

STUDI KEPUSTAKAAN MENGENAI INOVASI PEMBELAJARAN FISIKA MENGGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN POE₂WE DI ERA REVOLUSI INDUSTRI

Wahyu Tulus Setyantini
Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Sebelas Maret
E-mail : wahyutulussetyantini@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi di era revolusi industri menghendaki adanya inovasi pengembangan model pembelajaran. Hasil dari pengembangan inovasi model pembelajaran ini diharapkan dapat dimanfaatkan untuk pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji beberapa teori dan penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan dengan inovasi pembelajaran fisika menggunakan model pembelajaran POE₂WE di era revolusi industri. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kepustakaan dengan mengkaji beberapa literatur yang dianalisis untuk menarik kesimpulan. Hasil penelitian ini adalah terkumpulnya landasan teori mengenai inovasi pembelajaran fisika menggunakan model pembelajaran POE₂WE di era revolusi industri yang meliputi, : 1) Revolusi industri, dan 2) Pendidikan fisika di era revolusi industri, 3) Pengertian model pembelajaran POE₂WE, 4) Langkah-langkah pembelajaran pada model pembelajaran POE₂WE, dan 5) Sintaks pengembangan dan kegiatan pembelajaran pada model pembelajaran POE₂WE,

Kata kunci : studi kepustakaan, model pembelajaran POE₂WE, revolusi industri.

ABSTRACT

Technological developments in the industrial revolution era require innovation in the development of learning models. The results of the development of this learning model innovation are expected to be used for learning. This study aims to examine several theories and previous studies that are relevant to physics learning innovation using the POE₂WE learning model in the industrial revolution era. The method used in this study is a literature study by reviewing some of the literature that was analyzed to draw conclusions. The results of this study are the collection of theoretical foundations regarding physics learning innovation using the POE₂WE learning model in the industrial revolution era which includes: 1) the industrial revolution, and 2) physics education in the industrial revolution era, 3) understanding the POE₂WE learning model, 4) steps learning on the POE₂WE learning model, and 5) Syntax development and learning activities on the POE₂WE learning model,

Keywords: literature study, POE₂WE learning model, industrial revolution.

PENDAHULUAN

Pada era revolusi industri saat ini ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang dengan pesat. Revolusi industri merupakan sejarah perkembangan terpenting dalam kehidupan manusia selama tiga abad terakhir yang bersifat berkelanjutan dalam membangun kehidupan dunia modern (Stearns, 2013)^[1]. Berkembangnya era revolusi industri tentunya berdampak dalam dunia pendidikan. Era revolusi industri telah mengubah cara berpikir tentang pendidikan. Perubahan yang dibuat bukan hanya cara mengajar, namun yang terpenting adalah perubahan dalam perspektif konsep pendidikan itu sendiri. Oleh karena itu, pengembangan kurikulum untuk

saat ini dan masa depan harus melengkapi kemampuan siswa dalam dimensi pedagogik, keterampilan hidup, kemampuan untuk hidup bersama (kolaborasi) dan berpikir kritis dan kreatif. Mengembangkan soft skill dan transversal skill, serta keterampilan tidak terlihat yang berguna dalam banyak situasi kerja seperti keterampilan interpersonal, hidup bersama, kemampuan menjadi warga negara yang berpikiran global, serta literasi media dan informasi.

Revolusi industri dalam dunia pendidikan menekankan pada pendidikan karakter, moral, dan keteladanan. Hal ini dikarenakan ilmu yang dimiliki dapat digantikan oleh teknologi sedangkan penerapan soft skill maupun hard skill yang dimiliki tiap peserta didik tidak dapat digantikan oleh teknologi. Dalam hal ini diperlukan kesiapan dalam hal pendidikan berbasis kompetensi, pemahaman dan pemanfaatan IoT (*Internet of Things*), pemanfaatan virtual atau *augmented reality* dan penggunaan serta pemanfaatan AI (*Artificial Intelligence*).

ANALISIS PEMECAHAN MASALAH

Seorang pendidik memberikan peranan yang cukup penting dalam dunia pendidikan di era persaingan industri ini. Ada tiga hal penting yang harus dilakukan oleh pendidik (Sukartono, 2018)^[2], yaitu menyiapkan siswa untuk mampu menciptakan pekerjaan yang selama ini belum ada, dan menyiapkan anak untuk mampu menggunakan teknologi. Untuk mempersiapkan siswa menghadapi persaingan industri bukanlah hal yang mudah. Guru memerlukan strategi dan model pembelajaran yang mampu memfasilitasi siswa untuk berkembang. Strategi dan model pembelajaran berpengaruh terhadap pola pikir dan apa yang akan dihasilkan siswa kelak nanti. Pemilihan strategi dan model pembelajaran mempunyai peranan penting dalam menyiapkan peserta didik menghadapi persaingan di era revolusi industri sekarang ini.

METODE

Pada penelitian ini kami menggunakan jenis/pendekatan penelitian yang berupa Studi Kepustakaan (Library Research). Studi kepustakaan merupakan suatu studi yang digunakan dalam mengumpulkan informasi dan data dengan bantuan berbagai macam material yang ada di perpustakaan seperti dokumen, buku, majalah, kisah-kisah sejarah, dsb (Mardalis:1999)^[3].

Studi kepustakaan juga dapat mempelajari berbagai buku referensi serta hasil penelitian sebelumnya yang sejenis yang berguna untuk mendapatkan landasan teori mengenai masalah yang akan diteliti (Sarwono:2006)^[4]. Studi kepustakaan juga berarti teknik pengumpulan data dengan melakukan penelaahan terhadap buku, literatur, catatan, serta berbagai laporan yang berkaitan dengan masalah yang ingin dipecahkan (Nazir:1988)^[5]. Sedangkan menurut ahli lain studi kepustakaan merupakan kajian teoritis, referensi serta literatur ilmiah lainnya yang berkaitan dengan budaya, nilai dan norma yang berkembang pada situasi sosial yang diteliti (Sugiyono:2012)^[6].

Penelitian ini menggunakan metode literasi (studi pustaka) dengan cara mengkaji berbagai literatur yang berkaitan dengan penerapan model POE₂WE (Kearney, 2004; Kearney & Young, 2007; Nana, 2014, 2016; Nana, Saji dan, Akhyar, & Rochsatiningsih, 2014; Permatasari, 2011; Rahayu, Widodo, & Sudirman, 2013; Samosir, 2010; Supriyati, 2012; Nana & Endang Surahman, 2019) dan pendidikan fisika untuk menghadapi era revolusi industri (Astuti, S. B. Waluya, M. Asikin, 2019; Ernita Susanti, Rifa'atul Maulidah, Yanti Sofi Makiyah, 2019; Ketang Wiyono & Sri Zakiyah, 2019). Model POE₂WE merupakan model yang sebelumnya telah dikembangkan oleh Nana, Sajidan, Akhyar, & Rochsatiningsih (2014) dari model POEW (Samosir, 2010) dan pembelajaran Fisika dengan pendekatan konstruktivis (Duffy & Jonassen, 1992).

Prosedur Penelitian

Metode penelitian kepustakaan ini digunakan untuk menyusun konsep pengembangan inovasi pembelajaran menggunakan model pembelajaran POE₂WE di era revolusi industri. Adapun langkah-langkah dalam penelitian kepustakaan menurut Kuhlthau (2002)^[7] adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan topik
2. Eksplorasi informasi
3. Menentukan fokus penelitian
4. Pengumpulan sumber data
5. Persiapan penyajian data
6. Penyusunan laporan

Sumber Data

Sumber data yang menjadi bahan akan penelitian ini berupa buku, jurnal dan situs internet yang terkait dengan topik yang telah dipilih. Sumber data penelitian ini terdiri dari buku dan jurnal tentang model pembelajaran POE₂WE dan revolusi industri.

Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dokumentasi, yaitu mencari data mengenai hal-hal atau variabel yang berupa catatan, buku, makalah atau artikel, jurnal dan sebagainya. Instrumen penelitian dalam penelitian ini adalah daftar check-list klasifikasi bahan penelitian, skema/peta penulisan dan format catatan penelitian.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis isi (Content Analysis). Analisis ini digunakan untuk mendapatkan inferensi yang valid dan dapat diteliti ulang berdasarkan konteksnya (Krippendorff, 1993)^[8]. Dalam analisis ini akan dilakukan proses memilih, membandingkan, menggabungkan dan memilah berbagai pengertian hingga ditemukan yang relevan

HASIL

Revolusi Industri

Istilah revolusi industri telah lama digunakan untuk menjelaskan perubahan aspek general di bidang industri yang saling berkaitan seperti teknologi dasar yang digunakan di pabrik, mesin-mesin yang dibangun dari teknologi tersebut, serta rutinitas buruh yang bekerja (Cowan, 2012^[9])(Frader, 2006)^[10].

Revolusi industri dibagi ke dalam beberapa generasi yaitu; industri 1.0 pertama kali dimulai sekitar abad ke-18 dengan adanya penemuan mesin uap dan turbin air; generasi kedua dikembangkan setelah ditemukannya energi listrik yang menyebabkan mesin pabrik berbasis mesin bertenaga listrik; revolusi industri ketiga mengintegrasikan teknologi informasi pada manajemen sistem; dan revolusi industri generasi ke empat yang sedang berlangsung saat ini (Agrawal, Schaefer, & Funke, 2018)^[11].

Era industri ke-4 atau yang lebih dikenal sebagai industri 4.0 merupakan hasil kombinasi yang telah ada dan penemuan terbaru. Hal ini mengakibatkan adanya perubahan yang sangat signifikan seperti; perubahan sosial, tata laksana organisasi industri, ekonomi makro, dan teknologi yang digunakan (JONES, 1984; Deane, 2003; Halili, 2019)^[12].

Pendidikan 4.0 merupakan cara untuk melengkapi fenomena integrasi digital dalam kehidupan sehari-hari di mana manusia dan mesin berinteraksi untuk memecahkan masalah dan menemukan teori inovasi baru. Dalam pendidikan 4.0, akses informasi tidak terbatas ruang dan waktu serta proses belajar mengajar telah menjadi dinamis. Masa depan pendidikan 4.0 dapat mengubah pemanfaatan informasi dengan cara yang praktis dan berbasis digital. Untuk mengatasi kebutuhan revolusi industri 4.0 dalam pendidikan, lembaga pendidikan harus terus mengintegrasikan metode inovatif untuk meningkatkan proses belajar mengajar (Halili, 2019)^[13].

Pendidikan Fisika di era revolusi industri

Adanya revolusi industri 4.0 mempengaruhi landasan terciptanya inovasi-inovasi di bidang pendidikan. Cepatnya laju revolusi pada era ini yang berfokus pada kecerdasan artifisial, perlahan menyebabkan adanya model-model pembelajaran baru yang sesuai di masa depan (D'Souza & Kamaruddin, 2016)^[14].

Banyak pendidikan tinggi yang tidak hanya mengajarkan sebatas teori terkait bidang kajian ilmu tertentu, namun juga melatih kemampuan peserta didik untuk dapat beradaptasi dan bersaing secara global dalam menghadapi industri 4.0 (Singh, Al-Mutawaly, & Wanyama, 2017)^[15]. Salah satunya adalah melalui pendekatan pembelajaran aktif berbasis industrial project sesuai dengan kurikulum pada program studi (Baena, Guarin, Mora, Sauza, & Retat, 2017)^[16].

Pendidikan fisika di era pembelajaran konvensional masih bersifat *teacher-oriented learning*; sesi tanya jawab singkat di akhir pembelajaran dengan pemberian pekerjaan rumah; serta menghadapi ujian akhir dengan pola masalah yang sama di setiap semesternya (Wieman &

Perkins, 2005)^[17]. Sistem pembelajaran seperti ini yang kemudian menyebabkan hampir seluruh peserta didik di bidang fisika memiliki pola pikir dan karakteristik yang sama (McDermott & C., 1990)^[18]. Sehingga para pendidik di bidang sains diharapkan untuk dapat mengembangkan pendidikan fisika menjadi lebih efektif dan relevan sesuai dengan tuntutan kebutuhan global.

Dengan adanya kemajuan di bidang teknologi, media-media pembelajaran dan sumber belajar terus mengalami inovasi, sehingga mendorong siswa untuk dapat belajar secara mandiri dan mampu menyelesaikan masalah yang bersifat abstrak dengan pendekatan ilmiah (Neeman, 1988)^[19] (Eijkelhof & Kortland, 1988)^[20].

Peserta didik diharapkan berhasil dalam menghadapi lingkungan kerja yang semakin mengglobal, terotomatisasi, tervirtualisasi, berjejaring dan fleksibel menyebabkan keterampilan yang dibutuhkan bukan hanya sekedar pengetahuan kognitif belaka, melainkan kemampuan berpikir secara non-linear, keterampilan sosial dan antar budaya, manajemen diri, dan kompetensi diri (Wallner & Wagner, 2016)^[21].

Model Pembelajaran POE₂WE

Model pembelajaran *Prediction, Observation, Explanation, Elaboration, Write dan Evaluation* (POE₂WE) dikembangkan dari model pembelajaran POEW dan model pembelajaran Fisika dengan Pendekatan Konstruktivistik. Pengembangan ini dilakukan untuk sebagai penyempurnaan kedua model sebelumnya. Model POE₂WE merupakan model pembelajaran yang dikembangkan untuk mengetahui pemahaman peserta didik mengenai suatu konsep dengan pendekatan konstruktivistik. Model ini membangun pengetahuan dengan urutan proses yaitu meramalkan atau memprediksi solusi dari permasalahan, melakukan eksperimen untuk membuktikan prediksi, kemudian menjelaskan hasil eksperimen yang diperoleh secara lisan maupun tertulis, membuat contoh penerapan dalam kehidupan sehari-hari, menuliskan hasil diskusi dan memuat evaluasi tentang pemahaman peserta didik baik secara lisan maupun tertulis (Nana, 2014)^[22].

Model pembelajaran POE₂WE dapat menjadikan peserta didik sebagai subjek di dalam pembelajaran. peserta didik secara aktif menemukan suatu konsep melalui pengamatan atau eksperimen secara langsung, bukan dari menghafal buku materi maupun penjelasan dari guru.

Model ini memungkinkan peserta didik aktif dalam proses pembelajaran, memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengkonstruksi pengetahuannya, mengkomunikasikan pemikirannya dan menuliskan hasil diskusinya sehingga peserta didik lebih menguasai dan memahami konsep yang akan berdampak pada peningkatan prestasi belajar peserta didik. Model ini memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melakukan konstruksi pengetahuan yang dimilikinya, melakukan pengamatan terhadap fenomena serta mengkomunikasikan gagasan yang dia peroleh dari proses diskusi sehingga peserta didik akan lebih mudah menguasai konsep yang diajarkan.

Langkah-langkah Pembelajaran pada Model Pembelajaran POE₂WE

Penggabungan tahapan-tahapan pembelajaran model POEW dan model pembelajaran Fisika dengan Pendekatan Konstruktivistik maka dapat di susun langkah-langkah pembelajaran model POE₂WE secara terinci sebagai berikut:

a. Prediction

Tahap *Prediction* yaitu peserta didik membuat prediksi atau dugaan awal terhadap suatu permasalahan. Permasalahan yang ditemukan berasal dari pertanyaan dan gambar tentang materi yang disampaikan oleh guru yang ada di Lembar Kerja peserta didik (LKS)/buku peserta didik sebelum peserta didik membuat prediksi. Pembuatan prediksi jawaban tahap *Prediction* pada model POEW identik dengan fase *Engagement* pada pendekatan konstruktivistik. Guru mengajukan pertanyaan yang dapat mendorong peserta didik untuk dapat membuat prediksi atau jawaban sementara dari suatu permasalahan.

b. *Observation*

Tahap *Observation* yaitu untuk membuktikan prediksi yang telah di buat oleh peserta didik. Peserta didik diajak melakukan eksperimen berkaitan dengan masalah atau persoalan yang di temukan. Selanjutnya peserta didik mengamati apa yang terjadi, kemudian peserta didik menguji kebenaran dari dugaan sementara yang telah dibuat. Tahap *Observation* pada model POEW identik dengan fase *Exploration* pada pendekatan konstruktivistik.

c. *Explanation*

Tahap *Explanation* atau menjelaskan yaitu peserta didik memberikan penjelasan terhadap hasil eksperimen yang telah dilakukan. Penjelasan dari peserta didik dilakukan melalui diskusi dengan anggota kelompok kemudian tiap kelompok mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas. Jika prediksi yang di buat peserta didik ternyata terjadi di dalam eksperimen, maka guru membimbing peserta didik merangkum dan memberi penjelasan untuk menguatkan hasil eksperimen yang dilakukan. Namun jika prediksi peserta didik tidak terjadi dalam eksperimen, maka guru membantu peserta didik mencari penjelasan mengapa prediksi atau dugaannya tidak benar. Tahap *explanation* identik dengan fase *explanation* pada pendekatan konstuktivistik.

d. *Elaboration*

Tahap *Elaboration* yaitu peserta didik membuat contoh atau menerapkan konsep dalam kehidupan sehari-hari. Tahap elaboration di ambil dari pendekatan konstruktivistik. Tahap ini guru mendorong peserta didik untuk menerapkan konsep baru dalam situasi baru sehingga peserta didik lebih memahami konsep yang di ajarkan guru. Tahap ini pengembangan dari pendekatan konstruktivistik.

e. *Write*

Tahap *Write* atau menulis yaitu melakukan komunikasi secara tertulis, merefleksikan pengetahuan dan gagasan yang dimiliki peserta didik Menurut (Yamin & Ansari, 2012) ^[23] menulis dapat membantu peserta didik untuk mengekspresikan pengetahuan dan gagasan mereka. peserta didik menuliskan hasil diskusi dan menjawab pertanyaan yang ada pada LKS. Selain itu pada tahap write ini, peserta didik membuat kesimpulan dan laporan dari hasil eksperimen. Tahap ini merupakan pengembangan dari model TTW.

f. *Evaluation*

Tahap *Evaluation* yaitu evaluasi terhadap pengetahuan, keterampilan dan perubahan proses berfikir peserta didik. Pada tahap ini peserta didik di evaluasi tentang materi gerak lurus berupa lisan maupun tulisan. Tahap ini merupakan pengembangan dari pendekatan konstruktivistik.

Sintaks Pengembangan dan Kegiatan Pembelajaran pada Model Pembelajaran POE₂WE,

Penggabungan tahap-tahap model POEW dan pendekatan konstruktivistik dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1 : Sintaks Pengembangan Pembelajaran POE₂WE

No	Sintaks POEW (Samosir, 2010)	Sintaks model Pembelajaran dengan Pendekatan Konstruktivistik (Duffy & Jonassen, 1992)	Model POE ₂ WE (Nana et al., 2014)
1	(<i>Prediction</i>) Membuat prediksi, membuat dugaan	(<i>Engagement</i>) pendahuluan membuat pertanyaan menggali pengetahuan awal peserta didik	(<i>Prediction</i>) Membuat dugaan atau prediksi. Tahap Engagement identik dengan Predict pada POEW
2	(<i>Observation</i>) Melakukan penelitian.	(<i>Exploration</i>) Menguji prediksi.	(<i>Observation</i>) Melakukan

	pengamatan	melakukan dan mencatat hasil pengamatan	observasi/pengamatan Tahap Exploration identik dengan tahap observation pada POEW
3	(<i>Explanation</i>) Yaitu memberi penjelasan	(<i>Explanation</i>) menjelaskan konsep dengan kalimat mereka sendiri	(<i>Explanation</i>) Menjelaskan Pada tahap explanation identik dengan explanation pada pendekatan konstruktivistik
4	(<i>Write</i>) Membuat kesimpulan	(<i>Elaboration</i>) Aplikasi konsep dalam kehidupan sehari-hari.	(<i>Elaboration</i>) Aplikasi konsep dalam kehidupan sehari-hari merupakan pengembangan dari pendekatan Konstruktivistik
5		(<i>Evaluation</i>) Evaluasi terhadap pengetahuan, keterampilan dan perubahan proses berpikir peserta didik.	(<i>Write</i>) Menuliskan hasil diskusi sebagai kesimpulan. Merupakan pengembangan dari model POEW
6			(<i>Evaluation</i>) Evaluasi terhadap efektifitas fase-fase sebelumnya. Merupakan pengembangan dari pendekatan Konstruktivistik

Tabel 2 : Kegiatan Pembelajaran pada Model Pembelajaran POE₂WE

Fase-fase	Kegiatan Pendidik	Kegiatan Peserta Didik
Prediction	<ul style="list-style-type: none"> - Menyampaikan tujuan pembelajaran. - Mengajukan pertanyaan kepada siswa - Menginventarisir prediksi dan alasan yang di kemukakan peserta didik. 	<ul style="list-style-type: none"> - Memperhatikan penjelasan dari guru. - Memprediksi jawaban pertanyaan dari guru - Mendiskusikan hasil prediksinya
Observation	<ul style="list-style-type: none"> - Mendorong peserta didik untuk bekerja secara kelompok - Membagikan LKS - Mengawasi kegiatan percobaan yang dilakukan oleh peserta didik 	<ul style="list-style-type: none"> - Membentuk kelompok - Melakukan percobaan - Mengumpulkan data hasil percobaan - Melakukan diskusi kelompok - Menyimpulkan hasil percobaan
Explanation	<ul style="list-style-type: none"> - Mendorong peserta didik untuk menjelaskan hasil percobaan. - Meminta peserta didik mempresentasikan hasil percobaannya - Mengklarifikasikan hasil percobaannya - Menjelaskan konsep/definisi baru 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengemukakan pendapatnya tentang hasil percobaan - Mengemukakan pendapatnya tentang gagasan baru berdasarkan hasil percobaan. - Menanggapi presentasi dari kelompok lain. - Konsep baru dari guru dapat di

Elaboration	<ul style="list-style-type: none"> - Memberi permasalahan berkaitan dengan penerapan konsep. - Mendorong peserta didik untuk menerapkan konsep baru dalam situasi baru 	terima <ul style="list-style-type: none"> - Menerapkan konsep baru dalam situasi baru atau kehidupan sehari-hari.
Write	<ul style="list-style-type: none"> - Memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mencatat hasil diskusi serta kesimpulan. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mencatat hasil penjelasan dan kesimpulan dari guru dan diskusi kelompok
Evaluation	<ul style="list-style-type: none"> - Mengajukan pertanyaan untuk penilaian proses - Menilai pengetahuan peserta didik - Memberikan balikan terhadap jawaban peserta didik 	<ul style="list-style-type: none"> - Menjawab pertanyaan berdasarkan data - Mendemonstrasikan kemampuan dalam penguasaan konsep

SIMPULAN

Pengembangan inovasi pembelajaran diperlukan bagi pendidik untuk mempersiapkan peserta didik menghadapi era persaingan industri. Pada era revolusi industri ini diperlukan *soft skill* berupa individu yang aktif. Pada model pembelajaran POE₂WE mengajak peserta didik untuk aktif dalam pembelajaran sehingga menumbuhkan sikap aktif peserta didik yang sesuai dengan kemampuan yang dibutuhkan dalam menghadapi persaingan di era revolusi industri saat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Stearns, P. N, "The Industrial Revolution" in 2013 World History (4th ed.) USA: Westview Press.
- [2] Sukartono(2018, Desember) *Revolusi Industri 4.0 dan Dampaknya terhadap Pendidikan di Indonesia* [online] available : <http://fkip.ums.ac.id/wp-content/uploads/sites/43/2018/12/Revolusi-Indsutri-4.0-Dampaknya-terhadap-Pendidikan-di-Indonesia-Dr-Sukartono.doc>
- [3] Mardilis, Metode Penelitian Suatu Pendekatan Proposal. Jakarta: Bumi Aksara, 1999.
- [4] Sarwono, Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif. Yogyakarta : Graha Ilmu, 2006.
- [5] NAZIR, Metode Penelitian. Jakarta : Ghalia Indonesia, 1988.
- [6] Sugiyono, Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan R&B. Bandung : Alfabeta, 2012.
- [7] Khultau, CC., Maniotes, L.K., and Caspari, A.K, "Learning in 21st Century School" in Guided Inquiry Design 2007 on Publishing Group USA.
- [8] Krippendorff, K, Analisis Isi Pengantar Teori dan Metodologi. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada, 1993.
- [9] Cowan, R. S, "The Industrial Revolution in the Home: Household Technology and Social Change in the 20th Century" in 2012 Domestic Ideology and Domestic Work, 17(1), 375–397. <https://doi.org/10.1515/9783110968842.375>
- [10] Frader, L. L, The Industrial Revolution. New York : Oxford Unive, 2006.
- [11] Agrawal, A., Schaefer, S., & Funke, T, "Incorporating Industry 4.0" in 2018 Corporate Strategy, 161–176. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-3468-6.ch009>
- [12] JONES, F. S. "The New Economic History and the Industrial Revolution". *South African Journal of Economics*. vol.52(2), pp 77–88, 1984. <https://doi.org/10.1111/j.1813-6982.1984.tb00825.x>
- [13] Halili, S. H, Technological Advancements In Education 4.0. vol.7(1), pp 63–69, 2019.
- [14] D'Souza, U., & Kamaruddin, M, "Industrial Revolution 4.0" in 2016 Role of Universities, vol.8(9), pp 2–3, 2016. <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v8-i9/4593>
- [15] Singh, I., Al-Mutawaly, N., & Wanyama, T, "Teaching Network Technologies That Support Industry 4.0" Proceedings of the Canadian Engineering Education Association, pp 1–5, 2017. <https://doi.org/10.24908/pceea.v0i0.5712>
- [16] Baena, F., Guarin, A., Mora, J., Sauza, J., & Retat, S, "Learning Factory: The Path to Industry 4.0" *Procedia Manufacturing*, vol. 9, pp 73–80, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.04.022>

- [17] Wieman, C., & Perkins, K, “Transforming Physics Education By using the tools of physics in their teaching, instructors can move students from mindless memorization to understanding and appreciation” *Physics Today*, pp 36–41, November. 2005.
- [18] McDermott, & C., L, “A perspective on teacher preparation in physics and other sciences: The need for special science courses for teachers” *American Journal of Physics*, vol.58(8), pp 734—742, 1990.
- [19] Neeman, Y, “Computers in physics”. *Physics Today*, vol.41(3), pp 130–132, 1988.
- [20] Eijkelhof, H. M. C., & Kortland, K, “Broadening the aims of physics education Development and Dilemmas in Science Education”, pp 282–305, Desember. 1970.
- [21] Wallner, T., & Wagner, G. “Academic Education 4.0” In International Conference on Education and New Development, 2016.
- [22] Nana, “Pengembangan model POE2WE dalam pembelajaran Fisika SMA.” Sebelas Maret University, 2014.
- [23] Yamin, M., & Ansari, B. I, *Taktik mengembangkan kemampuan individual siswa.* Jakarta: Gaung Persada Press, 2012.