

**MODEL PEMBELAJARAN *LEARNING CYCLE 7E* DENGAN PENDEKATAN STEM (*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS*) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH DAN KOLABORASI SISWA**

**TESIS**

**Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Pendidikan Program Studi Pendidikan Fisika**



**Oleh:**

**EIS NURZAKIYAH**

**1906636**

**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN IPA  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2021**

Eis Nurzakiyah, 2021

*MODEL PEMBELAJARAN LEARNING CYCLE 7E DENGAN PENDEKATAN STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH DAN KOLABORASI SISWA*

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](http://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](http://perpustakaan.upi.edu)

MODEL PEMBELAJARAN *LEARNING CYCLE 7E* DENGAN PENDEKATAN STEM (*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS*) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH DAN KOLABORASI SISWA

LEMBAR HAK CIPTA

Oleh

Eis Nurzakiah, S.Pd.

S.Pd. Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, 2018

Sebuah Tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Magister Pendidikan (M.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Fisika

© Eis Nurzakiah 2021

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2021

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, difotokopi, atau dengan cara lainnya tanpa izin dari penulis.

Eis Nurzakiah, 2021

*MODEL PEMBELAJARAN LEARNING CYCLE 7E DENGAN PENDEKATAN STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH DAN KOLABORASI SISWA*

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](https://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](https://perpustakaan.upi.edu)

**LEMBAR PENGESAHAN TESIS**

EIS NURZAKIYAH

NIM. 1906636

**MODEL PEMBELAJARAN *LEARNING CYCLE 7E* DENGAN PENDEKATAN STEM (*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS*) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH DAN KOLABORASI SISWA**

disetujui dan disahkan oleh :

Pembimbing I



Dr. Ida Kaniawati, M.Si.  
NIP. 196807031992032001

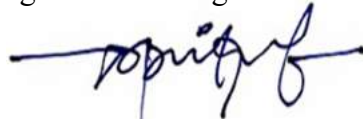
Pembimbing II



Irma Rahma Suwarma, S.Si., M.Pd., Ph.D.  
NIP. 198105032008012015

Mengetahui,

Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika



Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si.  
NIP. 195904011986011001

Eis Nurzakiyah, 2021

**MODEL PEMBELAJARAN *LEARNING CYCLE 7E* DENGAN PENDEKATAN STEM (*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS*) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH DAN KOLABORASI SISWA**

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](http://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](http://perpustakaan.upi.edu)

**MODEL PEMBELAJARAN *LEARNING CYCLE 7E* DENGAN PENDEKATAN STEM (*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS*) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH DAN KOLABORASI SISWA**

Eis Nurzakiyah  
1906636

Pembimbing I : Dr. Ida Kaniawati, M.Si.

Pembimbing II : Irma Rahma Suwarma, S.Si., M.Pd., Ph.D.

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan karakteristik *learning cycle 7e* dengan pendekatan STEM dalam pembelajaran fisika serta mendapatkan gambaran peningkatan kemampuan pemecahan masalah dan kemampuan kolaborasi siswa melalui model pembelajaran *learning cycle 7e* dengan pendekatan STEM yang diterapkan. Metode penelitian yang digunakan adalah *mixed methods* dengan desain *Embedded Mixed Methods*. Penelitian ini menggunakan populasi salah satu SMA di Kabupaten Kuningan dengan sampel sebanyak 34 orang siswa yang terdiri dari kelas XI MIPA dengan usia rata-rata 17 tahun. Instrumen penelitian yang digunakan yaitu lembar observasi, soal tes kemampuan pemecahan masalah berbentuk uraian, lembar observasi kemampuan kolaborasi, skala sikap kemampuan kolaborasi siswa, serta skala sikap terhadap pembelajaran yang diterapkan. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa menggunakan analisis rasch dan juga menggunakan perhitungan *n-gain* diperoleh nilai sebesar 0,45 termasuk dalam kategori sedang. Juga terdapat peningkatan kemampuan kolaborasi siswa berdasarkan rasch analisis menunjukkan peningkatan yang signifikan. Dengan demikian, model *learning cycle 7e* dengan pendekatan STEM dapat dijadikan alternatif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan kemampuan kolaborasi siswa.

**Kata kunci:** Model *Learning Cycle 7E*, Pendekatan STEM, Kemampuan Pemecahan Masalah, Kemampuan Kolaborasi.

Eis Nurzakiyah, 2021

**MODEL PEMBELAJARAN *LEARNING CYCLE 7E* DENGAN PENDEKATAN STEM (*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS*) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH DAN KOLABORASI SISWA**

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](http://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](http://perpustakaan.upi.edu)

**MODEL PEMBELAJARAN *LEARNING CYCLE 7E* DENGAN PENDEKATAN STEM (*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS*) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH DAN KOLABORASI SISWA**

Eis Nurzakiyah  
1906636

Pembimbing I : Dr. Ida Kaniawati, M.Si.

Pembimbing II : Irma Rahma Suwarma, S.Si., M.Pd., Ph.D.

**ABSTRACT**

This study aims to obtain the characteristics of the 7e learning cycle with the STEM approach in physics learning and to get an overview of improving students' problem solving and collaboration skills through the 7e learning cycle learning model with the applied STEM approach. The research method used is a mixed-methods with design Embedded Mixed Methods. This study uses a population of one high school in Kuningan Regency with a sample of 34 students consisting of class XI MIPA with an average age of 17 years. The research instruments used were observation sheets, problem-solving ability test questions in the form of descriptions, collaboration ability observation sheets, student collaboration skills attitude scales, and attitude scales towards applied learning. The results showed an increase in students' problem-solving skills using Rasch analysis and also using the n-gain calculation, the value of 0.45 was included in the medium category. There is also an increase in students' collaboration abilities based on Rasch analysis showing a significant increase. Therefore the 7e learning cycle model with the STEM approach can be used as an alternative in improving students' problem solving and collaboration skills.

**Keywords :** 7E Learning Cycle Model, STEM Approach, Problem Solving Ability, Collaboration Ability.

Eis Nurzakiyah, 2021

*MODEL PEMBELAJARAN LEARNING CYCLE 7E DENGAN PENDEKATAN STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH DAN KOLABORASI SISWA*

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](http://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](http://perpustakaan.upi.edu)

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>UCAPAN TERIMAKASIH .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitianz .....	6
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
1.5 Definisi Operasional.....	7
1.6 Struktur Organisasi Tesis .....	8
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>10</b>
2.1. Model Pembelajaran <i>Learning Cycle 7E</i> .....	10
2.2. Pendekatan STEM.....	12
2.3. Kemampuan Pemecahan Masalah.....	13
2.4. Keterampilan kolaborasi .....	15
2.5. Keterkaitan antara <i>Learning Cycle 7E</i> , STEM, Kemampuan Pemecahan Masalah, dan Keterampilan kolaborasi .....	15
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
3.1 Desain Penelitian.....	19

3.2	Populasi dan Sampel .....	20
3.3	Instrumen Penelitian.....	20
3.4	Analisis Instrumen Penelitian .....	24
3.5	Prosedur Penelitian.....	30
3.6	Analisis Data .....	31
<b>BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>37</b>
4.1.	Karakteristik <i>Learning Cycle 7E</i> dengan Pendekatan STEM .....	37
4.2.	Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah.....	46
4.3.	Peningkatan Kemampuan Kolaborasi Siswa .....	53
4.4.	Pembahasan.....	69
<b>BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI.....</b>		<b>80</b>
5.1.	Simpulan .....	80
5.2.	Implikasi.....	80
5.3.	Rekomendasi .....	81
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>82</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>		<b>90</b>

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfika, Z. A. (2019). Modul STEM Berbasis Pemecahan Masalah Dengan Tema Rumah Dome. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 93-105 7(1).
- Azwar, S. (2003). *Metode Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Becker, K. &. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary. *Journal of STEM Education*, 12(5), 23-38.
- Berry, M. C. (2012). STEM futures and practice, can we teach STEM in a more meaningful and integrated way? *2nd International STEM in Education Conference*, 225-240.
- Binkley, M. e. (2012). *Defining twenty-first century skills*. London: Springer.
- Boholano, H. (2017). Smart social networking: 21st century teaching and learning skills. *Research in Pedagogy*, 21-29.
- Boone, W. J. (2017). Rasch analysis: A primer for school psychology researchers and practitioners. *Cogent Education*, 4(1).
- Boyaci, S., & Atalay, N. (2016). A scale development for 21st century skills of primary school students: a validity and reliability study. *International Journal of Instruction*, 133-148, 9(1).
- Bybee, R. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington: National Science Teacher Association.
- Carson, J. (2007). A Problem With Problem Solving: Teaching Thinking Without Teaching Knowledge. *The Mathematics Educator Journal*, 1-2.
- Corlu, M., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM Education : Implications for Educating Our Teachers for the Age of Innovation. *Journal : Education and Science , Vol. 39, No 171*.



- Creswell. (2008). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. Singapore: Pearson Merrill Prentice Hall.
- Creswell, J. W., & Clark, V. P. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. London: Sage Publication.
- Dass, P. (2015). Teaching STEM Effectively with the Learning Cycle Approach. *K-12 STEM Education, 1(1)*, 5-12.
- Daud, A. P., & Dewanto. (2016). Implementasi Pendekatan Ilmiah (Scientific Approach) dalam Meningkatkan Kemampuan Kolaborasi dan Hasil Belajar Siswa di SMK Negeri 5 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin, 5(1)*, 123-129.
- Delgado-Rico, E., Carretero-Dios, H., & Ruch, W. (2012). Content validity evidences in test development: An applied perspective. *International Journal of Clinical and Health Psychology*.
- Docktor, J. L., Dornfield, J., Frodermann, E., Heller, K., Hsu, L., Jackson, K. A., . . . yang, J. (2016). Assessing Student written problem solutions: A problem-solving rubric with application to introductory physics. *Physical Review Physics Education Research, 1-18*.
- Doctor, J., & Heller. (2009). Robust Assessment Instrument for Student Problem Solving. *Proceedings of the NARST 2009 Annual Meeting*. Garden Grove, California  
[http://goups.physics.umn.edu/physed/Talks/Doctor\\_NARST09\\_paper.pdf](http://goups.physics.umn.edu/physed/Talks/Doctor_NARST09_paper.pdf).
- Eisenkraft, A. (2003). *Expanding the 5E mode : A proposed 7E model emphasizes "transfer of learning" and the importance of eliciting prior understanding*. Diambil kembali dari <http://its-about-time.com/ap/eisenkraftst.pdf>.
- Fitriani, S. &. (2019). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle 7E Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Kelas XI SMAN 2 Painan. *Jurnal Edukasi dan Penelitian Matematika, 8(2)*, 70-75.

- Gok, T. &. (2008). Effects of problem-solving strategies teaching on the problem solving attitudes of cooperative learning groups in physics education. *Journal of Theory and Practice in Education*, 4(2), 253-266.
- Greenstein, L. (2012). *Assessing 21st Century Skills: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning*. California: Corwin.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods : A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Heller, K., & Heller, P. (2010). *Cooperative Problem Solving in Physics A User's Manual*. Diambil kembali dari tersedia: <http://www.aapt.org/Conferences/newfaculty/upload/Coop-Problem-Solving-Guide.pdf>
- Hidayat, S. R., Setyadin, A. H., Hermawan, Kaniawati, I., Suhendi, E., & Siahaan, P. (2017). Pengembangan Instrumen Tes Keterampilan Pemecahan Masalah pada Materi Getaran, Gelombang, dan Bunyi. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 1-10.
- Kaniawati, D. S. (2016). Integration of STEM Education in Learning Cycle 6E To Improve Problem Solving Skills on Direct Current Electricity. *Proceeding ICMSE*, M-106-M-109, 3.
- Kaniawati, D. S., Kaniawati, I., & Suwarma, I. R. (2017). Implementation of STEM Education in Learning Cycle 5E to Improve Concept Understanding On Direct Current Concept. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*, 57, 25-29. <https://doi.org/10.2991/icmsed-16.2017.6>.
- Kemendikbud. (2016). *Permendikbud No 020 tahun 2016 Tentang Standar Kompetensi Lulusan Pendidikan Dasar Dan Menengah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

- Khoiriyah, N., Abdurrahman, & Wahyudi, I. (2018). Implementasi pendekatan pembelajaran STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA pada materi gelombang bunyi . *JRKPF UAD Vol.5 No.2*, 53-62.
- Kivunja, C. (2015). Teaching Students to Learn and to Work Well with 21 Century Skills: Unpacking the Career and Life Skills Domain of the New Learning Paradigm. *International Journal of Higher Education*, 2-11.
- Kosasih. (2014). *Strategi Belajar dan Pembelajaran Implementasi Kurikulum 2013*. Bandung: Yrama Widya.
- Kusumadewi. (2018). Empirisme. *Jurnal Pendidikan*, 5 (24).
- Larson, L. C., & Miller, T. N. (2011). 21st Century skills: prepare students for the future. *Kappa Delta Pi Record*, 121-123, 47(3).
- Le, H., Jeroen, J., & Theo, W. (2017). Collaborative learning practices: teacher and student perceived obstacles to effective student collaboration. *Cambridge Journal Of Education*, 110 48(1).
- Lestari. (2016). Penerapan Pembelajaran Kooperatif Tipe Group Investigation Berbantuan Proyek Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMP. *Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 154-165 1(2).
- Lestari, P., & Rosdiana, R. (2018). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Melalui Model Pembelajaran Learning Cycle 7E dan Problem Based Learning. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematik*, 425-433 7(1).
- Lou, S. J., Shih, R. C., Ray Diez, C., & Tseng, K. H. (2011). The Impact of Problem-Based Learning Strategies on STEM Knowledge Integration and Attitudes: An Exploratory Study Among Female Taiwanese Senior High School Students. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2), 195–215.
- Mecit. (2006). The Effect of 7E Learning Cycle Model on The Improvement of Fifth Grade Students' Critical Thinking Skills. (*Doctoral Dissertation, Middle East Technical University*).

- Mestre, J. P. (1993). Promoting skilled problem-solving behavior among beginning physics students. *Journal of Research In Science Teaching*, 303-317 30(3).
- Moog, R. S., Creegan, F., & dkk. (2005). Process-oriented guided inquiry learning: POGIL and the POGIL project. *Journal of Metropolitan Universities*, 41-52 17(4).
- Mu'minah, I. H. (2019). Implementasi Pembelajaran IPA Berbasis STEM Berbantuan ICT untuk Meningkatkan Keterampilan Abad 21. *Jurnal Sainsmart*, 7(2), 1-8.
- Noor, N., & Mulyono, M. (2017). Analisis Self-Reglation dan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Berdasarkan Goal Orientation Pada 7E-Learning Cycle. *Unnes Journal of Mathematics Education Research*, 178-154 5(2).
- Pistanty, M. A., Sunarno, W., & Maridi, &. (2015). Pengembangan Modul IPA Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Memecahkan Masalah pada Materi Polusi serta Dampaknya pada Manusia dan Lingkungan Siswa Kelas XI SMK Pancasila Purwodadi. *Jurnal Inkuiri*, 67-75.
- Polya, G. (1971). *How To Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Rahmandani, F., Tinus, A., & Ibrahim, M. M. (2018). Analisis Dampak Penggunaan Gadget (Smartphone) Terhadap Kepribadian dan Karakter (KEKAR) Peserta Didik Di SMA NEGERI 9 Malang. *Jurnal Civic Hukum*, 18-44 3(1).
- Rawa, N. R. (2016). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Model Learning Cycle-7e Pada Materi Trigonometri Untuk Meningkatkan Kemampuan Koneksi Matematis Siswa. *Jurnal Pendidikan*, 1045 1(6).
- Redhana. (2015). Menyiapkan Lulusan Fmipa yang Menguasai Keterampilan abad XXI. *SemNas FMIPA Undiksha V, Optimalisasi Peran MIPA dalam Membangun SDM Indonesia yang Kompetitif*.

- Redhana, I. W. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad Ke 21 dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia, Vol 13, No 1, 13(1)*, 2239 – 2253.
- Sabudin, S. M. (2018). Validity and Reliability of Students' Science and Technology Culture Instrument (BST-M) using Rasch Measurement Model. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 8(5)*.
- Sabudin, S., & dkk. (2018). Teacher-Level Factors that Influence Students' Science and Technology Culture: HLM Analysis. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*.
- Sari, K. A., & dkk. (2017). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik IPA Berbasis Model Project Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi dan Komunikasi Peserta Didik Kelas VII. *Jurnal pendidikan dan Sains, 1-7, 6(8)*.
- Savu, E., Chirimbu, S., & Dejica-Cartis, A. (2014). What skills do foreign languages teachers need in the 21st century? An intercultural configuration. *Professional Communication and Translation Studies, 7 (1-2)*, 151-158.
- Septiani, A. (2016). Penerapan Asesmen Kinerja dalam Pendekatan STEM (Sains, Teknologi, Engineering, Matematika) untuk Mengungkap Keterampilan Proses Sains. *Seminar Nasional Pendidikan Saintek, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung*, 654-659.
- Seyhan, H. G. (2015). The effects of problem solving applications on the development of science process skills, logical thinking skills and perception on problem solving ability in the science laboratory. *Journal Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 16(2)*, 1-31.
- Siregar, S. (2015). *Statistika Terapan untuk Perguruan Tinggi*. Jakarta: Prenadamedia Group.
- Skill, P. f. (2009). *The MILE Guide: Milestones For Improving Learning and Education*. Tucson, AZ : Author.

- Smiley, J. (2015). Classical test theory or Rasch: A personal account from a novice user. *SHIKEN*, 19(1).
- Sole, F. B., & Wilujeng, I. (2013). Pengaruh Implementasi The 4-E Learning Cycle terhadap Pengetahuan, Keterampilan, Proses Dasar, dan Sikap Ilmiah IPA Siswa SDK Kererobbo. *Jurnal Prima Edukasia*, 43-51 1(1).
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2015). *Aplikasi Permodelan Rasch Pada Assessment Pendidikan*. Cimahi: Trim Komunikata.
- Suwarma, I. R., & Kumano, Y. (2019). Implementation of STEM education in Indonesia: Teachers' perception of STEM integration into curriculum. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(5).
- Taherdoost, H., & Group, H. (2016). Sampling Methods in Research Methodology: How to Choose a Sampling Technique for. *International Journal of Academic Research in Management (IJARM)*.
- Tama, D. M. (2018). *Proses Pembuatan Lagu Anak Melalui Metode Tadasa Sesuai Dengan Kecakapan Abad-21*. Bandung: Universitas Pasundan.
- Trinova, Z. (2012). Hakikat Belajar dan Bermain Menyenangkan Bagi Peserta Didik. *Jurnal Al-Ta'lim*, 209-215, 1(3).
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., & Chen, W. P. (2013). Attitudes Towards Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) in a Project-Based Learning (PjBL) Environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87–102.
- Turkmen, H. (2006). *How should science be taught by using learning cycle approach in elementary school?* Dipetik Oktober 30, 2020, dari <http://www.ilkogretim-online.org.tr/>
- Utami, A. P., & Dewanto. (2017). Kemampuan komunikasi, kolaborasi, metakognisi, dan hasil belajar mata pelajaran teknologi mekanik siswa kelas

x pada penerapan pendekatan saintifik smkn 1 kediri. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 17-26.

Yusuf, I. &. (2020). Peningkatan Aktivitas Kolaborasi Pembelajaran Fisika Melalui Pendekatan STEM Dengan Purwarupa Pada Siswa Kelas XI IPA SMAN 5 Yogyakarta. *Uniqbu Journal of Exact Sciences*, 1(3), 1-17.