



PROFIL KETERAMPILAN KOMUNIKASI SISWA SMP DALAM PEMBELAJARAN IPA BERBASIS STEM

Anti Haryanti ^{*)}, Irma Rahma Suwarma

Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154, Jawa Barat

* Email : antiharyanti@student.upi.edu

ABSTRAK

Ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin berkembang pesat menuntut manusia untuk tidak hanya memiliki kemampuan kognitif namun juga memiliki keterampilan lain yang dituntut di abad 21. Terdapat 4 keterampilan yang dituntut dimiliki oleh manusia di abad 21 ini, salah satu diantaranya adalah keterampilan berkomunikasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis profil keterampilan komunikasi siswa SMP pada pembelajaran IPA berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Penelitian ini melibatkan sampel sebanyak 16 orang siswa kelas VIII yang mengikuti ekstrakurikuler STEM di salah satu SMP negeri di Kota Bandung. Keterampilan komunikasi siswa ini dibagi ke dalam komunikasi lisan dan komunikasi secara tertulis. Pengumpulan data dilakukan melalui proses presentasi dan pembuatan laporan yang dinilai berdasarkan rubrik yang telah ditentukan. Hasil analisis data menunjukkan bahwa pada keterampilan komunikasi lisan terdapat 43,75% siswa berada pada kategori 'Sesuai Standar' dan 56,25% siswa berada pada kategori 'Tidak Memenuhi Standar.' Sementara itu, pada keterampilan komunikasi secara tertulis ditemukan bahwa: (1) Terdapat 56,25% siswa berada pada kategori *Intermediate*, (2) Terdapat 31,25% siswa berada pada kategori *Emerging*, (3) Terdapat 12,50% siswa berada pada kategori *Basic*, dan (4) Tidak terdapat siswa yang berada pada kategori *Advance*. Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa mayoritas siswa masih berada pada kategori *Intermediate* untuk komunikasi tertulis dan 'Tidak Memenuhi Standar' untuk keterampilan komunikasi lisan. Hal tersebut menunjukkan bahwa keterampilan komunikasi lisan siswa dalam pembelajaran IPA berbasis STEM masih perlu dioptimalkan.

Kata Kunci: Pembelajaran STEM; Keterampilan Komunikasi; Komunikasi Lisan; Komunikasi Tertulis

ABSTRACT

Science and technology which are rapidly growing demanded human resources to have not only cognitive ability but also another skills that are required in the 21st century. There are 4 skills that is required by humans in the 21st century and one of them is communication skill. This study aims to analyze the profile of junior high school students communication skill with a STEM-based science learning. Sample of this study were 16 junior high school student who's involved in STEM extracurricular in Bandung. This student communication skills are divided into oral communication and written communication. The data were collected through the process of presentation and making reports assessed based on the rubric that has been determined. Results showed that on oral communication skills there are 43.75% of students are in the category of meeting the standards or average and 56.25% of students are in the category of 'doesn't meet the standards'. Meanwhile, on written communication skills showed that: (1) 56.25% of students are in the category of intermediate, (2) 31.25 of students are in the category of emerging, (3) 12.50% of students are in the category of basic, and (4) There are no students in the category of advance. Based on the data, majority of students are in the category of intermediate in written communication skills and doesn't meet the standards in oral communication skills. These results indicate that the oral communication skills with STEM-based science learning stills need to be optimized.

Keywords: STEM-based Science Learning; Communication Skill; Oral Communication; Written Communication

PENDAHULUAN

Pendidik membutuhkan alat ukur berupa Tuntutan abad 21 semakin meluas seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, yang menyebabkan setiap individu dituntut bukan hanya dapat menguasai kemampuan kognitif namun juga memiliki pengalaman ilmiah yang dapat mereka implementasikan untuk menyelesaikan masalah – masalah yang ditemukan dalam kehidupan sehari – hari. Tuntutan abad 21 mendorong setiap individu untuk memiliki keterampilan khusus yang lebih dikenal sebagai *21st Century Skills*. Keterampilan ini terdiri dari beberapa keterampilan khusus yang akan menunjang seorang individu untuk dapat menghadapi tantangan di abad 21. Terdapat empat jenis keterampilan yang diteliti oleh *US-based Partnership for 21st Century Skills (P21)* yang merupakan bagian dari kompetensi individu yang dikenal dengan "*The 4Cs*"- *communication, collaboration, critical thinking, dan creativity*.

Keterampilan berkomunikasi merupakan salah satu keterampilan yang termasuk ke dalam *21st Century Skills* dan bahkan merupakan salah satu keterampilan yang harus dimiliki seseorang ketika memasuki dunia kerja [1]. Studi lainnya yang dilakukan oleh Andrew, DeRocco & Taylor menyatakan bahwa tenaga kerja di sebuah perusahaan yang kurang menguasai keterampilan abad 21 akan berada pada posisi yang tidak menguntungkan untuk berkompetensi secara global, dan akan mengalami kesulitan dalam menghadapi tantangan – tantangan yang muncul seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi [2].

Dewasa ini, berkomunikasi bukan hanya *soft-skill* namun juga dipandang sebagai salah satu kunci untuk menghadapi tantangan di abad ke – 21. Komunikasi sendiri merupakan suatu bentuk memberikan atau menerima informasi. Komunikasi menjadi aspek yang sangat penting di dalam kehidupan karena komunikasi pada dasarnya merupakan dasar dari seluruh aspek di dalam kehidupan. Ketika seseorang saat berkomunikasi dengan baik ia juga dapat meningkatkan kualitas kehidupannya karena keterampilannya berkomunikasi dapat menunjang keterampilannya yang lain. Komunikasi dalam pembelajaran sendiri yang dirumuskan Iriantara dan Usep sebagai "proses dimana guru membangun relasi komunikasi yang

efektif dan afektif dengan siswa sehingga siswa berkesempatan meraih keberhasilan yang maksimal dalam proses pembelajaran yang dilakukan" [3]. Komunikasi sendiri merupakan prinsip dasar dari suatu proses belajar, ketika seseorang memiliki pemahaman pengetahuan yang sangat tinggi namun ia tidak dapat mengkomunikasikan apa yang ada dipikirkannya atau ia tidak dapat menyampaikan ide – idenya baik secara lisan maupun tulisan, maka hal tersebut akan menghambat proses dirinya dalam belajar dan menghadapi tantangan – tantangan yang hadir mengikuti tuntutan abad 21. Selain itu, secara umum komunikasi merupakan salah satu hak asasi manusia.

Selain itu, pentingnya keterampilan abad 21 juga terdapat pada peraturan menteri pendidikan nasional Republik Indonesia sebelumnya, yaitu permendiknas nomor 23 tahun 2006 [4], bahwa standar kompetensi lulusan satuan pendidik SMP pada mata pelajaran sains salah satunya adalah mampu berkomunikasi dan berinteraksi secara efektif dan santun. Kurangnya keterampilan komunikasi siswa di Indonesia juga ditunjukkan oleh temuan penelitian yang dilakukan terhadap 70 siswa kelas VIII di salah satu SMP swasta di kota Bandung yang dilakukan oleh Taryono (2016) diketahui bahwa siswa jarang mendapatkan tugas untuk melakukan observasi atau penelitian dan penugasan yang bersifat proyek. Kenyataannya, ketika siswa melakukan tugas yang bersifat proyek, secara tidak langsung keterampilan komunikasi siswa terlatih. Selain daripada itu, keterampilan berkomunikasi siswa juga terlatih ketika ia menyampaikan hasil proyeknya melalui presentasi di depan audiens, terlebih lagi ketika siswa dibuat untuk meminta laporan pembuatan proyek maka keterampilan komunikasi tertulis siswa pun akan terlatih. Selama ini, penugasan lebih diberikan kepada pengerjaan latihan soal yang terdapat pada buku paket siswa, sehingga keterampilan siswa dalam berkomunikasi tidak terlatih dengan baik [5].

Keterampilan berkomunikasi sebaiknya dilatihkan pada proses pembelajaran. Salah satu pendekatan pembelajaran yang dianggap baik adalah pembelajaran berbasis STEM. Pendekatan ini mengandalkan pendekatan *Project Based Learning* maka, seringkali siswa dituntut untuk dapat mengkomunikasikan ide mereka baik itu dengan rekan mereka maupun dengan guru atau audiens lainnya untuk

menyampaikan hasil dari proses pembelajaran yang telah mereka lalui. Maka dari itu, pendidikan STEM dipercaya dapat meningkatkan keterampilan komunikasi siswa.

Pembelajaran berbasis pendidikan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) merupakan suatu pembelajaran yang mengandalkan pendekatan *cross dissiplinary* dan *Project Based Learning*. Tujuan dari STEM sendiri adalah untuk mempersiapkan siswa menjadi mampu untuk mengaplikasikan pengetahuannya untuk memecahkan masalah yang kompleks dan mengembangkan kompetensi STEM [6]. Ada empat garis besar perbaikan yang membuat STEM berbeda dari yang lain di dunia pendidikan sebagai berikut [1].

1. Berbicara mengenai tantangan global yang harus dipahami oleh masyarakat,
2. Mengubah persepsi dari masalah lingkungan dan masalah antar sesama manusia,
3. Mengenal kemampuan yang harus dimiliki di abad 21,
4. Melanjutkan isu-isu pertahanan nasional.

Dengan adanya STEM siswa diharapkan bukan hanya dapat menyelesaikan masalah *science, technology, engineering and*

mathematics saja tapi, dapat menyelesaikan berbagai jenis masalah kompleks yang juga dapat mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi mereka, selain itu STEM juga dapat menyiapkan kebutuhan sumber daya manusia abad 21 dan mengembangkan kompetensi di bidang STEM [1].

Sebagai langkah awal analisis pengaruh pembelajaran berbasis STEM pada keterampilan berkomunikasi siswa, maka penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi profil keterampilan komunikasi siswa SMP dalam pembelajaran IPA berbasis STEM. Profil keterampilan komunikasi yang diukur terdiri dari keterampilan komunikasi secara lisan dan keterampilan komunikasi secara tertulis

METODE PENELITIAN

Penelitian yang akan dilakukan merupakan penelitian *Pre-Experimental Design* dengan desain dari penelitian ini dalam bentuk *One-shot case study*. Menurut pendapat Sugiyono (2012) *One-Shot Case Study* adalah desain penelitian yang terdiri dari satu kelompok yang diberi *treatment*/perlakuan yang kemudian mengobservasi hasil tersebut [7]. Bagan dari *one shot case study* adalah sebagai berikut [8].

Tabel 1. Bagian desain *One shoot case study*

X (Treatment)	O
Perlakuan terhadap variabel independen (<i>Treatment of independent variable</i>)	Pengamatan atau pengukuran terhadap variabel dependen (<i>Observation or measurement of dependeng variable</i>)

Bagan tersebut dapat dibaca sebagai berikut: terdapat suatu kelompok yang diberi perlakuan, dan selanjutnya diobservasi hasilnya. X yaitu kelompok yang akan diberi stimulus dalam eksperimen dan O yaitu kejadian pengukuran atau pengamatan. Dalam penelitian ini kelompok yang diberi perlakuan berupa pembelajaran IPA berbasis STEM. Penelitian ini hanya menggunakan satu kelompok atau kelas, yaitu siswa yang mengikuti kegiatan ekstrakurikuler STEM yang memiliki ketertarikan khusus dalam kegiatan IPA. Sampel ditentukan dengan *Convenience Sampling* dan didapatkan partisipan sebanyak 16 siswa. Kegiatan STEM yang dilakukan di sekolah ini telah dilaksanakan selama tiga semester terakhir, dan sudah menyelesaikan beberapa *project* yang dibuat berdasarkan masalah sehari – hari yang diselesaikan menggunakan pendekatan STEM. Meskipun

kegiatan ini telah dilakukan berapakai namun, setiap semesternya siswa yang mengikuti kegiatan ini serngkali berganti sehingga, sampel yang digunakan kali ini berbeda. Hal ini terjadi karena siswa belum pernah mengalami pembelajaran berbasis STEM.

Siswa memulai kegiatan pembelajaran IPA berbasis STEM sebanyak tujuh pertemuan. Kegiatan awal pada tema energi di desain untuk menggiring siswa memiliki pola konsumsi energi yang bijak melalui kegiatan permainan papan bernama “*Energy Choice Game*”. Permainan ini mirip dengan monopoli, diawal permainan siswa diberikan sejumlah uang oleh bank, terdapat dadu yang digunakan untuk melangkah, tumpukan kartu berisi instruksi-instruksi, dsb. Perbedaannya, pada permainan ini, siswa akan diberikan berbagai pilihan jenis rumah seperti apa yang ingin mereka tinggali, beserta berapa banyak konsumsi awal energi

tahunan rumah tersebut, serta diberikan pilihan berbagai macam kendaraan yang dapat mereka gunakan selama menjalani permainan ini beserta berapa besar konsumsi BBM dari kendaraan tersebut. Setiap petak papan permainan secara bergantian berisi petak "Choice" dan "Situation". Setiap pilihan yang siswa ambil, akan berdampak pada penggunaan energi mereka, dan berapa banyak tagihan energi yang harus mereka bayarkan. Pada pertemuan ini, evaluasi atau refleksi dari permainan ini memunculkan ide dari siswa akan pentingnya peran sumber energi alternatif.

Setelah mendapatkan konsep dasar yang didapat melalui *game* tersebut, pada pertemuan kedua, siswa melakukan identifikasi masalah yang diberikan melalui LKS yang proses pengerjaannya dipandu. Pada pertemuan ini, masalah yang ditemui siswa adalah ditemukannya sebuah desa yang tidak memiliki sumber aliran listrik dan masih menggunakan lampu dengan bakar minyak tanah yang merupakan bentuk energi tidak terbarukan. Dijelaskan pula bahwa kondisi harga bahan bakar minyak semakin lama akan terus meningkat karena sumber energi tidak terbarukan lama kelamaan akan habis, serta tidak adanya PLN di desa tersebut karena desa tersebut merupakan desa terpencil. Namun, desa tersebut memiliki potensi sumber energi alternatif lain yang memadai seperti angin dan air. Pada pertemuan ini juga, siswa dituntut untuk membuat desain penyelesaian masalah untuk menghasilkan alat yang menggunakan energi alternatif sebagai jawaban atas masalah yang ditemui secara individu. Pada pertemuan ketiga, siswa akan mulai merealisasikan hasil pemikiran mereka menjadi produk yang dapat menjawab masalah tersebut secara kelompok, di dalam kelompok tersebut siswa diberi kebebasan untuk memilih desain mana yang akan mereka gunakan, desain bisa dipilih dari desain terbaik dari salah satu anggota atau membuat desain baru secara berkelompok. Setelah siswa membuat desain lengkap dengan skala dan ukurannya maka siswa memulai membuat alat secara berkelompok. Desain produk yang diharapkan dibuat oleh setiap kelompok merupakan desain dari saling-baling untuk pembangkit listrik tenaga angin atau desain kincir untuk pembangkit listrik tenaga air. Desain yang dibuat oleh siswa diharapkan dapat menghasilkan energi listrik terbesar. Ketika kincir pada produk yang dibuat sudah bisa bergerak dan menghasilkan energi listrik, tiap kelompok tetap harus menganalisis

bagaimana caranya agar kincir angin buaatannya dapat menghasilkan energi listrik yang lebih besar. Sehingga, pada pertemuan kelima dan keenam tiap kelompok diberi kebebasan kesempatan untuk mendesain ulang dan membuat ulang produk, atau memperbaiki produk yang telah dibuat agar dapat menghasilkan energi listrik yang lebih besar.

Setelah semua kegiatan pembelajaran dilaksanakan pada pertemuan ketujuh, siswa diminta untuk mempresentasikan produk yang telah dibuat secara berkelompok. Pada pertemuan ini pula akan dilakukan penilaian terhadap keterampilan berkomunikasi lisan siswa melalui presentasi. Penilaian ini diukur melalui rubrik yang diadaptasi dari Universitas Baltimore [9] dengan beberapa indikator, yaitu: (1) *Organization*, (2) *Eye contact*, (3) *Delivery*, (4) *Conclusion*, (5) *Responsiveness*, dan (6) *Multimedia Support*. Hasil dari presentasi siswa tersebut kemudian akan dianalisis secara keseluruhan dan akan membagi siswa ke dalam tiga kategori keterampilan komunikasi lisan.

Tabel 2. Kriteria Penilaian Komunikasi Lisan

Total Skor	Kategori
16 – 18	Melebihi standar
11 – 15	Sesuai standar
≤ 10	Tidak memenuhi standar

Setelah pembelajaran selesai, siswa diminta menyusun laporan terstruktur juga secara berkelompok berdasarkan produk yang telah dibuat sebagai sarana untuk menilai keterampilan komunikasi tertulis yang kemudian dinilai berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Laporan tersebut kemudian akan di nilai sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan yaitu terdiri atas: (1) Tujuan, (2) Latar Belakang Masalah, (3) *Idea Finding*, (4) Proses Pembuatan, (5) Proses Uji Coba, (6) Analisis, (7) Hasil, dan (8) Kesimpulan serta memenuhi ketentuan *Format* dan *Style* yang telah ditentukan. Hasil pengolahan nilai dari laporan siswa kemudian dikategorikan ke dalam beberapa kategori, dengan kriteria penskoran sebagai berikut. Advance bila skornya berkisar antara 25 dan 30, Intermediate bila skornya berkisar antara 17 dan 24, Emerging jika skornya berkisar antara 9 dan 16, dan Basic jika skornya kurang dari sama dengan 8.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka diketahui bahwa sebagian besar siswa masih berada pada kategori 'Tidak memenuhi standar' dengan persentase sebanyak 56.25%. Sebaliknya, tidak ada satupun siswa yang berada pada kategori 'Melebihi standar' dan sebagian siswa lainnya berada pada kategori 'Sesuai standar'. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pembelajaran IPA berbasis STEM sudah dapat meningkatkan kemampuan komunikasi lisan siswa namun masih memerlukan perbaikan dalam proses pelaksanaannya. Secara rinci data tersebut terlampir pada tabel 3 berikut.

Tabel 3 Anali/sis Keterampilan Komunikasi Lisan

Kategori	Jumlah Siswa	%
Melebihi standar	-	0
Sesuai standar	7	43.75
Tidak memenuhi standar	9	56.25

Dari tabel di atas diketahui bahwa lebih dari setengah jumlah siswa memiliki keterampilan komunikasi lisan pada kategori tidak memenuhi standar. Hal ini timbul karena sebelumnya siswa belum memiliki cukup kesempatan untuk melatih keterampilan komunikasi lisan tersebut. Selain daripada itu, hal ini juga dapat terjadi karena tidak semua pembelajaran dapat dikomunikasikan melalui presentasi lisan.

A. Tujuan

Menemukan solusi permasalahan dengan membuat sesuatu alat yg dapat membantu permasalahan tersebut

Gambar 1. Contoh Jawaban Siswa pada Bagian 'Tujuan' dengan Kategori *Emerging*

Gambar 1 menunjukkan contoh penjelasan dan penulisan laporan siswa untuk bagian tujuan dengan nilai 1 (*emerging*). Penjelasan tersebut diberi nilai 1 karena dianggap belum sesuai dengan kriteria.

A. TUJUAN

Agar desa itu mendapatkan energi tambahan berupa energi listrik. Karena sebelumnya masih menggunakan lampu petromax.

Gambar 1. Contoh Jawaban Siswa pada Bagian 'Tujuan' dengan Kategori *Intermediate*

Sementara itu, untuk keterampilan komunikasi tertulis siswa, Tabel 3 menunjukkan bahwa mayoritas siswa sudah berada pada kategori *intermediate* yaitu sebanyak 9 orang atau 56.25%, lalu 5 siswa pada kategori *emerging* atau 31.25%, 2 orang siswa pada kategori *Basic* atau 12.50% dan tidak ada siswa yang berada pada kategori *advance*. Hal tersebut mengindikasikan bahwa meskipun mayoritas siswa sudah berada pada kategori *Intermediate* tetapi masih ada ruang bagi siswa untuk terus meningkatkan keterampilan komunikasi tertulis siswa dengan pembelajaran berbasis STEM sehingga siswa dapat mencapai kategori *Advance*.

Tabel 3 Anali/sis Keterampilan Komunikasi Lisan

Kategori	Jumlah Siswa	%
Basic	2	12.50
Emerging	5	31.25
Intermediate	9	56.25
Advance	-	12.50

Berikut merupakan contoh jawaban siswa ketika diminta untuk menyebutkan tujuan pembuatan produk dalam laporan yang dibuat.

Sementara itu, gambar 2 menunjukkan contoh penjelasan siswa untuk bagian tujuan dengan kategori *Intermediate* dengan nilai 2.

Berikut merupakan jawaban bagian tujuan yang diharapkan dapat ditulis oleh siswa,

'Siswa mampu membuat teknologi pembangkit listrik sederhana dengan menggunakan prinsip perubahan energi melalui pemanfaatan sumber energi alam berdasarkan analisis masalah.'

Sesuai dengan contoh jawaban yang diharapkan di atas seharusnya di dalam jawaban siswa terdapat kata kunci seperti, krisis energi, energi alternatif atau energi alam, pembangkit listrik (atau dapat ditulis langsung kincir angin atau kincir air). Gambar 1 hanya menyatakan bahwa tujuan pembuatan produk yang dibuat adalah 'Menemukan solusi permasalahan dengan membuat sesuatu alat yang dapat membantu permasalahan tersebut' tanpa mengelaborasi masalah apa yang dihadapi, alat apa yang akan dibuat, bagaimana kondisi yang ada, dan terlebih ada menggunakan kata yang disingkat. Sementara itu, pada gambar 2 laporan yang dibuat terkesan singkat, namun penjelasan tersebut sudah mencantumkan beberapa kata kunci seperti, 'energi tambahan' yang bisa sebut juga sebagai energi alternatif. Kemudian, siswa tersebut juga menyebutkan kondisi sebelumnya yang dialami oleh desa tersebut, sehingga diasumsikan siswa sudah dapat memahami apa permasalahan yang dialami oleh desa tersebut. Meskipun jawaban dari penjelasan siswa tersebut belum lengkap tetapi, penjelasan tersebut sudah dapat mengindikasikan bahwa siswa dapat menuliskan tujuan pembuatan produk berdasarkan analisis masalah.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai keterampilan komunikasi siswa SMP dengan menggunakan pembelajaran IPA berbasis STEM, dapat disimpulkan bahwa keterampilan komunikasi secara tertulis secara umum sudah cukup baik. Sebagian besar siswa memiliki keterampilan komunikasi tertulis pada kategori *intermediate*. Sementara itu, untuk keterampilan komunikasi secara lisan masih perlu ditingkatkan kembali karena hanya 43.75% siswa yang keterampilan komunikasi lisannya sudah memenuhi standar yang ditentukan.

Agar penelitian berikutnya dapat dilaksanakan dengan lebih optimal, sebaiknya guru memberikan motivasi atau memberikan

kesempatan kepada siswa untuk membiasakan mereka berkomunikasi baik itu secara lisan maupun tertulis. Keterampilan tersebut dapat dilatihkan baik itu bersama sesama siswa maupun bersama guru dengan menggunakan pembelajaran berbasis STEM yang harus dilaksanakan secara berkesinambungan dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ibu Nila, S.Pd selaku guru IPA SMP Negeri di Kota Bandung yang telah membimbing dan memberikan bantuan untuk terlaksananya penelitian dengan baik, siswa-siswi kelas VIII peserta ekstrakurikuler STEM SMP Negeri di Kota Bandung, dan instruktur ekstrakurikuler STEM yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education - Challenges and Opportunities*. Virginia: NSTA Press.
- [2] Andrew, De Rocco & Taylor. (2009). *The Innovation Imperative in Manufacturing: How the United States Can Restore Its Edge*. Amerika: The Boston Consulting Group.
- [3] Iriantara, Y., Syaripudin, U. (2013). *Komunikasi Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- [4] Permendiknas No. 23 tahun 2006 tentang Standar Kompetensi Lulusan.
- [5] Taryono. (2016). *Penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek Dan Pembelajaran Berbasis Masalah Pada Mata Pelajaran Fisika Untuk Meningkatkan Keterampilan Abad 21 (4cs) Siswa SMP*. Tesis, Program Studi Pendidikan IPA Konsentrasi Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia.
- [6] Fan, S.-C. C., & Ritz, J. M. (2014). *International Views of STEM Education. Pupil's Attitudes Toward Technology Conference Proceedings*, (pp. 7-14). Orlando.
- [7] Sugiyono. (2012). *Metodologi Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- [8] Fraenkel, J.R dan Weelen, N.E. 2008. *How to Design and Evaluate research in Education*. New York: McGraw-Hill.
- [9] University of Baltimore. *Assesment Rubric*