

**PEMBELAJARAN BERBASIS STEM UNTUK MEMBANGUN
KETERAMPILAN REKAYASA DAN KEMAMPUAN
ENGINEERING PRODUCTIVITY SISWA**

Tesis

Diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat memperoleh gelar
Magister Pendidikan Biologi



Disusun oleh:

Siti Ooy Rukoyah

NIM. 1707312

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2020

**PEMBELAJARAN BERBASIS STEM UNTUK MEMBANGUN
KETERAMPILAN REKAYASA DAN KEMAMPUAN
ENGINEERING PRODUCTIVITY SISWA**

Oleh
Siti Ooy Rukoyah

S.Pd UIN SGD Bandung, 2016

Sebuah Tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Pendidikan (M.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas
Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Siti Ooy Rukoyah 2020
Universitas Pendidikan Indonesia
Januari 2020

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

HALAMAN PENGESAHAN

**PEMBELAJARAN BERBASIS STEM UNTUK MEMBANGUN
KETERAMPILAN REKAYASA DAN KEMAMPUAN *ENGINEERING*
PRODUCTIVITY SISWA**

Siti Ooy Rukoyah

NIM. 1707312

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,



Prof. Dr. Phil. Ari Widodo, M.Ed

NIP. 196705271992031001

Pembimbing II,



Dr. Diana Rochintaniawati, M.Ed

NIP. 196709191991032001

Mengetahui,

**Ketua Departemen Pendidikan Biologi Sekolah Pascasarjana Universitas
Pendidikan Indonesia**



Dr. Bambang Supriatno, M.Si

NIP. 196305211988031002

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pembelajaran Berbasis STEM untuk Membangun Keterampilan Rekayasa dan Kemampuan *Engineering Productivity* Siswa” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 23 Januari 2020

Yang menyatakan,



Siti Ooy Rukoyah
NIM. 1707314

PEMBELAJARAN BERBASIS STEM UNTUK MEMBANGUN KETERAMPILAN REKAYASA DAN KEMAMPUAN *ENGINEERING* *PRODUCTIVITY* SISWA

Abstrak

Salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas kemampuan peserta didik ialah dengan pembelajaran berbasis STEM yang merupakan integrasi dari keempat disiplin ilmu *Science, Technology, Engineering dan Mathematic* yang digunakan untuk menemukan solusi optimal dalam memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji implementasi pembelajaran berbasis STEM dalam membangun keterampilan rekayasa dan kemampuan *engineering productivity* siswa SMK. Penelitian ini menggunakan metode *quasi experimental* dan desain penelitian *modified multiple-group time series design* dimana sampel penelitian terdiri dari 33 siswa kelas STEM dan 32 siswa kelas non-STEM. Data penelitian dikumpulkan menggunakan rubrik keterampilan rekayasa dan rubrik kemampuan *engineering productivity*. Dalam pembelajaran berbasis STEM siswa diminta untuk membuat proyek melalui *engineering design process* (Pikir-Desain-Buat-Uji/PDBU). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perkembangan keterampilan rekayasa dan kemampuan *engineering productivity* siswa di kelas berbasis STEM dengan kelas non-STEM. Keterampilan rekayasa dan kemampuan *engineering productivity* siswa di kelas STEM menunjukkan hasil yang lebih tinggi daripada kelas non-STEM. Dalam pembelajaran STEM, tingkat keterampilan rekayasa siswa didominasi oleh tingkat desainer berkembang bahkan hingga tingkat desainer lanjut. Disamping itu, kemampuan *engineering productivity* di kelas STEM menunjukkan hasil lebih baik di tiga indikator yaitu merancang RAB sesuai dengan keperluan dengan tepat, menghitung pengeluaran uang dengan benar, serta merencanakan pekerjaan dengan menentukan syarat bahan dan prediksi aktivitas kerja dengan benar.

Kata Kunci: Pikir-Desain-Buat-Uji (PDBU), pembelajaran berbasis STEM, keterampilan rekayasa, kemampuan *engineering productivity*

SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATIC (STEM) BASED LEARNING TO BUILD ENGINEERING SKILL AND STUDENT ABILITY OF PRODUCTIVITY ENGINEERING

Abstract

One of the efforts that have been made to improve the quality of students' abilities is STEM-based learning which is an integration of the four disciplines of Science, Technology, Engineering, and Mathematics that are used to find optimal solutions in solving problems in everyday life. The purpose of this study is to examine the implementation of STEM-based learning in building engineering skills and engineering productivity capabilities of vocational students. This study used a quasi-experimental method and a modified multiple-group time-series design research design in which the study sample consisted of 33 STEM class students and 32 non-STEM class students. Research data were collected using engineering skills rubric and engineering productivity rubrics. In STEM-based learning, students are asked to make a project through an engineering design process (Think-Design-Create-Test / PDBU). The results showed that there were developments in engineering skills and engineering productivity abilities of students in STEM-based classes with non-STEM classes. Engineering skills and engineering productivity abilities of students in STEM classes show higher results than non-STEM classes. In STEM learning, the level of engineering skills of students is dominated by the level of developing designers even to the level of advanced designers. In addition, the ability of engineering productivity in STEM class shows better results in three indicators, namely designing the RAB according to the needs appropriately, calculating the expenditure of money properly, and planning the work by determining the material requirements and predicting work activities correctly.

Keywords: Engineering design process (EDP), STEM-based learning, engineering skills, engineering productivity capabilities.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur senantiasa terpanjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpah rahmat dan karunia-Nya, shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Baginda Nabi Muhammad SAW yang telah membawa risalah sebagai penuntun kehidupan umat manusia. Tesis berjudul “Pembelajaran Berbasis STEM untuk Membangun Keterampilan Rekayasa dan Kemampuan *Engineering Productivity* Siswa” dapat terselesaikan atas ridho-Nya.

Penulisan tesis ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Magister Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi di Universitas Pendidikan Indonesia Bandung. Tesis ini masih kurang dari sempurna untuk itu penuh harapan agar kritik dan saran yang membangun dirasa perlu untuk perbaikan tesis sehingga dapat lebih sempurna. Semoga tesis ini bermanfaat khususnya bagi penulis dan para pembaca.

Bandung, Januari 2020
Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini. Tanpa bantuan dari berbagai pihak tersebut, penulis tidak dapat menyelesaikan tesis ini. Rasa terima kasih yang sangat besar penulis ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. Phil. Ari Widodo, M.Ed selaku pembimbing I atas bimbingan, waktu yang selalu diluangkan, kesabaran, masukan, saran serta motivasi yang sering diberikan sangat bermanfaat bagi penulis
2. Dr. Diana Rochintaniawati selaku pembimbing II atas waktu yang selalu diluangkan, kesabaran, motivasi, masukan dan saran yang sangat bermanfaat bagi penulis.
3. Prof. Hj. Nuryani Rustaman, M. Pd dan Dr. rer. Nat. Adi Rahmat, M.Si selaku penguji yang memberikan saran dan masukan yang sangat berguna bagi penulis.
4. Bapak Dr. Didik Priyandoko, M.Si selaku Pembimbing Akademik yang selalu memberikan motivasi dan arahan kepada penulis terkait perkuliahan.
5. Kepala Sekolah SMK PPN Lembang dan guru kelas XI ATPH yang telah membantu dalam melakukan penelitian.
6. Rekan-rekan mahasiswa Sekolah Pascasarjana Prodi Pendidikan Biologi, adik-adik Program Studi Pendidikan Biologi UPI yang saling memberi semangat dan bantuan satu sama lain.
7. Keluarga besar orang tua, suami, serta kakak, adik dan keponakan tersayang yang senantiasa memberikan kasih sayang dan bantuan baik moril maupun materil kepada penulis.

Semoga segala bantuan dan kebaikan yang telah diberikan menjadi amal ibadah dan mendapat pahala yang dilipatgandakan oleh Allah SWT. Aamiin.

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Batasan Masalah	6
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian	6
F. Struktur Organisasi Tesis	7
BAB II PEMBELAJARAN BERBASIS STEM, KETERAMPILAN REKAYASA, KEMAMPUAN <i>ENGINEERING PRODUCTIVITY</i> , PENANAMAN TANAMAN HIAS	8
A. Pembelajaran berbasis STEM.....	8
B. Keterampilan Rekayasa	13
C. Kemampuan <i>Engineering Productivity</i>	23
D. Penanaman Tanaman Hias.....	30
BAB II METODE PENELITIAN.....	33
A. Desain Penelitian.....	33
B. Partisipan.....	34
C. Definisi Operasional	34
1. Pembelajaran Berbasia STEM	34
2. Keterampilan Rekayasa	35
3. Kemampuan <i>Engineering Productivity</i>	35

D. Instrumen Penelitian	36
1. Rubik Penilaian Keterangan Rekayasa	36
2. Lembar Penilaian Kemampuan <i>Engineering Productivity</i>	37
E. Teknik Pengumpulan Data	37
F. Teknik Analisis Data	38
1. Data hasil observasi keterampilan rekayasa	38
2. Data hasil kemampuan <i>engineering productivity</i>	39
a. Uji normalitas	39
b. Uji homogenitas	39
c. Uji dua rerata (uji beda).....	39
G. Prosedur Penelitian	39
1. Tahap Persiapan	39
2. Tahap Pelaksanaan	40
3. Tahap Analisis	43
4. Penulisan Laporan Penelitian	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
A. Perkembangan Keterampilan Rekayasa Siswa	44
1. Memahami masalah	55
2. Membangun pengetahuan berdasarkan hasil kajian terhadap masalah	61
3. Menghasilkan gagasan	65
4. Menggambarkan gagasan	69
5. Mempertimbangkan pilihan dan membuat keputusan	72
6. Melakukan eksperimen	78
7. Menemukan bagian bermasalah pada proses yang dilakukan	81
8. Memperbaiki pembuatan produk	83
9. Merefleksikan proses	85
B. Perkembangan Kemampuan <i>Engineering Productivity</i> siswa	94
1. Merancang RAB sesuai dengan keperluan	101
2. Menghitung pengeluaran uang sesuai dengan keperluan	105
3. Merencanakan pekerjaan dengan menentukan syarat bahan	

dan prediksi aktivitas kerja	107
4. Menghitung efisiensi waktu yang diperlukan dalam pengerjaan suatu proyek.....	110
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	115
A. Simpulan	115
B. Implikasi	116
C. Rekomendasi	117
DAFTAR PUSTAKA.....	118
LAMPIRAN.....	128

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Desain Penelitian	32
3.2 Indikator Keterampilan Rekayasa	35
3.3 Kategori Keterampilan Rekayasa	35
3.4 Aspek Kemampuan <i>Engineering Productivity</i>	36
3.5 Teknik Pengumpulan Data	36
3.6 Perbedaan Kegiatan Pembelajaran di Kelas Eksperimen dengan Kelas Kontrol.....	39
4.1 Perkembangan Keterampilan Rekayasa Siswa	43
4.2 Analisis statistik kemampuan <i>engineering productivity</i> siswa	92

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
4.1. Perbandingan perkembangan keterampilan rekayasa siswa kelas STEM dan non-STEM	47
4.2 Nilai keterampilan rekayasa setiap kelompok siswa.....	49
4.3 Keterampilan rekayasa siswa kelas STEM pada setiap indikator	51
4.4 Keterampilan rekayasa siswa kelas non-STEM pada setiap indikator	52
4.5 Keterampilan rekayasa siswa pada indikator pertama.....	54
4.6 Keterampilan rekayasa siswa pada indikator kedua.....	60
4.7 Keterampilan rekayasa siswa pada indikator ketiga.....	64
4.8 Keterampilan rekayasa siswa pada indikator keempat.....	68
4.9 perbandingan desain produk pada kelompok tingkat pemula dan tingkat tumbuh	69
4.10 Keterampilan rekayasa siswa pada indikator kelima.....	71
4.11 Keterampilan rekayasa siswa pada indikator keenam.....	77
4.12 Keterampilan rekayasa siswa pada indikator ketujuh.....	80
4.13 Keterampilan rekayasa siswa pada indikator kedelapan.....	82
4.14 Keterampilan rekayasa siswa pada indikator kesembilan.....	84
4.15 Perbandingan perkembangan kemampuan <i>engineering productivity</i> siswa kelas STEM dan non-STEM	94
4.16 Nilai kemampuan <i>engineering productivity</i> setiap kelompok siswa.....	97
4.17 Kemampuan <i>engineering productivity</i> siswa pada indikator pertama.....	99
4.18 Kemampuan <i>engineering productivity</i> siswa pada indikator kedua.....	103
4.19 Kemampuan <i>engineering productivity</i> siswa pada indikator ketiga.....	105
4.20 Kemampuan <i>engineering productivity</i> siswa pada indikator keempat.....	108

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

A. Instrumen penelitian

1. Rencana pelaksanaan pembelajaran126
2. Lembar kerja proyek138
3. Rubrik penilaian keterampilan rekayasa siswa154
4. Rubrik penilaian kemampuan *Engineering Productivity* siswa159

B. Data dan Analisis Data

1. Rekapitulasi nilai keterampilan rekayasa siswa160
2. Hasil uji statistika keterampilan rekayasa siswa.....162
3. Rekapitulasi nilai kemampuan *Engineering Productivity* siswa.....167
4. Hasil uji statistika kemampuan *Engineering Productivity* siswa169

C. Dokumentasi penelitian dan surat penelitian

1. Dokumentasi proses pembelajaran kelas STEM (eksperimen).....173
2. Dokumentasi proses pembelajaran kelas non- STEM (kontrol).....174
3. Surat penunjukkan pembimbing.....175
4. Surat keterangan telah melakukan penelitian.....176

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, R.S. (2001). *Cognitive Processes in Iterative Design Behavior*. (Disertasi). University of Washington, Seattle, WA.
- Adams, R.S., Turns, J., & Atman, C.J. (2003). Educating Effective Engineering Designer: The Role of Reflective Practice. *Design Studies* 24(3), 275-294.
- Adams, R.S., & Fralick, B. (2010). Work in Progress: A Conception of Design Instrument as an Assessment Tool. *Prosiding 40 71th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference* (hlm. 1-2). Washington DC: IEEE Xplore.
- Anderson, L.S., & Gilbride, K.A. (2003). Preuniversity outreach: encouraging students to consider engineering careers. *Global Journal of Engineering Education*, 7(1), 87–93.
- Anggraini, F. I., & Huzaifah, S. (2017). Implementasi STEM dalam pembelajaran IPA di Sekolah Menengah Pertama. *Seminar Nasional Pendidikan IPA*, 1(1), 722–731.
- Apriyanto, T. (2012). *Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Operasi Hitung pada Bilangan Pecahan Siswa Kelas VII PGRI Banyubiru*. Universitas Kristen Satya Wacana.
- Arikunto, S. (2009). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arlingga, A. (2018). *Pembelajaran Berbasis STEM untuk membangun Kualitas Detail Engineering dan ppropriate Technology Product Siswa SMP*. (Tesis). Universitas Pendidikan Indonesia.
- Aronson, L. (2011) Twelve tips for teaching reflection at all levels of medical education. *Medical teacher*, (33), 200-205.
- Atman, C.J., Adams, R.S., Cardella, M.E., Turns, J., Mosborg, S., & Saleem, J. (2007). Engineering Design Process: A Comparison of Students and Expert Practitioners. *Journal of Engineering Education* 96(4), 359-379.
- Banks, F. (2009). *Technological literacy in a developing world context: The case of Bangladesh*. In PATT-22: ‘Pupils Attitude Towards Technology’ Conference, p. 2438, August 2009, Delft, The Netherlands.
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effect of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on student a€™ learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education*, 12(5), 23-38. <https://doi.org/10.1037/a0019454>.

- Berland, L., Steingut, R., & Ko, P. (2014). High School Student Perceptions of the Utility of the Engineering Design Process: Creating Opportunities to Engage in Engineering Practices and Apply Math and Science Content. *Journal Science Education Technology* 23(6), 705-720.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., Rogers, C. (2008). Advancing Engineering Education in P-12 Classrooms. *Journal of Engineering Education* 97 (3), 369-387.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32–42.
- Bybee, R. (2010). Advancing STEM education: a 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30–35.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013). *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach, 2nd Edition*, 1-27. Rotterdam Sense Publishers.
- Choy, C.S & Oo, P.S. (2012). Reflective Thinking And Teaching Practices: A Precursor For Incorporating Critical Thinking Into The Classroom?. *International Journal of Instruction*, 5(1), 1308-1470.
- Christiaans, H., & Dorst, K.H. (1992). Cognitive Models in Industrial Design Engineering. : A Protocol Study. *Prosiding 4th International Conference on Design Theory and Methodology*, 131-140.
- Contraction Industry Institute (CII). (2001). “Engineering Productivity Measurement.” *RR156-11*, Contraction Industry Institute, The University of Texas at Austin, Austin, TX.
- Crismond, D.P., & Adams, R.S. (2012). The Informed Design Teaching and Learning Matrix. *Journal of Engineering Education*, 101 (4), 738-797.
- Cross, N., & Cross, A.C. (1998). Expertise in Engineering Design. *Research in engineering design* 10(3), 141-149.
- Damayanthy, E. (2017). *Pengaruh Penerapan Pembelajaran STEM terhadap Keterampilan Rekayasa dan Sikap Ilmiah Siswa pada Materi Ekosistem*. (Tesis). Universitas Pendidikan Indonesia.
- Dewey, J. (1933). *How We Think*. Batson: D. C. Heath & Company.
- Departemen Pendidikan Nasional Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi.
- Dewi, AY. (2010). *Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika*. [Online]. Tersedia: <http://rian.hilman.web.id>.

- Direktorat PSMK. (2013). *Buku Teks Bahan Ajar Siswa Paket Keahlian Agribisnis Tanaman Perkebunan: Pembiakan Tanaman*. Jakarta: Kemedikbud RI.
- Djojowiriono, S. (1984). *Manajemen Konstruksi*. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS.
- English, L.D., & King, D.T. (2015). STEM Learning through Engineering Design: Fourth-Grade Students' Investigations in Aerospace. *International Journal of STEM Education*. 2(14), 1-18.
- Fahmi, Z.I. (2013). *Media Tanam sebagai Faktor Eksternal yang Mempengaruhi Pertumbuhan Tanaman*. Surabaya: Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya.
- Fahmi, Zul. (2015). *Pengertian dan Ciri-Ciri Tentang Ilmu Sains (Scientia) dalam Pengetahuan Alam (Ipa)*. (online). (<http://ilmubar456.blogspot.co.id/2015/12/pengertian-dan-ciri-ciri-tentangilmu-sains-scientia-dalam-ipa.html>).
- Fan, S.C.C., & Ritz, J.M. (-). *International Views of STEM Education*. Tersedia <http://www.iteea.org/Conference/PATT/PATT28/Fan%20Ritz.pdf>.
- Feist, J. & Feist, G. J. (2006). *Theories of Personality*. (Ed. ke-6), New York: McGraw-Hill Inc.
- Firman, H., Rustaman, N., dan Suwama, R. I. (2015). *Development Technology and Engineering Literacy through STEM-Based Science Education*. Makalah dipresentasikan di The 1 st International Conference on Innovation in Engineering and Vocational Education with theme: "Sustainable Development for Engineering & Vocatioal Education". Diselenggarakan di Bandung pada 14 November 2015.
- Fisher, A. (2009). *Berpikir Kritis: Sebuah Pengantar*. Jakarta: Erlangga.
- Flavell, J.H. (1979). Metacognition and Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive-Developmental Inquiry. *American Psychologist* 34(10), 906-911.
- Gero, J.S. (2011). Fixation and Commitment while Designing and Its Measurement. *Journal of Creative Behavior* 45(2), 108-115.
- Gurol, A. (2011). Determining the reflective thinking skills of pre-service teachers in learning and teaching process. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies 2011*, 3(3), 387-402.
- Gustiani, I. (2016). *Learning Science through Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Based Instructional Material: Its Effectiveness in Improving Student's Conceptual Understanding and Its Effect Towards*

- Engineering Design Behaviors and Teamwork Skills*. (Tesis). Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Gonzalez, Heather B. dan Kuenzi, Jeffery J. (2012). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer*. Congressional Research Service.[di akses 5-2-2014].
- Handayani, F. (2014). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) pada Materi Hidrolisis Garam. *Univeristas Syiah Kuala*, 24.
- Handoko, T. (2009). *Manajemen*. Yogyakarta: BPFE UGM.
- Hani, R. dan Suwarma, I. R. (2018). Profil Motivasi Belajar IPA Siswa Sekolah Menengah Pertama dalam Pembelajaran Ipa Berbasis STEM. *Jurnal Wahana Pendidikan Fisika*, 3(1), 62-68.
- Hasanah, U. (2018). *Pengaruh Pembelajaran Berbasis STEM terhadap Literasi Teknologi dan Kreativitas Produk Siswa SMA pada Materi Pencemaran Lingkungan*. (Tesis). Universitas Pendidikan Indonesia.
- Hiriyappa, B. (2009). *Organizational Behaviour*. New Delhi: New Age International Publishers.
- Hoeruni, Y. (2017). *Pengaruh Pembelajaran IPA Berbasis STEM terhadap Keterampilan Rekayasa dan Keterampilan Berfikir Kreatif Siswa SMP*.
- Husna, S., Parlan., dan Sukarianingsih. (2013). Pengaruh Model Pembelajaran Learning Cycle 5-E pada Materi Hidrokarbon terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XI SMKN 2 Batu Program Keahlian Agribisnis Hasil Pertanian. *Jurnal-online.um.ac.id*. Diakses: 23 Agustus 2019 (21:26).
- Irwanto, K. F. (2012). *Penelitian Tindakan Kelas dengan model pembelajaran kooperatif tipe student teams achievement division pada mata pelajaran rencana anggaran biaya (RAB) di SMK Negeri Cilaku*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Jones & Barlett. (2004). *Manajemen Stress*. Jakarta: Buku Kedokteran.
- Kapila, V. & Iskander, M. (2014). Lessons learned from conducting a K-12 project to revitalize achievement by using instrumentation in Science Education. *Journal of STEM Education*, 15 (1), 46-51.
- Kelley, T.R. & J.G.Knowless. (2016). A conceptual for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 1-11.
- Kerami, dan Sitanggang. (2002). *Kamus Matematika*. Jakarta: Balai Pustaka.

- Khoerunnisa, NF. (2017). *Pengaruh Pembelajaran Berbasis STEM terhadap Keterampilan Desain Produk pada Materi Ekosistem*. (Tesis). Universitas Pendidikan Indonesia.
- Khorthaghen, F., & Vasalos, A. (2005) *Level in reflection: core reflection as a means to enhance professional growth*. *Teacher and teaching: Theory and Practice*, 11(1), 4771.
- Kolodner, J.L., Crismond, D., Gray, J., Holbrook, J., & Puntembakar, S. (1998). Learning by Design from Theory to Practice. *Proceeding pada International Conference of the Learning Sciences 1*(6), 16-22.
- Kurnia, R., Ruskan, Endang, L., & Ibrahim, A., (2014). Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis Cooperative Learning dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Mahasiswa dan Peningkatan Mutu Lulusan Alumni Fasilkom Unsri Berbasis E-Learning. *Jurnal Sistem Informasi (JSI)*. 6(1), 645-654.
- Laurie, M. (1994). *Pengantar kepada arsitektur pertamanan*. Bandung: PT. Intermatra.
- Lazear, D. (2004). *Higher-Order Thinking: The Multiple Intelligences Way*. Chicago: Zephyr Press.
- Lestari, D. (2017). *Pengaruh Pembelajaran Berbasis STEM terhadap Keterampilan Rekayasa dan Penguasaan Konsep Siswa pada Materi Pencemaran Udara*. (Tesis). Universitas Pendidikan Indonesia.
- Lewis, T. (2006). Design and Inquiry: bases for an accommodation between science and technology education in the curriculum?. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(3), 255-281.
- Mahzum. (2014). Aplikasi Pendekatan Pembelajaran Saintifik Metode Inquiry Based Learning pada Kompetensi Dasar Menerapkan Hukum-Hukum yang Berhubungan dengan Fluida Statis dan Dinamis untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas X SMK. *Jurnal Phenomenon* 4(1).
- Marini. (2004). Analisis Kemampuan Berpikir Analitis Siswa dengan Gaya Belajar Tipe Investigatif dalam Pemecahan Masalah Matematika. *Jurnal*.
- Meyrick, K.M. (2011). How STEM Education Improves Student Learning. *Meridian K-12 School Computer Technologies Journal* 14(1), 1-6.
- Mioduser, D., Venezky, R.L., & Gong, B. (1996). Student's Perceptions and Designs of Simple Control Systems. *Computers in Human Behavior* 12(3), 363-388.

- Moore, T., Stohlmann, M., Wang, H., Tank, K., Glancy, A., & Roehrig, G. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.). *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices*. West Lafayette: Purdue University Press.
- Mukomoko, J. A. (1987). *Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan*. Jakarta: Gaya Media Pratama.
- Mursidik E M, Samsiyah N, dan Rudyanto H E. (2015). Kemampuan Berpikir Kreatif dalam Memecahkan Masalah Matematika Open-Ended Ditinjau dari Tingkat Kemampuan Matematika Pada Siswa Sekolah Dasar. *Journal Pedagogia* 4(1), 23.
- Murphy, T. P., & Mancini-Samuels, G. J. (2012). Graduating STEM competent and confident teachers: The creation of a STEM certificate for elementary education majors. *Journal of College Science Teaching*, 42(2), 18–23.
- Nafarin, M. (2013). *Penganggaran Perusahaan*. Edisi ketiga, Cetakan kedua, Buku 1. Jakarta: Salemba Empat.
- Nasution. (2015). *Kajian pembelajaran IPS di sekolah*. Surabaya: Unesa University Press.
- Nathan, M. J., Tran, N. A., Atwood, A. K., Prevost, A., & Phelps, L. (2010). Beliefs and Expectations about Engineering Preparation Exhibited by High School STEM Teachers. *Journal of Engineering Education*, 99 (4), 409-426.
- National Research Council. (2009). *Engineering In K-12 Education: Understanding The Status And Improving The Prospects*. Washington, DC: National Academies Press.
- Newstetter, W.C., & McCracken, W.M. (2001). *Novice Conceptions of Design: Implication for the Design of Learning Environments*. Amsterdam: Elsevier.
- Nurdalilah, dkk. (2013). Perbedaan Kemampuan Penalaran Matematika dan Pemecahan Masalah pada Pembelajaran Berbasis Masalah dan Pembelajaran Konvensional di SMA Negeri 1 Kualuh Selatan. *Jurnal Pendidikan Matematika PARADIKMA* 6(2), 109.
- OECD (2012). *PISA 2012 Results: Creative Problem Solving: Students' Skills in Tackling Real Life Problems (V)*. PISA: OECD Publishing.
- Oemar Hamalik. (2003). *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara.

- Oktavia, R. (2015). *Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek dengan Pendekatan Integrasi STEM dalam Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMP pada Materi Gelombang Bunyi*. Tesis. Program Studi Pendidikan IPA. Sekolah Pascasarjana UPI.
- Rahadhitya, R., & Darsono, D. (2015). Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Efektivitas Audit Internal (Studi Pada Inspektorat Provinsi Jawa Tengah). Fakultas Ekonomika dan Bisnis.
- Rusmana, AN. (2017). *Implementasi Pembelajaran IPA Biologi Berbasis STEM dalam Meningkatkan Keterampilan Rekayasa dan Penguasaan Konsep Siswa SMP*. (Tesis). Universitas Pendidikan Indonesia.
- Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 1990 tentang Pendidikan Menengah. Jakarta: Sinar Grafika.
- Poesprodjo (1987). *Pemahaman Belajar*. Jakarta: Rieneka Cipta.
- Pervin, A.L. & Oliver P.J. (2004). *Psikologi Kepribadian: Teori dan Penelitian Edisi Kesembilan*. Jakarta: Kencana.
- Rowland, G. (1992). *What do instructional designers actually do? An initial investigation of expert practice*. *Performance Improvement Quarterly*, 5(2), 65-86.
- Rusdarmawan. (2009). *Children's Drawing dalam Pendidikan Anak Usia Dini*. Yogyakarta: Kreasi Wacana.
- Rustaman, N. Y. (2014). "The next generation science standards and Science-Technology-Engineering Mathematics education movement: The challenge (faced) in preparing reflective science teacher". in *The standardization of Teacher Education: Asian Qualification Framework*. The 6th International Conference of Teacher Education (UPI-UPSI) held in Bandung, 25-26 June 2014.
- Rustaman, N. Y. (2016). Pemberdayaan Entrepreneurship: Implementasi Teori-U dalam Bioteknologi Praktis Berbasis STEM. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Entrepreneurship III. 20 Agustus 2016. 1-14.
- Sacks, R., and Barak, R. (2008). "Impact of three-dimensional parametric modeling of buildings on productivity in structural engineering practice." *Automation in Construction*, 17(4), 439-449.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Santrock, John W. (2008). *Psikologi Pendidikan*. Jakarta: Prenata Media Group.

- Sasongko, P. dkk. (2015). *Anggaran*. Jakarta: Salemba Empat.
- Schnittka, C., & Bell, R. (2011). Engineering Design and Conceptual Change in Science: Addressing Thermal Energy and Heat Transfer in Eighth Grade. *International Journal of Science Education* 33(13), 1861-1887.
- Schubert, T.F, Jacobitz, F.G., & Kim, E.M. (2011). Student Perceptions and Learning of the Engineering Design Process: An assessment at the Freshmen Level. *Research Engineering Design* 23(3), 177-190.
- Schommer-Aikins, M., O. K. D. and R. H. (2005). Epistemological beliefs, mathematical problem-solving beliefs and academic performance of middle school students. *Element. School J.*, 105, 289–304.
- Septiani, A. (2018). *Mengungkap Keterampilan Proses Sains, Kecerdasan Naturalis, dan Kecerdasan Logis Matematis melalui Penerapan Asesmen Kinerja pada Pembelajaran Penyiapan Media Tanam dengan Pendekatan STEM*. (Tesis). Universitas Pendidikan Indonesia.
- Septiati, Ety. (2016). Kemampuan Berpikir Logis Matematis Mahasiswa Pendidikan Matematika pada Mata Kuliah Matematika Diskrit. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, 1 (1), 394-401.
- Siagian, Sondang P. (2003). *Manajemen Sumber Daya Manusia, Cetakan ke 9*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Song, L., Allouche, M., and Abourizk, S. (2003). "Measuring and Estimating Steel Drafting Productivity." Honolulu, HI., United States, 67-75.
- Stenberg, Robert J. (2008). *Psikologi Kognitif Edisi Keempat*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Stohlmann, M., Moore, T.J., & Roehrig, G.H. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research* 2(1), 28-34.
- Sudjana. (2005). *Metode statistika*. Bandung: PT. Tarsito.
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Sumanto. (2005). *Pengembangan Kreativitas Seni Rupa Anak TK*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi Direktorat Pembinaan Pendidikan Tenaga Kependidikan dan Ketenagaan Perguruan Tinggi.
- Sumarmo, Utari, dkk. (2012). Kemampuan dan Disposisi Berpikir Logis, Kritis dan Kreatif Matematik (Eksperimen Terhadap Siswa SMA Menggunakan

Pembelajaran Berbasis Masalah dan Stratge Think Talk Write). *Jurnal Pengajaran MIPA*, 17 (1), 17-33.

Sutrisno. (2004). *Metodologi Research Jilid 3*. Yogyakarta: Pustaka.

Suryabrata, S. (1998). *Psikologi Pendidikan*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.

Suwarma, I.R., Astuti, P., & Endah, E.N. (2015). Balloon Powered Car sebagai Media Pembelajaran IPA Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains*, 373-376.

Syafmen, W. & R.H. Marbun. (2014). Analisis Kemampuan Berpikir Logis Siswa Gaya Belajar Tipe Thinking dalam Memecahkan Masalah Matematika. <http://journal.unbari.ac.id/index.php/JIP/article/view/127>. Diakses 19 Mei 2019.

Taggart, Mc. R, Kemmis, S. (2005). *The action Research Planner*. Melbourne: Deakin University.

Tambunan, Hardi. (2014). Strategi Heuristik Dalam Pemecahan Masalah Matematika Sekolah. *Jurnal Saintech*, 06(04).

Thomas, R. (1999). "Conceptual Model for measuring productivity of design and engineering." *Journal of Construction Engineering and Management*, 5(1), 1-7.

Timpe, A.D. (1991). *Mengelola Waktu* . Jakarta: PT. Gramedia.

Undang-undang (UU) Sistem Pendidikan Nasional (Sisdiknas) nomor 20 tahun 2003.

Watkins, J., Spencer, K., & Hammer, D. (2014). Examining Young Student's Problem Scoping in Engineering Design. *Journal of Pre-College Engineering Education Research* 4(1), 43-53.

Wibowo. (2007). *Media Tanam untuk Tanaman Hias*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Widyastuti, T. (2018). *Teknologi Budidaya dan Agribisnis Tanaman Hias*. Yogyakarta: CV. Mine.

Wiersma, W. (1991). *Research Methods in Education: An Introduction*. Boston: Allyn and Bacon.

Wiji, L. dkk. (2014). Kemampuan Berpikir Logis dan Model Mental Kimia Sekolah Mahasiswa Calon Guru. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*,(1), 147-156.

Williams, J. (2011). STEM education: Proceed with caution. *Design and Technology Education*, 16 (1), 26-35.

Yun Dai David dan Robert J. Sternberg. (2004). *Motivation, emotion, and cognition: integrative perspectives on intellectual development and functioning*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.