan, dan modifikasi konsep atau teori tentang alam maupun sosial (Khoirina et al., 2018). Kemampuan penalaran ilmiah memegang peranan penting sebagai upaya menumbuhkan kemampuan berpikir kritis, kreatif dan pemecahan masalah (Liu et al., 2019). Sehingga penalaran ilmiah memiliki kontribusi yang signifikan bagi kemampuan kognitif (Handhika, 2012). Selain itu penalaran ilmiah termasuk kemampuan yang dibutuhkan untuk memahami serta mengevaluasi informasi ilmiah yang melibatkan pemahaman dan evolusi teori, hipotesis, statistik dan sebab akibat (Zulkipli, 2020). Zimmerman (Yanto, 2019) menyebutkan bahwa penalaran ilmiah adalah satu ciri kematangan intelektual (Koes-H & Putri, 2021). Secara garis besar dapat disimpulkan bahwa penalaran ilmiah melibatkan aktivitas untuk menghasilkan, menguji, dan merevisi hipotesis dan membantu pengambilan keputusan dalam penemuan atau pemecahan masalah.

Menurut Piaget (1988) tingkat penalaran ilmiah manusia dikelompokkan menjadi 4 tahap: sensorik motorik untuk usia 0 sampai 2 tahun, praoperasional untuk usia 2 sampai 7 tahun, operasional konkret untuk usia 7 sampai 11 tahun, dan operasional formal untuk usia 11 tahun keatas. Operasional formal merupakan tingkat penalaran ilmiah tertinggi. Senada dengan Piaget, menurut Roadrangka (Tuban et al., 2017) perkembangan kognitif individu dibedakan menjadi 3 tingkatan yaitu tahap konkret, tahap transisi dan tahap formal.

Kemampuan penalaran ilmiah sangat penting dimiliki oleh calon guru. Hal ini sesuai dengan tuntutan kebutuhan abad 21 yang menekankan pada berpikir kritis dimana penalaran ilmiah adalah bagian dari berpikir kritis tersebut. Guru yang memiliki kemampuan berpikir yang baik diharapkan menjadi agen yang dapat mentransfer kemampuan tersebut kepada siswanya. Sehingga siswa mampu menghadapi era abad 21 dengan baik. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengetahui tingkat penalaran ilmiah siswa, calon guru dan guru. Beberapa diantaranya adalah hasil penelitian dari (Zulkipli et al., 2020) menunjukkan bahwa sebagian besar calon guru IPA memiliki kemampuan penalaran ilmiah yang rendah.

Penelitian terhadap 158 mahasiswa tahun pertama di Chili menghasilkan temuan bahwa mayoritas mahasiswa masih berada pada tingkat penalaran ilmiah transisi (Guerrero et al., 2020). Disamping penelitian tentang tingkat penalaran ilmiah, banyak pula penelitian tentang strategi pembelajaran untuk meningkatkan penalaran ilmiah diantaranya penelitian Bagus dkk (2019) mendapatkan temuan bahwa pembelajaran inkuiri lebih efektif

untuk meningkatkan penalaran ilmiah mahasiswa biologi daripada pembelajaran konvensional (Yanto, 2019). Senada dengan hasil penelitian dari Novia dkk yang menemukan bahwa pembelajaran inkuiri dapat meningkatkan penalaran ilmiah siswa SMP (Novia & Riandi, 2017). Penelitian lain menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek (PjBL) mampu meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah siswa SMA kelas XI (Koes-H & Putri, 2021). Berdasarkan penelitian terdahulu, instrument tes penalaran ilmiah menunjukkan bahwa penalaran ilmiah tidak hanya terfokus pada sains tapi aspek penting lainnya yang dibutuhkan untuk pembelajaran seumur hidup (Prasitpong & Rakkapao, 2019).

Dapat disimpulkan bahwa kemampuan penalaran ilmiah bukan kemampuan yang bersifat genetik atau bawaan, tetapi kemampuan yang diperoleh dari beberapa faktor diantaranya adalah kompetensi guru dan strategi yang digunakan dalam pembelajaran. Strategi tersebut dapat berupa pendekatan, metode, model atau instrument pembelajaran yang digunakan pada pembelajaran baik di dalam kelas maupun luar kelas (sumber Framework P21).

Sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi kemampuan penalaran ilmiah siswa, Guru diharapkan tidak hanya fokus pada kompetensi mata pelajaran, tetapi juga pemahaman siswa tentang bagaimana cara menemukan suatu konsep atau pengetahuan layaknya para ilmuwan. Guru harus dipastikan terlebih dahulu telah memiliki kemampuan penalaran ilmiah yang baik sehingga tujuan penanaman penalaran ilmiah sejak dini ditingkat satuan pendidikan yang ditegaskan dengan Permendikbud Nomor 59 Tahun 2014 dapat tercapai. Banyak penelitian yang hanya focus pada mahasiswa atau calon guru bidang sains, padahal penalaran ilmiah bukan suatu kemampuan khusus bidang sains melainkan cara memahami konsep ilmu seperti cara ilmuwan baik dibidang sains maupun sosial.

Penalaran ilmiah mahasiswa dianalisis menggunakan instrumen pertanyaan dua tingkat (*two tier*) yang diadopsi dari instrumen LCTSR (*Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning*) dengan sedikit modifikasi subjek dan bahasa sehingga menjadi MLCTSR (*Modification Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning*). MLCTSR terdiri dari 13 soal pilihan ganda bertingkat yang berisi 6 aspek penalaran ilmiah yaitu konversi massa dan volume, penalaran proporsional, kontrol variable, penalaran probabilistik, penalaran korelasi dan, penalaran hipotesis-deduktif. Setiap pertanyaan memiliki pilihan jawaban dan pilihan alasan yang menjadi dasar jawaban. Skor 1 jika jawaban dan alasan benar, dan skor 0 jika jawaban atau alasan saja yang benar atau keduanya salah. MLCTSR merupakan instrumen yang sudah berstandar internasional sehingga tidak perlu diuji kembali terkait kehandalan instrument (August, 2000).

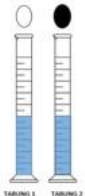
Mengingat pentingnya peran guru dalam penanaman penalaran ilmiah anak sejak dini, maka dirasa perlu dilakukan analisis kemampuan penalaran ilmiah para calon guru tingkat sekolah dasar. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah para calon guru ini memiliki tahapan penalaran ilmiah yang sesuai dengan teori menurut Piaget ataupun Roadrangka. Dengan demikian calon guru dirasa siap untuk menjadi agen yang baik dalam penanaman penalaran ilmiah siswa.

Selain itu, pengetahuan tentang kemampuan penalaran ilmiah calon guru dapat menjadi cerminan apakah perkuliahan yang telah dilaksanakan sudah mampu mendorong kemampuan penalaran ilmiah calon guru dengan baik atau belum. Sehingga informasi tersebut dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam pemilihan strategi, pendekatan, model, metode, atau media pembelajaran yang sesuai sebagai bahan refleksi untuk perbaikan aspek mana yang harus diperbaiki dan aspek mana yang harus dipertahankan dalam perkuliahan.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif untuk mengetahui kemampuan penalaran ilmiah mahasiswa PGMI. Peneliti tidak memberikan perlakuan berupa pembelajaran terlebih dahulu kepada mahasiswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat penalaran ilmiah mahasiswa. Subjek penelitian adalah mahasiswa semester 6 IAIN Pekalongan tahun ajaran 2020/2021. Sampel penelitian terdiri dari 75 siswa yang diambil secara acak dari sekitar 160 mahasiswa.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes penalaran ilmiah kelas Lawson (August, 2000) yang telah dimodifikasi (MLCTSR). Instrumen penelitian terdiri dari 13 pertanyaan pilihan ganda dua tingkat. Setiap pertanyaan memiliki pilihan jawaban dan pilihan alasan yang menjadi dasar jawaban. Skor 1 jika jawaban dan alasan benar, dan skor 0 jika jawaban atau alasan saja yang benar atau keduanya salah. MLCTSR merupakan instrumen yang sudah berstandar internasional sehingga tidak perlu diuji kembali terkait kehandalan instrument (August, 2000). Contoh instrumen dapat dilihat pada Gambar 1.

No	Indikator Penalaran Ilmiah	Indikator butir soal	Butir soal	Kunci jawaban
1	Konservasi massa dan volume	Disajikan informasi tentang dua buah bola identik. Siswa dapat menentukan pernyataan yang benar tentang berat benda	<p>Terdapat dua buah bola (bola A dan B) yang terbuat dari tanah liat dengan ukuran, berat dan bentuk yang sama. Bola B kemudian ditekan sehingga bentuknya menjadi sedikit pipih (roti <i>pancake</i>). Pernyataan berikut yang benar tentang berat bola B setelah dipipihkan adalah.....</p> <p>a. Lebih berat dibandingkan bola A b. Sama dengan berat bola A c. Lebih ringan dibandingkan bola A</p> <p>Alasan :</p> <p>a. Permukaan bola yang ditekan luasnya menjadi lebih besar b. Bola diratakan di seluruh bagian c. Saat sesuatu ditekan maka beratnya akan berkurang d. Jumlah tanah liat tidak ditambah atau dikurangi e. Saat sesuatu ditekan beratnya akan bertambah.</p>	<p>Jawaban : B. Alasan: D</p> <p>Berat bola sama karena pada saat ditekan tidak ada bagian bola yang dikurangi ataupun bertambah hanya terjadi perubahan bentuk</p>
2	Konservasi massa dan volume	Disajikan informasi tentang dua buah tabung yang berisi air dengan ketinggian yang sama. Siswa dapat memprediksi kenaikan ketinggian air saat kelereng dimasukkan dalam tabung	<p>Pada gambar di bawah ini ditunjukkan dua buah tabung dengan bentuk dan ukuran yang sama dan terisi air yang sama tinggi.</p> 	<p>Jawaban: A. Alasan: E</p> <p>Yang mempengaruhi kenaikan air dalam tabung adalah volume kelereng yang dimasukkan ke dalam tabung. Karena volume kelereng sama, maka kenaikannya juga akan sama.</p>

Gambar 1. Contoh instrumen MLCTSR

Disebut MLCTSR karena soal tersebut sudah mengalami modifikasi dari LCTSR yang asli seperti terjemahan bahasa, contoh peristiwa yang lebih relevan di Indonesia, dan konten yang disesuaikan dengan konsentrasi materi yang akan diukur. Misalnya contoh bidang biologi ditambahkan contoh bidang fisika dan kimia agar sesuai dengan tujuan pengukuran penalaran ilmiah itu sendiri. Terjemahan bahasa juga sudah dilakukan validasi ahli bahasa serta ahli pembelajaran terdahulu. Sehingga penelitian ini sifatnya hanya analisis dengan instrumen yang sudah tersandardisasi sebelumnya. Berikut contoh perubahan dari soal asli menjadi terjemahan dan sedikit modifikasi konten.

To the right are drawings of two cylinders filled to the same level with water. The cylinders are identical in size and shape.

Also shown at the right are two marbles, one glass and one steel. The marbles are the same size but the steel one is much heavier than the glass one.

When the glass marble is put into Cylinder 1 it sinks to the bottom and the water level rises to the 6th mark. *If we put the steel marble into Cylinder 2, the water will rise*

a. to the same level as it did in Cylinder 1
 b. to a higher level than it did in Cylinder 1
 c. to a lower level than it did in Cylinder 1

because

a. the steel marble will sink faster.
 b. the marbles are made of different materials.
 c. the steel marble is heavier than the glass marble.
 d. the glass marble creates less pressure.
 e. the marbles are the same size.

GLASS MARBLE STEEL MARBLE

CYLINDER 1 CYLINDER 2

2. Pada gambar di bawah ini ditunjukkan dua buah tabung dengan bentuk dan ukuran yang sama dan terisi air yang sama tinggi.

Terdapat dua kelereng yang terbuat dari kaca dan baja. Kedua kelereng memiliki ukuran yang sama tetapi kelereng baja lebih berat dibandingkan dengan kelereng yang terbuat dari kaca. Kelereng kaca kemudian dimasukkan ke dalam tabung 1 hingga tenggelam ke dasar, air naik sampai tanda ke 6. Jika kelereng baja dimasukkan dalam tabung 2, maka ketinggian air dalam tabung tersebut akan

a. Sama seperti pada tabung 1
 b. Lebih tinggi dibandingkan dengan tabung 1
 c. Lebih rendah dibandingkan dengan tabung 1

Alasan:

a. Kelereng baja akan tenggelam lebih cepat
 b. Kelereng-kelereng tersebut terbuat dari bahan yang berbeda
 c. Kelereng baja lebih berat dibandingkan dengan kelereng kaca
 d. Kelereng kaca menghasilkan tekanan yang rendah
 e. Kelereng-kelereng tersebut ukurannya sama

Gambar 2. Instrumen LCTSR menjadi MLCTSR

Setiap soal MLCTSR mewakili indikator penalaran ilmiah yang ditunjukkan pada tabel 1. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi tingkat penalaran ilmiah dan sekaligus menganalisis pencapaian tiap-tiap indikator. Tingkat penalaran mahasiswa ditentukan berdasarkan nilai yang diperoleh. Lawson mengklasifikasikan tingkat operasional konkret bagi skor 0-4, tingkat operasional transisi bagi skor 5-8, dan tingkat operasional formal bagi skor 9-12.

Tabel 1. Indikator Penalaran Ilmiah

Indikator penalaran ilmiah	Nomer soal
1. Konservasi massa dan volume	1,2
2. Penalaran proporsional	3,4
3. Kontrol variabel	5,6,7
4. Penalaran probabilistik	8,9
5. Penalaran korelasi	10
6. Penalaran hipotesis-deduktif	11,12,13

HASIL DAN PEMBAHASAN

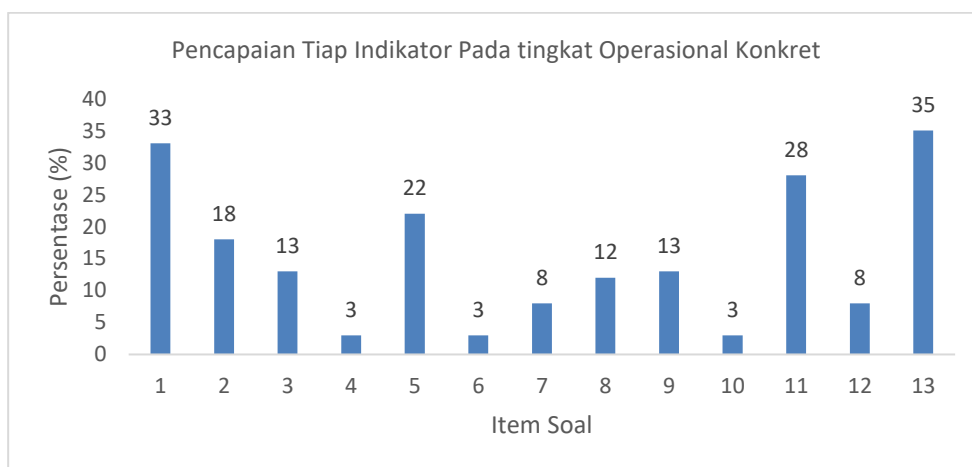
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan instrument MLCTSR dan mengacu pada standart penalaran ilmiah lawson, hasil tingkat penalaran ilmiah mahasiswa ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Tingkat penalaran ilmiah mahasiswa

Tingkat penalaran ilmiah	Jumlah Responden (Persentase)
Operasional konkret	60 (85,71%)
Operasional transisi	7 (10%)
Operasional formal	3 (4,29%)

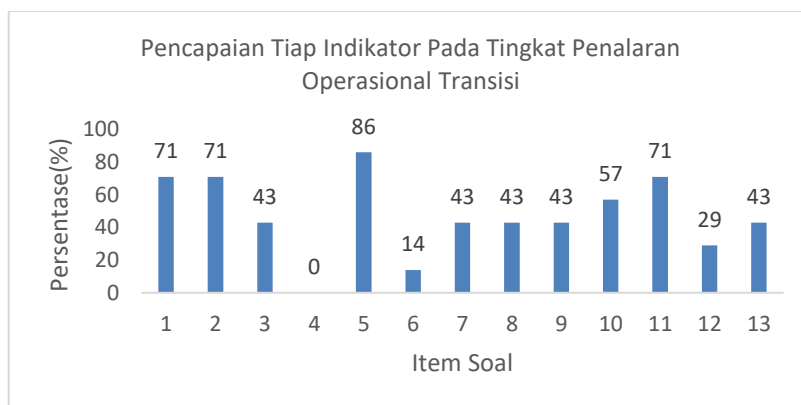
Berdasarkan tabel 2 dapat dilihat bahwa persentase jumlah mahasiswa dengan tingkat penalaran ilmiah operasional konkret menempati posisi pertama yaitu 60 responden setara dengan 85,71% dari keseluruhan responden. Sedangkan tingkat penalaran ilmiah operasional formal berada pada posisi terendah yaitu 3 responden atau setara dengan 4,29% dari keseluruhan responden. Hasil ini tidak sesuai dengan teori perkembangan kognitif Piaget yang menyatakan bahwa anak usia diatas 11 tahun seharusnya berada pada tingkat penalaran ilmiah operasional formal.

Tingkat penalaran ilmiah dapat juga dianalisis berdasarkan pencapaian tiap indikator. Hasil pencapaian tiap indikator penalaran ilmiah tingkat operasional konkret ditunjukkan pada gambar 2.



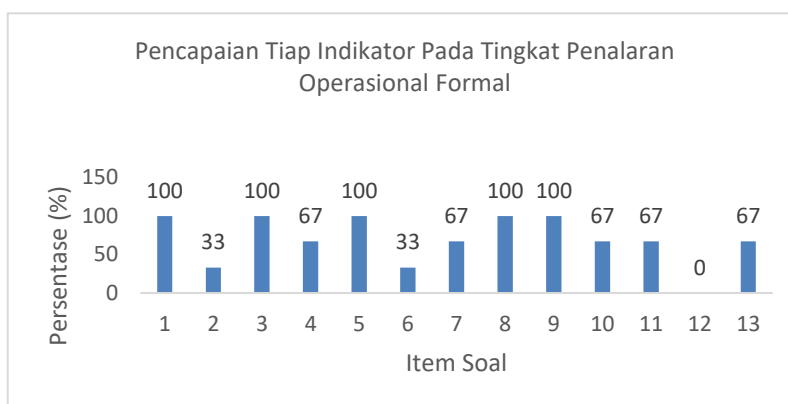
Gambar 2. Pencapaian tiap indikator pada tingkat penalaran operasional konkret

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa butir soal yang paling dikuasai mahasiswa pada level operasional konkret adalah soal nomer 1 dan 11 dengan indikator penalaran ilmiah koversi massa dan volume serta penalaran hipotesis-deduktif. Disini terdapat ketidak-konsistenan pemahaman mahasiswa karena soal 1 dan 2 memiliki indikator yang sama namun terlihat skor untuk soal nomer 2 tidak setinggi nomer 1. Begitupula dengan soal nomer 11 yang memiliki indikator yang sama dengan nomer 12 dan 13 namun skor yang diperoleh tidak setinggi soal nomer 11.



Gambar 3. Pencapaian tiap indikator pada tingkat penalaran operasional transisi

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa hampir semua butir soal dikuasai oleh mahasiswa pada level penalaran operasional transisi kecuali soal nomor 4, 6 dan 12 yaitu indikator penalaran proporsional, kontrol variabel, dan penalaran hipotesis-deduktif. Disini terdapat ketidak konsistenan pemahaman mahasiswa karena soal 3 dan 4 memiliki indikator yang sama namun terlihat skor yang diperoleh antara dua soal tersebut terpaut berbeda jauh. Sedangkan soal 6 memiliki indikator yang sama dengan nomor 5 dan 7. Begitupula dengan soal nomor 11, 12 dan 13 yang memiliki indikator yang sama namun pencapaian berbeda.



Gambar 4. Pencapaian tiap indikator pada tingkat penalaran operasional formal

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa hampir semua butir soal dikuasai oleh mahasiswa pada level penalaran operasional formal kecuali soal nomor 2, 6 dan 12 dengan indikator konservasi massa dan volume, kontrol variabel, dan penalaran hipotesis-deduktif. Disini terdapat ketidak konsistenan pemahaman mahasiswa karena soal 1 dan 2 memiliki indikator yang sama namun terlihat skor yang diperoleh antara dua soal tersebut terpaut berbeda. Sedangkan soal 6 memiliki indikator yang sama dengan nomor 5 dan 7 namun pencapaian tiap nomor berbeda. Begitupula dengan soal nomor 12 memiliki indikator yang sama dengan soal nomor 11 dan 13 namun pencapaian berbeda pula.

Berdasarkan hasil analisis perolehan nilai penalaran ilmiah mahasiswa. Dapat kita lihat bahwa mahasiswa jurusan PGMI IAIN Pekalongan semester 6 masih berada pada level operasional konkret sebesar 85,71% dan level operasional transisi sebesar 10%. Sementara mahasiswa yang berada pada level operasional formal sangat rendah yaitu sebesar 4,29%. Hasil ini tidak sesuai dengan teori perkembangan kognitif Piaget yang menyebutkan bahwa anak usia diatas 11 tahun seharusnya berada di level operasional formal dengan kemampuan mengidentifikasi dan mengontrol variable, berpikir probabilitas, berpikir korelasional dan hopitetikal-deduktif. Rendahnya tingkat kemampuan nalar pada tataran operasional formal dapat dijadikan sebagai tolak ukur bahwa pembelajaran yang telah dilaksanakan belum mampu mendorong kemampuan penalaran ilmiah mahasiswa. Untuk itu hendaknya dosen memperhatikan pemilihan model dan metode pembelajaran yang tepat, dalam rangka melatih dan mengembangkan kemampuan penalaran ilmiah mahasiswa.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa mayoritas kemampuan penalaran ilmiah mahasiswa semester VI IAIN Pekalongan jurusan PGMI berada pada level operasional konkrit (85,71). Mahasiswa pada level ini dapat menjawab baik pada soal dengan indikator penalaran kekekalan massa dan volume. Selanjutnya pada urutan kedua mahasiswa berada pada level penalaran transisi (10%). Mahasiswa pada level ini dapat menjawab baik pada soal dengan indikator penalaran kekekalan massa dan volume.

Pada urutan terakhir mahasiswa berada pada level penalaran formal (4,29%). Mahasiswa pada level ini dapat menjawab soal hampir semua indikator penalaran ilmiah. Namun ada ketidakkonsistenan dalam menjawab soal dengan indikator yang sama yaitu soal nomor 2,6 dan 12. Hal ini perlu diteliti lebih lanjut mengapa mahasiswa tidak dapat menjawab soal dengan indikator yang sama padahal soal sebelumnya mereka dapat menjawab dan menganalisis dengan benar.

Rendahnya kemampuan penalaran operasional formal mahasiswa mungkin dipengaruhi oleh proses pembelajaran yang belum tergolong baik untuk mendorong keilmiahan mahasiswa. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi dosen untuk menentukan metode pembelajaran yang akan digunakan, disesuaikan dengan kemampuan penalaran ilmiah siswa. Dengan demikian, penggunaan metode pembelajaran yang berorientasi pada kemampuan penalaran ilmiah mahasiswa, dapat meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah sesuai agar dengan usia yang diklasifikasikan oleh Piaget.

DAFTAR PUSTAKA

- Guerrero, G. R., Tecpan, S., Rojas-Rojas, S. P., & Joglar, y. C. L. (2020). Characterisation of scientific reasoning levels among pedagogy freshman students: challenges for initial teacher education. *Formacion Universitaria*, 13 (5), 45–56.
<https://doi.org/10.4067/S0718-50062020000500045>
- Handhika, J. (2012). Jurnal Pendidikan IPA Indonesia. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 1(1), 16–20.
- Hardiana, N. (2021). Scientific reasoning skill-based on the structure of the student concept map. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2331). <https://doi.org/10.1063/5.0042122>
- Khoirina, M., Cari, C., & Sukarmin. (2018). Identify Students' Scientific Reasoning Ability at Senior High School. *Journal of Physics: Conference Series*, 1097(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012024>
- Koes-H, S., & Putri, N. D. (2021). The Effect of Project-Based Learning in STEM on Students' Scientific Reasoning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1835(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1835/1/012006>
- Lawson, Anton E. (2004). The Nature and Development of Scientific Reasoning: a synthetic view. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 2 (1), 307-338. Retrieved from: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10763-004-3224-2#/page-1>
- Liu, Q., Koenig, K., & Xiao, Q. L. (2019). Analysis of Two-Tier Question Scoring Methods: a Case Study on the Lawson ' S Classroom Test. *Journal of Baltic Science Education*, 20(1), 146–159.
- Novia, N., & Riandi, R. (2017). The analysis of students scientific reasoning ability in solving the modified lawson classroom test of scientific reasoning (MLCTSR) problems by applying the levels of inquiry. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(1), 116– 122.
<https://doi.org/10.15294/jpii.v6i1.9600>
- Piaget, Jean, 1988. *Antara Tindakan Dan Pikiran*, disunting oleh Agus Cremers, Jakarta : PT.Gramedia
- Prasitpong, S., & Rakkapao, S. (2019). Investigation of Thai university students' scientific reasoning abilities. *Journal of Physics: Conference Series*, 1287(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1287/1/012020>
- Revised Edition: August 2000 by Anton E. Lawson, Arizona State University. Based on: Lawson, A.E. 1978. Development and validation of the classroom test of formal reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(1): 11-24.
- Yanto, B. E. (2019). Improving students' scientific reasoning skills through the three levels of inquiry. *International Journal of Instruction*, 12(4), 689–704.
<https://doi.org/10.29333/iji.2019.12444a>
- Zulkipli, Zulinda Ayu, Mohd Yusof, M. M., Ibrahim, N., & Dalim, S. F. (2020). Identifying Scientific Reasoning Skills of Science Education Students. *Asian Journal of University Education*, 16(3), 275–280. <https://doi.org/10.24191/ajue.v16i3.10311>