

Analisis kemampuan berpikir kritis pada praktikum fisika medan magnet dengan model PODE berbasis Vlab

Yunissa Cesariyanti, Annisa Nurul Fitriani, Annisa Rohmatul Hasanah, Annisa Nurhayati, Riki Purnama Putra, Rena Denya Agustina , Adam Malik 

Received: 3 Januari 2022 · Accepted: 28 Februari 2022 · Published Online: 28 Februari 2022
Copyright © 2022, Wahana Pendidikan Fisika



Abstract

Practicum activities conducted online cause many obstacles such as difficult access to the use of laboratory tools, limited practicum objects in real terms that result in a lack of deepening of the material. So that a new learning model is needed that is suitable to support online practicum activities through the Virtual Laboratory. This research aims to find out how the effect of the PODE (Predict-Observe-Discuss-Explain) learning model based on Virtual Laboratory or VLab on critical thinking skills on magnetic field physics practicum activities. The method used in this study was descriptively quantitative with one group pretest-posttest in control classes and experimental classes. Based on the results of data processing, the average N-Gain value in the control class is 45.37 and the experimental class is 64.82 with a significance result above 0.05. Based on the results of the analysis of the research data, it can be concluded that there is a positive influence in the application of a virtual laboratory-based PODE learning model to critical thinking skills in magnetic field physics practicum activities by physics education students.

Keywords: Critical Thinking · Magnetic Field · PODE Model · VLab

PENDAHULUAN

Pendidikan sangat berperan penting dalam menghadapi *era society* 5.0 dan menjadi faktor utama dalam upaya peningkatan kualitas sumber daya manusia untuk mampu beradaptasi dan mendukung perkembangan teknologi (Prasetyo & Budiyanto, 2020). Dalam menghadapi *era society* diperlukan pembekalan dan penerapan pembelajaran abad 21 yang akrab dengan sebutan “4Cs”, yaitu *communicators, creators, critical thinkers, and collaborators*. Dewasa ini, kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan yang harus dikembangkan selama proses pendidikan (Satoglu, 2018). Keterampilan berpikir kritis (*Critical Thinking Skill*) merupakan keterampilan fundamental untuk memecahkan suatu masalah. Keterampilan ini perlu dimiliki oleh seorang mahasiswa dalam menemukan serta memecahkan suatu sumber permasalahan yang dihadapi (Zubaidah, 2018). Melalui kemampuan ini, seseorang akan dapat

✉ Yunissa Cesariyanti
yunissacaesariyanti@gmail.com
Annisa Rohmatul Hasanah
annisarohmatulh17@gmail.com
Annisa Nurul Fitriani
annisa.nurul0702@gmail.com

Adam Malik
adammalik@uinsgd.ac.id
Annisa Nurhayati
annisanh613@gmail.com

Riki Purnama Putra
purnamariki20@gmail.com
Rena Denya Agustina
renadenya@uinsgd.ac.id

Program Studi Pendidikan Fisika, UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Kota Bandung, Indonesia.

How to Cite: Cesariyanti, Y., Fitriani, A.N., Hasanah, A.R., Nurhayati, A., Putra R.P., Agustina R.D., & Malik, A. (2022). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Pada Praktikum Fisika Medan Magnet Dengan Model PODE Berbasis Vlab. *Wahana Pendidikan Fisika*, 7(1), 43-50.
<https://doi.org/10.17509/wapfi.v7i1.42503>

mencermati dan mencari solusi atas segala permasalahan yang terjadi di sekitarnya terutama dalam bidang sains.

Pencapaian dalam aspek berpikir kritis dapat dilakukan dengan memperbaiki kualitas pembelajaran, menyesuaikan personalisasi belajar, menekankan pada pembelajaran berbasis proyek/masalah, mendorong kolaborasi dan komunikasi dengan meningkatkan keterlibatan dan motivasi mahasiswa serta mendesain aktivitas belajar yang relevan dengan dunia nyata (Retnosari & Widodo, 2018). Yulianto dan Sopyan (2014) menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis dan pemahaman konsep terhadap materi sains dapat dibangun melalui kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum memegang peranan yang sangat penting dalam meningkatkan keberhasilan proses belajar mengajar. Praktikum dapat memberikan manfaat dan pengalaman yang signifikan dalam tiga ranah pembelajaran. Pada ranah kognitif, praktikum dapat membantu pemahaman siswa. Pada ranah afektif dapat melatih sikap ilmiah siswa dan pada ranah psikomotorik dapat melatih keterampilan siswa dalam menggunakan alat dan bahan (Royani, 2018).

Disiplin ilmu dalam institusi perguruan tinggi pada kegiatan praktikum fisika merupakan salah satu mata kuliah yang cukup sulit diajarkan selama masa pandemi karena mahasiswa harus memiliki kompetensi dengan melakukan eksperimen menggunakan bahan serta peralatan di laboratorium secara langsung (Setiyaningsih, 2021). Praktikum merupakan suatu kegiatan yang dapat menambah pemahaman mengenai konsep fisika serta melatih keterampilan bereksperimen seperti keterampilan menggunakan alat ukur, keterampilan memilih metode pengambilan data, pengolahan data yang tepat, dan keterampilan menganalisis hasil praktikum serta menarik kesimpulan. Akan tetapi proses pelaksanaan kegiatan praktikum menjadi terbatas karena diberlakukan perkuliahan secara daring yang sejatinya dilakukan di laboratorium tidak dapat dilaksanakan (Fiqry, 2021).

Kegiatan praktikum yang dilakukan secara daring menimbulkan banyak kendala seperti sulitnya penggunaan alat laboratorium yang harus dipelajari melalui gambar-gambar online, tidak dapat melihat objek praktikum secara nyata yang mengakibatkan kurangnya pendalaman materi. Sehingga diperlukan model pembelajaran baru yang sesuai untuk menunjang kegiatan praktikum secara online melalui laboratorium virtual. Holden Simbolon menyatakan bahwa laboratorium virtual atau VLab adalah ruang kerja elektronik untuk kolaborasi yang membuktikan eksperimen antara teori dengan implementasi praktikum melalui simulasi yang praktis tanpa mengenal jarak ataupun waktu serta menghasilkan dan memberikan dampak pengetahuan yang nyata dalam pemberian informasi pembelajaran (Simbolon, 2015).

Adapun model pembelajaran yang digunakan ialah model PODE berbasis VLab. Model PODE (*Predict-Observe-Discuss-Explain*) merupakan hasil pengembangan model pembelajaran yang pertama kali diperkenalkan oleh White dan Gunston yaitu model pembelajaran POE (*Predict-Observe-Explain*) (Irfan & Syahrani, 2018). Model POE adalah model pembelajaran dengan menggunakan metode eksperimen yang diawali dengan penyajian masalah, dimana peserta didik diajak untuk memberikan dugaan sementara atas kemungkinan yang terjadi, dilanjutkan dengan pengamatan terhadap suatu masalah dan kemudian dibuktikan dengan melakukan percobaan untuk menemukan kebenaran prediksi awal berupa penjelasan (Irfan, 2017). Kebaharuan dari model PODE ialah adanya tahapan diskusi sebelum akhirnya menarik kesimpulan terhadap suatu fenomena yang nantinya akan dijelaskan oleh peserta didik.



Berdasarkan hal di atas, model PODE merupakan suatu model yang efisien untuk menciptakan kegiatan eksplorasi bagi para mahasiswa dalam melakukan kegiatan praktikum. Menurut Irfan & Syahrani (2018), model ini melibatkan peserta didik dalam meramalkan suatu fenomena, melakukan observasi melalui demonstrasi atau eksperimen, melakukan diskusi dalam rangka meningkatkan keterampilan sosial, dan akhirnya menjelaskan hasil demonstrasi dan ramalan mereka sebelumnya.

Adapun materi praktikum fisika yang dijadikan sebagai bahan penelitian ialah pada materi medan magnet. Materi medan magnet merupakan materi yang cukup abstrak karena dalam melakukan pratikumnya harus digunakan alat penunjang pembelajaran. Medan magnet merupakan daerah di sekitar magnet yang masih dipengaruhi oleh magnet (Sari & Prihandono, 2015). Medan magnet dapat digambarkan dengan garis-garis gaya magnet yang selalu keluar dari kutub utara magnet dan masuk ke kutub selatan magnet dan jarak antar garis tersebut menunjukkan besarnya medan magnet. Medan magnet akan lebih kuat apabila garis-garis tersebut berdekatan satu sama lain (Frederick, 1997). Medan magnet diproduksi dengan dua cara, yaitu menggunakan partikel bermuatan listrik, seperti arus di kawat untuk membuat elektromagnetik. Selain itu, adalah melalui partikel dasar seperti elektron karena partikel-partikel ini memiliki medan magnet intrinsik di sekitarnya.

Penelitian yang dilakukan oleh Retnosari & Widodo, mahasiswa dari Universitas Negeri Surabaya dalam penelitiannya menjelaskan bahwa adanya peningkatan keterampilan berpikir kritis berdasarkan hasil belajar dengan menggunakan model pembelajaran PODE sebesar 0,42 dengan kategori sedangkan Wulandari (2019), menyimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran PODE menggunakan media *virtual laboratory* dapat meningkatkan keterampilan sains siswa salah satunya adalah kemampuan berpikir kritis. Hal ini dapat dilihat dari perbedaan nilai rata-rata yang terjadi pada dua kelas yang berbeda. Pada kelas eksperimen, perolehan nilai hasil pembelajaran lebih unggul daripada kelas kontrol karena pada saat proses pembelajaran siswa cenderung aktif dalam berdiskusi dengan kelompoknya. Dengan tahapan-tahapan PODE (*Predict-Observe-Discuss-Explain*) yang diterapkan dalam proses pembelajaran, siswa akan lebih mudah untuk mengaitkan pengetahuannya dengan konteks yang nyata, menemukan konsep fisika berdasarkan temuannya sendiri, sehingga siswa mampu memecahkan berbagai permasalahan dalam konsep fisika. Hal tersebutlah yang dapat menjadikan keterampilan sains siswa dapat meningkat.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis hasil capaian model pembelajaran PODE berbasis *VLab* guna meningkatkan kemampuan abad 21 pada sisi kemampuan berpikir kritis pada materi praktikum medan magnet terhadap mahasiswa semester dua, program studi pendidikan fisika di UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Keterampilan tersebut diperlukan agar mahasiswa mendapatkan pengalaman dalam proses membangun pengetahuan baru, memecahkan masalah, berpikir kritis dan kreatif sehingga mampu terampil dalam proses berpikirnya untuk menghasilkan ide-ide baru, konstruktif, dan masuk akal.

METODE

Metode penelitian yang dilakukan ialah deskriptif kuantitatif dengan menggunakan “*one group pretest-posttest*” dengan mengambil sampel penelitian terhadap 22 mahasiswa semester dua program studi pendidikan fisika angkatan 2020 dengan membagi menjadi dua kelompok kelas, yaitu 11 mahasiswa pada kelas kontrol dan 11 mahasiswa lainnya pada kelas



eksperimen. Pada desain ini menggunakan dua kali tes, yaitu saat sebelum perlakuan (*pretest*) dan sesudah perlakuan (*posttest*) seperti pada Tabel 1 (Islahudin, 2020). Teknik pengumpulan data melalui Google Form yang disebarluaskan melalui WhatsApp.

Tabel 1. Rancangan Penelitian Menggunakan *One Group Pre-Post Test*

Kelompok	Pre-Test	Perlakuan	Post-Test
Eksperimen	O ₁	X ₁	O ₂
Kontrol	O ₃	X ₂	O ₄

Keterangan: O₁ = pretest di kelas eksperimen; O₂ = posttest di kelas eksperimen; O₃ = pretest di kelas kontrol; O₄ = posttest di kelas kontrol; X₁ = Perlakuan kelas eksperimen dengan menerapkan strategi pembelajaran PODE berbasis vlab; X₂ = Perlakuan kelas kontrol dengan menerapkan strategi pembelajaran langsung (Dewi, 2019).

Indikator yang diukur dalam penelitian yaitu dengan melakukan pretest dan posttest kemampuan berpikir kritis. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini dengan mengisi soal pemahaman mengenai materi medan magnet sebanyak 8 soal. Nantinya nilai pretest dan posttest dihitung menggunakan persamaan 1.

$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}} \times 100\% \tag{1}$$

Dengan *g* adalah *gain normalized* (N-Gain); *S_{max}* adalah *maximum score* (ideal); *S_{post}* adalah *final test score*; *S_{pre}* adalah *initial test scores* (Doyan, 2021). Hasil perhitungan tersebut kemudian dikonversi menjadi nilai kualitatif sesuai kriteria penilaian nilai *N-Gain*. Berikut tabel rentang *N-Gain Score* untuk keterampilan berpikir kritis.

Tabel 2. Rentang Nilai *N-Gain*

Rentang <i>N-Gain</i> Skor	Kategori
$\langle g \rangle \leq 0,30$	Rendah
$0,30 < \langle g \rangle \leq 0,70$	Sedang
$\langle g \rangle > 0,70$	Tinggi

Teknik analisis data dilakukan dengan teknik statistik, yaitu menggunakan uji normalitas dan uji homogenitas untuk menguji sampel, sedangkan untuk menguji hipotesis digunakan uji-t. Dari hasil analisis tersebut diharapkan dapat menunjukkan pengaruh penggunaan strategi pembelajaran PODE (*Predict-Observe-Discuss-Explain*) berbasis *virtual laboratory* atau *VLab* terhadap keterampilan kemampuan berpikir kritis mahasiswa dalam melaksanakan kegiatan praktikum pada materi medan magnet, kemudian dapat menjadi bahan pertimbangan terhadap perancangan model pembelajaran yang akan digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pelaksanaan kegiatan praktikum, mahasiswa dibagi menjadi 2 kelompok kelas, yaitu 11 mahasiswa pada kelas kontrol, serta 11 mahasiswa lainnya pada kelas eksperimen. Kegiatan praktikum pada penelitian ini menggunakan materi medan magnet dengan memanfaatkan media *software physics toolbox magnetometer* yang diunduh melalui *smartphone*. Tahapan

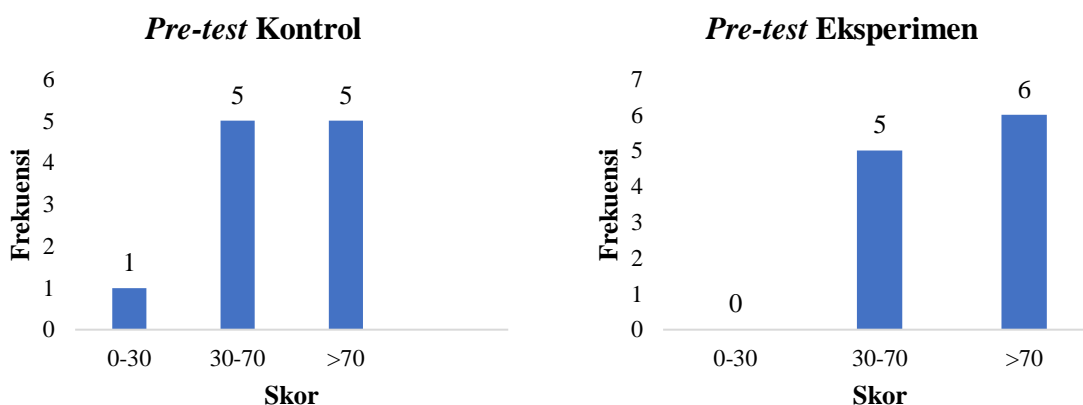
awal sebelum melakukan eksperimen, mahasiswa diminta untuk mengisi *pre-test* terlebih dahulu sebanyak 4 soal esai untuk menguji kemampuan awal mereka. Langkah selanjutnya mahasiswa mulai melakukan eksperimen menggunakan model pembelajaran PODE pada tahap *predict*, mahasiswa diberikan sebuah *real world problem* seputar materi medan magnet dan diminta untuk dapat meramalkan jawaban atau solusi yang tepat dan sesuai. Kemudian pada tahap *observe* dan *discuss*, mahasiswa melakukan uji pembuktian dan diskusi bersama terhadap ramalan mereka apakah benar atau tidak. Terakhir, ketika jawaban atau solusi telah terjawab dengan benar dan sesuai barulah mahasiswa dapat menjelaskan kembali pada tahap *explain*, hasil eksperimen mereka apakah sesuai dengan prediksi awal atau tidak.

Setelah selesai melakukan eksperimen, mahasiswa diminta kembali untuk melakukan *post-test* sebanyak 4 soal untuk dapat melihat perbedaan yang terjadi ketika sebelum dan sesudah melakukan eksperimen. Adapun hasil yang diperoleh dalam penelitian model PODE seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Skor Mahasiswa Pendidikan Fisika

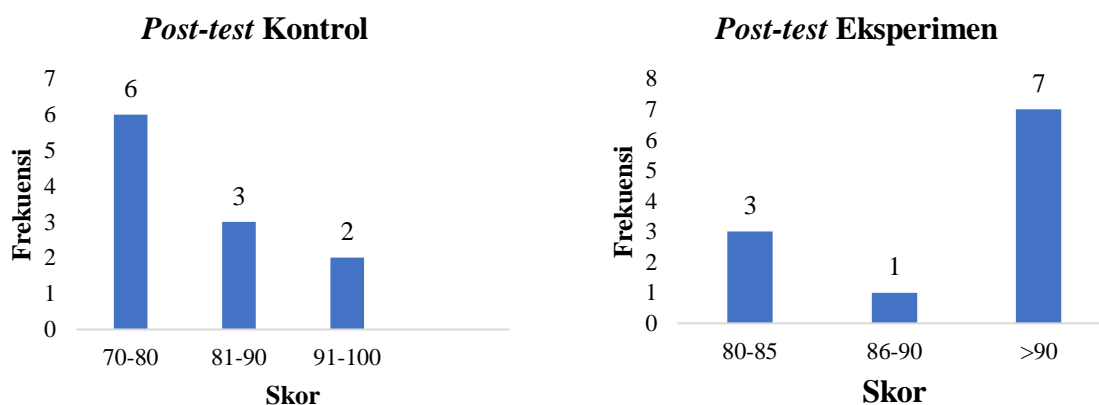
Statistik	Kelas Kontrol		Kelas Eksperimen	
	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
Banyak siswa	11	11	11	11
Min	38	73	48	82
Max	80	97	82	97
Jumlah	684	895	770	996
Rata2	62.18	81.36	70.00	90.55
Median	67.00	80.00	71.00	92.00
St Deviasi	15.178	6.757	9.176	4.803
Varian	230.364	45.655	84.200	23.073

Perbandingan distribusi frekuensi skor hasil *pretest*, *posttest* serta uji *N-Gain score* pada kelas kontrol dan kelas eksperimen dapat digambarkan dalam diagram batang seperti di bawah ini:



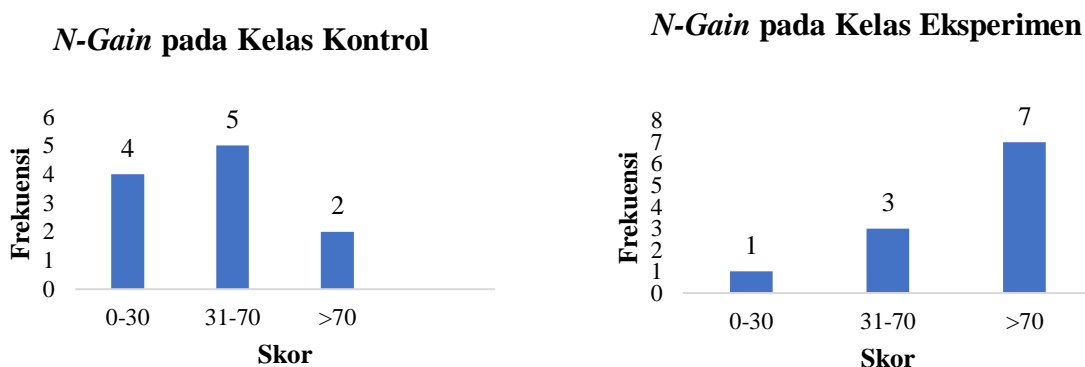
Gambar 1. Grafik distribusi skor pada *pre-test* kelas kontrol dan kelas eksperimen

Berdasarkan Gambar 1. dapat dilihat bahwa perbedaan antara hasil pretest pada kelas kontrol dan kelas eksperimen tidak begitu menunjukkan perbedaan yang signifikan. Pada kelas kontrol, ada 5 mahasiswa yang mendapat nilai >70 sedangkan pada kelas eksperimen terdapat 6 mahasiswa yang mendapat nilai >70.



Gambar 2. Grafik distribusi skor pada post-test kelas kontrol dan kelas eksperimen

Selanjutnya perbandingan antara nilai posttest pada kelas kontrol dan kelas eksperimen yang dapat dilihat pada Gambar 2. memiliki perbedaan yang signifikan. Pada kelas kontrol, ada 6 mahasiswa yang mendapat nilai di kisaran 70-80 dan hanya ada 2 mahasiswa lainnya mendapat nilai > 90, sedangkan pada kelas eksperimen yang telah diberikan perlakuan menggunakan model PODE terdapat 7 mahasiswa yang mendapat nilai > 90. Hal ini dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh positif dari adanya model pembelajaran PODE yang diterapkan ketika melakukan praktikum medan magnet.



Gambar 3. Grafik distribusi uji N-Gain Score kelas kontrol dan kelas eksperimen

Kemudian dilakukan uji N-Gain score pada kelas kontrol dan kelas eksperimen yang dapat dilihat pada Gambar 3. bahwa terdapat perbedaan hasil nilai yang signifikan. Pada kelas kontrol, ada 5 mahasiswa yang mendapat nilai di kisaran 31-70 dan hanya ada 2 mahasiswa lainnya mendapat nilai >70, sedangkan pada kelas eksperimen yang telah diberikan perlakuan menggunakan model PODE terdapat 7 mahasiswa yang mendapat nilai >70. Hal ini dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh positif dari adanya model pembelajaran PODE yang diterapkan ketika melakukan praktikum medan magnet.

Berdasarkan perolehan data-data yang telah dijelaskan, data tersebut di analisis kembali menggunakan uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas data pada penelitian ini menggunakan teknik Uji Kolmogorov Smirnov dengan data yang digunakan terhadap mahasiswa pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Hasil uji normalitas N-Gain Score pada kelas kontrol ialah sebesar 0.136 dan kelas eksperimen sebesar 0.048 dengan taraf signifikan

sebesar $\alpha = 5\%$. Berdasarkan hasil pengolahan tersebut, dapat disimpulkan bahwa distribusi data pada nilai *N-Gain Score* di kedua kelas dinyatakan terdistribusi normal. Pengujian homogenitas varian menggunakan *Levene's Test of Equality of Error Variances* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa menggunakan model PODE berbasis *Vlab* menunjukkan angka-angka signifikansi statistik *Levene* lebih besar dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa data tersebut homogen.

Persentase pencapaian kemampuan berpikir kritis pada kelas kontrol dan eksperimen memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Adapun rata-rata perolehan nilai *N-Gain score* yang dicapai pada kelas kontrol ialah 45.37, sedangkan rata-rata perolehan nilai pada kelas eksperimen ialah 64.82. Jika dilihat pada tabel rentang *N-Gain Score* berada dalam kategori sedang. Model PODE berbasis *Vlab* terbukti berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis mahasiswa ketika melakukan kegiatan praktikum fisika medan magnet. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Retnosari (2018) dan Wulandari (2019) bahwa model PODE dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis menggunakan media *virtual laboratory*.

Tabel 4. Perbedaan dalam Nilai Rata-rata Skor Pretest dan N-Gain

Skor	Kelas	Skor	Normalitas	Homogenitas	Signifikan
Pretest	Eksperimen	70.00	Sig > α (0.200) > (0.05) (Normal)	Sig < α (0.055) < (0.05)	Sig > α (1.783) > (0.05) (Perubahan Signifikan)
	Kontrol	62.18	Sig > α (0.043) > (0.05) (Normal)	(Homogen)	
N-Gain	Eksperimen	64.82	Sig > α (0.048) > (0.05) (Normal)	Sig < α (0.574) > (0.05)	Sig > α (0.078) > (0.05) (Perubahan Signifikan)
	Kontrol	45.37	Sig > α (0.136) > (0.05) (Normal)	(Homogen)	

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa strategi pembelajaran PODE (*Predict-Observe-Discuss-Explain*) berbasis *Vlab* berpengaruh positif terhadap kemampuan dan keterampilan berpikir kritis mahasiswa ketika melakukan kegiatan praktikum fisika medan magnet. Hal tersebut terlihat pada peningkatan keterampilan berpikir kritis berdasarkan *N-Gain score* yang dicapai pada kelas eksperimen lebih besar daripada kelas kontrol, yaitu pada kelas eksperimen sebesar 64.82, sedangkan pada kelas kontrol adalah 45.37 sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat perubahan hasil belajar yang signifikan. Saran peneliti setelah melakukan dan mengolah hasil penelitian ini, yaitu model PODE berbasis *Vlab* dapat diterapkan di perguruan tinggi karena mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa dalam melaksanakan praktikum fisika dasar.

REFERENCES

Dewi, I. S., & Utami, R. P. (2019). Profile Enhancement Students' Critical Thinking Skills of 7th Grade Junior High School in Natural Science Learning with Environmental

- Polution Subject Assisted by PODE worksheet. *Science Education and Application Journal*, 1(2), 56-61.
- Doyan, A., Makhrus, M., & Zamrizal, W. (2021, July). Development of Modern Physics Learning Devices Using Inquiry Learning Model Assisted with Virtual Media to Improve Student Cognitive Learning Result. In *5th Asian Education Symposium 2020 (AES 2020)* (pp. 213-216). Atlantis Press.
- Fiqry, R. (2021). Persepsi mahasiswa terhadap pemanfaatan aplikasi sensor smartphone untuk praktikum. *JIIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 4(2), 103-108.
- Irfan, M. (2017). Development of learning model PODE (*Predict, Observe, Discuss, Explain*) in the primary school. *International Journal of Social Science and Humanities Research*, 5(3), 491-498.
- Irfan, M., & Syahrani, S. (2018). Profil keterampilan proses sains siswa kelas V SD Inpres Unggulan BTN Pemda Kota Makassar melalui penerepan model pembelajaran predict observe, discuss, explain (PODE). *Publikan Journals UNM*, 8(1), 7-12.
- Islahudin, I., Sabaryati, J., Zulkarnain, Z., & Soeharto, S. (2020). Design of work instruction (WI) electronic workbench-assisted electrical measuring devices to improve the internship concept of students in basic electronic II course. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 5(2), 98-106.
- Nurhaddi, R. P., & Budiyanto, M. (2020). Pembelajaran ilmu pengetahuan alam berbasis high order thinking skills (HOTS) untuk menghadapi era society 5.0. *Pensa: E-Jurnal Pendidikan Sains*, 8(3), 282-287.
- Retnosari, D., & Widodo, W. (2018). LKS PODE (Predict, Observe, Discuss, Explain) untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. *Pensa: E-Jurnal Pendidikan Sains*, 6(02).
- Royani, I., Mirawati, B., & Jannah, H. (2018). Pengaruh model pembelajaran langsung berbasis praktikum terhadap keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis siswa. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram*, 6(2), 46-55.
- Sari, S.R.Y.W., & Prihandono, T. (2015). Aplikasi medan magnet extremely low frequency (ELF) 100 100 μ T dan 300 μ T pada pertumbuhan tanaman tomat. *Jurna Pendidikan Fisika*, 4(2), 164-170.
- Satoglu, S. I., Ustundag, A., Cevikcan, E., & Durmusoglu, M. B. (2018). *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation*. Springer
- Setyaningsih, A., Rahmawati, R., & Danawarih, S. (2021). Studi eksplorasi kegiatan praktikum fisika saat pandemi Covid-19. *Seminar Nasional Psikologi UM* (Vol. 1, No. 1, pp. 191-199).
- Simbolon, D. H. (2015). Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis eksperimen riil dan laboratorium virtual terhadap hasil belajar fisika siswa. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 21(3), 299-316.
- Yulianto, E., Sopyan, A., & Yulianto, A. (2014). Penerapan model pembelajaran poe (predict-observe-explain) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kognitif fisika SMP. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 3(3). 1-6.
- Zubaidah, S. (2018, October). Mengenal 4C: Learning and innovation skills untuk menghadapi era revolusi industri 4.0. In *2nd Science Education National Conference* (Vol. 13, No. 2, pp. 1-18).