



## RANCANG BANGUN MEDIA SISTEM OTOMASI BERBASIS PLC

Imam Sukoco<sup>1\*)</sup>, Rizki Setiadi<sup>1</sup>, R. Ambar Kuntoro ursit Gendroyono<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

\*Email: putra\_aprilia@mail.unnes.ac.id

### INFO ARTIKEL

#### Sejarah Artikel:

Diterima : 11 Agustus 2023

Disetujui : 20 Agustus 2023

Dipublikasikan 30 Agustus 2023

#### Kata Kunci:

sistem otomasi, PLC, media pembelajaran, pneumatik.

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk Mengembangkan media dan menguji kelayakan sistem otomasi industri berbasis PLC untuk laboratorium pneumatik hidrolik. Metode pelaksanaan dalam penelitian ini menggunakan desain *Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation (ADDIE)*. Tahap analisis dilakukan dengan menganalisis kebutuhan sarana dan prasarana praktik pada laboratorium Pneumatik Hidrolik Jurusan Teknik Mesin. Tahap Desain adalah mendesain media sistem otomasi industri berbasis *Programmable Logic Controller (PLC)* sesuai dengan capaian pembelajaran lulusan. Tahap Pengembangan yaitu mengembangkan media sistem otomasi berbasis PLC, selanjutnya uji kelayakan oleh ahli media dan materi. Tahap Implementasi adalah penerapan trainer otomasi sistem pneumatik yang dilengkapi *e-modul*. Tahap evaluasi adalah mengevaluasi hasil belajar mahasiswa. Teknik pengumpulan data yaitu dengan angket uji kelayakan laboratorium media sistem otomasi dan uji coba langsung penggunaan kepada mahasiswa yang mengambil mata kuliah pneumatik hidrolik. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan media sistem otomasi yang dikembangkan memperoleh kelayakan media dan materi.

### Abstract

*This research aims to develop media and test the feasibility of a PLC-based industrial automation system for pneumatic hydraulic laboratories. The implementation method in this research uses the Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation (ADDIE) design. The analysis stage was carried out by analyzing the need for practical facilities and infrastructure in the Pneumatic Hydraulic laboratory of the Mechanical Engineering Department. The Design Stage is designing a Programmable Logic Controller (PLC)-based industrial automation system media in accordance with graduate learning outcomes. The Development Stage is developing a PLC-based automation system media, then feasibility testing by media and material experts. The Implementation Stage is the application of a pneumatic system automation trainer equipped with an e-module. The evaluation stage is evaluating student learning outcomes. The data collection technique is a questionnaire to test the feasibility of the automation system media laboratory and direct use trials for students taking hydraulic pneumatics courses. The data analysis technique used is descriptive analysis. The results of the research show that the automation system media that was developed obtained the appropriateness of the media and materials.*

## 1. PENDAHULUAN

Pelaksanaan kuliah pneumatik hidrolik memerlukan teori dan praktik. Untuk mendukung hal tersebut penggunaan teknologi dalam laboratorium sangat penting. Laboratorium merupakan sebuah tempat dalam melakukan kegiatan praktik dan digunakan sebagai tempat melatih peserta didik untuk memahami konsep dan meningkatkan pengetahuan

dan keterampilannya (Sari dkk, 2018) (Emda, 2017) (Putranto, 2016). Teknologi yang dapat diaplikasikan yaitu laboratorium virtual. Laboratorium virtual merupakan laboratorium dengan kegiatan pengamatan dengan menggunakan software yang dijalankan oleh sebuah komputer (Sumargo, dkk, 2014). Dalam pembelajaran hybrid sebagian mahasiswa tatap muka secara langsung dengan dosen, dan sebagian

lainnya melaksanakan pembelajaran secara online. Untuk itu diperlukan virtualisasi laboratorium untuk menunjang pembelajaran, sebelum praktik mahasiswa dapat belajar secara mandiri mengenai teori dan waktu untuk praktik dapat dimaksimalkan.

Keberhasilan program pendidikan melalui proses belajar mengajar yang sangat dipengaruhi oleh beberapa factor yaitu, mahasiswa, kurikulum, tenaga pendidik, dana, sarana prasarana (Lase, 2019). Sarana pendidikan adalah salah satu penunjang dalam meningkatkan mutu pendidikan. Terutama dalam pelaksanaan proses pembelajaran sangat penting dalam mendukung kegiatan pembelajaran (Muna, 2016). Salah satu sarana pendidikan adalah laboratorium. Kegiatan laboratorium dapat digunakan sebagai alternatif kegiatan untuk mengeksplor dan memaksimalkan potensi belajar siswa (Laelasari dan Supriatno, 2018). Keterampilan menggunakan, mengelola alat dan bahan laboratorium sangat diperlukan untuk mendukung proses keberhasilan pembelajaran (Parmin, 2014).

Manfaat penggunaan laboratorium yaitu mampu membantu mempersiapkan peserta didik untuk siap beradaptasi menyelesaikan berbagai macam permasalahan yang terdapat dalam ilmu pengetahuan (Nuha, dkk., 2015). Praktikum di laboratorium memiliki manfaat dan pengalaman yang cukup besar bagi peserta didik. Pada ranah kognitif, praktikum di laboratorium memberikan manfaat dalam membantu pemahaman siswa. Pada ranah afektif, praktikum dapat melatih sikap ilmiah siswa. Pada ranah psikomotorik, pelaksanaan praktikum dapat melatih keterampilan siswa dalam menggunakan alat dan bahan (Litasari dkk., 2014).

Saat ini kegiatan pembelajaran banyak dilakukan secara *hybrid*. *Hybrid learning* secara sederhana mampu didefinisikan sebagai sebuah perpaduan metode belajar tatap muka dengan

materi yang diberikan secara online (Bibi dan Jati, 2015). Secara umum kelas hybrid ini dipandang lebih efektif diterapkan di perguruan tinggi karena memiliki nilai khusus untuk pelajar dewasa yaitu hasil dari kemudahan dan fleksibilitasnya (Chen dan Chiou, 2014).

Pembelajaran *hybrid* telah memberikan dampak lingkungan yang interaktif dan dapat digunakan untuk belajar mandiri, meningkatkan keterampilan) termasuk interaksi dengan guru atau teman sebaya (Hediansah dan Surjono, 2020). Pembelajaran hybrid mengusulkan strategi pembelajaran yang inovatif dengan menggunakan multimedia. Strategi ini sangat fleksibel, baik dari segi waktu, tempat, penyampaian materi, maupun partisipasi siswa. Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa pembelajaran hybrid efektif dalam meningkatkan partisipasi, kepuasan, komunitas belajar, dan hasil belajar siswa (Widdy dkk., 2021). Dalam pelaksanaannya meskipun pembelajaran dilaksanakan secara *hybrid*, namun pembelajaran memerlukan praktik yang membutuhkan media training untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa.

Kompetensi merupakan salah satu elemen penting dalam menentukan kualitas sumber daya manusia terutama dalam menghadapi tantangan di era revolusi industri 4.0 yang serba mengandalkan teknologi dan kecepatan (Caressa dan Anggraeni, 2019). *Hard skills* dan *soft skills* sangat dibutuhkan terutama dalam memasuki dunia kerja (Delita dkk., 2016). *Softskills* merupakan cara baru untuk mendeskripsikan seperangkat kemampuan atau talenta seseorang yang tampak saat dia bekerja. Lebih jauh menjelaskan bahwa *softskills* seperti kemampuan untuk bekerja dalam tim, keterampilan berkomunikasi, keterampilan kepemimpinan, layanan langganan, dan keterampilan pemecahan masalah sangat bermanfaat untuk perkembangan karir (Katonowagiran, 2018).

*Hard skill* yaitu penguasaan ilmu pengetahuan, teknologi dan keterampilan teknis suatu bidang ilmu tertentu. Contohnya bidang ilmu kedokteran, science, teknologi, olahraga, seni dan bidang ilmu lainnya. *Hard skill* sangat erat kaitannya dengan keterampilan teknis yang melekat atau dibutuhkan untuk profesi tertentu (Rasid dkk., 2018).

Untuk menghadapi era revolusi industri 4.0, diperlukan pendidikan yang dapat membentuk generasi kreatif, inovatif, serta kompetitif. Hal tersebut dapat dicapai salah satunya dengan cara mengoptimalkan penggunaan teknologi sebagai alat bantu pendidikan yang diharapkan mampu menghasilkan output yang dapat mengikuti atau mengubah zaman menjadi lebih baik (Lase, 2019). Kompetensi yang harus dimiliki seseorang di era revolusi industri 4.0 antara lain: pengetahuan substantial, pengetahuan yang kontekstual, ketrampilan mental, ketrampilan sosial, ketrampilan ekspresi verbal, ketrampilan manual (Shite, 2018).

Otomasi adalah suatu teknologi terkait dengan aplikasi mekanik, elektronik, dan komputer didasarkan sistem untuk beroperasi dan mengendalikan produksi (Dewantara dan Kholil, 2017). Otomasi memiliki komponen-komponen penyusun yang terdiri dari sensor, aktuator, dan pengendali. Salah satu sistem pengendali yang banyak digunakan adalah Programmable Logic Controller (PLC) (Mandala dkk, 2015). Penggunaan sistem otomasi di sebuah industri manufaktur dapat meningkatkan produktivitas (Hakim dan Anugraha, 2017). Penggunaan programmable logic controller (PLC) di industri bertujuan untuk mempermudah pengontrolan yang dilakukan pada mesin-mesin di industri (Fahmizal dkk., 2018). Berdasarkan latar belakang diatas tujuan penelitian ini adalah merancang dan

membuat trainer sistem otomasi berbasis PLC untuk menunjang perkuliahan pneumatik hidrolik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

## 2. METODE PENELITIAN

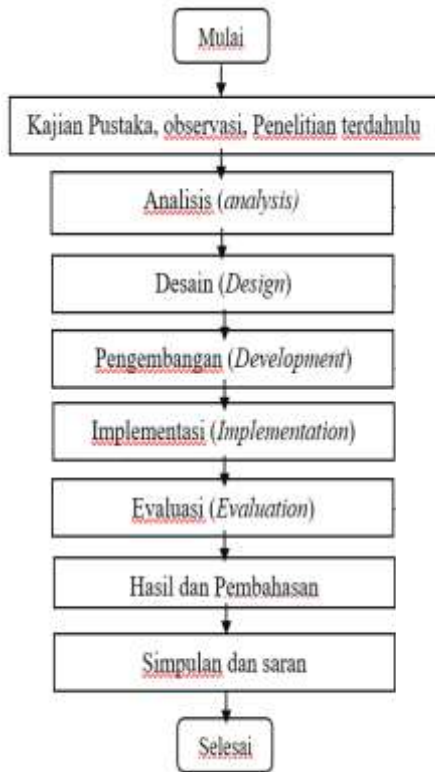
Penelitian ini merupakan penelitian Research and Development (RnD). Metode pelaksanaan dalam penelitian ini menggunakan desain ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Kelima tahap penelitian diuraikan sebagai berikut: Tahap pertama adalah *analysis*. Pada tahap ini diperoleh rumusan masalah kekurangan sarana media pembelajaran atau trainer dan pelaksanaan pembelajaran hybrid di masa pandemi terutama pada pembelajaran pneumatik hidrolik ketika praktik.

Tahap kedua adalah *design*. Tahap Desain adalah mendesain trainer sistem otomasi industri dan laboratorium virtual Pneumatik Hidrolik sesuai dengan capaian pembelajaran lulusan.

Tahap ketiga adalah *development*. Pada tahap ini yaitu mengembangkan mengembangkan media trainer sistem otomasi yang dilengkapi dengan e-modul dan pengembangan virtual lab, selanjutnya uji kelayakan oleh ahli dan mahasiswa.

Tahap keempat adalah *implementation*. Pada tahap ini penerapan trainer otomasi sistem pneumatik yang dilengkapi *e-modul* dan lab virtual untuk mata kuliah pneumatik hidrolik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Tahap kelima adalah *evaluation*. Pada tahap ini adalah evaluasi dari kelayakan pengembangan laboratorium virtual dan evaluasi hasil belajar siswa pembelajaran hybrid pada mata kuliah pneumatik hidrolik. Diagram alir penelitian dijelaskan secara rinci pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Lokasi penelitian yang dilakukan adalah Laboratorium Pneumatik Hidrolik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Juli sampai dengan Oktober 2022. Teknik pengumpulan data yaitu dengan angket kuesioner uji kelayakan media dan kelayakan materi sistem otomasi berbasis PLC pada laboratorium pneumatik hidrolik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif. Untuk menghitung tingkat kelayakan trainer sistem otomasi persamaan berikut (Yuniarti dkk., 2017):

$$RTV_{TK} = \frac{\sum_i^n 1A_i}{n} \dots\dots\dots(1)$$

Berdasarkan persamaan (1) dimana  $RTV_{TK}$  adalah total rata-rata validitas,  $A_i$  rata-rata aspek,  $i$  adalah aspek,  $n$  adalah jumlah aspek.

Tabel 1. Indikator penilaian kelayakan media dan kelayakan materi pembelajaran.

Persentase Penilaian	Interprestasi
85 – 100 %	Sangat Layak
69 – 84 %	Layak
53 – 68 %	Cukup Layak
37 – 52 %	Kurang Layak
20 – 36 %	Tidak Layak

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah perangkat pelatihan untuk sistem otomasi berbasis PLC yang dapat diterapkan dalam pembelajaran mata kuliah Pneumatik Hidrolik. Otomasi merujuk pada teknologi yang melibatkan integrasi aspek mekanik, elektronik, dan komputasi dalam sebuah sistem yang digunakan untuk mengoperasikan dan mengendalikan proses produksi. Komponen-komponen kunci dalam sistem otomasi mencakup sensor, aktuator, dan pengendali. Salah satu jenis pengendali yang umum digunakan adalah PLC. Penerapan sistem otomasi dalam industri manufaktur dapat signifikan meningkatkan produktivitas dengan tujuan utama mempermudah pengawasan dan pengendalian mesin-mesin di lingkungan industri.

Berdasarkan desain yang ada kemudian peneliti membuat trainer dengan rangka dari alumunium hollow 2x2 dan alas akrilik. Tariner yang dibuat menggunakan PLC OMRON CP1E 10 I/O dilengkapi dnengan power supply dan konektor banana plug untuk praktik materi PLC pada mata kuliah pneumatik hidrolik dan dapat digunakan untuk mata kuliah lain seperti mekatronika dan sistem kendali. Trainer sistem otomasi berbasis PLC yang telah dikembangkan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Trainer Sistem Otomasi

Media sistem otomasi berbasis PLC ini terdiri dari *miniature circuit bracker* (MCB) sebagai pengaman kelistrikan, pushbutton (ON/OFF) sebagai sakelar untuk mengaktifkan

dan menonaktifkan sistem otomasi. PLC sebagai kontroler yang dapat diprogram untuk menjalankan sistem otomasi minatur konveyor, power supply sebagai penyuplai sumber energi listrik bagi inputan dan outputan PLC. Motor DC 24V sebagai penggerak pada konveyor, solenoid valve digunakan untuk mengatur kerja silinder pneumatik, dan silinder pneumatik digunakan sebagai aktuator untuk mendorong benda kerja.

Spesifikasi media sistem otomasi industri ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi media sistem otomasi industri berbasis PLC

Nama Produk	Trainer sistem Otomasi berbasis PLC
Lebar produk	50 cm x 50 cm
kontroller	PLC Omron CP1E N10DR
Pengaman	MCB 2A
Pengaktifan	Push button ON & push button OFF
Katup aktuator	Solenoid 5/2 single acting Silinder double acting
Konektor	Banana plug
Base	Akrilik 3mm

Hasil penilaian kelayakan media trainer sistem otomasi berbasis PLC ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji kelayakan media trainer sistem otomasi berbasis PLC

Kriteria	Pernyataan	Rata-rata skor
Pengoperasian Media trainer sistem otomasi berbasis PLC	Pengoperasian <i>trainer</i> mudah dilakukan	4
	Tata letak komponen memudahkan pengguna	3,5
	Terdapat modul untuk pengoperasian trainer	3,5
Tampilan	Penggunaan trainer menarik	3,5
	<i>Layout</i> atau tata letak komponen sudah tepat	3,5
	Kesesuaian dimensi sudah tepat	4
	trainer dilengkapi dengan label komponen	3,5
	Total	25,5
Skor Maksimal	28	
Persentase (%)	91,07	

Hasil Uji kelayakan materi trainer sistem otomasi berbasis PLC yang dikembangkan ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji kelayakan materi trainer sistem otomasi berbasis PLC

Aspek	Pernyataan	Rata-rata skor
A. Kesesuaian Materi dengan CPMK	Materi pada <i>trainer sistem otomasi PLC</i> sesuai dengan Capaian pembelajaran mata kuliah	3,5
	Materi pada <i>modul</i> selaras dengan Capaian pembelajaran Lulusan	3
	Tujuan pembelajaran sesuai dengan materi pada praktik dengan trainer sistem otomasi PLC	4
B. Keakuratan dan Kebenaran Materi	<i>trainer</i> dapat digunakan untuk praktik pada materi elektropneumatik	3
	<i>trainer dapat digunakan untuk praktik pada materi PLC</i>	4
	<i>trainer</i> berisi tentang materi sistem otomasi	4
C. Materi Pendukung Pembelajaran	Kesesuaian materi dengan perkembangan industri 4.0	4
	Latihan / Tugas / Evaluasi	3
TOTAL		28,5
SKOR MAKSIMAL		32
<b>PERSENTASE KELAYAKAN (%)</b>		<b>89,06</b>

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian kesimpulan yang diambil yaitu: (a) Trainer sistem otomasi berbasis PLC telah berhasil dibuat, (b) Pengembangan lab virtual masih dalam proses pengembangan, (c) Uji kelayakan trainer sistem otomasi berbasis PLC mendapat nilai kelayakan sebesar 91,07% untuk kelayakan media dan nilai kelayakan 89,06% untuk kelayakan materi. Saran yang diberikan yaitu (a) Pengembangan lab virtual sebaiknya pada materi sistem hidrolik karena media yang ada masih sangat minim. (b) Pengembangan lab virtual disesuaikan dengan learning outcome yang dibutuhkan dunia usaha, dunia industri dan sekolah.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- A. B. Dewantara and M. Kholil. 2017. Sistem Otomasi Sebagai Upaya Perbaikan Kualitas Dengan Metode Spc Pada Line Finishing (Studi Kasus: Pt. X),” *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 3, no. 3: 141–149,
- A Yuniarti , L F Yeni, and Yokhebed. 2017. Development of Virtual Laboratory Based on Interactive Multimedia on Planting and Painting Bacteria. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 895 (2017) 012120.
- B. Kartowagiran. 2018. Optimalisasi Uji Tingkat Kompetensi di SMK,” vol. 3, no. 2013: 101–109
- Bibi, S. dan Jati, H. 2015. Efektivitas Model *Blended Learning* Terhadap Motivasi Dan Tingkat Pemahaman Mahasiswa Mata Kuliah Algoritma dan Pemrograman. *Jurnal Pendidikan Vokasi UNY*. 5 (1). 74-87.
- Chen, B. H., & Chiou, H. H. 2014. Learning style, sense of community and learning effectiveness in *hybrid* learning environment. *Interactive Learning Environments*. 22(4), 485–496.
- D. Lase. 2019. “Pendidikan di Era Revolusi Industri 4.0,” *SUNDERMANN J. Ilm. Teol. Pendidikan, Sains, Hum. dan Kebud.*, vol. 12, no. 2: 28–43.
- Disa Hediandah dan Herman Dwi Surjono. 2020. Hybrid Learning Development to Improve Teacher Learning Management. *JKTP Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*. Vol 3 No (1): 1-9.
- E. P. Peniati, Parmin. 2014. Model Analisis Evaluasi Diri Untuk Mengembangkan Kemampuan Mahasiswa Calon Guru IPA dalam Merancang Pengembangan Laboratorium Di Sekolah,” *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 3, no. 1: 28–35.
- Emda, A. 2017. Laboratorium Sebagai Sarana Pembelajaran Kimia Dalam Meningkatkan Pengetahuan Dan Keterampilan Kerja Ilmiah. *Latanida Journal*. 5 (1), 83-92.
- F. Delita et al. 2016. Peningkatan Soft Skills Dan Hard Skills Mahasiswa Melalui Project-Based Learning Pada Mata Kuliah Perencanaan Pembelajaran Geografi,” vol. 8, no. 2, pp. 124–135
- H. Mandala, H. Rachmat, D. Sukma, and E. Atmaja. 2015. Perancangan Sistem Otomatisasi Penggilingan Teh Hitam Orthodox Menggunakan Pengendali PLC Siemens S7 1200 dan Supervisory Control and Data Acquisition ( SCADA ) di PT . Perkebunan Nusantara VIII Rancabali, *J. Tugas Akhir*, vol. 2, no. 1: 990–997,
- H. Putranto. 2016. Pengelolaan dan pengembangan sarana praktikum laboratorium dasar instalasi listrik pada prodi pte Universitas Negeri Malang,” *Tekno*, vol. 25, no. 1: 33–43.
- I. Laelasari and B. Supriatno. 2018. Analisis komponen penyusun desain kegiatan laboratorium bioteknologi,” *J. Bioedukatika*, vol. 6, no. 2: 84
- Izza Aliyatul Muna. 2016. Optimalisasi Fungsi Laboratorium Ipa Melalui Kegiatan Praktikum Pada Prodi Pgm Jurusan Tarbiyah Stain Ponorogo. *Kodifikasia*, Volume 10 No. 1;109-131.
- L. A. Hakim and R. A. Anugraha. 2017. Perancangan Sistem Otomasi Proses Pelubangan Kartu Tekstil Jacquard Pada Mesin Punching Di Pt . Buana Intan Gemilang Automation System Design Punching Process for Jacquard Textile Card on Punching Machine At Pt . Buana Intan Gemilang,” vol. 4 : 68–75
- Litasari, K., N., N. Setiati, dan L. Herlina. 2014. Profil Pembelajaran Biologi Berbasis Laboratorium dan Implikasinya Terhadap Hasil Belajar Siswa di SMA Negeri Se-Kabupaten Semarang. *Unnes Journal of Biology Education*. 3 (2), 172-179.
- M. R. F. R. Fahmizal, Donny Budi Pratama, Angga Priyatmoko. 2018. Otomatisasi Proses Produksi Cat Berbasis Simulator Plc Twido Twidmda20dtk. *Jurnal Sains dan Teknologi.*, vol. 7, no. 1: 49-58
- N. W. Suri Rama Caressa, Devi Anggraeni. 2019. Hubungan Kompetensi Era Industri 4.0, Beban Kerja Organizational Citizenship Behaviordan Kinerja Karyawan,” vol. 9, no. 1: 178–186
- Nuha, D. F, Haryono, dan B. Mulyani. 2015. Kontribusi Laboratorium Terhadap Pembelajaran Kima SMA. *Jurnal Pendidikan Kimia*. 4 (1), 82-88.
- Rasid, Zulkifli, Bernhard Tewal, Christoffel kojo. 2018. Engaruh Hard Skill Dan Soft Skill Terhadap Kinerja Karyawan Perum Damri Manado. *Jurnal EMBA* Vol.6 No.2 :1008 – 1017.
- Sari, D. Dayana, dan I. Farida. 2018. Analisis Profil Manajemen Laboratorium Dalam Pembelajaran Kimia Di SMA Wilayah Sumedang. *Jurnal Tadris Kimia*. 3 (1), 73-82.
- Shite, M. 2018. Peran Kompetensi Dalam Mewujudkan Sumber Daya Manusia Yang Berdaya Saing Tinggi Di Era Revolusi Industri 4.0: Suatu Tinjauan Konseptual. *Jurnal Ilmiah Methonomi*. 4 (2), 145-159.
- Sumargo, E dan L. Yuanita. 2014. Penerapan Media Laboratorium Virtual (Phet) Pada Materi Laju Reaksi Dengan Model Pengajaran Langsung. *Unesa Journal of Chemical Education*. 3 (1), 119-133
- Widdy H.F. Rorimpandey dan Hendrikus Midun. 2021. Effect of Hybrid Learning Strategy

and Self-Efficacy on Learning Outcomes.  
*Journal of Hunan University (Natural  
Sciences)*. Vol. 48, No. 8: 181-189.