



PRAKTIKUM KIMIA ANALISIS INSTRUMENTASI BERBASIS PROYEK UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN MOTIVASI BELAJAR

Agung Tri Prasetya^{1a)} Sudarmin, M. Alauhdin²⁾

¹Program studi Kimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

²Sekaran Gunungpati Semarang Indonesia 50229

e-mail: ^{a)} agunqchem@mail.unnes.ac.id

Received: 25 April 2019

Revised: 10 Mei 2019

Accepted: 10 Juni 2019

ABSTRAK

Telah dilakukan uji coba perangkat pembelajaran dan instrumen untuk mengukur tingkat kompetensi mahasiswa. Kompetensi yang diukur meliputi penguasaan konsep dan motivasi belajar analisis instrumentasi. Penguasaan konsep analisis instrumentasi dinilai melalui tes, dan motivasi belajar diukur melalui koesioner motivasi belajar (KMB). Hasil validasi perangkat pembelajaran dinyatakan valid dan layak untuk digunakan. Hasil uji coba soal tes penguasaan konsep terhadap 135 responden diperoleh informasi dari 30 soal tes penguasaan konsep analisis instrumentasi hanya ada 25 soal yang valid dan instrumen pengukuran penguasaan konsep secara keseluruhan reliabel dengan reliabilitas 0,845. Instrumen KMB yang telah diuji cobakan terhadap 312 responden diperoleh hasil dari 25 pernyataan hanya ada 21 item yang valid dengan reliabilitas komposit sebesar 0,9329. Penerapan model pembelajaran praktikum Kimia Analisis Instrumen berbasis proyek diperoleh hasil 21 mahasiswa memiliki peningkatan penguasaan konsep kategori rendah dan 15 mahasiswa kategori sedang. Adapun tingkat motivasi belajar diperoleh 21 mahasiswa kategori sedang dan 15 kategori tinggi. Mahasiswa perlu dibiasakan melakukan praktikum berbasis proyek agar kompetensinya meningkat.

Kata kunci: kimia analisis instrumentasi, penguasaan konsep, motivasi belajar

ABSTRACT

Trials of learning tools and instruments have been conducted to measure the level of competence of students. The measured competencies include mastery of concepts and motivation to learn instrumentation analysis. Mastery of the concept of instrumentation analysis is assessed through tests, and learning motivation is measured through learning motivation questionnaire (KMB). The results of the validation of learning devices are declared valid and feasible to use. The results of testing the concept mastery test questions for 135 respondents obtained information from 30 test questions mastery of the concept of instrumentation analysis there were only 25 valid questions and the overall mastery of the concept of measurement instruments was reliable with reliability 0.845. KMB instruments that have been tested on 312 respondents obtained results from 25 statements, there were only 21 items that were valid with the composite reliability of 0.9329. The application of the Chemistry Analysis Project-based Instrument practicum learning model obtained the results of 21 students had an increase in the mastery of the concept of the low category and 15 students in the medium category. The level of learning motivation was obtained by 21 students in the middle category and 15 in the high category. Students need to be accustomed to doing project-based practicum so that their competence increases.

Keywords: instrumentation analysis chemistry, concept mastery, learning motivation

PENDAHULUAN

Pembelajaran praktikum kimia analisis instrumentasi yang bersifat verifikatif belum mampu meningkatkan kompetensi mahasiswa kimia sesuai harapan. Mahasiswa masih lemah dalam penguasaan konsep dan kemampuan eksplanasi tentang analisis instrumentasi serta keterampilan berpikir kritis dalam memecahkan masalah [1], [2]. Akibat lebih jauh dari kompetensi yang rendah adalah mahasiswa akan kesulitan dalam bersaing di era global karena minimnya pengalaman otentik yang didapat selama perkuliahan [3]. Peningkatan kompetensi lulusan kimia akan sulit diperoleh apabila model pembelajaran yang digunakan masih berpusat pada dosen yang akan menyebabkan mahasiswa pasif. Tentunya paradigma ini harus diubah dengan menekankan pembelajaran aktif yang berpusat pada mahasiswa. Model pembelajaran berpusat pada mahasiswa yang dapat diterapkan dalam pembelajaran kimia praktikum kimia analisis instrumentasi yang akan memberikan pengalaman otentik antara lain *project-based learning*, *discovery-based learning*, *inquiry-based learning*, dan *problem-based learning* [4]–[14].

Project-based learning sebagai model pembelajaran yang cocok digunakan untuk mereformasi model pembelajaran praktikum verifikatif menjadi pembelajaran eksploratif. Dengan *project-based learning*, mahasiswa menjadi lebih kritis, kreatif dan akan mendapatkan pengalaman otentik dalam menggunakan berbagai peralatan laboratorium serta dalam memecahkan masalah dunia nyata serta direkomendasikan sebagai model pembelajaran yang efektif untuk diterapkan di perguruan tinggi [6], [12].

METODE PENELITIAN

Tujuan penelitian adalah melakukan validasi, uji coba dan penerapan instrumen penilaian kompetensi mahasiswa. Kompe-

tensi mahasiswa yang dinilai meliputi 1) penguasaan konsep analisis instrumentasi, 2) motivasi belajar. Validasi dilakukan oleh pakar, dan uji coba dilakukan dengan jumlah responden yang besar [15], [16]. Sebelum dilakukan uji coba terhadap instrumen penilaian kompetensi, dilakukan validasi oleh ahli terhadap perangkat pembelajaran yang meliputi soal tes penguasaan konsep analisis instrumentasi dan Kuesioner Motivasi Belajar (KMB). Dilakukan pula pengujian kelayakan terhadap buku petunjuk praktikum kimia analisis instrumentasi berbasis proyek yang meliputi uji kelayakan penyajian, uji kelayakan bahasa, dan uji kelayakan materi.

Uji coba instrumen penguasaan konsep analisis instrumentasi dinilai melalui tes penguasaan konsep terhadap 135 mahasiswa yang mengambil matakuliah kimia analisis instrumen, serta uji coba KMB dilakukan terhadap 312 responden. Penggunaan perangkat pembelajaran dan instrumennya dilakukan pada kelas praktikum Kimia Analisis Instrumen yang terdiri atas 36 mahasiswa. Evaluasi statistik kuantitatif dari data yang dikumpulkan diolah menggunakan software SPSS versi 20 untuk menarik kesimpulan [17].

a. Instrumen Pengumpul Data

Validasi ahli terhadap RPS (Rencana Pembelajaran Semester), buku petunjuk praktikum kimia analisis instrumentasi, soal penguasaan konsep analisis instrumentasi, dan KMB. Instrumen tes penguasaan konsep analisis instrumentasi terdiri atas 30 soal pilihan ganda, sedang KMB terdiri atas 25 pernyataan.

b. Analisis Data

Setelah instrumen dinyatakan valid oleh validator ahli, kemudian diuji coba. Instrumen tes penguasaan konsep analisis instrumentasi dilakukan uji daya beda soal, tingkat kesukaran soal, dan validitas butir soal, serta pengujian reliabilitasnya. Hasil uji coba terhadap KMB dilakukan *Confirmatory Factor Analysis* (CFA) dan reliabilitasnya. Setelah seluruh instrumen dinyatakan fit kemudian diaplikasikan dalam pembelajaran praktikum Kimia

Analisis Instrumen. Keseluruhan pengujian dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS versi 20.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan terhadap mahasiswa dari program studi Kimia yang mengambil mata kuliah Praktikum Kimia Analisis Instrumen sebanyak 36 orang pada semester gasal tahun ajaran 2017/2018. Dalam pelaksanaan praktikum 1 orang dosen dibantu oleh 1 orang Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP), serta dibantu oleh 5 orang mahasiswa sebagai observer yang sekaligus berperan sebagai asisten praktikum.

a. Tahap Sebelum Intervensi

Pada tahap sebelum inervensi dilakukan *field study*, validasi ahli terhadap perangkat RPS, Buku Petunjuk Praktikum, instrumen tes penguasaan konsep dan kuesioner motivasi belajar, serta uji coba perangkat dan instrumen penelitian.

Perangkat pembelajaran Praktikum Kimia Analisis Instrumentasi yang terdiri atas RPS dan Buku Petunjuk Praktikum yang telah disusun, telah dinyatakan valid dan layak digunakan oleh para pakar. Selanjutnya perangkat pembelajaran yang telah direvisi digunakan untuk uji coba. Hasil validasi perangkat pembelajaran tertuang dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil validasi perangkat pembelajaran

Perangkat	Masukan/saran validator	Tindak lanjut
RPS	Masukan: 1. Tidak perlu MK prasyarat 2. Perlu ditambah CPMK terkait keterampilan 3. Perlu dipertimbangkan waktu 4 x 170 menit Kesimpulan: Layak digunakan dengan revisi	1. Format RPS tidak mengenal prasyarat sehingga dihilangkan 2. Ditambah CPMK keterampilan 3. Waktu sudah sesuai
Buku Petunjuk Praktikum	Masukan: 1. Sumber rujukan gambar 2. Lebih baik Anda diganti Saudara 3. Dalam praktikum verifikasi, mahasiswa merinci alat dan bahan secara mandiri Kesimpulan: Layak digunakan dengan revisi	1. Gambar telah diberi sumber rujukan 2. Anda diganti Saudara 3. Telah divasilitasi dan sesuai

Instrumen tes penguasaan konsep analisis instrumentasi ditujukan untuk mengungkap kemampuan mahasiswa dalam 1) mengaplikasikan prinsip analisis instru-mentasi secara cermat dan akurat meliputi materi spektrometri, kromatografi, dan elektrokimia, 2) mampu mempertanggung-jawabkan hasil analisis secara benar sesuai kaidah ilmiah, 3) mampu menguasai prinsip identifikasi, pemisahan, dan analisis senyawa organik/anorganik. Soal tes penguasaan

konsep analisis instrumentasi terdiri atas 30 item soal pilihan ganda dengan 5 kriteria jawaban dengan mewajibkan mahasiswa membuat penyelesaiannya yang tersebar dalam ranah C2-C5. Soal tes penguasaan konsep analisis instrumentasi diujicobakan terhadap 135 responden dari mahasiswa yang telah menempuh mata kuliah Kimia Analisis Instrumen. Hasil uji coba secara ringkas tertera dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis soal tes penguasaan konsep analisis instrumentas

Pengukuran	Hasil	N	Reliabilitas	Hasil
1. Daya beda soal	Rendah: 3 Sedang: 6 Tinggi: 21	135	0,845 (25 item)	1. Item nomor 14, 18, 19, 20 dan 26 perlu direvisi atau dibuang
2. Tingkat kesukaran soal	Mudah: 8 Sedang: 13 Sukar: 9			2. Reliabel
3. Validitas item	Valid: 25 Tidak valid: 5			

Instrumen Kuesioner Motivasi Belajar (KMB) diadopsi dari *Science Motivation Questionnaire II* (SMQ-II) yang dikembangkan oleh Glynn dan Koballa (2006), Glynn *et al.* (2009) terdiri atas 25 pertanyaan/ pernyataan. SMQ-II yang memiliki *Cronbach Alpha reliability coefficient* sebesar 0,82. SMQ-II memiliki 5 sub-dimensi yang meliputi *Intrinsic Motivation* (nomor 1, 2, 3, 4, dan 5), *Self-Efficacy* (nomor 6, 7, 8, 9, dan 10), *Self-Determination* (nomor 11, 12, 13, 14, dan 15), *Grade Motivation*. (nomor 16, 17, 18,

19, dan 20), *Career Motivation* (nomor 21, 22, 23, 24, dan 25).

SMQ-II yang semula tersusun dalam bahasa Inggris, kemudian diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia dan disebut dengan Kuesioner Motivasi Belajar (KMB) sehingga perlu dilakukan validasi, revisi dan uji coba untuk menentukan reliabilitasnya kembali. Uji coba dilakukan terhadap 312 responden dari mahasiswa di lingkungan fakultas MIPA. Hasil uji CFA terhadap KMB menggunakan *software SPSS ver. 20* dan *Lisrel 8.51* seperti terlihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji CFA terhadap KMB

Pengujian	Kriteria	Hasil	Syarat
CFA tahap 1 (Jumlah item 25)			
<i>Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy</i> (KMO)	Lebih besar dari 0,5	0,892	Matriks korelasi antar variabel saling terkait Terpenuhi
<i>Determinant</i>	Mendekati 0	$5,57 \times 10^{-6}$	Indek perbandingan jarak antara koefisien korelasi dengan koefisien korelasi parsialnya terpenuhi
<i>Bartlett's Sphericity</i>	Sig. < 0,05 (5%)	3.651,408 Sig. 0,000	Terpenuhi
<i>Measures of Sampling Adequacy</i> (MSA)	Lebih besar dari 0,5	Tidak ada item dengan MSA kurang dari 0,5	Terpenuhi
<i>Comunalities</i>	Lebih besar dari 0,5	Item 7 = 0,424 Item 16 = 0,487 Item 19 = 0,470 Item 25 = 0,451	Item 7, 16, 19 dan 25 tidak memenuhi syarat, sehingga dibuang

Pengujian	Kriteria	Hasil	Syarat
CFA tahap 2 (Jumlah item 21)			
<i>Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO)</i>	Lebih besar dari 0,5	0,880	Terpenuhi
<i>Determinant</i>	Kecil	$4,725 \times 10^{-5}$	Terpenuhi
<i>Bartlett's Sphericity</i>	Sig. < 0,05 (5%)	3.019,537 Sig. 0,000	Terpenuhi
<i>Measures of Sampling Adequacy (MSA)</i>	Lebih besar dari 0,5	Tidak ada item dengan MSA kurang dari 0,5	Terpenuhi
<i>Comunalities</i>	Lebih besar dari 0,5	Semua item > 0,5	Terpenuhi

Hasil uji CFA terhadap KMB lebih lanjut yaitu *Rotated Component Matrix*, *Reproduced Correlations* serta pengujian *Goodness of Fit Statistics*. Ringkasan

lengkap hasil uji CFA terhadap KMB terlihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji CFA lanjutan terhadap KMB

Pengujian	Kriteria	Hasil
<i>Total Variance Explained (TVE) Initial Eigenvalue</i>		5 Faktor
1. <i>Cumulative %</i>	Lebih besar dari 1 Min. 60%	65,509%
Sub-dimensi KMB	Masing-masing sub-dimensi minimal 3 item	
1. <i>Intrinsic Motivation</i>		1, 2, 3, 4, 5
2. <i>Self-Efficacy</i>		6, 8, 9, 10
3. <i>Self-Determination</i>		11, 12, 13, 14
4. <i>Grade Motivation</i>		15, 17, 18, 20
5. <i>Career Motivation</i>		21, 22, 23, 24
<i>Reproduced Correlations</i>	Lebih kecil dari 50%	24,0%
<i>Degrees of Freedom</i>		179
<i>Minimum Fit Function Chi-Square</i>		433,65 (P = 0,0)
<i>Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)</i>		0,065
<i>P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0,05)</i>		0,0011
<i>Goodness of Fit index (GFI)</i>		0,89
<i>Reliabilitas Komposit</i>		0,9329

b. Tahap Intervensi

Setelah perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian siap, maka langkah

selanjutnya adalah implementasi model pembelajaran berbasis proyek dengan penerapan prosedur mutu laboratorium

terakreditasi didalam kelas praktikum Kimia Analisis Instrumen. Rancangan

praktikum yang dilakukan seperti tertuang dalam Tabel 5.

Tabel 5. Rancangan Praktikum Kimia Analisis Instrumen

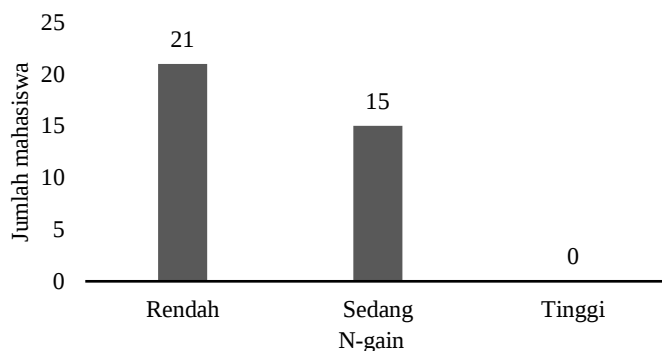
No	Acara
1	Penjelasan umum praktikum
2	<i>Pre-test</i> penguasaan konsep
BAGIAN I. Praktikum Kimia Analisis Instrumen (bersifat verifikasi)	
3	Praktikum 1. Pembuatan larutan baku dan larutan kerja
4	Praktikum 2. Standarisasi larutan kerja
5	Praktikum 3. Penentuan tetapan disosiasi (K_a) asam lemah dengan pH-meter
6	Praktikum 4. Titrasi konduktometri
7	Praktikum 5. Penentuan konsentrasi CuSO_4 dalam sampel <i>artificial</i> dengan spektrofotometer UV-Vis
BAGIAN II. Praktikum Kimia Analisis Instrumen berbasis proyek	
8	Desain rancangan proyek meliputi: - Analisis kualitas air sumur - Analisis kualitas air ledeng - Analisis kualitas garam dapur
9	Pelaksanaan proyek
10	Pelaporan proyek
11	<i>Post-test</i> penguasaan konsep
12	Kuesioner motivasi belajar

Praktikum Kimia Analisis Instrumen berbasis proyek dengan penerapan prosedur mutu laboratorium terakreditasi dilakukan dalam 1 kelas dengan jumlah peserta sebanyak 36 mahasiswa. Pelaksanaan praktikum verifikasi berjalan normal tanpa ada kendala yang berarti karena mahasiswa sudah terbiasa dengan praktikum verifikasi. Kendala yang muncul hanya perlu penambahan waktu dalam membuat larutan baku dan larutan kerja serta proses standarisasi yang memerlukan waktu yang lebih panjang. Praktikum berbasis proyek yang dilakukan setelah praktikum verifikasi selesai, muncul beberapa kendala diantaranya: 1) mahasiswa belum terbiasa mencari referensi primer berupa artikel dari jurnal maupun referensi baku seperti SNI, AOAC dan lainnya, 2) mahasiswa masih kesulitan dalam menterjemahkan artikel yang berbahasa asing, 3) mahasiswa kesulitan dalam mentransfer informasi dari artikel ke dalam langkah kerja praktikum, 4) mahasiswa masih kesulitan membuat langkah kerja untuk menvalidasi metode analisis yang

telah disusun, serta 5) mahasiswa masih kesulitan dalam mengolah data yang diperoleh.

c. Tahap Setelah Intervensi

Tes penguasaan konsep dilakukan 2 kali, yaitu pada tahap awal sebelum praktikum (*pre-test*) dan setelah selesai praktikum secara keseluruhan (*post-test*). Hasil perhitungan *N-gain* rata-rata dari hasil tes penguasaan konsep diperoleh besaran 0,23 yang dikategorikan peningkatan penguasaan konsep analisis instrumen rendah. Secara individual dari data *N-gain* diperoleh 21 mahasiswa memiliki penguasaan konsep analisis instrumen yang rendah dan 15 mahasiswa dalam kategori sedang, serta tidak ada yang masuk dalam kategori tinggi. Klasifikasi selengkapnya terekam dalam Gambar 1. Salah satu faktor rendahnya tingkat penguasaan konsep karena mahasiswa belum terbiasa melakukan praktikum berbasis proyek serta selalu mengandalkan resep yang tertuang dalam buku petunjuk praktikum.



Gambar 1. Klasifikasi *N-gain* penguasaan konsep analisis instrumentasi

Pengukuran motivasi belajar dilakukan sekali, yaitu pada akhir praktikum. Hasil pengukuran motivasi belajar diperoleh besaran 3,64 yang dikategorikan mahasiswa memiliki motivasi belajar yang tinggi. Melalui sub-dimensi tingkat motivasi belajar terlihat bahwa sub-dimensi

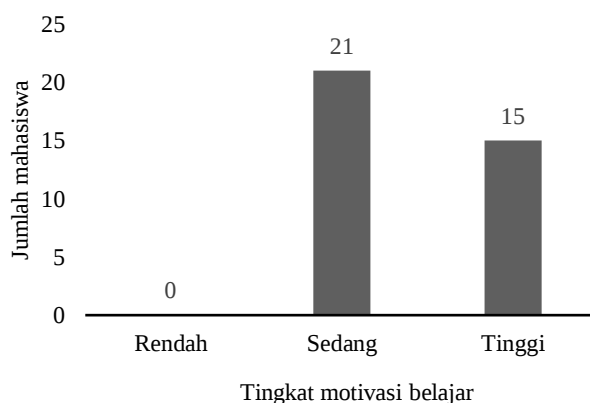
Grade Motivation memiliki tingkat yang tertinggi sebesar 4,14 kemudian diikuti *Self-Efficacy* sebesar 3,78; *Self-Determination* sebesar 3,71; *Career Motivation* sebesar 3,50 dan terkecil *Intrinsic Motivation* sebesar 3,21 seperti terlihat dalam Tabel 6.

Tabel 6. Tingkat motivasi belajar analisis instrumentasi

Dimensi/sub-dimensi	Prodi	N	x	Standar deviasi
Motivasi belajar	Kimia	36	3,64	0,946
1. <i>Intrinsic Motivation</i>	Kimia	36	3,21	0,901
2. <i>Self-Efficacy</i>	Kimia	36	3,78	0,840
3. <i>Self-Determination</i>	Kimia	36	3,71	0,938
4. <i>Grade Motivation</i>	Kimia	36	4,14	0,921
5. <i>Career Motivation</i>	Kimia	36	3,50	0,861

Secara individual tingkat motivasi belajar analisis instrumentasi dari 36 mahasiswa yang mengikuti praktikum kimia analisis instrumen berbasis proyek diperoleh 15 mahasiswa memiliki tingkat

motivasi belajar yang tinggi dan 21 mahasiswa dalam kategori sedang, serta tidak ada yang masuk dalam katogeri rendah. Klasifikasi seleng-kapnya terekam dalam Gambar 2.



Gambar 2. Klasifikasi motivasi belajar analisis instrumentasi

Salah satu faktor tingginya tingkat motivasi belajar karena mahasiswa sangat tertarik dalam hal penggunaan instrumentasi modern yang belum pernah mereka gunakan sebelumnya. Dalam praktikum kimia analisis instrumen ini mahasiswa bebas menentukan instrumen modern yang akah digunakan serta dapat mencoba sendiri secara langsung.

SIMPULAN

Model pembelajaran praktikum kimia analisis instrumen berbasis proyek yang diterapkan mampu meningkatkan penguasaan konsep dan motivasi belajar analisis instrumentasi dari mahasiswa. Kenaikan penguasaan konsep analisis instrumen masih dikategorikan rendah, dengan rincian 21 mahasiswa kategori rendah, dan 15 mahasiswa kategori sedang. Tingkat motivasi belajar analisis instrumen dikategorikan tinggi, dengan rincian 21 mahasiswa kategori sedang, dan 15 mahasiswa kategori tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Haryani, A. T. Prasetya, and S. Wardani, "Peningkatan Metakognisi Mahasiswa Calon Guru Kimia Melalui Simulasi Laboratorium Virtual Berbasis Masalah pada Materi HPLC," in *Proceeding Himpunan Kimia Indonesia*, 2010.
- [2] P. A. Jalil, "A Procedural Problem in Laboratory Teaching: Experiment and Explain, or Vice-Versa?," *J. Chem. Educ.*, vol. 83, no. 1, pp. 159–163, 2006.
- [3] E. Baumgartner and C. J. Zabin, "A Case Study of Project-Based Instruction in the Ninth Grade: A Semester-Long Study of Intertidal Biodiversity," *Environ. Educ. Res.*, vol. 14, no. 2, pp. 97–114, 2008.
- [4] M. Bagheri, W. Z. W. Ali, M. B. A. Chong, and S. M. Daud, "Effects of Project-Based Learning Strategy on Self-Directed Learning Skills of Educational Technology Students," *Contemp. Educ. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 15–29, 2013.
- [5] G. Baş and Ö. Beyhan, "Effects of Multiple Intelligences Supported Project-Based Learning on Students' Achievement Levels and Attitudes towards English Lesson," *Int. Electron. J. Elem. Educ.*, vol. 2, no. 3, pp. 365–385, 2010.
- [6] S. Wurdinger and M. Qureshi, "Enhancing College Students' Life Skills through Project Based Learning," *Innov. High. Educ.*, vol. 40, no. 3, pp. 279–286, 2015.
- [7] S. Chandrasekaran, A. Stojcevski, G. Littlefair, and M. Joordens, "Learning through Projects in Engineering Education," in *SEFI 40Th Annual Conference*, 2012, no. March, pp. 1–8.
- [8] M.-S. Chun, K. Il Kang, Y. H. Kim, and Y. M. Kim, "Theme-Based Project Learning: Design and Application of Convergent Science Experiments," *Univers. J. Educ. Res.*, vol. 3, no. 11, pp. 937–942, 2015.
- [9] J. R. Elam and B. Nesbit, "The Effectiveness of Project-Based Learning Utilizing Web 2.0 Tools in EFL," *JALTCALL J.*, vol. 8, no. 2, pp. 113–127, 2012.
- [10] K. A. Frederick, "Using Forensic Science to Teach Method Development in the Undergraduate Analytical Laboratory," *Anal. Bioanal. Chem.*, vol. 405, no. 17, pp. 5623–5626, 2013.
- [11] C.-M. Hung, G.-J. Hwang, and I. Huang, "A Project-Based Digital Storytelling Approach for Improving Students' Learning Motivation, Problem-Solving Competence and Learning Achievement," *J. Educ. Technol. Soc.*, vol. 15, no. 4, pp. 368–379, 2012.
- [12] J. S. Lee, S. Blackwell, J. Drake, and K. A. Moran, "Taking a Leap of Faith : Redefining Teaching and Learning in

- Higher Education through Project-Based Learning,” *Interdiscip. J. Probl. Learn.*, vol. 8, no. 2, pp. 18–34, 2014.
- [13] I. Morgil, H. Gungor Seyhan, E. Ural Alsan, and S. Temel, “The Effect of Web-Based Project Applications on Students’ Attitudes towards Chemistry,” *Turkish Online J. Distance Educ.*, vol. 9, no. 2, pp. 220–237, 2008.
- [14] J. K. Robinson, “Project-Based Learning: Improving Student Engagement and Performance in the Laboratory,” *Anal. Bioanal. Chem.*, vol. 405, no. 1, pp. 7–13, 2013.
- [15] R. C. MacCallum, K. F. Widaman, K. J. Preacher, and S. Hong, “Sample Size in Factor Analysis: The Role of Model Error,” *Multivar. Behav Res*, vol. 36, no. 4, pp. 611–637, 2001.
- [16] R. C. MacCallum, K. F. Widaman, S. Zhang, and S. Hong, “Sample Size in Factor Analysis,” *Psychol. Methods*, vol. 4, no. 1, pp. 84–99, 1999.
- [17] A. T. Prasetya and S. Ridlo, “Factor Analysis for Instruments of Science Learning Motivation and Its Implementation for the Chemistry and Biology Teacher Candidates,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 983, no. 2018, pp. 1–6, 2018.