

EFEKTIVITAS PENERAPAN PENDEKATAN STEM (*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, DAN MATHEMATICS*) PADA PEMBELAJARAN IPA DALAM MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN *TECHNOLOGY ENGINEERING LITERACY (TEL)* SISWA

TESIS

diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat untuk memperoleh
gelar Magister Pendidikan IPA



Oleh

DEVI AULIA RACHMAYATI

NIM 1707938

**PROGRAM STUDI
PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

DEVI AULIA RACHMAYATI

EFEKTIVITAS PENERAPAN PENDEKATAN STEM (*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, DAN MATHEMATICS*) PADA PEMBELAJARAN IPA DALAM MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN *TECHNOLOGY ENGINEERING LITERACY (TEL)* SISWA

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Ida Kaniawati, M.Si
NIP. 196807031992032001

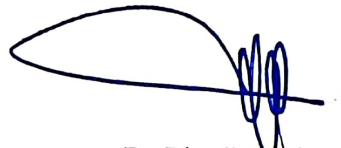
Pembimbing II



Dr. Hernani, M.Si
NIP. 196711091991012001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sekolah Pascasarjana Pendidikan IPA



Dr. Riandi, M.Si
NIP. 196305011988031002

Halaman Hak Cipta

EFEKTIVITAS PENERAPAN PENDEKATAN STEM (*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, DAN MATHEMATICS*) PADA PEMBELAJARAN IPA DALAM MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN *TECHNOLOGY ENGINEERING LITERACY (TEL)* SISWA

Oleh
Devi Aulia Rachmayati

S.Pd Universitas Syiah Kuala, 2015

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

© Devi Aulia Rachmayati 2019
Universitas Pendidikan Indonesia
September 2019

Hak cipta dilindungi undang-undang.
Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
Dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul *Efektivitas Penerapan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, dan Mathematics) pada Pembelajaran IPA dalam Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Technology Engineering Literacy (TEL) Siswa* ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, September 2019

Devi Aulia Rachmayati

EFEKTIVITAS PENERAPAN PENDEKATAN STEM (*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, DAN MATHEMATICS*) PADA PEMBELAJARAN IPA DALAM MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN *TECHNOLOGY ENGINEERING LITERACY* (TEL) SISWA

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi tentang pengaruh penerapan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, dan Mathematics*) terhadap penguasaan konsep dan *technology engineering literacy* (TEL) siswa dibandingkan dengan penerapan model pembelajaran berbasis proyek (PjBL). Rancangan penelitian menggunakan metode kuasi eksperimen dan desain *pretest-posttest control group design* dengan subjek penelitian siswa kelas VIII di salah satu SMP Negeri di Kota Banda Aceh yang berjumlah 38 orang yang terbagi menjadi 2 kelas, 19 orang untuk kelas eksperimen dan 19 orang untuk kelas kontrol. Penguasaan konsep diukur menggunakan soal pilihan ganda beralasan sebanyak 14 soal dan kemampuan TEL diukur menggunakan soal uraian sebanyak 3 soal yang masing-masing soal terdiri dari 4 sub-soal, kemampuan TEL juga diukur dengan instrumen pendukung berupa asesmen kinerja yang menilai kinerja proses dan produk siswa. Teknik analisis data diuji menggunakan *N-Gain*, uji beda dua rata-rata, dan *effect size*. Hasil analisis data menunjukkan perhitungan nilai *N-Gain* untuk kelas kontrol yaitu penguasaan konsep sebesar 0,29 (rendah) dan kemampuan TEL sebesar 0,10 (rendah), sedangkan untuk kelas eksperimen yaitu penguasaan konsep sebesar 0,59 (sedang) dan kemampuan TEL sebesar 0,62 (sedang). Hasil uji beda rata-rata menunjukkan bahwa kemampuan penguasaan konsep dan TEL siswa berbeda secara signifikan antara siswa kelas eksperimen yang diajarkan melalui penerapan pendekatan STEM dan siswa kelas kontrol yang diajarkan melalui penerapan model pembelajaran berbasis proyek (PjBL). Hasil uji *effect size* perlakuan yang diberikan pada kelas eksperimen menunjukkan nilai Cohen's *d* 0,40 (sedang) untuk penguasaan konsep dan 3,47 (sangat besar) untuk TEL.

Kata kunci : pendekatan STEM, penguasaan konsep, *technology engineering literacy*

**THE EFFECTIVENESS OF STEM APPROACH (SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS) IN SCIENCE
LEARNING IN IMPROVING CONCEPT MASTERY AND
TECHNOLOGY ENGINEERING LITERACY (TEL) OF STUDENTS**

ABSTRACT

This study aims to obtain information about the effect of the implementation of STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) approach on students' concept mastery and technology engineering literacy (TEL) compared to the implementation of the project-based learning model (PjBL). The study design using quasi-experimental methods and pretest-posttest control group design with participants of research project were students of grade VIII in one of Public Middle School in Banda Aceh, there were 38 students divided into 2 classes, 19 people for the experimental class and 19 people for the control class. Concept mastery is measured using two tier multiple choice questions with as many as 14 questions and TEL's ability is measured using 3 essay questions, each of which consists of 4 sub-questions, TEL's ability is also measured by supporting instruments in the form of performance assessments that assess the performance of students' processes and products. Data analysis techniques were tested using N-Gain, test difference of two mean, and effect size. The results of data analysis show the N-Gain value for the control class is the concept mastery of 0.28 (low) and TEL ability of 0.10 (low), while for the experimental class that is the concept mastery of 0.59 (moderate) and TEL capability of 0.62 (moderate). Based on the results of the average difference test shows that the ability of mastery of concepts and TEL students differ significantly between experimental class students who are taught through the application of STEM approach and control class students who are taught through the application of project-based learning models (PjBL). The results of effect size test show that the treatment of experimental class had Cohen's *d* value is 0,40 (moderate) for concept mastery and 3,47 (very large) for TEL.

Keywords: STEM approach, concept mastery, technology engineering literacy

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang karena rahmat dan berkah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul: **“Efektivitas Penerapan Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, dan Mathematics*) pada Pembelajaran IPA dalam Meningkatkan Penguasaan Konsep dan *Technology Engineering Literacy (TEL)*”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia. Dengan keterbatasan pengalaman, pengetahuan maupun pustaka yang ditinjau, penulis menyadari bahwa tesis ini belum sempurna dan perlu pengembangan lebih lanjut. Besar harapan penulis semoga tesis ini dapat memberikan kontribusi bagi dunia pendidikan dan menjadi bahan pertimbangan para pendidik untuk menggunakan pendekatan STEM dalam pembelajaran IPA.

Penulis juga menyadari bahwa selesainya tesis ini berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya konstruksi sehingga dapat membuat karya ini menjadi lebih baik lagi. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan semoga bermanfaat.

Bandung, September 2019

Devi Aulia Rachmayati

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada proses penyusunan tesis ini penulis tidak lepas dari bimbingan, bantuan, dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setulusnya kepada:

1. Ibu Dr. Ida Kaniawati, M.Si., selaku pembimbing I tesis dan pembimbing akademik yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan dengan penuh dedikasi dan kesabaran, memberikan dorongan, nasehat dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.
2. Ibu Dr. Hernani, M.Si., selaku pembimbing II tesis yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan dengan penuh dedikasi dan kesabaran, memberikan dorongan, nasehat dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.
3. Bapak Dr. Riandi, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan IPA Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia.
4. Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Kementerian Keuangan Republik Indonesia, selaku penyedia dana selama penelitian dan selama penulis menuntut ilmu di Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Ibu Nurhayati, S.Pd dan Ibu Nuraini, S.Pd, selaku guru mata pelajaran IPA di SMP Negeri 19 Percontohan Banda Aceh, tempat peneliti memperoleh data penelitian yang telah memberikan waktu dan kesempatannya sehingga peneliti dapat menyelesaikan tesis ini.
6. Siswa/i kelas VIII-3 dan VIII-4 SMP Negeri 19 Percontohan Banda Aceh, selaku subyek penelitian yang telah bersedia dan memberikan waktu serta kesempatan kepada penulis untuk memperoleh data penelitian bagi penulis untuk ikut serta dalam kegiatan pembelajaran.
7. Bapak Ir. Abd. Rahman Yus dan Ibu Dra. Faridah Hanum, selaku orang tua penulis yang tiada henti memberikan do'a, semangat, dan motivasi selama penulis melaksanakan studi dan penyusunan tesis.

8. Serka Dadanil Hade Putra, selaku suami penulis yang memberikan do'a, semangat, dukungan, dan motivasi selama penulis melaksanakan studi dan penyusunan tesis.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan sehingga tesis ini dapat terselesaikan.

Bandung, September 2019

Devi Aulia Rachmayati

DAFTAR ISI

Halaman Hak Cipta.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Batasan Masalah.....	7
1.4 Tujuan Penelitian.....	8
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
1.6 Struktur Organisasi Tesis.....	9
BAB II PENGUASAAN KONSEP, <i>TECHNOLOGY ENGINEERING</i> <i>LITERACY</i> (TEL), DAN PENDEKATAN STEM.....	11
2.1 Penguasaan Konsep.....	11
2.2 <i>Technology Engineering Literacy</i> (TEL).....	13
2.3 Pendekatan STEM (<i>Science, Technology, Engineering, and</i> <i>Mathematics</i>).....	17
2.4 Tinjauan Materi IPA Topik Tekanan pada Zat Cair.....	28
2.5 Penelitian yang Relevan.....	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	35
3.1 Desain Penelitian.....	35
3.2 Subjek Penelitian.....	35
3.3 Variabel Penelitian.....	36

3.4 Definisi Operasional.....	36
3.5 Instrumen Penelitian.....	37
3.6 Analisis Instrumen Penelitian.....	45
3.6.1 Validitas	45
3.6.2 Reliabilitas.....	48
3.6.3 Hasil Uji Coba Butir Soal Instrumen Tes Penguasaan Konsep	49
3.6.4 Hasil Uji Coba Butir Soal Instrumen Tes <i>Technology Engineering Literacy (TEL)</i>	50
3.7 Teknik Pengolahan Data	51
3.8 Prosedur Penelitian.....	55
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	58
4.1 Temuan.....	58
4.1.1 Kemampuan Penguasaan Konsep Siswa.....	58
4.1.2 Kemampuan <i>Technology Engineering Literacy (TEL)</i>	64
4.1.3 Tanggapan Siswa Terhadap Pembelajaran.....	72
4.2 Pembahasan	73
4.2.1 Peningkatan Kemampuan Penguasaan Konsep Siswa	74
4.2.2 Keefektifan Penerapan STEM dalam Meningkatkan Kemampuan Penguasaan Konsep Siswa	76
4.2.3 Peningkatan Kemampuan <i>Technology Engineering Literacy (TEL)</i> Siswa.....	89
4.2.4 Keefektifan Penerapan STEM dalam Meningkatkan Kemampuan <i>Technology Engineering Literacy (TEL)</i> Siswa....	91
4.2.4 Tanggapan Siswa Terhadap Pembelajaran.....	105
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI.....	108
5.1 Simpulan.....	108
5.2 Implikasi.....	109
5.3 Rekomendasi	109
DAFTAR PUSTAKA	110

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Target asesmen TEL berdasarkan area konten dan praktik	15
Tabel 2.2 Hirarki dasar dari praktik pembelajaran sains yang berorientasi pada Inkuiri.....	23
Tabel 2.3 Kompetensi dasar.....	28
Tabel 2.4 Pemetaan pelaksanaan pembelajaran	29
Tabel 2.5 Analisis Praktik Sains dan <i>Engineering</i> dan <i>Core Ideas</i>	32
Tabel 2.6 Matrik Hubungan sub Konsep, Kegiatan Proyek, dan Aspek STEM yang Terlibat di dalam Pembelajaran	33
Tabel 3.1 Desain Penelitian.....	35
Tabel 3.2 Kisi-Kisi Soal Kemampuan Penguasaan Konsep Berdasarkan Indikator.....	38
Tabel 3.3 Kisi-Kisi Soal Kemampuan Penguasaan Konsep Berdasarkan Aspek Penguasaan Konsep.....	38
Tabel 3.4 Rumusan Indikator TEL Berdasarkan Konten Area Dan Target Asesmen TEL Untuk Tes Kemampuan TEL.....	39
Tabel 3.5 Kisi-Kisi Tes Kemampuan <i>Technology Engineering Literacy</i> (TEL).....	39
Tabel 3.6 Rubrik Penskoran Asesmen Kinerja Proses TEL Membuat Prototipe Jembatan Hidrolik Menggunakan Prinsip Hukum Pascal pada Kelas Eksperimen	40
Tabel 3.7 Rubrik Penskoran Asesmen Kinerja Produk TEL Prototipe Jembatan Hidrolik Menggunakan Prinsip Hukum Pascal pada Kelas Eksperimen	42
Tabel 3.8 Rubrik Penskoran Asesmen Kinerja Proses TEL Membuat Prototipe Alat Hidrolik Sederhana Menggunakan Prinsip Hukum Pascal Pada Kelas Kontrol.....	43
Tabel 3.9 Rubrik Penskoran Asesmen Kinerja Produk TEL Prototipe Alat Hidrolik Sederhana Menggunakan Prinsip Hukum Pascal pada Kelas Kontrol.....	44

Tabel 3.10 Rekapitulasi Hasil Judgement Instrumen Tes Penguasaan Konsep oleh Dosen Ahli	45
Tabel 3.11 Rekapitulasi Hasil Judgement Instrumen Tes <i>Technology Engineering Literacy</i> (TEL) oleh Dosen Ahli.....	46
Tabel 3.12 Kriteria Koefisien Korelasi Validitas Instrumen	47
Tabel 3.13 Kriteria Koefisien Korelasi Reliabilitas	48
Tabel 3.14 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Instrumen Tes Penguasaan Konsep..	49
Tabel 3.15 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Tes <i>Technology Engineering Literacy</i> (TEL).....	50
Tabel 3.16 Kriteria Indeks Gain.....	52
Tabel 3.17 Kriteria Interpretasi nilai <i>Cohen's d</i>	54
Tabel 4.1 Data Tes Awal Kemampuan Penguasaan Konsep	58
Tabel 4.2 Hasil Uji Normalitas Nilai Tes Awal Kemampuan Penguasaan Konsep.....	59
Tabel 4.3 N-Gain (<g>) Kemampuan Penguasaan Konsep antara Siswa Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen.....	60
Tabel 4.4 Rekapitulasi Persentase Analisis Hasil Peningkatan Kemampuan Penguasaan Konsep Siswa pada Masing-Masing Indikator	61
Tabel 4.5 Rekapitulasi Persentase Analisis Hasil Peningkatan Kemampuan Penguasaan Konsep Siswa pada Masing-Masing Level Kognitif...	62
Tabel 4.6 Hasil Uji Normalitas gain Kemampuan Penguasaan Konsep.....	62
Tabel 4.7 Hasil Perbedaan Rata-Rata Peningkatan Penguasaan Konsep.....	63
Tabel 4.8 Rekapitulasi Rata-rata N-gain, Standar Deviasi N-Gain dan Nilai <i>Cohen's d</i> Penguasaan Konsep Siswa kelas Kontrol dan Eksperimen	64
Tabel 4.9 Data Tes Awal Kemampuan <i>Technology Engineering Literacy</i> (TEL)	65
Tabel 4.10 Hasil Uji Normalitas Nilai Tes Awal Kemampuan <i>Technology Engineering Literacy</i> (TEL)	65
Tabel 4.11 Hasil Asesmen Kinerja Kemampuan <i>Technology Engineering Literacy</i> (TEL) pada Kelas Eksperimen.....	66
Tabel 4.12 Hasil Asesmen Kinerja Kemampuan <i>Technology Engineering</i>	

Literacy (TEL) pada Kelas Kontrol	67
Tabel 4.13 N-Gain (<g>) Kemampuan Technology Engineering Literacy (TEL) antara Siswa Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	68
Tabel 4.14 Rekapitulasi Persentase Analisis Hasil Peningkatan Kemampuan <i>Technology Engineering Literacy</i> (TEL) Siswa pada Masing-Masing Indikator	69
Tabel 4.15 Hasil Uji Normalitas <i>Gain</i> Kemampuan Technology Engineering Literacy (TEL)	70
Tabel 4.16 Hasil Perbedaan Rata-Rata Peningkatan <i>Technology Engineering Literacy</i> (TEL)	71
Tabel 4.17 Rekapitulasi Rata-rata N-gain, Standar Deviasi N-Gain dan Nilai Cohen's <i>d</i> Kemampuan TEL Siswa kelas Kontrol dan Eksperimen	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Area dan Praktik TEL	15
Gambar 2.2 <i>Core idea</i> dalam desain <i>engineering</i>	25
Gambar 2.3 Proses Desain <i>Engineering</i>	26
Gambar 2.4 Alur pelaksanaan pembelajaran	28
Gambar 2.5 Model Dongkrak Hidrolik.....	31
Gambar 2.6 Dongkrak Hidrolik	32
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	55
Gambar 4.1 Rekapitulasi tanggapan siswa terhadap penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran IPA	73
Gambar 4.2 Hipotesis yang dirumuskan oleh siswa	78
Gambar 4.3 Percobaan menggunakan alat hidrolik sederhana pada kelas eksperimen.....	79
Gambar 4.4 Jawaban siswa dari pertanyaan diskusi pada kelas eksperimen	80
Gambar 4.5 Kesimpulan yang dirumuskan oleh siswa pada kelas Eksperimen.....	80
Gambar 4.6 Mengidentifikasi masalah dan solusi	82
Gambar 4.7 Kesimpulan yang dirumuskan oleh siswa setelah pengerjaan Prototipe	83
Gambar 4.8 Tabel pengamatan yang telah diisi siswa berdasarkan video yang ditayangkan guru	84
Gambar 4.9 Jawaban pertanyaan diskusi pada tahap mengasosiasi.....	84
Gambar 4.10 Jawaban siswa kelas kontrol atas permasalahan yang diajukan guru	85
Gambar 4.11 Gambar desain alat hidrolik sederhana yang dibuat siswa kelas kontrol.....	86
Gambar 4.12 Kesimpulan yang dirumuskan siswa setelah mengerjakan proyek alat hidrolik sederhana.....	86
Gambar 4.13 Desain jembatan hidrolik pada tahap mendesain	95

Gambar 4.14 Rencana anggaran biaya pembuatan prototipe jembatan hidrolik yang dibuat siswa kelas eksperimen	96
Gambar 4.15 Siswa kelas eksperimen memilih dan menggunakan alat selama membangun prototipe jembatan hidrolik	96
Gambar 4.16 Prototipe jembatan hidrolik yang telah dibangun oleh siswa pada tahap membangun prototipe	97
Gambar 4.17 Siswa sedang menguji prototipe.....	98
Gambar 4.18 Siswa kelas kontrol membangun prototipe alat hidrolik Sederhana.....	101
Gambar 4.19 Produk yang dihasilkan siswa kelas kontrol dan siswa kelas eksperimen	103

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Perangkat Pembelajaran.....	116
A.1 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kelas Kontrol	117
A.2 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kelas Eksperimen	130
A.3 Lembar Kegiatan Siswa (LKS) Kelas Kontrol.....	146
A.4 Lembar Kegiatan Siswa (LKS) Kelas Eksperimen	153
Lampiran B Instrumen Penelitian	164
B.1 Soal dan Kunci Jawaban Tes Kemampuan Penguasaan Konsep	165
B.2 Soal dan Kunci Jawaban Tes Kemampuan <i>Technology Engineering Literacy</i> (TEL).....	173
B.3 Rubrik Penilaian Jawaban Tes Kemampuan <i>Technology Engineering Literacy</i> (TEL).....	179
B.4 Lembar Tanggapan Siswa terhadap Penerapan Proyek Desain <i>Engineering</i> dalam Model Pembelajaran Inkuiri Ilmiah.....	184
Lampiran C Validasi dan Hasil Uji Coba Instrumen Penelitian	185
C.1 Lembar Validasi Instrumen	186
C.2 Hasil Validasi Instrumen	231
C.3 Skor Uji Coba Soal Tes Kemampuan Penguasaan Konsep.....	234
C.4 Analisis Validitas Tes Kemampuan Penguasaan Konsep	235
C.5 Skor Uji Coba Tes Kemampuan <i>Technology Engineering Literacy</i> (TEL)	239
C.6 Analisis Validitas Tes Kemampuan <i>Technology Engineering Literacy</i> (TEL)	240
Lampiran D Hasil Penelitian.....	241
D.1 Skor Pretes, Postes, dan Gain Tes Kemampuan Penguasaan Konsep Kelas Kontrol	242
D.2 Skor Pretes, Postes, dan Gain Tes Kemampuan Penguasaan Konsep Kelas Eksperimen	244
D.3 Skor Pretes, Postes, dan Gain Tes Kemampuan <i>Technology Engineering Literacy</i> (TEL) Kelas Kontrol	246

D.4 Skor Pretes, Postes, dan Gain Tes Kemampuan <i>Technology</i> <i>Engineering Literacy</i> (TEL) Kelas Eksperimen	248
D.5 Rekapitulasi Tanggapan Siswa terhadap Penerapan Proyek Desain <i>Engineering</i> dalam Model Pembelajaran Inkuiri Ilmiah	250
Lampiran E Dokumentasi Penelitian	251
E.1 Surat Izin Penelitian dari SPs UPI	252

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L.W., Krathwohl, D.R., Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths, J. and Wittrock, M.C. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives, abridged edition. *White Plains, New York : Longman*.
- Badan Standar Nasional Pendidikan. (2010). *Paradigma Pendidikan Nasional Abad-XXI*. Jakarta:BSNP.
- Basham, J. D., & Marino, M. T. (2015). Understanding STEM Education and Supporting Students Through Universal Design for Learning, (March 2013). <https://doi.org/10.1177/004005991304500401>.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The clearing house*, 83(2), 39-43.
- Berland, L. K., Martin, T. H., Ko, P., Peacock, S. B., Rudolph, J. J., & Golubski, C. (2013). Student learning in challenge-based engineering curricula. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 3(1), 53–64.
- Bethke Wendell, K., & Rogers, C. (2013). Engineering design-based science, science content performance, and science attitudes in elementary school. *Journal of Engineering Education*, 102(4), 513-540.
- Blake, J.W., Cheville, A., Disney, K.A., Frezza, S.T., Heywood, J., Hilgarth, C.O., Krupczak Jr, J., Libros, R., Mina, M. and Walk, S.R. (2016). Philosophical and educational perspectives on engineering and technological literacy, iii.
- BLOOM'S, T.M.E., (1965). *Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York:Longman.
- Breiner, J.M., Harkness, S.S., Johnson, C.C. and Koehler, C.M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Bybee, R. W. (2011). Scientific and engineering practices in K-12 classrooms: Understanding a framework for K-12 science education. *Science and Children*, 49(4), 10-16.
- Bybee, R.W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington: NSTA press.
- Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A., & Velasquez-Bryant, N. (2006). The effects of engineering modules on student learning in middle school science classrooms. *Journal of Engineering Education*, 95(4), 301-309.
- Cejka, E., Rogers, C., & Portsmore, M. (2006). Kindergarten robotics: Using robotics to motivate math, science, and engineering literacy in elementary school. *International Journal of Engineering Education*, 22(4), 711-722.

- Chabalengula, V.M. and Mumba, F. (2017). Engineering design skills coverage in K-12 engineering program curriculum materials in the USA. *International Journal of Science Education*, 39(16), 2209-2225.
- Dahar, R. W. (1996). *Teori-teori belajar*. Jakarta: Erlangga.
- Damayantie, A.R. (2015). Literasi dari Era ke Era. *Jurnal Sasindo*, 3(1), ISSN: 2337-4098
- Davies, R.S. (2011). Understanding technology literacy: A framework for evaluating educational technology integration. *TechTrends*, 55(5), 45-52.
- DeCoito, I., Steele, A. and Goodnough, K. (2016). Introduction to the Special Issue on Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education. *Canadian Journal of Science Mathematics and Technology Education*, 16(2), 109-113.
- Dewi, M., Kaniawati, I., & Suwarma, I. R. (2018, May). Penerapan pembelajaran fisika menggunakan pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan memecahkan masalah siswa pada materi listrik dinamis. In *Quantum: Seminar Nasional Fisika, dan Pendidikan Fisika* (381-385).
- Dinçer, S. (2018). Are preservice teachers really literate enough to integrate technology in their classroom practice? Determining the technology literacy level of preservice teachers. *Education and Information Technologies*, 23(6), 2699-2718.
- Duran, M., & Dökme, İ. (2016). The effect of the inquiry-based learning approach on student's critical-thinking skills. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(12), 2887-2908.
- Ejikeme, A.N. and Okpala, H.N. (2017). Promoting Children's learning through technology literacy: challenges to school librarians in the 21st century. *Education and Information Technologies*, 22(3), 1163-1177.
- English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: Fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 1-18. doi:10.1186/s40594-015-0027-7.
- English, L.D., King, D. and Smeed, J. (2017). Advancing integrated STEM learning through engineering design: Sixth-grade students' design and construction of earthquake resistant buildings. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 255-271.
- Fan, S.C. and Yu, K.C. (2017). How an integrative STEM curriculum can benefit students in engineering design practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(1), 107-129.
- Firman, H. (2015). Pendidikan sains berbasis STEM: Konsep, pengembangan, dan peranan riset pascasarjana. *Disampaikan pada Seminar Nasional Pendidikan IPA dan PLKH Universitas Pakuan, Agustus*.

- Firman, H., Rustaman, N.Y. and Suwarma, I.R. (2016). The Development of Technology and Engineering Literacy Through STEM Based Education. In *International Conference on Innovation in Engineering and Vocational Education (ICIEVE 2015)*, 209-212.
- Fraenkel, Wallen and Hyun. (2012). *How to Design and Evaluate Research in Education (Eight Edition)*. New York: McGraw Hill International Edition.
- Grimm, S. L. (2010). Gateway to technology (GTT) Project lead the way (PLTW). Retrieved from http://www.lcsd.k12.ny.us/cms/lib/NY01001015/Centricity/Domain/4/PLTW_Board_Presentation_Nov_2010.pdf
- Guzey, S.S., Moore, T.J. and Harwell, M. (2016). Building up STEM: An analysis of teacher-developed engineering design-based STEM integration curricular materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 6(1), 11-29.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Change/Gain Scores*. American Educational Research Association's Division D, Measurement and Research Methodology 13 Maret 1999.
- Hamid, A. (2019). *Evaluasi Pembelajaran*. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Hermawanto, kusairi, & Wartono (2013). Pengaruh blended learning terhadap penguasaan konsep dan penalaran fisika peserta didik kelas X. *Jurnal Pendidikan fisika indonesia*, 9(1), 67-76.
- Hernandez, P.R., Bodin, R., Elliott, J.W., Ibrahim, B., Rambo-Hernandez, K.E., Chen, T.W. and de Miranda, M.A. (2014). Connecting the STEM dots: measuring the effect of an integrated engineering design intervention. *International journal of Technology and design Education*, 24(1), 107-120.
- Hosnan, M. (2014). *Pendekatan saintifik dan kontekstual dalam pembelajaran abad 21: Kunci sukses implementasi kurikulum 2013*. Bandung: Ghalia Indonesia.
- Indonesia, K.B.B. (2015). Kamus versi online/daring (dalam jaringan). diakses pada 29 Oktober 2018.
- Kazempour, E. (2013). The effects of inquiry-based teaching on critical thinking of students. *Journal of Social Issues & Humanities*, 1(3), 23-27.
- Kelley, T., Brenner, D. C., & Pieper, J. T. (2010). PLTW and Epics-High: Curriculum comparisons to support problem solving in the context of engineering design. Utah, UT: National Center for Engineering and Technology Education (NCETE).

- Kelley, T.R. and Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11.
- Kemendikbud. (2017). Model Silabus Mata Pelajaran Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah (SMP/MTs). Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Kennedy, T.J. and Odell, M.R.L. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.
- Khanlari, A. (2013, December). Effects of educational robots on learning STEM and on students' attitude toward STEM. In *2013 IEEE 5th Conference on Engineering Education (ICEED)*(62-66). IEEE.
- Komarudin, U., Rustaman, N.Y. and Hasanah, L. (2017). May. Promoting students' conceptual understanding using STEM-based e-book. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1848, No. 1, p. 060008). AIP Publishing.
- Lestari K.E, Yudhanega, M.R. (2015). *Penelitian Pendidikan Matematika*. Bandung: PT Refika Aditama.
- Marrero, M.E., Gunning, A.M. and Germain-Williams, T. (2014). What is STEM Education?. *Global Education Review*, 1(4), 1-6.
- Marshall, J. C., Smart, J. B., & Alston, D. M. (2017). Inquiry-based instruction: A possible solution to improving student learning of both science concepts and scientific practices. *International journal of science and mathematics education*, 15(5), 777-796.
- Maxwell, D. O., Lambeth, D. T. & Cox, J. (2015) Effects of Using Inquiry Based Learning on Science Achievement for Fifth Grade Students. *Asia-Pacific Forum Science Learning and Teaching*, 16 (2), 1-31.
- Mayasari, T., Kadarohman, A., Rusdiana, D. and Kaniawati, I. (2016). Exploration of student's creativity by integrating STEM knowledge into creative products. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1708, No. 1, p. 080005). AIP Publishing.
- McLaughlin, C.A. and MacFadden, B.J. (2014). At the elbows of scientists: Shaping science teachers' conceptions and enactment of inquiry-based instruction. *Research in Science Education*, 44(6), 927-947.
- Minium, E.W, King, B.M, & Bear, G. (1993). *Statistical Reasoning in Psychology and Education, 3rd Edition*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Moore, T.J., Tank, K.M., Glancy, A.W. and Kersten, J.A., (2015). NGSS and the landscape of engineering in K-12 state science standards. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(3), 296-318.
- National Assessment of Educational Progress. (2014). Technology and Engineering Literacy Assessment. Retrieved <https://nces.ed.gov/nationsreportcard/tel/>

- National Academy of Engineering and National Research Council. (2014). *STEM Integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council (NRC) (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council (NRC). (2012). *A framework for k-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academy Press.
- National Research Council. (2014). *Developing assessments for the Next Generation Science Standards. Committee on Developing Assessments of Science Proficiency in K-12*. In W. J. W. Pellegrino, M. R. Wilson, J. A. Koenig, & Alexandra S. Beatty (Eds.), *Board on Testing and Assessment and Board on Science Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Neolaka, Amos. (2014). *Metode Penelitian dan Statistik*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya Offset.
- Nichols, K., Burgh, G., & Kennedy, C. (2017). Comparing two inquiry professional development interventions in science on primary students' questioning and other inquiry behaviours. *Research in Science Education*, 47(1), 1-24.
- Nurkencana, W. (1986). *Evaluasi Pendidikan*. Surabaya: Penerbit Usaha Nasional.
- Parker, C., Smith, E.L., McKinney, D. and Laurier, A. (2016). The application of the engineering design process to curriculum revision: A collaborative approach to STEM curriculum refinement in an urban district. *School Science and Mathematics*, 116(7), 399-406.
- Puncreobutr, V. (2016). Education 4.0: New Challenge of Learning. *St. Theresa Journal of Humanities and Social Sciences*, 2(2), 92-97.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education. *STEMmania. The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Subarkah, C. Z., & Winayah, A. (2015). Pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa melalui process oriented guided inquiry learning (POGIL). *Jurnal Pengajaran MIPA*, 20(1), 48-52.
- Sudjana, N., Ibrahim. (2014). *Penelitian dan Penilaian Pendidikan*. Bandung: Sinar Baru Algesindo.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suharsimi, A. (2006). *Prosedur penelitian suatu pendekatan praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.

- Tati, T., Firman, H. and Riandi, R. (2017), September. The Effect of STEM Learning through the Project of Designing Boat Model toward Student STEM Literacy. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 895, No. 1, p. 012157). IOP Publishing.
- Tjandra & dkk. (2005). *Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Di Sekolah Dasar*. Singaraja: Universitas Pendidikan Ganesha.
- Wenning, C. J. (2004). Levels of inquiry : Hierarchies of pedagogical practices and inquiry processes, 175–176.