GRAVITASI
Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains
Vol (6) No (02) Edisi Desember Tahun 2023

https://ejurnalunsam.id/index.php/JPFS

Analisis Keterampilan Berpikir Kritis, Berpikir Kreatif, Komunikasi Ilmiah dan Kolaborasi Mahasiswa Pendidikan Fisika

Dona Mustika[1]

[1]Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Samudra
Jln. Kampus Meurandeh No. 1, Kecamatan Langsa Lama, Kota Langsa, Propinsi Aceh, 24416
Email Korespondensi: dona.phys@unsam.ac.id

ABSTRAK

Keterampilan 4C sebagai kompetensi utama yang diperlukan dalam abad 21, maka dibutuhkan perhatian dan pembinaan yang baik dalam pendidikan di perguruan tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapat profil 4C dari mahasiswa prodi pendidikan fisika FKIP UNSAM yang dapat digunakan untuk evaluasi pembelajaran di pendidikan tinggi dalam menyiapkan lulusan dengan kompetensi yang baik sesuai dengan kebutuhan dunia kerja. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini dikembangkan sesuai dengan indikator masing-masing keterampilan, dan menggunakan instrumen yang telah divalidasi pada penelitian terdahulu. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh keterampilan berpikir kritis mahasiswa dalam kategori rendah (54,84%), keterampilan berpikir kreatif dalam kategori kreatif (78,09%), komunikasi ilmiah dalam kategori baik (79,17), dan keterampilan kolaborasi dalam kategori sangat baik (87,13%). Hasil tersebut menunjukkan bahwa dibutuhkan perbaikan yang signifikan pada keterampilan berpikir kritis mahasiswa. Perbaikan yang dapat dilakukan diantaranya adalah dengan mempersiapkan lembar kerja mahasiswa dan lembar asesmen yang layak.

Kata kunci: berpikir kritis, berpikir kreatif, komunikasi ilmiah, kolaborasi, keterampilan 4C

ABSTRACT

4C skills are the main competencies needed in the 21st century. A training and an attention is needed in higher education. This research was conducted to obtain the 4C profile of physics education study program students in UNSAM. The result can be used to evaluate higher education learning in preparing graduates with good competencies according to the needs of the world and life. The instruments used in this research were developed in accordance with each skill indicator, and used instruments that had been validated in previous research. Based on research results, students' critical thinking skills are in the low category (54,84%), creative thinking skills are in the creative category (78,09%), scientific communication is in the good category (79,17), and collaboration skills are in the very good category (87,13%). These results indicate that significant improvements are needed in students' critical thinking skills. Improvements that can be made include preparing appropriate student worksheets and assessment sheets.

Keywords: critical thinking, creative thinking, science communication, collaboration, 4C skills

A. PENDAHULUAN

Kompetensi lulusan merupakan suatu hal terpenting dan menjadi fokus dalam penyelenggaraan pendidikan tinggi, dimana kompatensi lulusan harus sesuai dengan kebutuhan dunia kerja. Kemajuan pesat di era globalisasi menuntut lulusan memiliki keterampilan yang dikenal sebagai keterampilan abad 21 *(21st century skill)* agar mampu bersaing dalam revolusi industri seperti keterampilan dalam berkomunikasi secara efektif, kemampuan kolaborasi yang baik, memiliki produktifitas, nilai spiritual dan moral yang

tinggi, literasi digital serta memiliki pemikiran yang kritis.

Terdapat 10 keterampilan utama yang paling dibutuhkan dalam menghadapi dunia kerja hingga tahun 2025 menurut *World Economic Forum* (2020), yaitu: (1) strategi pembelajaran aktif, (2) inovasi dan kemampuan berpikir analitis, (3) keterampilan berpikir kritis, (4) memiliki gagasan (ide) dalam pemecahan masalah, (5) kemampuan memecahkan masalah yang kompleks, (6) kreatifitas dan originalitas, (7) keterampilan penggunaan teknologi, *monitoring* dan *control*, (8) keterampilan dalam desain teknologi dan pemrograman, (9) fleksibilitas, ketahanan *stress*, (10) literasi sosial dan kepemimpinan. Lebih lanjut, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Indonesia merefleksikan pembelajaran ke dalam keterampilan 4C (*Critical Thinking, Creativity and Inovation, Collaboration, and Communication*) sebagai tujuan pembelajaran (Zubaidah, 2019).

Berpikir kritis merupakan suatu bentuk pemikiran yang sistematis, beralasan, dan mengarah pada suatu kesimpulan serta pengambilan keputusan (Halpern dan Dunn, 2021). Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, Li dan Liu (2021) mengelompokkan komponen keterampialn berpikir kritis ke dalam kemampuan analisis, evaluasi, inferensi, sintesis/konstruksi dan refleksi/koreksi diri. Sedangkan Tiruneh, dkk. (2016) mengembangkan indikator keterampilan berpikir kritis ke dalam aspek penalaran (*reasoning*), berpikir sebagai pengujian hipotesis (*thinking as hypothesis testing*), analisis argumen (*argument analysis*), analisis kemungkinan dan ketidakpastian (*likelihood and uncertainty analysis*), dan pemecahan masalah dan pengambilan keputusan (*problem-solving and decision-making*). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa berpikir kritis merupakan kemampuan dalam menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan dalam hakikatnya (epistemik) sehingga diperoleh pemikiran yang beralasan dari suatu informasi yang tersedia. Hasil akhir yang diharapkan dari kemampuan berpikir kritis adalah kemampuan dalam memecahkan masalah dan mengambil keputusan.

Kreativitas memiliki sedikit perbedaan definisi dengan inovasi. Kreativitas merupakan proses dalam menghasilkan ide baru sedangkan inovasi merupakan bagian kegiatan yang berfokus dalam mengimplementasikan atau memperkenalkan ide-ide baru tersebut (Lee dkk., 2019). Perbedaan lainnya adalah dibutuhkan sifat keterbaruan dalam kreativitas sedangkan dalam inovasi boleh mengadopsi atau mengadaptasi ide lain, namun dibutuhkan adanya unsur kebermanfaatan dalam inovasi sedangkan pada kreativitas tidak harus ada unsur kebermanfaatan (Hughes, dkk., 2018). Piirto (2011) mengkategorikan kreativitas dan inovasi ke dalam tiga aspek operasional, yaitu: berpikir kreatif, bekerja sama secara kreatif dengan orang lain dan penerapan inovasi. Lebih lanjut, Munandar (2009) menjabarkan indikator berpikir kreatif ke dalam aspek: berpikir lancar (*fluency*), berpikir luwes (*flexibility*), berpikir orisinil (*originality*) dan memperinci (*elaboration*).

Kolaborasi secara umum diartikan sebagai kemampuan dalam bekerja sama, *Australian Council for Educational Research* (ACER) mendefinisikan kolaborasi sebagai kemampuan individu untuk berkontribusi secara efektif di dalam kelompok. Kolaborasi dapat dideskripsikan ke dalam tiga faktor utama dengan masing-masing aspeknya sebagai berikut: (1) membangun pemahaman bersama, terdiri atas aspek: berkomunikasi dengan orang lain, mengumpulkan sumber daya dan informasi, bernegosiasi dan bertanggungjawab; (2) kontribusi secara kolektif, terdiri atas aspek: berpartisipasi dalam kelompok, mengakui kontribusi orang lain dan terlibat dengan peran dan tanggung jawab; (3) regulasi, terdiri dari aspek: memastikan kontribusi yang konstruktif, menyelesaikan perbedaan, mempertahankan pemahaman yang dibagi dan mengadaptasi sikap dan kontribusi.

Keterampilan komunikasi mengacu pada kemampuan individu dalam berkomunikasi secara jelas baik menggunakan bahasa lisan maupun tulisan (*Pacific Policy Research Center*: 2010). Komunikasi yang baik dapat

mengekspresikan ide, gagasan serta konsep secara efektif (*Partnership for 21st Century Learning:* 2015). Pada pembelajaran sains, komunikasi sains dibutuhkan untuk mentransfer pengetahuan sains dan menyampaikan hasil temuan para ilmuan. Komunikasi sains dapat dinilai berdasarkan beberapa aspek dan indikator sebagai berikut: aspek verbal meliputi: mendeskripsikan materi secara objektif, mempresentasikan gambar, grafik, persamaan dan tabel, menyampaikan ide/gagasan untuk penyelesaian masalah, dan menyampaikan informasi secara efektif; dan aspek tulisan meliputi: meringkas informasi dari berbagai literatur, menggambar grafik, persamaan dan tabel, serta kemampuan menyusun laporan ilmiah (Yakob, 2018).

Keterampilan-keterampilan tersebut dapat dipelajari dan diajarkan dengan menerapkan suatu pengaturan yang tepat dalam proses pembelajaran. Dengan kata lain, keterampilan-keterampilan tersebut hanya dapat diidentifikasi melalui penerapan model pembelajaran yang tepat.

Keterampilan 4C sebagai kompetensi utama yang diperlukan dalam abad 21, maka dibutuhkan perhatian dan pembinaan yang baik dalam pendidikan di perguruan tinggi (Astuti, dkk., 2019). Penelitian ini dilakukan untuk mendapat profil 4C dari mahasiswa prodi pendidikan fisika FKIP UNSAM yang dapat digunakan untuk evaluasi pembelajaran di pendidikan tinggi dalam menyiapkan lulusan dengan kompetensi yang baik sesuai dengan kebutuhan dunia kerja. Keterampilan 4C dalam ruang penelitian ini adalah: (1) keterampilan berpikir kritis, (2) keterampilan berpikir kreatif, (3) keterampilan komunikasi ilmiah dan (4) keterampilan kolaborasi.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif. Sampel dalam penelitian ini adalah mahasiswa calon guru program studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Samudra semester 3 dan semester 5 yang diambil secara acak, berjumlah 30 orang mahasiswa.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi: (1) keterampilan berpikir kritis, (2) keterampilan berpikir kreatif, (3) keterampilan komunikasi ilmiah dan (4) keterampilan kolaborasi. Tabel 1 menunjukkan teknik pengambilan data dalam penelitian ini.

Tabel 1. Instrumen Penelitian

Jenis Data	Teknik Pengambilan Data
Keterampilan berpikir kritis	Tes
Keterampilan berpikir kreatif	Tes
Keterampilan komunikasi ilmiah	Observasi
Keterampilan kolaborasi	Observasi

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini dikembangkan sesuai dengan indikator masing-masing keterampilan. Pada penelitian ini, indikator keterampilan berpikir kritis yang digunakan mengacu pada indikator yang dikembangkan oleh Tiruneh, dkk. (2016), indikator keterampilan berpikir kreatif mengacu pada indikator yang dikembangkan oleh Munandar (2009), indikator komunikasi ilmiah merujuk kepada indikator yang dikembangkan oleh Yakob, dkk. (2018), dan indikator kolaborasi merujuk kepada indikator yang dikembangkan oleh Firmansyah, dkk. (2022). Instrumen keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif pada penelitian ini menggunakan instrumen yang telah divalidasi pada penelitian Firmansyah, dkk. (2022), dan instrumen komunikasi ilmiah menggunakan instrumen yang telah divalidasi pada penelitian Yakob, dkk. (2018).

Kisi-kisi soal yang digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif, masing-masing ditunjukkan pada Tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 2. Kisi-Kisi Instrumen Keterampilan Berpikir Kritis

No	Aspek	Indikator	No Soal
1	Penalaran	Mendeteksi kekeliruan suatu istilah atau pernyataan	1, 9
		Interpretasi hasil percobaan	2, 10
2	Berpikir sebagai pengujian hipotesis	MengIdentifikasi hubungan suatu gejala/peristiwa yang satu dengan yang lainnya	3, 11
3	Menganalisis Argumentasi	Menyimpulkan pernyataan yang tepat berdasarkan data yang diberikan	4, 12
4	Analisis kemungkinan dan ketidakpastian	Memprediksi kemungkinan yang akan terjadi	5, 13
		Memprediksi kemungkinan yang akan terjadi	6, 14
5	Pemecahan masalah dan pengambilan keputusan	Memeriksa prosedur yang sesuai dalam memecahkan masalah ilmiah	7, 15
		Mengevaluasi solusi untuk suatu masalah dan membuat keputusan yang kuat berdasarkan bukti	8, 16

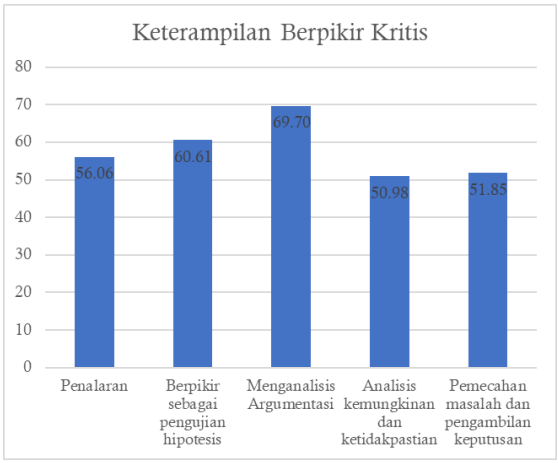
Tabel 3. Kisi-Kisi Instrumen Keterampilan Berpikir Kreatif

No	Aspek	Indikator	No Soal
1	*Fluency*	Melahirkan banyak pertanyaan kreatif dan beragam	1, 6
2	*Elaboration*	Mampu memperkaya dan mengembangkan suatu gagasan atau produk	2, 7
3	*Flexibility*	Menghasilkan gagasan, jawaban, atau pertanyaan yang bervariasi	3, 8
4	*Originality*	Mampu melahirkan ungkapan yang baru dan unik	4, 9
		Mampu membuat kombinasi-kombinasi yang tidak lazim dari bagian-bagian atau unsur-unsur	5

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

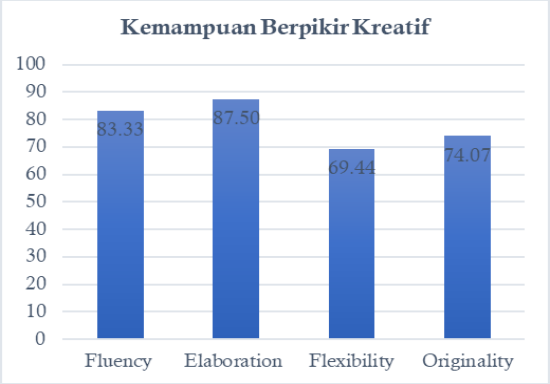
Hasil

Berdasarkan hasil tes keterampilan berpikir kritis mahasiswa pendidikan fisika, diperoleh data pada setiap aspek sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1, dengan nilai rata-rata keseluruhan sebesar 54,84% (rendah).



Gambar 1. Grafik Keterampilan Berpikir Kritis

Hasil tes keterampilan kemampuan berpikir kreatif mahasiswa pendidikan fisika pada setiap aspek ditampilkan pada Gambar 2, dengan nilai rata-rata 78,09% (kreatif).



Gambar 2. Grafik Keterampilan Berpikir Kreatif

Hasil observasi keterampilan komunikasi ilmiah mahasiswa pendidikan fisika diperoleh nilai rata-rata 79,17% (baik), dengan nilai pada masing-masing indikator ditunjukkan pada Tabel 4 sedangkan dalam setiap aspek verbal dan dan *writing* ditampilkan pada Gambar 3.

Tabel 4. Keterampilan Komunikasi Ilmiah

Aspek	Indikator		Skor
Verbal	(1)	Mendeskripsikan materi secara objektif	76
	(2)	Mempresentasikan gambar, grafik, persamaan dan tabel	56
	(3)	Menyampaikan ide/gagasan untuk penyelesaian masalah	84
	(4)	Menyampaikan informasi secara efektif	76
Writing	(5)	Meringkas informasi dari berbagai literatur	88
	(6)	Menggambar grafik, persamaan dan tabel	76
	(7)	Menyusun laporan ilmiah	92

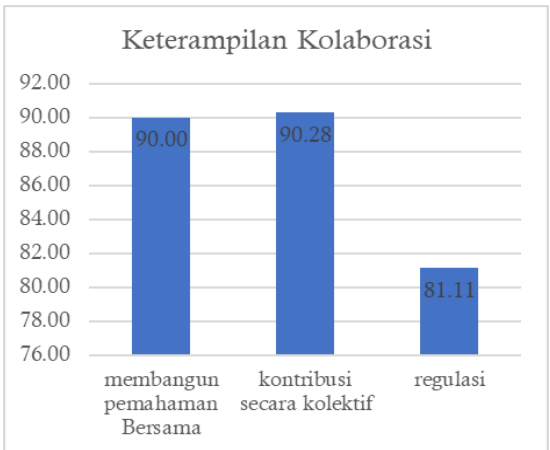


Gambar 3. Grafik Keterampilan Komunikasi Ilmiah

Hasil observasi keterampilan kolaborasi mahasiswa pendidikan fisika pada setiap indikator aspek ditunjukkan pada Tabel 5 dan untuk nilai rata-rata masing-masing aspek ditampilkan pada Gambar 4. Sedangkan untuk nilai rata-rata keterampilan kolaborasi diperoleh 87,13% dalam kategori sangat baik.

Tabel 5. Keterampilan Kolaborasi

Aspek	Indikator		Skor
Membangun pemahaman bersama	(1)	Berkomunikasi dengan orang lain	86,67
	(2)	Mengumpulkan sumber daya dan informasi	93,33
	(3)	Bernegosiasi dan bertanggungjawab	90,00
Kontribusi secara kolektif	(4)	Berpartisipasi dalam kelompok	91,67
	(5)	Mengakui kontribusi orang lain	85,83
	(6)	Terlibat dengan peran dan tanggung	93,33
Regulasi	(7)	jawab	81,67
	(8)	Memastikan kontribusi yang konstruktif	76,67
	(9)	Menyelesaikan perbedaan	85,00
		Mempertahankan pemahaman yang dibagi dan mengadaptasi sikap	



Gambar 4. Grafik Keterampilan Kolaborasi

Pembahasan

Pelaksanaan pembelajaran di perguruan tinggi dituntut untuk inovatif agar tercapai keterampilan secara optimal (Kemendikbud). Prodi pendidikan fisika

telah mengupayakan pembelajaran berbasis studi kasus dan berbasis proyek dalam upaya meraih capaian pembelajaran baik dari aspek sikap, pengetahuan maupun keterampilan. Capaian pembelajaran tersebut ditetapkan berdasarkan kebutuhan internal kampus dan juga stakeholder sebagai pemangku kepentingan kebutuhan lulusan. Sehingga, sasaran capaian pembelajaran prodi pendidikan fisika telah memenuhi standar kompetensi yang dibutuhkan dunia kerja. Keterampilan berpikir kritis, berpikir kreatif, komunikasi ilmiah dan kolaborasi merupakan beberapa kompetensi/keterampilan yang dibutuhkan dunia kerja saat ini (*World Economic Forum*, 2020).

Data penelitian ini merupakan salah satu bentuk evaluasi terhadap pembelajaran berbasis proyek dan studi kasus yang telah dilaksanakan di program studi pendidikan fisika Universitas Samudra. Sehingga dapat digunakan sebagai landasan pengembangan inovasi pembelajaran yang lebih baik. Bagaimanapun hasil dari proses pembelajaran harus dapat terukur dan sesuai dengan capaian yang diharapkan.

Hasil pengukuran keterampilan berpikir kritis mahasiswa prodi pendidikan fisika, diperoleh nilai rata-rata sebesar 54,84% yang masuk dalam kategori rendah. Nilai ini mengartikan bahwa pembelajaran yang dilakukan oleh prodi pendidikan fisika belum cukup efektif untuk mengasah kemampuan berpikir kritis mahasiswa, sehingga dibutuhkan perbaikan pada proses pembelajaran. Salah satu perbaikan yang dilakukan adalah pada pengembangan bahan ajar untuk mata kuliah yang menerapkan pembelajaran studi kasus dan berbasis proyek, termasuk di dalamnya lembar kerja yang layak bagi mahasiswa. Lembar kerja tersebut harus dapat digunakan untuk melatih keterampilan berpikir kritis mahasiswa. Lembar kerja mahasiswa (LKM) dibutuhkan agar kegiatan belajar menjadi lebih terarah (Guruh, Anjarwati dan Prayitno, 2018), sehingga pembelajaran menjadi lebih optimal (Sari dan Wulanda, 2019).

Perbaikan pembelajaran lainnya yang perlu dilakukan di program studi pendidikan fisika adalah memaksimalkan jumlah mata kuliah yang menerapkan pembelajaran kolaboratif berbasis proyek dan studi kasus. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis masalah atau studi kasus memberi peluang dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa (Susetyarini, Nurohman dan Husamah, 2022; Andayani, dkk., 2022). Dalam penelitian lain ditemukan bahwa pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis (Priyatni, dan As'ari, 2019; Putri, Bukit dan Simanjuntak, 2021).

Gambar 1 menunjukkan bahwa belum ada nilai yang mencapai nilai tinggi (>70) pada aspek keterampilan berpikir kritis. Dengan demikian maka perlu peningkatan kemampuan mahasiswa pada setiap aspek tersebut. Berbanding terbalik dengan data keterampilan berpikir kreatif yang tampilkan pada Gambar 2, dimana pada aspek *fluency* dan *elaboration* telah mencapai kategori sangat kreatif (>80) dan pada aspek *flexibility* dan *orginality* mencapai kategori kreatif (61-80). Rata-rata keterampilan berpikir kreatif mahasiswa mencapai 78 (kategori kreatif). Dengan demikian, maka hanya diperlukan sedikit perbaikan dalam peningkatan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa. Pembelajaran fisika di prodi pendidikan fisika FKIP UNSAM telah menerapkan pembelajaran berbasis proyek (mini proyek atau mini riset) sejak tahun 2018, sehingga mahasiswa telah terasah dalam menghasilkan kreativitas proyek yang dilakukan. Hal ini ditunjukkan dengan hasil pengukuran keterampilan berpikir kreatif yang sudah sangat baik. Perbaikan kecil diperlukan pada lembar kerja mahasiswa untuk menghasilkan keterampilan yang lebih maksimal.

Berdasarkan Grafik pada Gambar 3, terlihat bahwa keterampilan komunikasi verbal mahasiswa lebih rendah daripada keterampilan komunikasi tertulis (*writing*). Hal ini dikarenakan mahasiswa lebih sering diberi penugasan dalam penyusunan laporan ilmiah seperti laporan praktikum dan laporan mini riset, namun relatif lebih jarang diberi penugasan untuk mempresentasikan data-data ilmiah baik dari laporan praktikum maupun mini riset. Oleh karena itu, maka dibutuhkan peningkatan terhadap keterampilan komunikasi verbal mahasiswa pendidikan

fisika. Dalam dunia kerja, keterampilan komunikasi verbal merupakan faktor paling penting (Maes, Weldy, dan Icenogle, 1997). Walau demikian, tetap dibutuhkan perhatian terhadap kedua keterampilan komunikasi tersebut. Sebagai calon guru sains yang akan menjadi *role model* harus memiliki keterampilan verbal maupun non-verbal yang baik agar pesan atau ilmu pengetahuan dapat ditransferkan dan diterima dengan baik oleh peserta didik. Garcia (2012), menyebutkan komunikasi verbal dan non-verbal merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan. Sehingga dalam melaksanakan proses pembelajaran, pengajar harus dapat mengkombinasikan kedua keterampilan tersebut (Wahyuni, 2018).

Keterampilan komunikasi ilmiah terendah mahasiswa pendidikan fisika terdapat pada indikator mempresentasikan gambar, grafik, persamaan dan tabel. Dengan demikian maka perlu diberikan penugasan yang lebih baik bagi mahasiswa dalam representasi informasi atau data dalam bentuk gambar, persamaan, grafik dan tabel. Keterampilan tersebut merupakan bagian dari keterampilan multi representasi (Irwandani, 2014). Bray dan Williams (2018) menjelaskan bahwa multi-representasi merupakan salah satu faktor yang menyebabkan siswa kesulitan dalam memahami fisika. Namun hal ini dapat diselesaikan dengan persiapan pembelajaran yang baik. Bagaimanapun keterampilan komunikasi ilmiah penting dalam transfer pengetahuan dari saintis sehingga dapat dijangkau oleh masyarakat luas sehingga perlu untuk terus memberi perhatian pada keterampilan komunikasi sains/ilmiah (Abraham, 2020).

Gambar 4 dan Tabel 5 menampilkan data keterampilan kolaborasi mahasiswa pendidikan fisika. Berdasarkan data grafik pada gambar dan tabel terlihat bahwa keterampilan kolaborasi mahasiswa pendidikan fisika sudah sangat baik dengan proses pembelajaran yang telah dilakukan selama ini. Sedikit perbaikan yang perlu dilakukan pada indikator menyelesaikan perbedaan. Hal ini terkait dengan sikap mahasiswa dalam menyikapi perbedaan pendapat. Perlu sedikit arahan untuk dapat menyikapi perbedaan pendapat dengan lebih tenang, namun tetap dengan argumen-argumen yang logis yang disertai data-data.

Prodi pendidikan fisika berkomitmen untuk menghasilkan lulusan yang memiliki kompetensi yang sesuai dengan kebutuhan dunia kerja. Oleh karena itu, perlu untuk terus melakukan evaluasi pembelajaran dan evaluasi khusus terhadap keterampilan-keterampilan mahasiswa agar tercapai kompetensi lulusan sesuai dengan capaian pembelajaran lulusan. Selain itu, indikator kinerja utama perguruan tinggi menuntut untuk terlaksananya pembelajaran kolaboratif berbasis proyek dan studi kasus. Pembelajaran tersebut merupakan pembelajaran yang dapat melatih keterampilan mahasiswa sesuai dengan kebutuhan keterampilan pada abad 21 atau sesuai dengan kebutuhan dunia kerja saat ini. Tuntutan terhadap pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek dan studi kasus, secara tersirat mengharuskan program studi untuk menyiapkan bahan ajar termasuk lembar kerja mahasiswa dan asesmen proses pembelajaran yang layak sehingga tercapai *outcome* serta *output* yang diharapkan.

D. KESIMPULAN

Keterampilan berpikir kritis, berpikir kreatif, komunikasi ilmiah dan kolaborasi merupakan keterampilan yang penting untuk terus dievaluasi dan ditingkatkan dalam pembelajaran fisika di prodi pendidikan fisika. Khususnya dalam keterampilan berpikir kritis yang masih dibutuhkan peningkatan secara signifikan. Perbaikan yang dapat dilakukan diantaranya adalah dengan mempersiapkan lembar kerja mahasiswa dan lembar asesmen yang layak.

E. DAFTAR PUSTAKA

Abraham, G. (2020). The Important of Sciece Communication. *Metallography, Microstructure, and Analysis,* 9, p. 3–4. https://doi.org/10.1007/s13632-020-00613-w

Andayani, E., Mustikowati, R. I., Setiyowati, S. W., dan Firdaus, R. M. 2022. Case Method: Mengoptimalkan Critical Thinking, Creativity, Communication Skills dan Collaboratively Mahasiswa

Sesuai MBKM di Era Abad 21. *Jurnal Penelitian dan Pendidikan IPS (JPPI), 16(1), p. 52-60*. https://doi.org/10.21067/jppi.v16i1.6973

Astuti, A. P., Aziz, A., Sumarti, S. S., dan Bharati, D. A. L. (2019). Preparing 21st Century Teachers: Implemnetastion of 4C Character's Pre-Service Teacher through Teaching Practice. *IOP Conf. Series: Journal of Physics. 1233(2019) 012109*. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1233/1/012109

Bray, A., dan Williams, J. 2018. Why is Physics Hard? Unpacking Students' Perception of Physics. *Journal of Physics: International Conference on Physics Education (ICPE) 2018, 1512 (2020) 012002*. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1512/1/012002

Guruh, P., Anjarwati, P., & Prayitno, B. A. (2018). Problem-based learning module of environmental changes to enhance students' creative thinking skill. *Biosaintifika*, 10(2), p. 313–319. http://dx.doi.org/10.15294/biosaintifika.v10i2.12598

Firmansyah, J., Suhandi, A., Setiawan, A., dan Permanasari, A. (2022). PjB-Lab: practicing 4C Skills in physics Practicum. *Physics Education Journal, IOP Publishing, 57(3).* https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac3dc4

García, R.J.M. (2012). Communication, key to visible excellence in Higher Education. Journal for Educators, Teachers and Trainers, 3, p. 25 – 36.

Halpern, D. F., dan Dunn, D. S. (2021). Critical Thinking : A Model of Intelligence for Solving Real-World Problems. *Journal of Intelligence*, 9, 22. https://doi.org/10.3390/jintelligence9020022

Hughes, D.J., Lee, A., Tian, A. W., Neman, A., dan Legood, A. (2018). Leadership, Creativity, and Innovation : A Critical Review and Pratical Recommendations. *The Leadership Quarterly, 29(5), p. 549-569*. https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2018.03.001

Irwandani. (2014). Multi representasi Sebagai Alternatif Pembelajaran dalam Fisika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni, 3(1), p. 39-48.* http://dx.doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v3i1.64

Kemendikbud. *Latar Belakang Kampus Merdeka*. Di akses melalui https://kampusmerdeka.kemdikbud.go.id/web/about/latar-belakang_pada_20 Oktober 2023.

Lee A., Legood, A., Hughed, D., Tian, A. W., Newman, A., dan Knight C. 2019. Leadership, Creativity, and Innnovation: A Meta-nalytic Review. *European Journal of Work and Organization Psychology, 1-35. https://doi.org/10.1080/1359432X.2019.1661837*.

Li, X., dan Liu, J. 2021. Mapping the Taxonomy of Critical Thinking Ability in EFL. *Thinking Skills dan Creativity, 41, 100880*. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100880

Munandar, U. (2009). Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat. Jakarta: Rineka Cipta.

Maes, J.D., Weldy, T.G., dan Icenogle, M.L. (1997). A Managerial Perspective: Oral Communication Competency is Most Important for Business Students in The Workplace. *Journal of Business Communicaion, 34(1), 67-80.* https://doi.org/10.1177/002194369703400104

Pacific Policy Research Center. (2010). 21st Century Skills for Students and Teachers. Honolulu: Kamehameha Schools, Research & Evaluation Division.

Partnership for 21st Century Learning. (2015). P21 Framework Definition. Retrieved September 15, 2018, from http://www.p21.org/our-work/p21-framework/P21_Framework_Definitions_New_Logo2015.pdf

Priyatni, E. T., dan As'ari, A. R. 2019. Project-Based Learning Paper: Learning Model To Develop 4cs (Critical and Creative Thinking, Collaboration and Communication Skills). *Ist International Conference on Education, Social Sciences and Humanities (ICESSHum 2019), Series: Advances in Social Science, Education and Humanities Research, vol 335, 441-448, Atlantis Press.* https://doi.org/10.2991/icesshum-19.2019.72

Putri, R. R., Bukit, N dan Simanjuntak, M. P. 2021. The Effect of Project Based Learning Model's on Critical Thinking Skills, Creative Thinking Skills, Collaboration Skills, & Communication Skills (4C) Physics in Senior High School. *Proceeding of the 6th Annual International Seminar on Transformative Education and Educational Leadership (AISTEEL 2021), Seies:* Advances in Social Science, Education and

Humanities Research, volume 591, *323-330,* Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/assehr.k.211110.103

Sari, D. S., dan Wulanda, M. N. 2019. Pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa Berbasis Proyek dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Mahasiswa. *Natural: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA, 6(1), 20-33.* https://doi.org/10.30738/natural.v6i1.4073

Scoular, C., Duckworth, D., Heard, J., dan Ramalingam, D. 2020. *Collaboration : Skill Development Framework*. Australia: Australian Council for Educational Research. https://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1043&context=ar_misc

Susetyarini, E., Nurohman, E., dan Husamah, H. 2022. Analysis of Students' Collaborative, Communication, Critical Thinking and Creative Abilities through Problem-Based Learning. *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: e-Saintika, 6(1), 33-42. DOI: https://doi.org/10.36312/esaintika.v6i1.584*

Tiruneh, D.T., Cock, M.D., Weldeslassie, A. G., Elen, J., dan Janssen, R. (2016). Measuring Critical Thinking in Physics: Development and Validation of a Critical Thinking Test in Electricity and Magnetism. *International Journal od Science and Math Education. https://doi.org/10.1007/s10763-016-9723-0*

Wahyuni, A. 2018. The Prower of Verbal and Nonverbal Communication in Learning. *Advance in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR), volume 125.* 10.2991/icigr-17.2018.19

World Economic Forum (WEF). (2020*). The Future of Jobs Report 2020*. Switzerland. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf

Yakob, M., Mustika, D., Saputra, H., dan Sofyan. (2018). Implementation the science communication using multiple representation approach for pre service teacher in environmental physics course, *Interantional Conference on Mathematics and Science Education, 3.*

Zubaidah, S. (2019). Mengenal 4C: Learning and Innovation Skills untuk Menghadapi era Revolusi Industri 4.0. *Makalah Seminar 2nd Science Education National Conference, Universitas Trunojoyo, 13 Oktober 2018, p. 1-18.*