

PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK BERBANTUAN LAB VIRTUAL TERHADAP KREATIVITAS MAHASISWA

Putu Widiarini¹⁾, I Putu Wina Yasa Pramadi¹⁾, Ida Bagus Putu Mardana¹⁾

¹⁾Program Studi Pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Bali, Indonesia

Corresponding author : Putu Widiarini

E-mail : putu.widiarini@undiksha.ac.id

Diterima 30 April 2021, Direvisi 06 Mei 2021, Disetujui 07 Mei 2021

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan penelitian pra-eksperimen dalam bentuk *one case study*. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis perbedaan kreativitas mahasiswa sebelum dan setelah diberikan perlakuan berupa model pembelajaran berbasis proyek berbantuan lab virtual. Laboratorium virtual yang dimaksud menggunakan aplikasi *Tinkercad* yang menyediakan berbagai piranti elektronik untuk praktikum elektronika. Populasi dan sampel penelitian ini adalah 15 orang mahasiswa semester V program studi pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas Pendidikan Ganesha tahun akademik 2020/2021 pada mata kuliah praktikum elektronika. Data dianalisis secara deskriptif dan uji-*t* dengan bantuan SPSS. Penelitian dilakukan selama 8 minggu yaitu tahap pertama adalah sebelum perlakuan selama 2 minggu, kemudian tahap kedua setelah perlakuan selama 6 minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kreativitas mahasiswa yang signifikan antara sebelum dan setelah diberikan perlakuan. Terdapat empat dimensi kreativitas yang dianalisis yaitu kelancaran, fleksibilitas, keaslian, dan elaborasi. Rerata kreativitas mahasiswa sebelum perlakuan sebesar 59,87 dengan kategori sedang, sedangkan setelah perlakuan sebesar 79,07 dengan kategori tinggi.

Kata kunci: elektronika, kreativitas; pembelajaran berbasis proyek; lab virtual

ABSTRACT

This research is a pre-experimental study in the form of a one case study. The purpose of this study was to analyze the differences in student creativity before and after being given treatment. The treatment was project-based learning model assisted by virtual lab. The virtual laboratory used the Tinkercad application which provides various electronic devices for electronics practicum. The population and sample of this study were 15 fifth semester students of the Physics education study program, FMIPA, Universitas Pendidikan Ganesha in the academic year 2020/2021 in the electronics practicum course. Data were analyzed descriptively and t-test by using SPSS. The research was conducted for 8 weeks, namely the first stage was before treatment for 2 weeks, then the second stage after treatment for 6 weeks. The results showed that there were significant differences in student creativity between before and after being given treatment. There are four dimensions of creativity that are analyzed, namely fluency, flexibility, originality, and elaboration. The mean creativity of students before treatment was 59.87 in the medium category, while after treatment was 79.07 in the high category.

Keywords: creativity; electronic; project based learning; virtual lab

PENDAHULUAN

Pembelajaran di abad 21 menekankan pada keterampilan daripada hanya pengetahuan hafalan saja. Proses pembelajaran yang mengintegrasikan kemampuan literasi, kecakapan pengetahuan, keterampilan dan sikap, serta penguasaan terhadap teknologi. Peranan teknologi informasi sangat penting dalam proses pembelajaran di abad 21. Segala arus informasi dapat dengan mudah beredar dan diakses oleh semua pihak di dunia maya. Tentunya keadaan ini harus dapat dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya

untuk menunjang bidang kehidupan terutama bidang pendidikan. Selain itu, pendidikan abad 21 mengutamakan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*high order thinking* atau HOTS). Keterampilan berpikir tingkat tinggi meliputi: keterampilan berpikir kreatif dan keterampilan berpikir kreatif. Berpikir kreatif merupakan tahapan berpikir dalam domain kognitif yang tertinggi (Anderson, L. W., & Bloom, 2001). Terdapat empat karakter penting pada pendidikan abad 21 yaitu adanya kolaborasi (*collaboration*), komunikasi (*communication*), berpikir kritis (*critical thinking*), dan kreativitas

(creativity).

Salah satu kemampuan berpikir tingkat tinggi adalah berpikir kreatif yang mampu melahirkan kreativitas (Hermansyah et al., 2017). Kreativitas mengacu pada kemampuan untuk menemukan dan menggunakan ide-ide baru yang bisa jadi tidak konvensional atau bahkan aneh, tetapi sebenarnya masih rasional dalam lingkup pembelajaran. Kreativitas merupakan hasil interaksi antara individu dengan lingkungannya yang membentuk suatu kombinasi baru (Munandar, 2009). Kreativitas dapat juga diartikan sebagai suatu kemampuan untuk menciptakan produk baru meskipun tidak sepenuhnya baru. Kenyataannya, kreativitas bukan genetik, tapi didapat melalui kebiasaan. Dengan kata lain, kreativitas adalah keterampilan yang dapat dilatih, maka sudah menjadi tugas pendidikan formal sebagai faktor penting dalam berkreasi untuk menghasilkan sumber daya manusia yang kreatif.

Salah satu model pembelajaran yang mampu memberikan peluang kepada peserta didik (mahasiswa) untuk mengembangkan kreativitasnya adalah model pembelajaran berbasis proyek (Yasin, R. M., Mustapha, R., & Zaharim, 2009). *Project based learning* (PjBL) adalah model pembelajaran yang mengorganisasi kelas dalam sebuah proyek (Thomas, 2000). Model PjBL akan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melakukan kegiatan praktikum secara bebas, mencari berbagai sumber belajar yang sesuai dengan topik di internet atau tempat lainnya, dan berkolaborasi dengan peserta didik lainnya (Santayasa et al., 2020). Model pembelajaran berbasis proyek dikembangkan dengan harapan memberi dampak instruksional berupa (1) peningkatan kemampuan siswa dalam menguasai materi pembelajaran, (2) pengembangan kemampuan siswa dalam berpikir kritis, kreatif dan inovatif, dan (3) membina daya kreativitas produktif siswa. Dampak penyerta ialah dalam hal (1) mengembangkan karakter siswa antara lain disiplin, cermat, kerja keras, kecakapan hidup pada diri siswa, (3) meningkatkan sikap ilmiah dan (4) membina kemampuan siswa dalam berkomunikasi, berargumentasi, dan berkolaborasi/bekerja sama (Abidin, 2016). Jadi, PjBL merupakan salah satu model pembelajaran berbasis konstruktivistik yang mendorong peserta didik untuk mendesain suatu proyek sehingga mampu menguasai konsep yang dipelajari.

Selama proses pembelajaran berbasis proyek yang dilakukan secara daring pada mata kuliah praktikum elektronika, diperlukan bantuan berbagai aplikasi pembelajaran guna memperlancar proses pembelajaran. Terdapat

beberapa aplikasi yang menyediakan ruang praktikum secara virtual dan dapat diakses dengan mudah secara gratis oleh pengguna seperti *PhET Simulation* oleh *University of Colorado*, aplikasi *Tinkercad*, *Phyphox*, dan lain-lain. Pada penelitian ini digunakan aplikasi *Tinkercad* karena sesuai dengan kebutuhan pada matakuliah praktikum elektronika. Pada aplikasi *Tinkercad* tersedia berbagai peralatan elektronika yang dibutuhkan pada saat melakukan praktikum elektronika. Pengguna dapat merancang dan mencoba desain praktikum secara mandiri sesuai dengan proyek yang dibuat. Aplikasi ini tersedia gratis di internet dan dapat diakses dengan mudah oleh pengguna. Mahasiswa dapat mengekspresikan kreativitasnya dengan bantuan aplikasi ini. Selain itu, pemanfaatan eksperimen virtual dapat membuat proses pembelajaran menjadi lebih menarik, lebih interaktif, jumlah waktu mengajar dapat dikurangi, kualitas belajar dapat ditingkatkan dan proses belajar mengajar dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja (Nana, 2020). Pembelajaran dengan bantuan lab virtual juga dapat meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa pada topik rangkaian Northon dalam mata kuliah elektronika dasar 1 (Islahudin, I., & Isnaini, 2019). Selain itu, penggunaan lab virtual dapat menggugah kreativitas peserta didik karena dapat melakukan eksperimen secara berulang-ulang dan lebih mendalami konsep yang dipelajari (Gunawan et al., 2019).

Model pembelajaran berbasis proyek dengan laboratorium virtual akan memberikan keleluasaan bagi mahasiswa untuk mendesain praktikum hingga melakukan praktikum secara mandiri ataupun berkelompok sehingga diperlukan adanya sumber belajar untuk menuntun dan sekaligus mendorong mahasiswa melahirkan ide-ide kreatifnya. Hal ini tentunya diharapkan dapat membangun kreativitas mahasiswa untuk merancang dan melakukan penemuan-penemuan baru. Proses kreativitas selalu menghasilkan sesuatu baru, orisinal, dan bermakna. Peningkatan kreativitas secara signifikan juga dapat dilakukan dengan penerapan laboratorium virtual (Gunawan et al., 2018; Hermansyah et al., 2017). Selain itu penerapan model pembelajaran berbasis proyek berbantuan media virtual berhasil meningkatkan kreativitas peserta didik dalam pembelajaran fisika (Gunawan et al., 2017b).

METODE

Penelitian ini tergolong *pre experiment design* yaitu *one-shot case study* (Kerlinger, 2002). Pada penelitian ini hanya dilakukan pada satu kelompok saja sebagai kelompok eksperimen. Populasi sekaligus sampel

penelitian ini adalah mahasiswa semester V program studi Pendidikan Fisika tahun ajaran 2020/2021 sebanyak 15 orang yang mengambil mata kuliah praktikum elektronika. Data kreativitas mahasiswa dikumpulkan dengan memberikan penugasan berupa proyek dan kuesioner kepada mahasiswa.

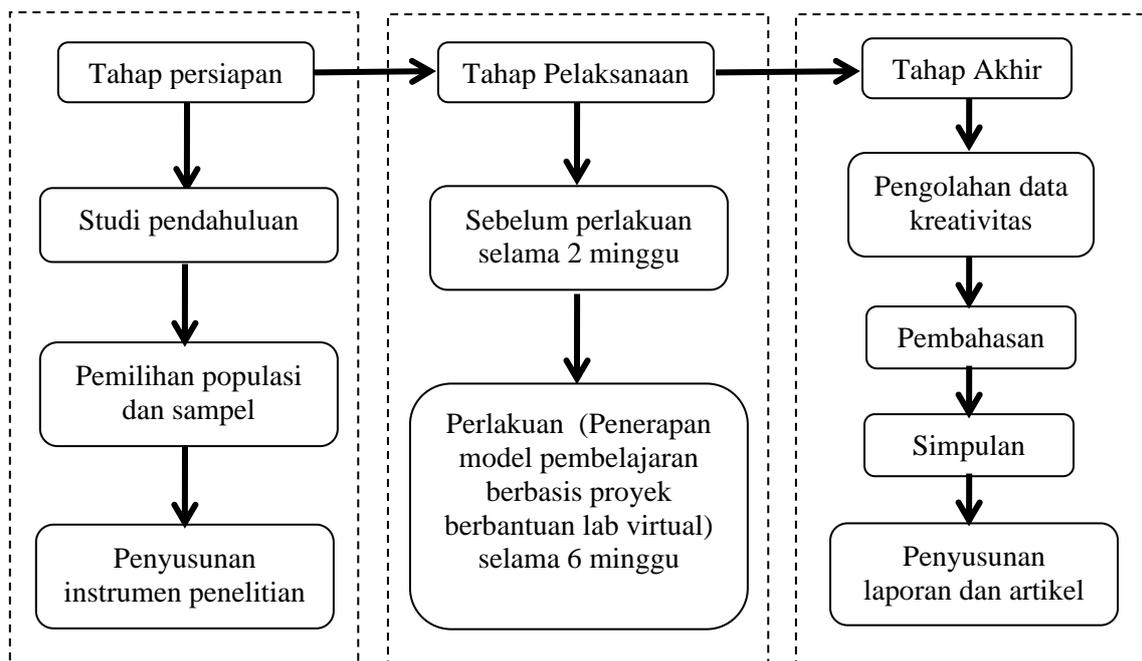
Model pembelajaran berbasis proyek yang diterapkan memiliki enam langkah pembelajaran (Kemdikbud, 2014), yaitu 1) penentuan pertanyaan mendasar (*start with the essential question*), 2) mendesain perencanaan proyek (*design a plan for the project*), 3) menyusun jadwal (*create a schedule*), 4)

memonitor siswa dan kemajuan proyek (*monitor the students and the progress of the project*), 5) menguji hasil (*assess the outcome*), dan 6) mengevaluasi pengalaman (*evaluate the experience*). Kreativitas berkaitan dengan *fluency, flexibility, originality* (Zhou, J., & Shalley, 2008), dan elaborasi (Siti, Z. A., Purwanto, P., & Agus, 2017). Hubungan antara dimensi kreativitas dengan setiap fase model pembelajaran berbasis masalah disajikan pada Tabel 1.

Penelitian ini meliputi tiga tahap yaitu tahap persiapan, pelaksanaan, dan akhir penelitian seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 1. Hubungan Fase PjBL dan Dimensi Kreativitas

No	Fase model PjBL	Dimensi kreativitas mahasiswa yang dapat dikembangkan	Minggu ke-
1	Penentuan pertanyaan mendasar	<i>Fluency, Flexibility</i>	1
2	Mendesain perencanaan proyek	<i>Fluency, Flexibility, Originality</i>	1
3	Menyusun jadwal	<i>Fluency, Flexibility</i>	1
4	Memonitor siswa dan kemajuan proyek	<i>Fluency, Flexibility, Originality</i>	2-5
5	Menguji hasil	<i>Fluency, Flexibility, Originality, Elaboration</i>	6
6	Mengevaluasi pengalaman	<i>Fluency, Flexibility, Originality, Elaboration</i>	6



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 8 minggu yaitu dari bulan Agustus 2020 hingga Oktober 2020. Kegiatan penelitian terbagi pada 2 tahap yaitu 2 minggu pertama digunakan sebagai masa sebelum perlakuan, 6 minggu berikutnya digunakan sebagai masa saat diberi perlakuan model pembelajaran berbasis proyek berbantuan lab virtual. Pada tahap pertama,

mahasiswa diminta mengerjakan praktikum sesuai dengan modul praktikum berbantuan lab virtual yaitu aplikasi *Tinkercad* yang telah dibagikan yaitu tentang gerbang logika dasar. Seluruh mahasiswa mengikuti petunjuk praktikum dalam melakukan eksperimen kemudian menyusun laporan hasil eksperimen. Pada tahap kedua, mahasiswa mengerjakan

praktikum tentang rangkaian logika kombinasi berbantuan virtual lab yaitu aplikasi *Tinkercad*. Pada tahap ini mahasiswa diberikan waktu selama 6 minggu untuk mengerjakan praktikum mulai dari merancang desain praktikum hingga menyusun laporan yang tidak boleh sama dengan kelompok lainnya. Mahasiswa dibagi ke dalam kelompok kecil yaitu 6 kelompok terdiri dari 2 orang dan satu kelompok terdiri dari 3 orang. Dengan memberikan proyek kelompok ini diharapkan dapat memotivasi mahasiswa untuk menuangkan kreativitasnya dalam mengerjakan proyek. Kriteria nilai kreativitas mahasiswa ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria kreativitas mahasiswa

Skor Kreativitas (K)	Kategori
$85 < K \leq 100$	Sangat tinggi
$70 < K \leq 85$	Tinggi
$55 < K \leq 70$	Sedang
$30 < K \leq 55$	Rendah
$0 < K \leq 30$	Sangat rendah

Analisis data dilakukan secara analisis deskriptif dan pengujian hipotesis menggunakan *uji-t*. Pengujian normalitas,

homogenitas dan hipotesis dengan *uji-t* dilakukan dengan bantuan aplikasi SPSS. Nilai kreativitas mahasiswa yang dibandingkan adalah kreativitas mahasiswa sebelum dan sesudah perlakuan. Perlakuan yang dimaksud adalah penerapan model pembelajaran berbasis proyek berbantuan lab virtual. Nilai kreativitas mahasiswa yang diperoleh sebelum perlakuan sebagai pre-test, sedangkan nilai kreativitas mahasiswa setelah diberikan perlakuan merupakan post-test.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis data diperoleh hasil pengujian normalitas, homogenitas, dan hipotesis seperti ditunjukkan pada Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5. Berdasarkan hasil pada Tabel 3 diperoleh signifikansi data kreativitas sebelum dan setelah perlakuan sebesar 0,093 dan 0,200 yaitu lebih besar dari taraf signifikansi 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua kelompok data berdistribusi normal. Nilai signifikansi kelompok data pada pengujian homogenitas sesuai data pada Tabel 4 diperoleh sebesar 0,085 yaitu lebih besar dari 5% sehingga dapat disimpulkan kelompok data homogen.

Tabel 3. Uji Normalitas

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Sebelum	.204	15	.093	.900	15	.094
Setelah	.168	15	.200*	.923	15	.214

Tabel 4. Test of Homogeneity of Variances

KREATIVITAS

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.186	1	28	.085

Berdasarkan hasil pada Tabel 3 diperoleh signifikansi data kreativitas sebelum dan setelah perlakuan sebesar 0,093 dan 0,200 yaitu lebih besar dari taraf signifikansi 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua kelompok data berdistribusi normal. Nilai

signifikansi kelompok data pada pengujian homogenitas sesuai data pada Tabel 4 diperoleh sebesar 0,085 yaitu lebih besar dari 5% sehingga dapat disimpulkan kelompok data homogen

Tabel 5. Hasil Uji-t dengan bantuan SPSS

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
KREATIVITAS	Equal variances assumed	3.186	.085	-14.733	28	.000
	Equal variances not assumed			-14.733	24.132	.000

Berdasarkan hasil pada Tabel 5 diperoleh nilai signifikansi perbedaan mean kreativitas mahasiswa sebelum dan setelah perlakuan sebesar 0,000. Nilai signifikansi yang diperoleh

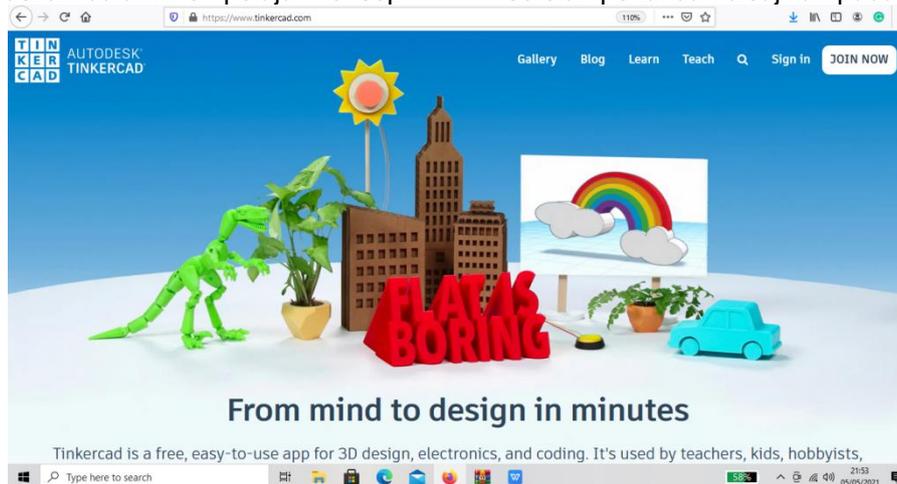
lebih kecil dari 5% sehingga hipotesis nol ditolak. Kesimpulannya, terdapat perbedaan kreativitas yang signifikan antara mahasiswa sebelum dan setelah diberi perlakuan.

Perlakuan yang dimaksud adalah mahasiswa dibelajarkan dengan model pembelajaran berbasis proyek berbantuan lab virtual. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian: 1) penerapan model pembelajaran berbasis proyek berbantuan lab virtual mampu meningkatkan kreativitas peserta didik secara signifikan daripada kelas kontrol (G. Gunawan et al., 2017), 2) penerapan model pembelajaran berbasis proyek berorientasi masalah dapat meningkatkan kreativitas secara signifikan (Yasin, R. M., Mustapha, R., & Zaharim, 2009), 3) penerapan lab virtual dapat meningkatkan kreativitas mahasiswa calon guru fisika secara signifikan pada materi listrik (G. Gunawan et al., 2017), dan 4) penerapan lab virtual dapat meningkatkan kreativitas dan pemecahan masalah mahasiswa calon guru pada topik termodinamika (G. Gunawan et al., 2019). Hal ini menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis proyek dengan pemanfaatan lab virtual dapat memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk lebih mengeksplorasi diri dalam mempelajari konsep-

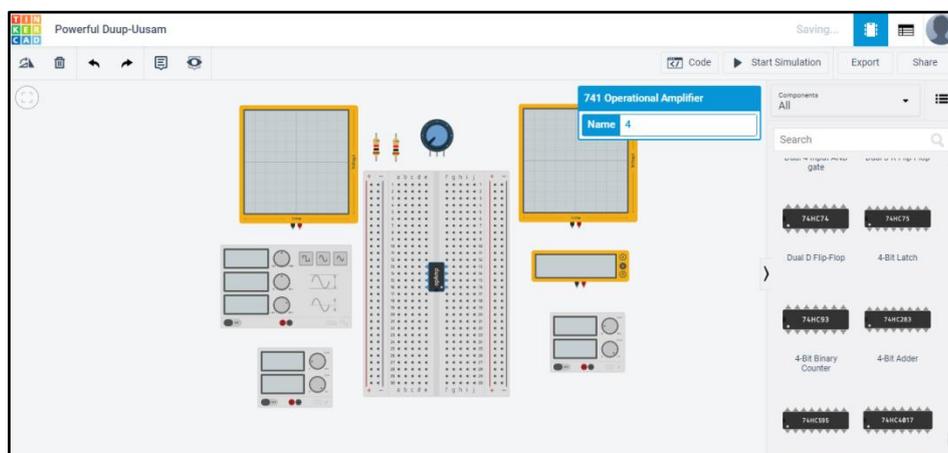
konsep fisika serta melakukan praktikum secara mandiri maupun berkelompok tanpa adanya batasan waktu dan tempat. Mahasiswa dapat mengulangi kegiatan praktikum sebanyak mungkin hingga memahami konsep yang dipelajari. Selain itu pemberian proyek dapat memotivasi dan memunculkan kreativitas mahasiswa untuk merancang dan mencoba sendiri desain praktikum yang telah disusun.

Aplikasi lab virtual yang digunakan selama penelitian ini adalah aplikasi *Tinkercad* yang dapat diakses dengan mudah oleh pengguna. Aplikasi ini menyediakan segala jenis piranti elektronika yang digunakan selama penugasan berbasis proyek pada mata kuliah Praktikum Elektronika. Salah satu tampilan proyek yang telah dibuat oleh mahasiswa ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Mahasiswa diminta mengerjakan proyek dengan topik pemanfaatan gerbang logika dalam berbagai rangkaian logika kombinasi selama 6 minggu.

Nilai rata-rata kreativitas mahasiswa untuk keempat dimensi kreativitas sebelum dan setelah perlakuan disajikan pada Tabel 6.



Gambar 2. Tampilan awal aplikasi Tinkercad



Gambar 3. Salah satu proyek yang dirancang oleh mahasiswa

Tabel 6. Rerata Nilai Kreativitas per Dimensi Sebelum dan Setelah Perlakuan

No	Dimensi	Rerata Nilai Kreativitas		Kategori Kreativitas	
		Sebelum	Setelah	Sebelum	Setelah
1	Kelancaran (<i>fluency</i>)	63,00	79,67	sedang	tinggi
2	Keluwesannya (<i>flexibility</i>)	55,67	75,40	sedang	tinggi
3	Keaslian (<i>originality</i>)	55,33	79,33	sedang	tinggi
4	Elaborasi (<i>elaboration</i>)	64,13	81,73	sedang	tinggi
5	Total	59,87	79,07	sedang	tinggi

Berdasarkan data pada Tabel 6 tampak bahwa kreativitas mahasiswa sebelum diberi perlakuan masih tergolong sedang dengan rerata 59,87. Ini menunjukkan bahwa mahasiswa telah memiliki kemampuan dasar untuk berpikir kreatif, akan tetapi kurang terfasilitasi oleh proses pembelajaran yang lebih mengoptimalkan pencapaian kreativitas mahasiswa. Sebelum diberi perlakuan, mahasiswa melakukan kegiatan praktikum dengan hanya mengikuti modul praktikum yang telah disediakan sehingga ide-ide kreatif mahasiswa tidak berkembang maksimal selama melakukan praktikum hingga menyusun laporan hasil praktikum. Hal berbeda terjadi setelah diberi perlakuan dengan model pembelajaran berbasis masalah berbantuan lab virtual, mahasiswa lebih mendapat kesempatan untuk menuangkan ide-ide kreatif dalam mengerjakan tugas proyek yang diberikan. Rerata nilai kreativitas meningkat menjadi 79,07 dengan kategori tinggi. Peningkatan ini tentunya tidak terlepas dari adanya perubahan proses pembelajaran yang dialami oleh mahasiswa. Ketika mahasiswa diberikan kebebasan untuk mendesain praktikum sesuai dengan topik yang dibelajarkan maka secara langsung telah memberikan peluang bagi mahasiswa untuk mengembangkan kemampuan berpikirnya.

Model pembelajaran berbasis proyek mampu memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengeksplorasi kemampuan berpikir dalam belajar fisika. Salah satunya adalah berpikir kreatif yang melahirkan kreativitas mahasiswa. Empat dimensi kreativitas yaitu kelancaran, keluwesan, keaslian, dan elaborasi mampu dikembangkan melalui pembelajaran berbasis proyek. Keempat dimensi kreativitas dapat terbentuk selama keenam tahapan pembelajaran berbasis proyek dilakukan. Sebagai contoh seperti ditunjukkan pada Tabel 1, pada tahapan pertama yaitu penentuan pertanyaan mendasar dapat mengembangkan dimensi kelancaran dan keluwesan pemikiran mahasiswa. Pada tahap ini, mahasiswa akan disuguhkan dengan permasalahan yang berkaitan dengan topik yang dibelajarkan. Mahasiswa diberikan ilustrasi tentang penggunaan rangkaian logika kombinasi dalam kehidupan sehari-hari,

selanjutnya mahasiswa diminta untuk mendesain rangkaian sejenis dan mengujicobakan pada aplikasi Tinkercad, kemudian menyusun laporan hasil eksperimen. Ketika diberikan ilustrasi pada tahap pertama, beberapa mahasiswa mulai mengemukakan pendapat ataupun ide mereka mengenai rangkaian logika kombinasi. Jadi kemampuan berpikir mahasiswa pada dimensi kelancaran dan keluwesan berpikir dapat direkam selama proses berlangsung. Setiap tahapan proses pembelajaran berbasis proyek akan mampu meningkatkan dimensi kreativitas mahasiswa dengan signifikan.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bagian sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan kreativitas mahasiswa antara yang belajar dengan model pembelajaran berbasis proyek berbantuan virtual lab dengan sebelum diberi perlakuan sama. Rata-rata nilai kreativitas mahasiswa berubah dari 59,87 (berkategori sedang) menjadi 79,07 (berkategori tinggi). Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa peningkatan dimensi kreativitas terjadi pada keempat dimensi yaitu pada aspek *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration*. Hal ini menunjukkan bahwa model pembelajaran berbasis proyek berbantuan lab virtual dapat digunakan untuk meningkatkan kreativitas mahasiswa khususnya pada mata kuliah praktikum elektronika.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut agar hasil yang diperoleh lebih akurat, misalnya dengan melakukan penelitian eksperimen semu sehingga hasil penelitian lebih akurat. Terbatasnya kelas dan jumlah mahasiswa menyebabkan penelitian ini hanya dilakukan dengan pre-eksperimen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan penelitian mandiri dengan biaya sendiri. Terimakasih kami ucapkan kepada seluruh tim peneliti dan pihak-pihak yang ikut terlibat selama penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Abidin, Y. (2016). *Desain Model Pembelajaran dalam Konteks Kurikulum 2013*. Bandung: PT. Refika Aditama.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., & Bloom, B. S. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Gunawan, G., Harjono, A., Sahidu, H., & Herayanti, L. (2017). Virtual Laboratory of Electricity Concept to Improve Prospective Physics Teachers' Creativity. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 13(2), 102–111.
<https://doi.org/10.15294/jpfi.v13i2.9234>
- Gunawan, G., Harjono, A., Sahidu, H., Herayanti, L., Suranti, N. M. Y., & Yahya, F. (2019). Using Virtual Laboratory to Improve Pre-service Physics Teachers' Creativity and Problem-Solving Skills on Thermodynamics Concept. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(5).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/5/052038>
- Gunawan, G., Suranti, N. M. Y., Nisrina, N., Herayanti, L., & Rahmatiah, R. (2018). The effect of virtual lab and gender toward students' creativity of physics in senior high school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1108(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1108/1/012043>
- Gunawan, Gunawan, Sahidu, H., Harjono, A., & Suranti, N. (2017). The Effect of Project Based Learning with Virtual Media Assistance on Student's Creativity in Physics. *Cakrawala Pendidikan*, 2.
- Hermansyah, H., Gunawan, G., & Herayanti, L. (2017). Pengaruh Penggunaan Laboratorium Virtual Terhadap Penguasaan Konsep dan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Getaran dan Gelombang. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 1(2), 97–102.
<https://doi.org/10.29303/jpft.v1i2.242>
- Islahudin, I., & Isnaini, M. (2019). Pemanfaatan Laboratorium Virtual Berbasis Software Electronics Workbench (Ewb) Untuk Menunjang Pemahaman Konsep Mahasiswa Pada Mata Kuliah Elektronika Dasar I. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 5(2), 96.
<https://doi.org/10.31764/orbita.v5i2.1394>
- Islahudin, I., Khaerani, S., & Zulkarnain, Z. (2018). Pemanfaatan Laboratorium Virtual Berbasis EWB (Electronics Workbench) Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Fisika Siswa Ipa Kelas Xii Ipa Ma Nw Darussalimin Sengkol, Batukliang Lombok Tengah Tahun Pelajaran 2018/2019. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*.
<https://doi.org/10.31764/orbita.v4i2.576>
- Kemdikbud. (2014). *Materi pelatihan Guru Implementasi kurikulum 2013 Tahun 2014: Mata Pelajaran Sejarah SMA/SMA*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Kerlinger, F. . (2002). *Asas-Asas Penelitian Behavioral*. Alih Bahasa oleh Landung R Sumatupang.
- Munandar, U. (2009). *Kreatifitas dan Keberbakatan Strategi Mewujudkan Potensi Kreatif & Bakat*. Gramedia Pustaka Utama.
- Nana, N. (2020). Penerapan Eksperimen Virtual Phet Terhadap Model Pembelajaran Poe2We Pada Tumbukan Untuk Melatih Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 7(1), 17–27.
<https://doi.org/10.36706/jipf.v7i1.10912>
- Santayasa, I. W., Rapi, N. K., & Sara, I. W. W. (2020). Project based learning and academic procrastination of students in learning physics. *International Journal of Instruction*, 13(1), 489–508.
<https://doi.org/10.29333/iji.2020.13132a>
- Siti, Z. A., Purwanto, P., & Agus, F. C. W. (2017). Pengembangan Bahan Ajar pada Materi Listrik Dinamis Berbasis Web Berorientasi Keterampilan Berpikir Kreatif. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 4(2), 182–189.
<https://doi.org/https://doi.org/10.36706/jipf.v4i2.4523>
- Thomas, J. W. (2000). *A Review of Research on Project Based Learning*. California: The Autodesk Foundation.
- Yasin, R. M., Mustapha, R., & Zaharim, A. (2009). *Promoting Creativity through Problem Oriented Project Based Learning in Engineering Education at Malaysian Polytechnics: Issues and Challenges*. 253–258.
- Zhou, J., & Shalley, C. E. (2008). *Handbook of Organizational Creativity*. New York: Lawrence Erlbaum Associates.