

Implementasi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematic (STEM)* Pada Materi Usaha dan Energi Untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis Di SMA Muhammadiyah 7 Yogyakarta

Atika Puspita Dewi

Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan

Jl. Ringroad Selatan, Kragilan, Tamanan, Banguntapan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55191

Email: atika1500007063@webmail.uad.ac.id

Para siswa yang hidup di era ini haruslah memiliki keterampilan abad 21 agar dapat bersaing, bukan hanya dengan rekan sebangsanya, tetapi juga rekan seusianya dari negara lain. Keterampilan abad 21 ini meliputi keterampilan dalam literasi era digital, berpikir kritis, komunikasi yang efektif, dan produktivitas yang tinggi. Di SMA Muhammadiyah 7 Yogyakarta guru belum menggunakan bahan ajar berbasis STEM serta sebagian siswa masih kesulitan dalam memahami materi usaha dan energi. Selain itu juga belum terdapatnya alat peraga pada materi usaha dan energi sehingga membuat guru hanya menggunakan alat-alat yang berada di lingkungan sekolah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh LKPD berbasis STEM pada materi Usaha dan Energi terhadap peningkatan Kemampuan berfikir kritis siswa dan Untuk mengetahui perbandingan kelas eksperimen menggunakan Lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis STEM dengan kelas kontrol dengan menggunakan metode konvensional.

Subjek dari penelitian ini adalah Siswa SMA Muhammadiyah 7 Yogyakarta yang berada di kelas X MIA 1 dan X MIA 2 tahun ajaran 2018/2019. Objek dari penelitian ini adalah proses pembelajaran untuk mengetahui kemampuan berfikir kritis siswa. Metode yang digunakan adalah metode kuasi eksperimen. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah dengan teknik tes dengan memberikan butir soal. Instrumen yang digunakan adalah Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) berbasis STEM, Silabus, LKPD berbasis STEM, dan Butir soal *posttest pretest*. Teknik analisis data yang digunakan adalah dengan melakukan uji normalitas, uji homogenitas, uji *wilcoxon*, uji *mann whitney*, dan uji gain skor. Kriteria kesuksesan penelitian ini adalah dengan melihat keberhasilan dalam meningkatkan kemampuan berfikir kritis siswa.

Hasil Penelitian dapat dilihat dari Besarnya peningkatan kemampuan berfikir kritis siswa dengan menggunakan LKPD berbasis STEM pada materi usaha dan energi didapatkan hasil dari analisis statistik adalah sebagai berikut untuk kelas eksperimen yang menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis STEM didapatkan nilai rata-rata atau *mean* dari *pretest* adalah 47 sedangkan untuk hasil nilai rata-rata atau *mean* dari *posttest* adalah 75. Untuk kelas Kontrol yang menggunakan metode Konvensional didapatkan nilai rata-rata atau *mean* dari *pretest* adalah 48 sedangkan untuk hasil nilai rata-rata atau *mean* dari *posttest* adalah 57. Hasil uji *wilcoxon* untuk kelas eksperimen didapatkan hasil *asympt.sig.(2-tailed)* adalah $0,000 < 0,05$ sedangkan untuk kelas kontrol didapatkan hasil *asympt.sig.(2-tailed)* adalah $0,126 > 0,05$. Hasil uji *mann whitney* untuk kelas eksperimen dan kontrol didapatkan hasil *asympt.sig.(2-tailed)* adalah $0,005 < 0,05$. Dari analisis statistik tersebut dapat dikatakan bahwa pada kelas eksperimen terdapat peningkatan yang signifikan sedangkan pada kelas kontrol terlihat bahwa tidak terdapat peningkatan yang signifikan. Dari hasil tersebut maka didapatkan hasil analisis gains skor sebesar 0,53 untuk kelas eksperimen dan 0,2 untuk kelas kontrol, maka dapat dikatakan bahwa terdapat peningkatan kemampuan berfikir kritis pada kelas eksperimen sebesar 0,53 dengan kategori sedang dan untuk kelas kontrol dengan kategori rendah sehingga dapat disimpulkan bahwa lembar kerja peserta didik berbasis STEM pada materi usaha dan energi lebih cocok digunakan untuk mengetahui dan meningkatkan kemampuan berfikir kritis siswa SMA Muhammadiyah 7 Yogyakarta.

Kata kunci: Lembar kerja Peserta Didik, STEM, Kemampuan Berfikir Kritis

I. Pendahuluan

Pendidikan merupakan salah satu aspek yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Sebuah negara dikatakan maju atau tidaknya dapat dilihat dari pendidikan yang diterapkan di negara tersebut. Persaingan yang semakin ketat di era globalisasi ini mengharuskan sumber daya manusia memiliki kualitas yang baik dan profesional di berbagai bidang kehidupan [20]. Ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang pesat, siswa dituntut dapat menguasai berbagai ketrampilan agar dapat bersaing secara global. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menuntut peningkatan mutu pendidikan. Pendidikan berperan untuk menyiapkan sumberdaya manusia yang mampu berpikir secara mandiri, kreatif dan kritis, karena pendidikan merupakan modal dasar bagi pembangunan manusia berkualitas. Pendidikan berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa (UU RI No. 20, Tahun 2003) [4]. Para siswa yang hidup di era ini haruslah memiliki keterampilan abad 21 agar dapat bersaing, bukan hanya dengan rekan sebangsanya, tetapi juga rekan seusianya dari negara lain. Keterampilan abad 21 ini meliputi keterampilan dalam literasi era digital, berpikir inventif, komunikasi yang efektif, dan produktivitas yang tinggi [20].

Fisika merupakan salah satu cabang IPA yang mempelajari tentang alam dan fenomena yang terjadi di dalamnya melalui serangkaian proses ilmiah yang meliputi kegiatan observasi, membuat hipotesis, eksperimen, serta evaluasi data yang berdasarkan sikap ilmiah. Artinya pembelajaran fisika tidak sebatas menuntut siswa untuk menguasai fakta, konsep, prinsip dan hukum semata, namun juga diharapkan siswa dapat menguasai seluruhnya melalui proses penemuan. Hal ini didukung penelitian [2] yang menyatakan bahwa Pendidikan tidak hanya ditetapkan pada penguasaan materi, tetapi juga pada penguasaan keterampilan. Bagaimanapun pemahaman konsep sains tidak hanya mengutamakan hasil (produk) saja, tetapi proses untuk mendapatkan konsep tersebut juga sangat penting dalam membangun pengetahuan siswa. Menurut hasil penelitian Rusmiyati dan Yulianto, menyatakan bahwa mata pelajaran fisika yang disampaikan melalui proses penyelidikan ilmiah, dapat melatih dan mengembangkan keterampilan proses pada siswa. Salah satu cara melatih dan mengembangkan kemampuan berpikir yaitu melalui pembelajaran sains yang menekankan pada pendekatan keterampilan proses.

Programme for International Student Assessment (PISA) tahun 2009 menyatakan Indonesia berada pada urutan ke 61, 57, dan 60 dari 65 negara diukur dari kemampuan siswa pada bidang matematika, membaca dan sains [3][10][18][20]. *National Center for Educational Statistics*, mempublikasikan kemampuan siswa Indonesia mengacu pada hasil PISA tahun 2012 bahwa hampir semua siswa Indonesia hanya menguasai materi pelajaran sampai level 4 saja, sementara negara lain telah banyak yang mencapai level 5 dan 6. Pemaparan mendikbud (2013) tingkat pemahaman, pendalaman dan penguasaan materi siswa di Indonesia masih sangat rendah jika dibandingkan dengan negara lain di wilayah benua Asia. Sebagian besar kemampuan yang dikuasai siswa Indonesia hanya mampu mengukur kemampuan siswa pada tingkat melakukan dengan rata-rata prosentase 5%. Artinya, proses pembelajaran yang selama ini dilakukan belum mampu menggali kemampuan berpikir tingkat tinggi meliputi memberikan alasan dengan informasi yang lengkap, mengelola informasi, membuat generalisasi, dan menyajikan data [3].

Perkembangan pendidikan abad 21 membutuhkan keterampilan yang meliputi keterampilan berpikir logis, analisis, kritis, dan kreatif. Keterampilan tersebut penting bagi siswa untuk menghubungkan konsep dan materi sehingga mampu memahami dan menyelesaikan permasalahan dalam kelas [11]. Namun, berdasarkan hasil survei oleh *Organization for Economic COoperation and Development (OECD)* melalui program *Trends in Internasional Mathematics and Science Study (TIMSS)* tahun 2011 menunjukkan bahwa rata-rata nilai prestasi sains siswa di Indonesia berada di bawah nilai rata-rata internasional. Soal-soal TIMSS dapat digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa salah satunya kemampuan berpikir kritis Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa masih rendah [24].

Penerapan kurikulum 2013 yang oleh pemerintah diharapkan dapat membantu dalam menyiapkan keterampilan siswa dalam menghadapi perkembangan abad 21 seperti kemampuan berpikir kritis, kemampuan berpikir kreatif dan kemampuan berkomunikasi [11]. Kurikulum 2013 yang diterapkan dapat diintegrasikan dengan suatu pendekatan tertentu seperti pendekatan *Sains, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)* untuk mendukung pengembangan keterampilan tersebut Penerapan karakteristik STEM pada kurikulum nasional akan lebih maksimal dan dapat memotivasi guru sehingga memberikan dampak positif bagi kegiatan dan hasil pembelajaran [15]. Tujuan STEM dirancang untuk meningkatkan

kemampuan masyarakat dalam ilmu pengetahuan dan berinovasi pada produk teknologi agar dapat bersaing secara global [25].

Pada pembelajaran STEM, siswa belajar melalui pembelajaran berbasis proyek [20]. Namun, dalam pembelajaran STEM ini implementasi pembelajaran berbasis proyek berbeda dengan yang sudah biasa dilakukan. Pada STEM terdapat proses pikir, desain, buat, dan uji. Dimana setelah siswa selesai membuat proyek, proyek tersebut akan diuji apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Jika tidak, maka akan dilakukan pendesainan ulang. Proses ini dilakukan karena pembelajaran STEM lebih menekankan pada tahap engineering atau rekayasa, namun tetap beririsan dengan proses ilmiah (*scientific process*). Tahap rekayasa yang dimaksud adalah merancang suatu objek, proses, ataupun sistem yang disesuaikan dengan kebutuhan atau keinginan manusia [20]. Di Indonesia, pembelajaran STEM belum populer jika dibandingkan di negara maju, seperti Amerika Serikat. Namun, pembelajaran STEM ini mulai dilirik pemerintah untuk dimasukkan ke dalam kurikulum sekolah.

Pembelajaran menggunakan STEM dapat membantu siswa memecahkan masalah dan menarik kesimpulan dari pembelajaran sebelumnya dengan mengaplikasikannya melalui sains, teknologi, teknik dan matematika [12]. Keadaan tersebut menjadikan siswa dapat memperoleh pengetahuan yang lengkap, lebih terampil dalam menangani masalah kehidupan yang nyata dan mengembangkan pemikiran kritis siswa. Penggunaan STEM pada kegiatan pembelajaran yang diterapkan dalam bentuk model, bahan ajar maupun lembar kerja peserta didik (LKPD) dapat memberikan dampak yang baik. Pengaruh tersebut diantaranya, mampu meningkatkan keterampilan bernalar siswa [5], sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa, meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritis siswa [17]. Lembar kerja peserta didik atau LKPD merupakan lembaran yang berisi ringkasan dan petunjuk atau langkah pelaksanaan kerja yang harus dikerjakan siswa, yang mengacu pada kompetensi yang harus dicapai [11]. LKPD dapat dikembangkan guru sebagai fasilitator dalam kegiatan pembelajaran yang dapat membantu kemandirian siswa. Penggunaan LKPD membuat pembelajaran menjadi lebih menyenangkan dan membantu siswa untuk mengkonstruksi pengetahuan mereka sehingga dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah pada siswa [7] dan hasil belajar.

SMA Muhammadiyah 7 Yogyakarta merupakan salah satu sekolah yang menggunakan kurikulum 2013. Dari hasil observasi yang dilakukan

dengan cara wawancara pada guru mata pelajaran Fisika didapatkan hasil bahwa, Pada pembelajaran Fisika metode yang di gunakan oleh guru adalah metode berbasis lingkungan, yaitu pada pembelajaran lebih banyak memanfaatkan Lingkungan sekitar sebagai sumber belajar. Pada pembelajaran Fisika siswa-siswi SMA Muhammadiyah 7 Yogyakarta memberikan respon yang baik saat pembelajaran berlangsung, banyak siswa-siswi yang memahami dan mengerti pada materi yang sedang diberikan oleh guru, tetapi ada juga siswa-siswi yang tidak memperhatikan dan bermain-main sendiri walaupun tidak banyak. Pada pembelajaran Fisika dengan materi Usaha dan Energi guru menggunakan metode eksperimen sederhana yang menggunakan alat-alat sederhana yang terdapat di sekitar kita. Hal ini dikarenakan belum tersedianya alat praktikum untuk materi usaha dan energi. Walaupun menggunakan alat-alat sederhana guru tetap menggunakan metode tersebut karena siswa-siswi lebih tertarik dengan metode eksperimen yang digunakan oleh guru dibandingkan dengan hanya menggunakan metode ceramah atau metode tanya jawab saja. Guru dan Siswa SMA Muhammadiyah 7 Yogyakarta hanya menggunakan buku serta Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang telah di sedikan oleh pihak sekolah sebagai bahan ajar dan sebagai buku pegangan bagi siswa. Belum terdapatnya bahan ajar berbasis STEM pada mata pelajaran fisika. Pada materi Usaha dan Energi masih terdapat siswa yang susah untuk memahami materi usaha dan energi walaupun ada pula siswa yang mengerti dengan mudah. Pada kurikulum 2013 penilaian bukan hanya dari penilaian pengetahuan saja melainkan juga terdapat penilaian ketrampilan dan penilaian Sosial. Maka dari itu guru ingin mengembangkan kemampuan berfikir kritis siswa dengan berbagai cara salah satunya yaitu dengan cara menerapkan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis STEM. Dengan metode ini guru dapat menilai kemampuan berfikir kritis siswa, ketrampilan siswa sekaligus dengan menilai sosialnya.

II. Kajian Pustaka

A. Lembar Kerja Peserta Didik

LKPD adalah Sumber belajar dan media pembelajaran yang dapat membantu siswa maupun guru dalam melaksanakan proses pembelajaran, yang termasuk media cetak hasil pengembangan teknologi cetak. LKPD merupakan suatu bahan ajar cetak berupa lembaran berisi tugas yang di dalamnya berisi petunjuk dan langkah-langkah untuk menyelesaikan tugas. Sumber belajar dan media pembelajaran yang dapat membantu siswa maupun guru dalam proses pembelajaran adalah Lembar Kerja

Peserta didik (LKPD) [23]. LKPD termasuk media cetak hasil pengembangan teknologi cetak yang berupa buku [19][26]. Lembar Kerja Peserta didik (LKPD) tersebut berorientasi antara materi yang diajarkan dengan situasi di dunia nyata yang bernafaskan keislaman [8], dalam hal ini peserta didik dituntut untuk aktif menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan dunia nyata.

B. Science, Technology, Engineering, and Mathematic (STEM)

Science, Technology, Engineering and Mathematics atau disingkat STEM merupakan sebuah pendekatan pembelajaran yang populer di tingkat dunia yang efektif dalam menerapkan Pembelajaran Tematik Integratif karena menggabungkan empat bidang pokok dalam pendidikan yaitu ilmu pengetahuan, teknologi, matematika, dan engineering. Penerapan STEM dalam kegiatan pembelajaran terdiri dari 4C yaitu creativity, critical thinking, collaboration, dan communication, sehingga siswa dapat menemukan solusi inovatif pada masalah yang dihadapi secara nyata dan dapat menyampaikannya dengan baik [11]. Pembelajaran menggunakan STEM dapat membantu siswa memecahkan masalah dan menarik kesimpulan dari pembelajaran sebelumnya dengan mengaplikasikannya melalui sains, teknologi, teknik dan matematika [12].

Kennedy Dan Odell [9] menunjukkan bahwa pendidikan STEM yang berkualitas tinggi harus mencakup (a) integrasi teknologi dan teknik menjadi ilmu pengetahuan dan matematika; (b) mengedepankan penyelidikan ilmiah dan desain teknik, termasuk matematika dan instruksi sains; (c) pendekatan kolaboratif terhadap belajar, menghubungkan siswa dan pendidik dengan STEM; (d) Menyediakan sudut pandang global dan multi perspektif; (e) Menggabungkan strategi seperti pembelajaran berbasis proyek, menyediakan pengalaman belajar formal dan informal; Dan (f) Memasukkan Teknologi yang sesuai untuk meningkatkan pembelajaran.

Menurut Afriana [1] bahwa dalam pembelajaran STEM, siswa memiliki kesempatan untuk belajar Sains, Matematika, dan Teknik dengan mengatasi masalah yang memiliki aplikasi di dunia nyata. Pada pembelajaran STEM terjadi proses perancangan dan redesign (engineering design process) yang membuat peserta didik menghasilkan produk terbaiknya [13]. Menurut California Departement of Education (2015) dapat disimpulkan bahwa STEM Education dapat menjadikan siswa aktif, kolaboratif, terampil, dan pembelajaran dapat bermakna, sehingga memperluas cakrawal. Penerapan terpadu STEM secara tidak langsung menuntut guru dan peserta didik untuk berpikir kreatif. Dalam pembelajaran sains, peserta didik dibimbing oleh guru untuk aktif

menemukan sendiri pemahaman yang berkaitan dengan materi pembelajaran. Kegiatan memecahkan masalah menjadi ciri pembelajaran yang mengembangkan keterampilan berpikir kreatif [13]. Pembelajaran yang mengintegrasikan pendekatan STEM menuntut siswa untuk memahami konsep sains dan menganalisis rekayasa dari sebuah teknologi sehingga berguna untuk melatih dan menunjang kemampuan berpikir kreatif siswa [13].

C. Kemampuan Berfikir Kritis

Perkembangan pendidikan abad 21 membutuhkan keterampilan yang meliputi keterampilan berpikir logis, analisis, kritis, dan kreatif. Keterampilan tersebut penting bagi siswa untuk menghubungkan konsep dan materi sehingga mampu memahami dan menyelesaikan permasalahan dalam kelas [11].

Kecakapan hidup (*life skill*) yang perlu dikembangkan melalui proses pendidikan adalah keterampilan berpikir. Berpikir diperlukan untuk mengembangkan sikap dan persepsi yang mendukung terciptanya kondisi kelas yang positif, untuk memperluas wawasan pengetahuan, untuk mengaktualisasikan kebermaknaan pengetahuan, dan untuk mengembangkan perilaku berpikir yang rasional. Beberapa keterampilan berpikir yang dapat meningkatkan kecerdasan memproses dalam *life skill* adalah keterampilan berpikir kritis, keterampilan mengorganisir otak, dan keterampilan analisis. Berpikir kritis adalah kemampuan belajar yang harus diajarkan pada peserta didik karena kemampuan ini sangat diperlukan dalam kehidupan [22]. Selain itu kemampuan berpikir kritis adalah suatu proses berpikir yang dapat diterima akal reflektif, rasional dan bertanggung jawab yang diarahkan untuk memutuskan apa yang dikerjakan atau diyakini, dalam hal ini tidak sembarangan dalam menganalisis suatu permasalahan dan menarik suatu kesimpulan, tetapi hasil dari berpikir kritis adalah pada sebuah kesimpulan yang terbaik [22].

Berpikir kritis terdiri dari tiga bagian, yaitu (1) berpikir kritis melibatkan mengajukan pertanyaan. Ini berkaitan dengan apa yang perlu ditanyakan, mengajukan pertanyaan yang baik, pertanyaan yang masuk ke inti permasalahan. Berpikir kritis melibatkan kesadaran bahwa ada pertanyaan yang perlu ditangani. (2) berpikir kritis berkaitan dengan usaha mencoba untuk menjawab pertanyaan melalui penalaran. (3) berpikir kritis berkaitan dengan kepercayaan pada hasil penalaran [22].

Keterampilan berpikir kritis dalam ilmu pengetahuan dan teknologi juga berperan penting dalam menanamkan sikap ilmiah pada siswa. Berpikir kritis, tidak hanya dikembangkan dalam pembelajaran saja, tetapi juga harus didukung dengan instrumen penilaian yang mencerminkan berpikir kritis. Peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dapat dievaluasi dengan adanya alat ukur atau instrumen yang relevan. Instrumen

tersebut dikatakan baik apabila mampu mengevaluasi atau menilai sesuatu dengan hasil seperti keadaan yang dievaluasi, untuk mendapatkan instrumen tes yang baik, maka harus dilakukan analisis terhadap instrumen tersebut [16]. Bloom mendaftar enam tingkatan berpikir kritis dari tingkatan berpikir kritis yang paling sederhana sampai paling kompleks. Daftar tersebut mulai dengan pengetahuan dan bergerak ke atas menuju penguasaan, aplikasi, analisis, sintesis, dan evaluasi [21].

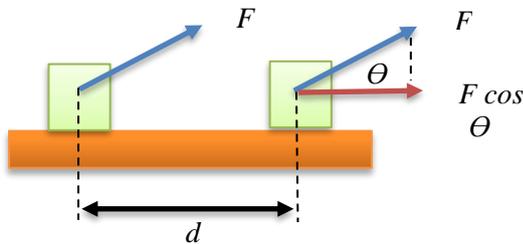
D. Usaha/Kerja

Kata *kerja* memiliki berbagai arti pada bahasa sehari-hari. Tetapi dalam fisika, kerja diberi arti yang spesifik untuk mendeskripsikan apa yang dihasilkan oleh gaya ketika ia bekerja pada benda sementara benda tersebut bergerak dalam jarak tertentu. Lebih spesifik lagi, kerja yang dilakukan pada sebuah benda oleh gaya yang konstan (konstan dalam hal besar dan arah) didefinisikan sebagai *hasil kali besar perpindahan dengan komponen gaya yang sejajar dengan perpindahan*. Dalam bentuk persamaan:

$$W = Fd \quad (1)$$

Dimana F adalah komponen gaya konstan F yang sejajar dengan perpindahan d . Dapat dituliskan:

$$W = Fd \cos \theta \quad (2)$$



Dimana F adalah besar gaya konstan, d adalah besar perpindahan benda, dan θ adalah sudut antar arah gaya dan perpindahan [6].

Dalam satuan SI, kerja dinyatakan dalam newton-meter. Diberikan nama khusus untuk satuan ini, **joule** (J): $1\text{J} = 1\text{ N}\cdot\text{m}$. dalam sistem cgs, satuan kerja disebut erg dan didefinisikan sebagai $1\text{ erg} = 1\text{ dyne}\cdot\text{cm}$. dalam satuan inggris, kerja diukur dalam *footpound* (kaki-pon). Dalah mudah untuk membuktikan bahwa $1\text{J} = 10^7\text{ erg} = 0,7376\text{ ft}\cdot\text{lb}$ [6].

Usaha Oleh Berbagai Gaya

“*usaha total oleh berbagai gaya yang berkerja pada suatu benda diperoleh dengan cara menjumlahkan secara aljabar biasa.*” [14]. Kerja total dapat dihitung dengan dua cara. (1) kerja total yang dilakukan terhadap suatu

benda merupakan jumlah aljabar dari kerja yang dilakukan oleh setiap gaya, karena kerja/usaha merupakan skalar. (2) kerja total juga dapat dihitung dengan cara terlebih dahulu menentukan gaya total pada benda dan kemudian mengambil komponennya sepanjang perpindahan [6].

$$W_{total} = W_1 + W_2 + W_3 + \dots \quad (3)$$

E. Energi

Bentuk dan Sumber Energi

semua energi berasal dari sumber energi. Sumber energi dibagi menjadi dua, yaitu *energi tak terbarukan*, seperti energi fosil dan energi nuklir fisis serta *energi terbarukan*, seperti energi matahari, energi angin, energi air, dan energi gelombang.

Energi Kinetik dan Prinsip Kerja

Energi merupakan salah satu dari konsep yang paling penting dalam sains. Aspek yang paling penting dari semua jenis energi adalah bahwa jumlah dari semua jenis energi, *energi total*, tetap sama setelah proses apa pun dengan jumlah sebelumnya: yaitu besaran “energi” dapat didefinisikan sedemikian sehingga energi merupakan besaran yang kekal [6].

Sebuah benda yang sedang bergerak memiliki kemampuan untuk melakukan kerja dan dengan demikian dapat dikatakan mempunyai energi. Energi gerak disebut dengan **energi kinetik**, dari kata Yunani *kinetikis*, yang berarti “gerak” [6].

Kita *definisikan* besaran $\frac{1}{2}mv^2$ sebagai **energi kinetik translasi** (E_K):

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2 \quad (4)$$

Besaran ini merupakan energi kinetik “translasi”. Persamaan (4) yang diturunkan untuk gerak satu dimensi, berlaku secara umum untuk gerak translasi pada tiga dimensi dan bahkan jika gaya tidak beraturan. Maka persamaanya:

$$W_{tot} = E_{K2} - E_{K1} \quad (5)$$

atau

$$W_{tot} = \Delta E_K \quad (6)$$

“*kerja total yang dilakukan pada sebuah benda sama dengan perubahan energi kinetiknya*” [6].

F. Macam-macam STEM dalam Usaha dan Energi

I. Roller Coaster



Gambar 1. Roller Coaster.

Pada **gambar 1** *Roller Coaster* ada kaitannya dengan konsep usaha dan energi yaitu energi potensial dan energi kinetik. *Roller Coaster* dikatakan memiliki energi potensial maksimum jika posisi berada di puncak lintasan dan dikatakan bernilai nol jika berada di posisi terendah dari lintasan. Sedangkan energi kinetik dari *Roller Coaster* didapat ketika bergerak. Dikatakan bernilai nol jika berada di posisi puncak dari lintasan dan bernilai maksimum jika berada di posisi terendah dari lintasan.

2. Dinamo Spedah



Gambar 2. Dinamo Spedah.

Sepeda merupakan generator atau pembangkit listrik yang sederhana. **Gambar 2** merupakan salah satu contoh pembangkit listrik yang sederhana yaitu dinamo. Dinamo adalah alat yang prinsip kerjanya berdasarkan induksi elektromagnetik. Saat ini kita jarang menemukan sepeda yang menggunakan dinamo. Dahulu ketika penggunaan sepeda motor dan mobil belum sebanyak sekarang, sepeda masih menjadi sarana transportasi yang cukup dominan baik siang maupun malam hari. Dinamo sepeda dipakai untuk menyalakan lampu sepeda pada malam hari.

Lalu apa hubungannya dinamo sepeda dengan usaha dan energi? Dinamo sepeda memiliki energi, energi tersebut yaitu energi gerak diubah menjadi energi listrik. Hal inilah yang digunakan untuk menyalakan lampu pada sepeda.

3. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)



Gambar 3. PLTA

Gambar 3 merupakan pembangkit listrik tenaga Mikrohidro. Dimana aliran air deras yang berasal dari ketinggian saluran air digunakan untuk memutar turbin generator sehingga dapat menghasilkan listrik. Pada proses ini berlaku hukum kekekalan energi mekanik. Energi mekanik di titik tertinggi aliran air sama dengan energi mekanik yang mencapai generator. Energi potensial aliran air deras diubah seluruhnya menjadi energi kinetik sehingga dapat menggerakkan turbin generator. Dari gambar tersebut, dapat kita lakukan eksperimen sederhana.

III. Metode Penelitian/Eksperimen

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode quasi eksperimen. Metode ini digunakan untuk mengukur perubahan yang terjadi setelah adanya pemberian tindakan pada peserta didik. Dengan menggunakannya metode ini diharapkan dapat membuktikan hipotesis yang telah dibuat. Pada penelitian ini menggunakan metode quasi eksperimen dengan menggunakan desain penelitian *pre-test post-test control group design*.



B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SMA Muhammadiyah 7 Yogyakarta dengan sample penelitian yang diambil adalah siswa kelas X dengan jumlah 40 siswa. Penelitian dilakukan selama 2 minggu untuk pengambilan data yaitu pada tanggal 25 April 2019 – 2 Mei 2019. Penelitian dilakukan pada 2 kelas yang berbeda yaitu X MIA I dan X MIA 2.

C. Objek dan Subjek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah ketrampilan berfikir kritis dari peserta didik SMA Muhammadiyah 7 Yogyakarta. Subjek penelitian merupakan tempat variabel melekat. Subjek penelitian adalah tempat di mana data untuk variabel penelitian diperoleh. Subjek dalam

penelitian ini adalah siswa-siswi SMA Muhammadiyah 7 Yogyakarta yang berada pada kelas X MIA.

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan dua metode yaitu menggunakan teknik tes dan non tes.

E. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang berbasis STEM dan soal tes yang berbentuk pilihan ganda serta lembar observasi penilaian aktivitas siswa dan ketrampilan siswa. Tes diberikan dua kali yaitu *pretest* yang berfungsi untuk mengetahui kemampuan berfikir kritis awal siswa sebelum diberikan *treatment* dan *posttest* yang berfungsi untuk mengetahui kemampuan berfikir kritis akhir siswa setelah diberikan *treatment*.

F. Teknik Analisis

Teknik analisis data yang digunakan adalah dengan melakukan uji normalitas, uji homogenitas, uji *wilcoxon*, uji *mann whitney*, dan uji gain skor. Kriteria kesuksesan penelitian ini adalah dengan melihat keberhasilan dalam meningkatkan kemampuan berfikir kritis siswa. Dengan keiteria peningkatan sebagai berikut :

Tabel I. Interpretasi Gain Skor Ternormalisasi.

Gain Skor	Interprestasi
Gain-skor > 0,7	Tinggi
0,3 > Gain-skor < 0,7	Sedang
Gain-skor < 0,3	Rendah

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu Implementasi LKPD berbasis STEM pada materi Usaha dan Energi untuk Meningkatkan kemampuan berfikir kritis di SMA Muhammadiyah 7 Yogyakarta. Jenis penelitian yang digunakan adalah metode quasi eksperimen dengan desain penelitiannya adalah *pre-test post-test control group design*.

I. Uji Normalitas

Tabel 2. Hasil analisis deskriptif statistic

Descriptive Statistics					
	N	Min imum	Maxi mum	Mean	Std. Deviation
Pretest Eksperimen	20	12,5	67,5	46,750	15,8343
Posttest Eksperimen	20	57,5	92,5	74,500	9,9538
Pretest Kontrol	20	7,5	75,0	48,000	18,2021
Posttest Kontrol	20	7,5	95,0	57,375	22,1014
Valid N (listwise)	20				

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas *kolmogrov-smirnov*

Kelas	Uji Normalitas <i>kolmogrov-smirnov</i>		
	Statistic	df	sig
Pretest Eksperimen (STEM)	0,206	20	0,026
Posttest Eksperimen (STEM)	0,170	20	0,132
Pretest Kontrol (Konven)	0,250	20	0,002
Posttest Kontrol (Konven)	0,128	20	0,200

Analisis deskriptif dilakukan untuk mengetahui jumlah data, nilai rata-rata, nilai maksimum, nilai minimum, dan lainnya. Dari analisis statistik yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut untuk kelas eksperimen yang menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis STEM didapatkan nilai rata-rata atau *mean* dari *pretest* adalah 47 sedangkan untuk hasil nilai rata-rata atau *mean* dari *posttest* adalah 75. Untuk kelas Kontrol yang menggunakan metode Konvensional didapatkan nilai rata-rata atau *mean* dari *pretest* adalah 48 sedangkan untuk hasil nilai rata-rata atau *mean* dari *posttest* adalah 57.

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi normal atau tidak. Dari **tabel 3** didapatkan hasil bahwa kelas eksperimen mempunyai nilai signifikasi sebesar $0,132 > 0,05$, maka dapat dikatakan kelas eksperimen berdistribusi normal dan dari **tabel 3** pula didapatkan hasil bahwa kelas kontrol memiliki nilai signifikasi sebesar $0,200 > 0,05$, maka dapat dikatakan kelas kontrol berdistribusi normal. Data dapat dikatakan normal jika nilai $sig > 0,05$.

2. Uji Homogenitas

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas *Lavene Statistic*

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
8,062	1	38	,007

Terlihat pada **tabel 4** bahwa hasil uji homogenitas adalah $0,007 < 0,05$ maka dapat dikatakan bahwa kelas Eksperimen dan kelas Kontrol pada keadaan akhir adalah tidak homogen. Dapat disimpulkan bahwa hasil akhir dari kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah tidak homogen maka dapat dikatan bahwa pada keadaan akhir pada kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki perbedaan pada kemampuan berfikir kritis.

Dikarenakan hasil yang didapat adalah normal dan tidak homogen maka uji parametrik tidak dapat terpenuhi, oleh karena itu untuk menggantikan uji parametrik adalah dengan menggunakan uji non parametrik yaitu dengan menggunakan uji *wilcoxon* dan uji *mann whitney*.

3. Uji Wilcoxon

Tabel 5. Hasil Uji *Wilcoxon* kelas Eksperimen.

	Posttest Eksperimen - Pretest Eksperimen
Z	-3,885 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

- a. Wilcoxon Signed Ranks Test
- b. Based on negative ranks.

Pada **tabel 5** terlihat bahwa hasil dari uji *wilcoxon* adalah nilai *asyp.sig.(2-tailed)* bernilai 0,000. Karena nilai $0,000 < 0,05$ maka dapat dikatakan ada perbedaan atau terdapat kenaikan antara kemampuan berfikir kritis untuk *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen.

Tabel 6. Hasil Uji *Wilcoxon* kelas kontrol.

	Posttest Kontrol - Pretest Kontrol
Z	-1,532 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,126

- a. Wilcoxon Signed Ranks Test
- b. Based on negative ranks.

Pada **tabel 6** terlihat bahwa hasil dari uji *wilcoxon* adalah nilai *asyp.sig.(2-tailed)* bernilai 0,126. Karena nilai $0,126 > 0,05$ maka dapat dikatakan tidak terdapat perbedaan atau tidak terdapat kenaikan antara kemampuan berfikir kritis untuk *pretest* dan *posttest* pada kelas kontrol.

4. Uji Mann-Whitney

Tabel 7. Hasil Uji *Mann Whitney* untuk *Pretest*.

	hasil kemampuan berfikir keritis
Mann-Whitney U	176,500
Wilcoxon W	386,500
Z	-,638
Asymp. Sig. (2-tailed)	,524
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,529 ^b

- a. Grouping Variable: kelas
- b. Not corrected for ties.

Pada **tabel 7** terlihat bahwa hasil dari uji *mann whitney* adalah nilai *asyp.sig.(2-tailed)* bernilai 0,524. Karena nilai $0,524 > 0,05$ maka dapat dikatakan tidak terdapat perbedaan antara kemampuan berfikir kritis kelas eksperimen dan kelas kontrol pada keadaan awal dan dapat dikatakan bahwa kelas eksperimen dan kelas kontrol pada awalnya memiliki keadaan yang sama.

Tabel 8. Hasil Uji *Mann Whitney* untuk *Posttes*.

Test Statistics ^a	
	hasil kemampuan berfikir kritis
Mann-Whitney U	97,000
Wilcoxon W	307,000
Z	-2,799
Asymp. Sig. (2-tailed)	,005
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,005 ^b

a. Grouping Variable: kelas

b. Not corrected for ties.

Pada **tabel 8** terlihat bahwa hasil dari uji *mann whitney* adalah nilai *asymp.sig.(2-tailed)* bernilai 0,005. Karena nilai $0,005 < 0,05$ maka dapat dikatakan terdapat perbedaan antara kemampuan berfikir kritis kelas eksperimen dan kelas kontrol pada keadaan akhir dan dapat dikatakan bahwa terdapat peningkatan kemampuan berfikir kritis siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

5. Uji Gain Skor

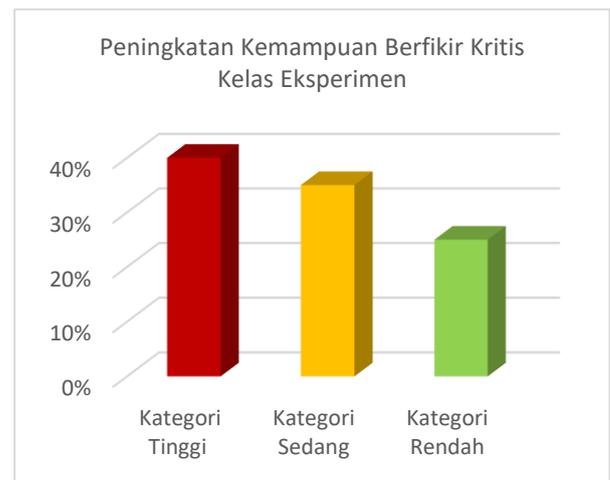
Tabel 9. Hasil Uji gain skor kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Gain Skor Ternormalisasi				
Peningkatan Kemampuan Berfikir Kritis Siswa				
Kelas	Mean pretest	Mean Posttest	Gain Skor	Kategori
Eksperimen (STEM)	47	75	0,53	Sedang
Kontrol (Konvensional)	48	57	0,2	Rendah

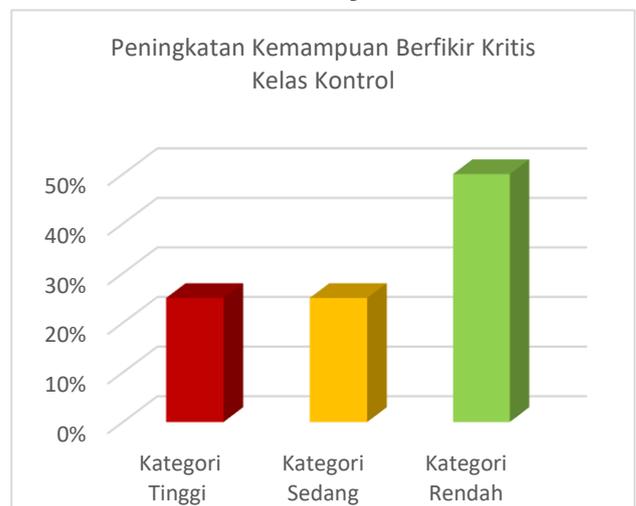
Pada **tabel 9** didapatkan hasil rata-rata *pretest* dan *posttest* untuk kelas eksperimen adalah 47 dan 75, untuk kelas kontrol adalah 48 dan 57. Untuk hasil analisis gain skor yang telah dilakukan peneliti didapatkan hasil untuk kelas eksperimen adalah 0,53 dengan kategori sedang dan untuk kelas kontrol adalah 0,2 dengan kategori rendah. Uji dari gain skor ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan anatara dua kelas tersebut. Maka dapat dikatakan bahwa peningkatan kemampuan berfikir kritis kelas eksperimen lebih besar dibandingkan dengan kelas kontrol dengan kategori peningkatan adalah sedang, untuk kelas kontrol didapatkan peningkatan kemampuan berfikir kritis lebih renda dibandingkan kelas eksperimen dengan kategori peningkatan rendah.

Maka dapat disimpulkan bahwa pembelajaran menggunakan LKPD berbasis STEM dapat meningkatkan kemampuan berfikir kritis siswa SMA Muhammadiyah 7 dengan kategori peningkatan sedang, sedangkan untuk pembelajaran konvensional juga dapat meningkatkan kemampuan berfikir kritis siswa tetapi dengan kategori peningkatan rendah. Maka pembelajaran LKPD berbasis STEM lebih cocok digunakan untuk meningkatkan kemampuan berfikir kritis siswa dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

6. Analisis Peningkatan Kemampuan Berfikir Kritis



Gambar 4. Diagram peningkatan kemampuan berfikir kritis kelas eksperimen



Gambar 5. Diagram peningkatan kemampuan berfikir kritis kelas kontrol.

Pada **gambar 4** terlihat didapatkan hasil untuk kelas eksperimen bahwa jumlah data yang diambil sebanyak 20 siswa, diantaranya 8 siswa memiliki peningkatan kemampuan berfikir kritis dengan kategori tinggi serta presentase sebesar 40 % dari jumlah total, 7 siswa memiliki

peningkatan kemampuan berfikir kritis dengan kategori sedang serta presentase sebesar 35 % jumlah total, dan 5 siswa memiliki peningkatan kemampuan berfikir kritis dengan kategori rendah serta presentase sebesar 25 % dari jumlah total sehingga nilai gain skor yang didapatkan adalah sebesar 0,53 dengan kategori sedang.

Pada **gambar 5** terlihat didapatkan hasil untuk kelas kontrol bahwa jumlah data yang diambil sebanyak 20 siswa, diantaranya 5 siswa memiliki peningkatan kemampuan berfikir kritis dengan kategori tinggi serta presentase sebesar 25 % dari jumlah total, 5 siswa memiliki peningkatan kemampuan berfikir kritis dengan kategori sedang serta presentase sebesar 25 % jumlah total, dan 10 siswa memiliki peningkatan kemampuan berfikir kritis dengan kategori rendah serta presentase sebesar 50 % dari jumlah total sehingga nilai gain skor yang didapatkan adalah sebesar 0,2 dengan kategori rendah.

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis Implementasi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematic* (STEM) pada materi Usaha dan Energi untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis di SMA Muhammadiyah 7 Yogyakarta didapatkan kesimpulan bahwa Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis STEM yang digunakan pada penelitian di kelas eksperimen berpengaruh terhadap peningkatan kemampuan berfikir kritis siswa dengan nilai peningkatannya adalah sebesar 0,53 dengan kategori peningkatan sedang.

Hasil analisis gains skor sebesar 0,53 untuk kelas eksperimen dan 0,2 untuk kelas kontrol, maka dapat dikatakan bahwa terdapat peningkatan kemampuan berfikir kritis pada kelas eksperimen dengan kategori sedang dan untuk kelas kontrol dengan kategori rendah sehingga dapat disimpulkan bahwa lembar kerja peserta didik berbasis STEM pada materi usaha dan energi dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan berfikir kritis siswa SMA Muhammadiyah 7 Yogyakarta.

VI. Saran

Dari penelitian yang dilakukan, dapat diajukan beberapa saran yaitu:

1. Untuk peneliti selanjutnya disarankan agar melakukan penelitian di beberapa sekolah yang berbeda agar hasil yang didapatkan lebih akurat lagi.
2. Saat penelitian selanjutnya disarankan agar lebih baik lagi dalam menyusun rencana penelitian yang akan dilakukan disesuaikan dengan keadaan sekolah serta lebih memperhatikan alokasi waktu yang direncanakan dengan waktu penelitian sebenarnya.
3. Sebaiknya peneliti memilih waktu penelitian yang benar-benar sesuai dengan apa yang diinginkan serta

diharapkan dalam penelitian selanjutnya lebih banyak menggunakan kelas sebagai sample.

4. Saat memilih alat yang akan dibuat sebaiknya peneliti memperhatikan waktu pembuatan, kesulitan alat, dan dana yang akan digunakan.

Kepustakaan

- [1] Afriana, J., Permatasari, A., dan Fitriani, A. 2016. Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Ditinjau dari Gender. *Jurnal Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia*.
- [2] Ambarsari, W., Santoso S., dan Maridi. 2013. Penerapan Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Keterampilan Proses Sains Dasar Pada Pelajaran Biologi Siswa Kelas VII SMP Negeri 7 Surakarta. *Jurnal FKIP UNS*.
- [3] Cintang, N. 2013. Kajian Pengembangan Bahan Ajar dalam meningkatkan kemampuan berfikir tingkat tinggi (HOTS) pada kurikulum 2013. *Jurnal Pascasarjana Universitas Negeri Semarang*.
- [4] Dewi, H., R., Mayasari, T., dan Handika, J. 2017. Peningkatan keterampilan berfikir kreatif siswa melalui penerapan inkuiri terbimbing berbasis STEM. *Jurnal Universitas PGRI Madiun*.
- [5] Fitriani, D., Karniawati, I & Suwama, I., R. . 2017. Pengaruh pembelajaran berbasis STEM Pada konsep tekanan Hidrostatik Terhadap causal reasoning Siswa SMP. *Jurnal Universitas Pendidikan Indonesia*.
- [6] Giancoli. 2012. *FISIKA EDISI KELIMA JILID I*. Jakarta : Erlangga.
- [7] Helmi, F., Rokhmat, J., dan Arauhuha, J. 2017. Pengaruh pendekatan Kausalitik Ber-Scaffolding tipe 2B termodifikasi berbantuan LKS terhadap kemampuan pemecahan masalah fluida dinamis siswa. *Jurnal FKIP Universitas Mataram*.
- [8] Herman. 2015. Pengembangan LKPD Tekanan Hidrostatik Berbasis Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Pendidikan Fisika UNM*. Makasar.
- [9] Kelley, T., R., & Knowles, J., G. 2016. A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*.
- [10] Kurnia, F., Zulherman, dan Fathurohman, A. 2014. Analisis bahan ajar fisika SMA kelas XI di kecamatan indralaya utara berdasarkan kategori literasi sains. *Jurnal Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya*.
- [11] Lestari, D., Astuti, B., dan Darsono, T. 2018. Implementasi LKS dengan pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan berfikir kritis siswa. *Jurnal Universitas Negeri Semarang*.
- [12] Lou, S., dkk. 2016. *A Study of Creativity in CaC2 Steamship-derived STEM Project-based Learning*. Taiwan : National Pingtung University of Science and Technology.
- [13] Lutfi, Ismail, dan Andy, A., Z. 2018. Bahan Ajar Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and

Mathematics) untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA. *Jurnal Pascasarjana Universitas Negeri Makasar*.

- [14] Marthen K. 2013. *Fisika Untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- [15] Murnawiatu, S., Sarwanto, dan Raharjo, S., B. 2017. Stem-Based Science Learning In Junior High School: Potency For Training Students' Thinking Skill. *Jurnal Pancaran Pendidikan FKIP Universitas Jember*.
- [16] Nanden, A., R., Taufik, R., R., dan Iyon, S. 2017. Karakteristik Tes Ketrampilan Berfikir Kritis (KBK) Berdasarkan Pendekatan Teori Respon Butir. *Jurnal Universitas Pendidikan Indonesia*.
- [17] Pangesti, K.,I., Yulianti, D., dan Sugianto. 2017. Bahan Ajar Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA. *Jurnal Universitas Negeri Semarang*.
- [18] Pratama, H., Sarwanto, dan Cari. 2015. Pengembangan Modul Pembelajaran IPA Fisika SMP kelas IX berbasis pendekatan jelajah alam sekitar (JAS) pada materi gerak bumi dan bulan terintegrasi Budaya Jawa . *Jurnal Magister Pendidikan Sains FKIP Universitas Negeri Surakarta*.
- [19] Rufaida, D., Sudarmin dan Widiyatmoko, A. 2013. Pengembangan LKS IPA berbantu Microsofft Ekspresion Web Tema Pencemaran Lingkungan dan Kesehatan Untuk Siswa MTs Kelas VII. *Unnes Science Education Journal*.
- [20] Septiani, A. 2016. penerapan asmen kinerja dalam pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk mengungkap proses sains . *Jurnal Universitas Pendidikan Indonesia*.
- [21] Suharsimi, A. 2013. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan Edisi 2*. Jakarta : Bumi Aksara.
- [22] Sulardi, Mohamad, N., dan Wahono, W. 2015. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model PBL untuk melatih ketrampilan berfikir kritis siswa . *Jurnal Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya*.
- [23] Syamsurizal, Epinur, dan Marzelina, D. 2014. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Non Eksperimen Untuk Materi Keseimbangan Kimia Kelas XI IPA SMA N 8 Muaro Jambi. *Jurnal PMIPA FKIP Universitas Jambi*.
- [24] Tahjudin, N., M dan Chinnappan, M. 2016. *The Link between Higher Order Thinking Skills, Representation and Concepts in Enhancing TIMSS Tasks*. Australia : University of South Australia, Adelaide.
- [25] Utami, I.,S., dkk. 2017. Pengembangan STEM-A Berbasis kearifan lokal dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*.
- [26] Wijayanti, D., Saputro, S., & Nurhayati, N. D. 2015. Pengembangan Media Lembar Kerja Siswa (Lks) Berbasis Hierarki Konsep Untuk Pembelajaran Kimia Kelas X Pokok Bahasan Pereaksi Pembatas. *Jurnal Pendidikan Kimia (JPK)*.