

Penalaran Ilmiah Mahasiswa Calon Guru Fisika dalam Pembelajaran Daring

Penulis:

Indrawati Wilujeng¹
Hari Anggit Cahyo
Wibowo¹

Afiliasi:

STKIP Al Hikmah
Surabaya¹

Email Koresponden

indrawati.physics@gmail.com

Histori Naskah:

Diajukan: 11-07-2021
Disetujui: 06-08-2021
Dipublikasi: 06-08-2021



*This is an Creative Commons
License This work is licensed under
a Creative Commons Attribution-
NonCommercial 4.0 International
License*

Abstrak:

Latar belakang: Salah satu dampak pandemi yaitu bergesernya pembelajaran tatap muka ke pembelajaran daring. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan level penalaran ilmiah mahasiswa calon guru fisika dalam pembelajaran daring.

Metode penelitian: Metode yang digunakan yaitu metode kualitatif dengan jenis penelitian deskriptif. Instrumen penelitian ini yaitu *Classroom Test Scientific Reasoning* (CTSR) yang telah dikembangkan oleh Anton E. Lawson. Tes terdiri dari 12 pasang soal (jawaban dan alasan) yang mewakili 12 indikator penalaran ilmiah. Analisis dilakukan terhadap hasil tes untuk mengetahui level penalaran ilmiah dan ketercapaian indikator pada masing-masing level.

Hasil penelitian: Berdasarkan analisis didapatkan bahwa mahasiswa yang berada pada kelompok level operasional konkret sebanyak 46,15%, sedangkan kelompok transisional sebanyak 53,85%. Pada kelompok level operasional konkret, hanya ada dua indikator yang memiliki persentase relatif tinggi yaitu indikator 1 (konservasi berat) dan 5 (identifikasi dan kontrol variabel). Pada kelompok level transisional, hanya ada empat indikator yang memiliki persentase relatif rendah yaitu indikator 6 (identifikasi dan kontrol variabel dan berpikir probabilistik), 7 (identifikasi dan kontrol variabel dan berpikir probabilistik tingkat lanjut), 11 (berpikir hipotetik-deduktif), dan 12 (bernalarnya hipotetik-deduktif).

Kesimpulan: Penalaran ilmiah mahasiswa calon guru fisika dalam pembelajaran daring hanya berada pada level operasional konkret dan transisional. Hal tersebut tidak sesuai dengan teori perkembangan anak.

Kata kunci: Penalaran Ilmiah, Mahasiswa Calon Guru Fisika, Pembelajaran Daring, Operasional Konkret, Operasional Formal

Pendahuluan

Salah satu keterampilan abad 21 yang harus dimiliki agar siap menghadapi globalisasi adalah kemampuan bernalar (Shofiyah, Supardi and Jatmiko, 2013). Penting bagi siswa untuk mengembangkan kemampuan bernalar sebagai salah satu keterampilan untuk bertahan hidup (Khoirina, Cari and Sukarmin, 2018). Kemampuan bernalar juga sangat diperlukan dalam mengambil keputusan dalam penyelesaian masalah (Nurhayati, Yuliati and Mufti, 2016). Kemampuan bernalar atau disebut juga sebagai penalaran ilmiah dapat didefinisikan sebagai kemampuan berpikir logis berurutan dalam rangka menyelesaikan suatu permasalahan (Nugraha *et al.*, 2017). Penalaran ilmiah merupakan gabungan antara kemampuan dasar, kritis, dan kreatif (Hermawanto, Kusairi and Wartono, 2013). Akan tetapi, *Programme for International Student* (PISA) tahun 2018 menunjukkan bahwa penalaran ilmiah siswa di Indonesia masih tergolong rendah. Indonesia hanya mendapat skor sains 396, jauh di bawah skor sains rata-rata internasional yaitu 489. Jika dibandingkan dengan hasil yang didapat oleh negara lain, Indonesia berada di peringkat ke 70 dari 78 peserta negara lainnya (OECD, 2019). Penalaran ilmiah juga menjadi aspek yang diujikan dalam *Trend in International Mathematics and Social Study* (TIMSS) (Muslim, Suhandi and Nugraha, 2016).

Fisika sebagai salah satu ilmu eksak dapat dijadikan sebagai ‘sarana’ dalam menumbuhkan penalaran ilmiah siswa. Hal ini dikarenakan hakikat fisika meliputi rasa keingintahuan tinggi tentang fenomena alam yang kemudian diselesaikan menggunakan metode ilmiah (Erlina, Supeno and Wicaksono, 2016). Apalagi fisika memiliki tingkat abstraksi yang tinggi sehingga dapat melatih kemampuan bernalar siswa (Sutarno and Puteri, 2012). Penalaran ilmiah siswa dapat dilatihkan dan ditransfer oleh seorang guru kepada siswa sebagai dasar keterampilan berpikir kritis dan *problem solving* (Bao *et al.*, 2009; Handayani, Windyariani and Pauzi, 2020). Penalaran ilmiah juga dapat dilatihkan melalui kegiatan menemukan masalah, menguji hipotesis melalui eksperimen, kemudian mengevaluasi hasil eksperimen tersebut secara sistematis (Nehru and Syarkowi, 2017). Kondisi tersebut mengharuskan seorang guru juga harus memiliki penalaran ilmiah yang baik. Guru fisika harus memiliki penalaran ilmiah yang baik karena hal inilah yang secara potensial dapat membimbing siswa untuk memiliki penalaran ilmiah yang baik pula (Zulkipli *et al.*, 2020).

Setahun lamanya mahasiswa calon guru fisika di STKIP Al Hikmah Surabaya melaksanakan pembelajaran daring karena dampak pandemi. Hal ini menyebabkan perubahan-perubahan dalam proses pembelajaran. Mahasiswa hanya belajar melalui teori tanpa bisa membuktikan teori tersebut melalui kegiatan praktikum. Padahal, pembelajaran fisika harusnya lebih menekankan pada aplikasi konsep maupun teori dalam kehidupan sehari-hari (Sutarno, 2014). Berdasarkan penelitian sebelumnya, telah dilakukan penelitian untuk mendeskripsikan level penalaran ilmiah mahasiswa salah satu kampus di Bengkulu. Hasil yang diperoleh yaitu penalaran ilmiah mahasiswa berada pada level penalaran operasional konkret, transisional, dan operasional formal. Mahasiswa pada level transisional dapat menjawab semua soal operasional konkret dan beberapa soal operasional formal dengan baik, sedangkan mahasiswa pada level operasional formal dapat menjawab keseluruhan soal pada semua level dengan baik (Sutarno, 2014).

Sedikit banyak pembelajaran daring akan berpengaruh terhadap kemampuan nalar mahasiswa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan level penalaran ilmiah mahasiswa calon guru fisika dalam pembelajaran daring. Penelitian ini penting untuk mengetahui level penalaran ilmiah mahasiswa calon guru fisika yang nantinya akan berperan dalam melatih keterampilan tersebut pada siswa. Dengan mengetahui level penalaran ilmiah mahasiswa, maka dapat dirancang suatu pembelajaran yang dapat meningkatkan level penalaran ilmiah tersebut.

Studi Literatur

Level penalaran ilmiah tersebut dapat diketahui melalui tes yang telah dikembangkan oleh Lawson dan dikenal dengan *Classroom Test Scientific Reasoning* (CTSR) (Lawson, 1978). Tes terdiri dari 12 pasang soal pilihan ganda yang terdiri atas jawaban dan alasan (Lawson *et al.*, 2000; Han, 2013). Dua belas pasang soal tersebut mewakili dua belas indikator penalaran ilmiah ditunjukkan pada Tabel 1. Mahasiswa dikategorikan memiliki aspek penalaran yang diukur jika jawaban pertanyaan dan alasan yang dipilih, keduanya benar (Nugraha *et al.*, 2017). Dua belas indikator tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan level penalaran ilmiah.

Tabel 1. Indikator Penalaran Ilmiah

Indikator Soal	Indikator Penalaran Ilmiah
1	<i>Conservation of weight</i> (konservasi berat)
2	<i>Conservation of displaced volume</i> (konservasi volume)
3	<i>Proportional thinking</i> (berpikir proporsional)
4	<i>Advanced proportional thinking</i> (berpikir proporsional tingkat lanjut)
5	<i>Identification and control of variables</i> (identifikasi dan kontrol variabel)
6	<i>Identification and control of variables and probabilistic thinking</i> (identifikasi dan kontrol variabel dan berpikir probabilitistik)
7	<i>Advanced identification and control of variables and probabilistic thinking</i> (identifikasi dan kontrol variabel dan berpikir probabilitistik tingkat lanjut)

8	<i>Probabilistic thinking</i> (berpikir probabilistik)
9	<i>Advanced probabilistic thinking</i> (berpikir probabilistik tingkat lanjut)
10	<i>Correctional thinking, includes proportions and probability</i> (berpikir koreksional, meliputi berpikir proporsi dan probabilitas)
11	<i>Hypotetical-deductive thinking</i> (berpikir hipotetik-deduktif)
12	<i>Hypotetical-deductive reasoning</i> (bernalar hipotetik-deduktif)

Tabel 2. Perbedaan Level Operasional Konkret dan Formal

Operasional Konkret	Operasional Formal
Masih memerlukan referensi dalam memahami objek pengamatan	Dapat memberikan alasan logis menggunakan suatu konsep, hubungan, sifat-sifat abstrak, aksioma, dan teori. Menggunakan simbol dalam menyampaikan pendapat
Masih membutuhkan instruksi tahap demi tahap dalam suatu prosedur yang cukup panjang	Dapat merencanakan suatu prosedur yang cukup panjang dengan tujuan dan sumber tertentu
Tidak paham dengan pendapat yang disampaikan, ketidakkonsistenan dalam berargumenaktif, atau bertentangan dengan fakta yang ada	Paham dengan pendapat yang disampaikan, aktif menguji validitas dari kesimpulan yang diambil menggunakan informasi-informasi lain

Ada tiga level penalaran ilmiah, yaitu level operasional konkret, transisional, dan operasional formal. Perbedaan mencolok dapat dilihat dengan membandingkan antara level operasional konkret dan formal yang ditunjukkan pada Tabel 2 (Karplus, 1977). Menurut Piaget, level penalaran ilmiah seorang anak dapat digolongkan menjadi 4 taraf. Taraf sensorimotor dimiliki oleh anak berusia 0-2 tahun, taraf pra operasional dimiliki oleh anak berusia 2-7 tahun, taraf operasional konkret dimiliki oleh anak berusia 7-11 tahun, sedangkan taraf operasional formal dimiliki oleh anak yang berusia 11 tahun ke atas (Piaget, 1964). Pada penelitian akan diketahui apakah level penalaran ilmiah mahasiswa yang sudah berusia di atas 11 tahun sesuai dengan teori perkembangan tersebut.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian kualitatif. Jenis penelitian ini yaitu penelitian deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk mendeskripsikan level penalaran ilmiah mahasiswa calon guru fisika dalam pembelajaran daring. Penelitian dilakukan pada bulan 31 Januari 2021

– 23 Juni 2021. Tempat penelitian berada di STKIP Al Hikmah Surabaya. Populasi dalam penelitian ini yaitu seluruh mahasiswa Prodi Pendidikan Fisika mulai angkatan 2018 sampai dengan angkatan 2020 yang berjumlah 13 orang. Pada penelitian ini tidak digunakan sampel melainkan populasi karena jumlah mahasiswa yang relatif sedikit. Prosedur penelitian ini diawali dengan menentukan subjek penelitian yaitu seluruh mahasiswa Prodi Pendidikan Fisika. Selanjutnya, mengadopsi tes CTSR yang telah dialihbahasakan dan telah diuji validitas dan reliabilitasnya. Kemudian, mahasiswa diminta untuk mengerjakan tes tersebut secara daring. Hasil tes mahasiswa dianalisis untuk menentukan level penalaran ilmiah mahasiswa dan ketercapaian indikator pada masing-masing level.

Data yang didapatkan pada penelitian ini adalah hasil tes penalaran ilmiah berupa pilihan ganda. Instrumen penelitian yang digunakan yaitu tes yang telah dikembangkan oleh Lawson dan dikenal dengan nama CTSR. Tes terdiri atas 12 pasang soal (jawaban dan alasan) yang mewakili 12 indikator penalaran ilmiah. Indikator 1-4 merupakan indikator level penalaran ilmiah operasional konkret, sedangkan indikator 5-12 merupakan indikator level penalaran ilmiah operasional formal. Teknik pengumpulan data yang dilakukan yaitu mahasiswa mengerjakan tes CTSR secara daring. Analisis data dilakukan untuk menentukan level penalaran ilmiah mahasiswa. Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa tiap pasang soal terdiri dari jawaban dan alasan. Jika mahasiswa dapat memilih jawaban dan alasan yang benar, maka akan mendapatkan skor 1. Akan tetapi, jika jawaban atau alasan yang dipilih salah ataupun keduanya salah maka akan mendapatkan skor 0. Selanjutnya, pengelompokan level penalaran ilmiah akan ditentukan berdasarkan total skor yang diperoleh mahasiswa. Adapun pengelompokan level penalaran ilmiah berdasarkan total skor dapat ditunjukkan pada Tabel 1 (Sutarno, 2014). Analisis data juga dilakukan untuk melihat ketercapaian indikator penalaran ilmiah pada masing-masing level.

Tabel 3. Pengelompokan Level Penalaran Ilmiah

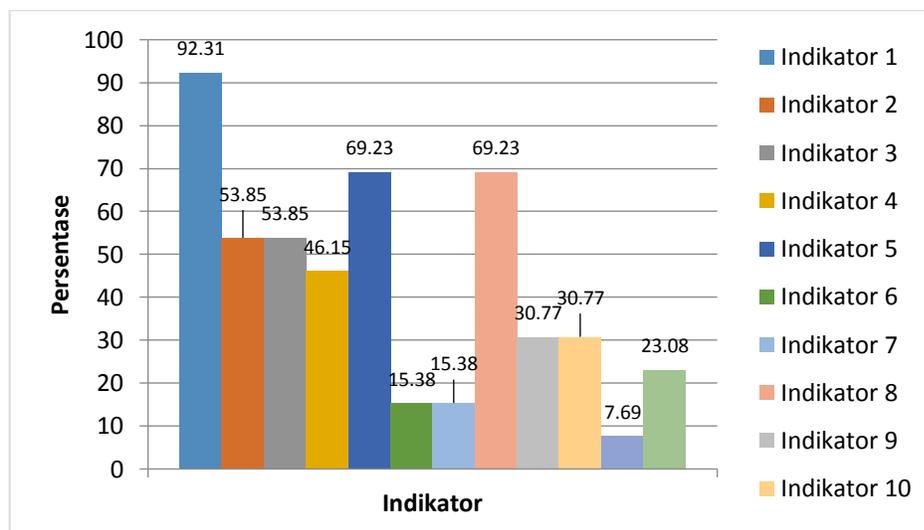
Total Skor	Level Penalaran Ilmiah
0 – 4	Operasional Konkret
5 – 8	Transisional
9 – 12	Operasional Formal

Hasil

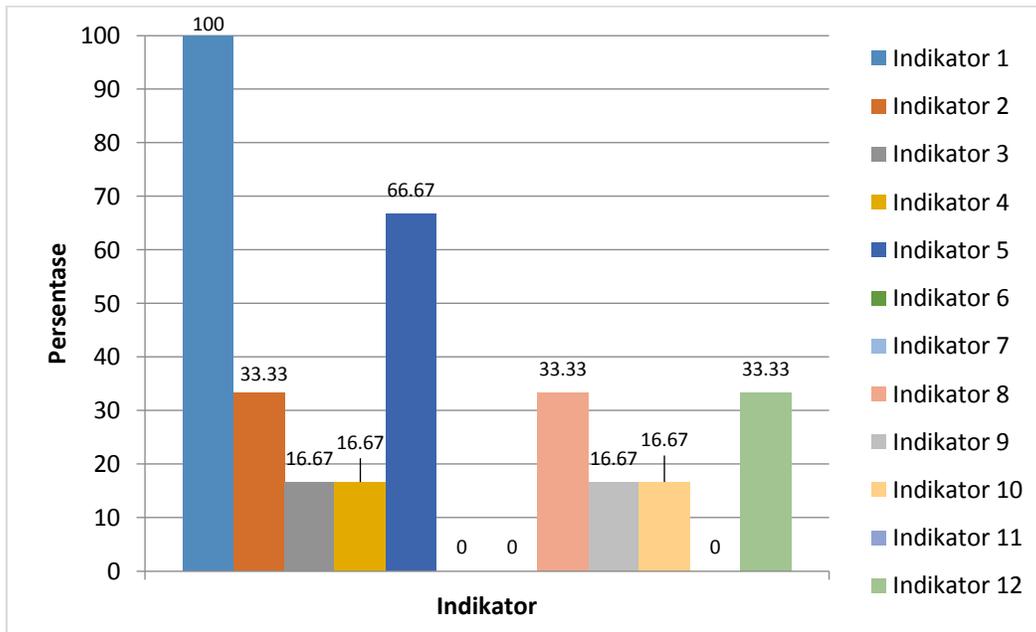
Penalaran ilmiah mahasiswa calon guru fisika telah diuji menggunakan instrumen tes CTSR. Tes diikuti oleh 13 mahasiswa yang berasal dari tiga angkatan berbeda, yaitu angkatan 2018, 2019, dan 2020. Tes CTSR terdiri dari 12 pasang soal (total 24 soal). Kedua belas pasang soal tersebut telah disesuaikan dengan 12 indikator penalaran ilmiah. Berdasarkan sistem skoring yang telah dijelaskan sebelumnya, diperoleh hasil bahwa 6 orang atau sebanyak 46,15% berada dalam pada level operasional konkret (skor 0-4), 7 orang atau sebanyak 53,85% berada pada level transisional (skor 5-8), dan tidak ada satupun yang berada pada level operasional formal (skor 9-12). Terlihat bahwa jumlah mahasiswa yang berada pada level transisional paling banyak dan jumlah mahasiswa yang berada pada level operasional formal paling sedikit bahkan tidak ada sama sekali. Jumlah mahasiswa yang berada pada level operasional konkret tidak jauh berbeda dengan jumlah mahasiswa yang berada pada level transisional. Hasil ini jelas berbeda dengan teori perkembangan yang mengatakan bahwa anak berusia di atas 11 tahun berada pada level operasional formal.

Selain level penalaran ilmiah, kita juga dapat menganalisis ketercapaian masing-masing indikator penalaran ilmiah. Ketercapaian masing-masing indikator tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 1. Soal pada indikator 1 menjadi soal yang paling banyak dijawab dengan benar oleh mahasiswa (100%), sedangkan soal pada indikator 11 menjadi soal yang paling sedikit dijawab dengan benar (hanya 7,69%). Grafik tingkat ketercapaian indikator tersebut cenderung menurun. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah jawaban benar paling banyak terdapat pada indikator-indikator awal lalu menunjukkan penurunan pada indikator-indikator akhir. Sebagaimana tingkat kesulitan soal pada tes CTSR, soal-soal mudah terdapat pada indikator-indikator awal dan semakin sulit pada indikator-indikator akhir.

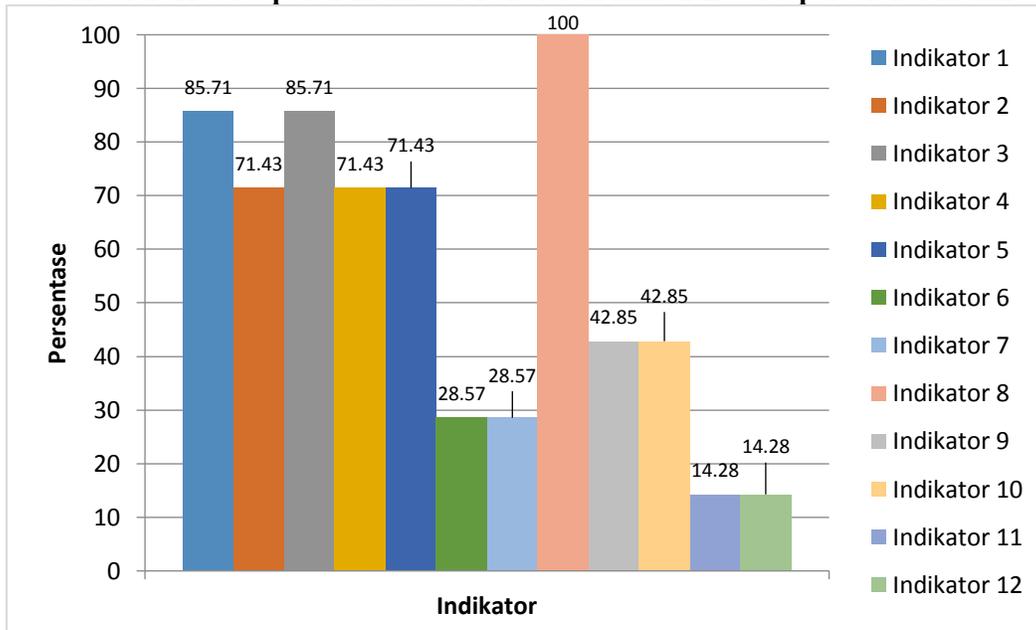
Analisis selanjutnya dilakukan pada data skor tes pada setiap level penalaran mahasiswa. Berdasarkan hasil analisis diperoleh 6 mahasiswa (sebanyak 46,15%) yang berada pada level operasional konkret dengan skor terendah 2 dan skor tertinggi 4. Adapun mahasiswa yang mendapat skor 2 sebanyak 1 orang (16,67%), skor 3 sebanyak 2 orang (33,33%), dan skor 4 sebanyak 3 orang (50%). Grafik ketercapaian masing-masing indikator pada level operasional konkret ditunjukkan pada Gambar 2. Pada kelompok level operasional konkret, ternyata tidak seluruh mahasiswa dapat menjawab soal pada indikator operasional konkret (1-4) dengan benar. Hal ini dibuktikan dengan persentase rendah pada indikator 2,3, dan 4. Bahkan soal pada indikator 3 dan 4 hanya dijawab benar oleh satu orang saja atau sebanyak 16,67%. Akan tetapi, soal pada indikator 5 yang termasuk indikator operasional formal justru memiliki persentase tinggi (66,67%). Selain itu, juga ada beberapa mahasiswa yang bisa menjawab soal pada indikator operasional formal lainnya meskipun dengan persentase yang lebih sedikit. Selanjutnya, dapat diamati pula bahwa tidak ada satupun mahasiswa yang dapat menjawab soal pada indikator 6, 7, dan 11 dengan benar.



Gambar 1. Ketercapaian Indikator Penalaran Ilmiah



Gambar 2. Ketercapaian Indikator Penalaran Ilmiah Level Operasional Konkret



Gambar 3. Ketercapaian Indikator Penalaran Ilmiah Level Transisional

Pembahasan

Jumlah mahasiswa yang berada pada level transisional adalah sebanyak 7 orang (53,85%). Skor terendah yang diperoleh adalah 5 dan skor tertinggi adalah 8. Adapun mahasiswa yang memperoleh skor 5 sebanyak 1 orang (14,28%), skor 6 sebanyak 2 orang (28,57%), skor 7 sebanyak 3 orang (42,85%), dan skor 8 sebanyak 1 orang (14,28%). Grafik ketercapaian masing-masing indikator pada level transisional

ditunjukkan pada Gambar 3. Terlihat bahwa mahasiswa masih mampu mengerjakan soal pada indikator 1 sampai 5 dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan persentase ketercapaian yang relatif tinggi. Grafik menunjukkan penurunan pada indikator 6 dan 7, lalu peningkatan pada indikator 8, kemudian mengalami penurunan kembali sampai dengan indikator 12. Pada kelompok level transisional, soal pada indikator 8 menjadi soal yang paling banyak dijawab benar (100%). Sedangkan, soal pada indikator 11 dan 12 menjadi soal yang paling sedikit dijawab benar (14,28%). Berdasarkan analisis tersebut dapat dikatakan bahwa pada mahasiswa hanya dapat menjawab sebagian soal pada indikator operasional formal dengan benar.

Secara umum, penalaran ilmiah mahasiswa calon guru fisika pada rentang usia 18 – 22 tahun dalam pembelajaran daring yaitu berada pada level operasional konkret (46,15%) dan transisional (53,85%). Tidak ada satupun mahasiswa yang berada pada level operasional formal. Hal ini bertentangan dengan teori kognisi perkembangan anak yang mengatakan bahwa anak berusia di atas 11 tahun harusnya telah mencapai level operasional formal (Piaget, 1964). Ada beberapa kemungkinan yang dapat menyebabkan terlambatnya perkembangan kemampuan nalar mahasiswa terutama di masa pandemi. Salah satu faktor penyebabnya adalah kurangnya interaksi mahasiswa dengan sumber ajar nyata. Mahasiswa tidak mampu melakukan praktikum untuk membuktikan suatu fenomena dan membangun pengetahuan. Sistem pembelajaran daring memaksa mereka untuk menyerap semua informasi yang diberikan dosen tanpa harus mencari pengetahuan tersebut secara mandiri. Seharusnya model pembelajaran inkuiri lebih ditekankan dalam pembelajaran daring. Sehingga meskipun mahasiswa tidak berinteraksi langsung dengan sumber belajar, namun kemampuan nalar mahasiswa tetap terlatih (Dolan and Grady, 2010).

Hasil yang diulas pada poin pembahasan ini berasal dari data penelitian yang diperoleh dari populasi penelitian (bukan sampel), dikarenakan jumlah mahasiswa dalam satu prodi yang relatif sedikit. Ancaman terhadap validasi, baik dari internal maupun eksternal, telah dapat diminimalisasi. Beberapa cara yang dilakukan adalah dengan menyamakan semua prosedur yang harus dilakukan oleh seluruh subjek penelitian serta penarikan kesimpulan yang didasarkan pada data penelitian, dan bukan dari sumber lainnya.

Kesimpulan

Penalaran ilmiah mahasiswa calon guru fisika dalam pembelajaran daring hanya berada pada level operasional konkret (46,15%) dan transisional (53,85%). Tidak ada satupun mahasiswa yang berada pada level operasional formal. Kelompok mahasiswa dengan level operasional konkret memiliki skor terendah 2 dan skor tertinggi 4. Pada indikator operasional konkret, hanya indikator 1 (konservasi berat) yang memiliki persentase tinggi sedangkan indikator lain memiliki persentase relatif rendah. Akan tetapi, kelompok ini memiliki persentase relatif tinggi pada indikator 5 (identifikasi dan kontrol variabel) yang termasuk indikator operasional formal. Kelompok mahasiswa dengan level transisional memiliki skor terendah 5 dan skor tertinggi 8. Seluruh indikator pada level operasional konkret memiliki persentase yang relatif tinggi. Persentase relatif tinggi juga terdapat pada indikator 5 (identifikasi dan kontrol variabel) dan 8 (berpikir probabilistik). Akan tetapi pada indikator operasional formal lainnya memiliki persentase yang relatif rendah.

Referensi

- Bao, L. *et al.* (2009) 'Learning and Scientific Reasoning', *Education Forum*, 323(October 2019), pp. 586–587. doi: 10.1126/science.1167740.
- Dolan, E. and Grady, J. (2010) 'Recognizing Students' Scientific Reasoning: A Tool for Categorizing Complexity of Reasoning during Teaching by Inquiry', *Journal of Science Teacher Education*, 21(1), pp. 31–55. doi: 10.1007/s10972-009-9154-7.
- Erlina, N., Supeno and Wicaksono, I. (2016) 'Penalaran Ilmiah dalam Pembelajaran Fisika', in *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana Pendidikan Sains Unesa*, pp. 473–480.
- Han, J. (2013) *Scientific Reasoning: Research, Development, and Assessment*.

- Handayani, G. A., Windyariani, S. and Pauzi, R. Y. (2020) 'Profil Tingkat Penalaran Ilmiah Siswa Sekolah Menengah Atas pada Materi Ekosistem', *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 6(2), pp. 176–186.
- Hermawanto, Kusairi, S. and Wartono (2013) 'Pengaruh Blended Learning terhadap Penguasaan Konsep dan Penalaran Fisika Peserta Didik Kelas X', *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 9(57), pp. 67–76.
- Karplus, R. (1977) 'Science Teaching and Development of Reasoning', *Journal of Research in Science Teaching*, 14(2), pp. 169–175.
- Khoirina, M., Cari, C. and Sukarmin (2018) 'Identify Students' Scientific Reasoning Ability at Senior High School', *Journal of Physics: Conference Series*, 1097(1). doi: 10.1088/1742-6596/1097/1/012024.
- Lawson, A. E. (1978) 'The Development and Validating of a Classroom Test of Formal Reasoning', *Journal of Research in Science Teaching*, 15(1), pp. 11–24.
- Lawson, A. E. *et al.* (2000) 'Development of Scientific Reasoning in College Biology : Do Two Levels of General Hypothesis-Testing Skills Exist?', *Journal of Research in Science Teaching*, 37(1), pp. 81–101.
- Muslim, Suhandi, A. and Nugraha, M. G. (2016) 'Development of Reasoning Test Instruments Based on TIMSS Framework for Measuring Reasoning Ability of Senior High School Student on the Physics Concept', *Journal of Physics: Conference Series*, 755(1). doi: 10.1088/1742-6596/755/1/011001.
- Nehru and Syarkowi, A. (2017) 'Analisis Desain Pembelajaran untuk Meningkatkan Literasi Sains Berdasarkan Profil Penalaran Ilmiah', *Jurnal Wahana Pendidikan Fisika*, 2(1), pp. 20–24.
- Nugraha, M. G. *et al.* (2017) 'Problem Solving-Based Experiment untuk Meningkatkan Keterampilan Penalaran Ilmiah Mahasiswa Fisika', *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika*, 3(2), pp. 137–144.
- Nurhayati, Yulianti, L. and Mufti, N. (2016) 'Pola Penalaran Ilmiah dan Kemampuan Penyelesaian Masalah Sintesis Fisika', *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 1(8), pp. 1594–1597.
- OECD (2019) 'OECD Multilingual Summaries PISA 2018 Results (Volume I) What Students Know and Can Do (Spanish)', I(Volume I), pp. 2018–2020.
- Piaget, J. (1964) 'Part I: Cognitive Development in Children: Piaget Development and Learning', *Journal of Research in Science Teaching*, 2(3), pp. 176–186. doi: 10.1002/tea.3660020306.
- Shofiyah, N., Supardi, Z. A. I. and 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), pp. 83–87.
- Sutarno (2014) 'Profil Penalaran Ilmiah (Scientific Reasoning) Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Bengkulu Tahun Akademik 2013/2014', *Prosiding Semirata*, (May 2014), pp. 361–371.
- Sutarno and Puteri, D. H. (2012) 'Penerapan Kelompok Kooperatif Berbantuan Multimedia Interaktif untuk Meningkatkan Penalaran Sains dan Penguasaan Konsep Mahasiswa', *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, pp. 147–152.
- Zulkipli, Z. A. *et al.* (2020) 'Identifying Scientific Reasoning Skills of Science Education Students', *Asian Journal of University Education*, 16(3), pp. 275–280. doi: 10.24191/ajue.v16i3.10311.

