

**PENGARUH MODEL PjBL (*PROJECT BASED LEARNING*)
DENGAN PENDEKATAN STEAM (*SCIENCE, TECHNOLOGY,
ENGINEERING, ARTS AND MATHEMATICS*) TERHADAP
KEMAMPUAN *COMPUTATIONAL THINKING* PADA
PELAJARAN FISIKA**

(Skripsi)

Diajukan untuk melengkapi tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat
Guna memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) dalam Ilmu
Pendidikan Fisika

Oleh:

Nanda Widiawati

NPM : 1811090033

Jurusan : Pendidikan Fisika

**Pembimbing I : Dr. Yuberti, M.Pd.
Pembimbing II : Rahma Diani, M. Pd.**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1443 H / 2022**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model PjBL (*Project Based Learning*) dengan pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) terhadap kemampuan *Computational Thinking* peserta didik pada pelajaran fisika.

Penelitian ini merupakan *quasy eksperimen* menggunakan metode kuantitatif. Metode kuantitatif digunakan dalam proses perhitungan dari instrumen yang diujikan mengenai kemampuan *Computational Thinking*. Penelitian ini dilakukan di SMAN 14 Bandar Lampung dengan peserta didik kelas XI MIPA 2 sebagai kelas eksperimen, jumlah peserta didik pada kelas tersebut adalah 36 orang.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh data yang menunjukkan bahwa terdapat pengaruh model PjBL dengan pendekatan STEAM terhadap kemampuan *Computational Thinking*, hal ini ditunjukkan dengan nilai sig sebesar 0,033 yang berarti $\text{sig} < 0,05$ sehingga H_1 diterima. Berdasarkan hasil tersebut terbukti bahwa model PjBL dengan pendekatan STEAM berpengaruh terhadap kemampuan *Computational Thinking* peserta didik pada pelajaran fisika.

Kata Kunci : Kemampuan *Computational Thinking*, Model PjBL, pendekatan STEAM

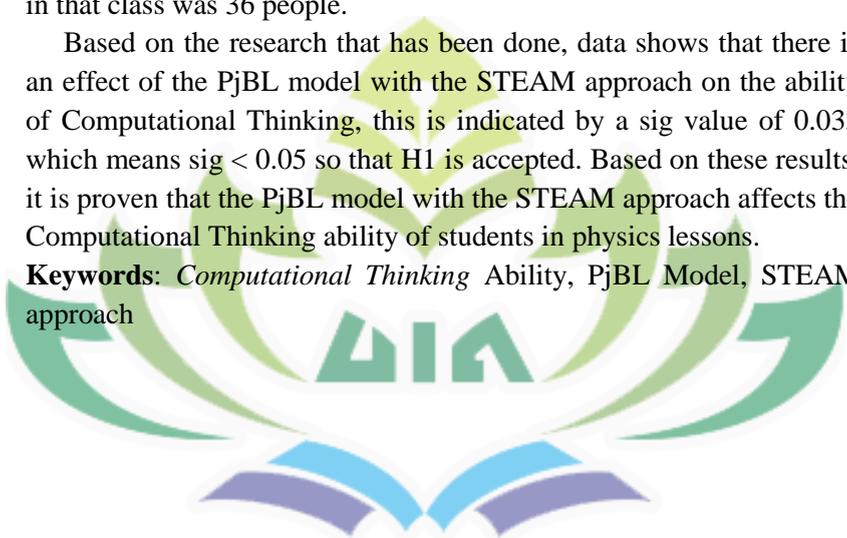
ABSTRACT

This study aims to determine the effect of the PjBL (Project Based Learning) model with the STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) approach on the Computational Thinking ability of students in physics.

This research is a quasi experiment using quantitative methods. Quantitative methods are used in the calculation process of the tested instruments regarding the Computational Thinking ability. This research was conducted at SMAN 14 Bandar Lampung with students of class XI MIPA 2 as the experimental class, the number of students in that class was 36 people.

Based on the research that has been done, data shows that there is an effect of the PjBL model with the STEAM approach on the ability of Computational Thinking, this is indicated by a sig value of 0.033 which means $\text{sig} < 0.05$ so that H1 is accepted. Based on these results, it is proven that the PjBL model with the STEAM approach affects the Computational Thinking ability of students in physics lessons.

Keywords: *Computational Thinking Ability, PjBL Model, STEAM approach*



SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nanda Widiawati
NPM : 1811090033
Jurusan : Pendidikan Fisika
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul: “Pengaruh Model PjBL (*Project Based Learning*) dengan pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) terhadap kemampuan *Computational Thinking* pada pelajaran fisika” adalah benar-benar merupakan hasil karya penyusun sendiri, bukan duplikasi ataupun saduran dari karya orang lain kecuali pada bagian yang telah dirujuk dan disebut dalam *footnote* atau daftar referensi. Apabila dilain waktu terbukti ada penyimpangan dalam karya ini, maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penyusun. Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi.

Bandar Lampung,
Penulis

April 2022



Nanda Widawati
NPM. 1811090033



**KEMENTERIAN AGAMA
UIN RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PERSETUJUAN

**Judul Skripsi : Pengaruh Model PjBL (*Project Based Learning*)
dengan Pendekatan STEAM (*Science,
Technology, Engineering, Arts and Mathematics*)
Terhadap Kemampuan *Computational Thinking*
Pada Pelajaran Fisika.**

**Nama : Nanda Widiawati
NPM : 1811090033
Jurusan : Pendidikan Fisika
Fakultas : Tarbiyah Dan Keguruan**

MENYETUJUI

**Untuk dimunaqsyahkan dan dipertahankan dalam sidang
munaqsyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
UIN Raden Intan Lampung**

Pembimbing I

**Dr. Yuberti, M.Pd
NIP. 197709202006042011**

Pembimbing II

**Rahma Diani, M.Pd
NIP.198904172015032008**

**Mengetahui
Ketua Jurusan Pendidikan Fisika**

**Sri Latifah, M.Sc
NIP. 197903212011012003**



**KEMENTERIAN AGAMA
UIN RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN**

Alamat: J. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **“Pengaruh Model PjBL (*Project Based Learning*) dengan pendekatan STEAM (*Science, Techonology, Engineering, Arts and Mathematics*) terhadap kemampuan *Computational Thinking*”**. Disusun Oleh Nanda Widiawati, NPM 1811090033, Jurusan Pendidikan Fisika, Telah Dijukan Dalam Sidang Munaqosyah Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan, Pada Hari Selasa 5 April 2022.

TIM PENGUJI

Ketua : Dr. H. Subandi, MM



Sekretaris : Yani Suryani, M.Pd



Penguji Utama : Sodikin, M.Pd



Penguji I : Dr. Yuberti, M.Pd



Penguji II : Rahma Diani, M.Pd



Mengetahui
Dekan Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan



MOTTO

“Kamu tidak harus menjadi hebat untuk memulai, tetapi kamu harus mulai untuk menjadi hebat.”

– Zig Ziglar



PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim dengan Kuasa dan Keagungan Allah SWT aku persembahkan skripsi ini untuk :

Kedua orang tuaku (bapak Sutejo dan Ibu Siti Fatimah) yang selalu memberikan doa dan dukungannya kepadaku. Dukungan dan semangat yang membuatku sampai pada tahap ini. Untuk semua doa dan kasih sayang ibu ketulusan dan cintanya untuk anak perempuan pertamanya.

Keluarga besarku yang tidak pernah lelah mengajarku banyak hal, memberikan motivasi hingga bantuan-bantuan yang tidak ternilai harganya.

Adikku Aqila Galih Ananda yang selalu siap membantu dan penyemangat hidupku.

Dosen pembimbingku yang selalu mengapresiasi hasil kerjaku, membimbing dengan tulus dan ikhlas.

Sahabat-sahabatku yang selalu menemani saat sulit atau senang, kesetiaan dan pengorbanan yang kalian berikan yang sangat aku syukuri.

Teman-temanku yang selama ini selalu memotivasi dan mendoakan kebaikan untukku.

Dan yang terakhir namun utama adalah diriku sendiri dan sosok yang selalu menemaniku. Terimakasih diriku sudah mampu bertahan dan berjuang hingga saat ini.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nanda Widiawati lahir di Bandar Lampung pada tanggal 27 Januari 2000 sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Sutejo dan Ibu Siti Fatimah.

Penulis pertama kali menempuh pendidikan pada usia 4 tahun di TK Harapan Jaya Natar tahun 2004 dan selesai pada tahun 2006. Pada tahun 2006 penulis melanjutkan pendidikan jenjang Sekolah Dasar di SD Muhammadiyah 1 Labuhan Ratu dan selesai pada tahun 2012. Penulis melanjutkan ke jenjang pendidikan Sekolah Menengah Pertama pada tahun 2012 di SMP N 28 Bandar Lampung lulus pada tahun 2015. Selanjutnya penulis melanjutkan ke jenjang Sekolah Menengah Atas pada tahun yang sama di SMA N 14 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2018. Pada tahun 2018 penulis terdaftar sebagai mahasiswa pada salah satu perguruan tinggi negeri jurusan pendidikan fisika Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

Berkat petunjuk dan pertolongan Allah SWT. Usaha disertai doa kedua orangtua dalam menjalani aktivitas akademik di perguruan Tinggi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan skripsi yang berjudul “Pengaruh Model PjBL (*Project Based Learning*) dengan Pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) Terhadap Kemampuan *Computational Thinking* pada pelajaran fisika”.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim syukur Alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT, dengan limpahan rahmat taufik serta hidayah-nya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah kita Nabi Muhammad SAW, serta keluarga dan sahabatnya. Skripsi ini berjudul : “Pengaruh Model PjBL (*Project Based Learning*) dengan Pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) Terhadap Kemampuan *Computational Thinking* pada pelajaran fisika”. Diajukan untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi syarat-syarat guna memperoleh gelar sarjana Pendidikan Fisika pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN lampung.

Keberhasilan ini tentu saja tidak dapat terwujud tanpa bimbingan, dukungan, do‘a dan dukungan berbagai pihak, oleh karenanya dengan seluruh kerendahan hati dan rasa hormat, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Hj Nirva Diana, M.Pd. Selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung
2. Ibu Sri Latifah M.Pd. Selaku ketua jurusan Pendidikan Fisika
3. Ibu Dr. Yuberti, M.Pd. Selaku Pembimbing I yang telah memperkenankan waktu dan ilmunya untuk mengarahkan dan memotivasi penulis
4. Ibu Rahma Diani, M.Pd. Selaku Pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan dan motivasi demi terselesainya penulisan skripsi ini
5. Ibu Sevensari, M.Pd. selaku Kepala SMAN 14 Bandar Lampung, Ibu Icon Herawati, S.Pd selaku guru mata pelajaran fisika di sekolah SMAN 14 Bandar Lampung serta guru-guru dan Staf TU yang telah membantu penulis mengumpulkan data dalam penyusunan skripsi ini.
6. Kedua orangtuaku yang selalu memberikan semangat dan dukungan serta doa yang tiada henti selama hidupku.
7. Saudara-saudaraku adik, bibi, paman yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang selalu menyemangati dalam setiap halangan dan rintangan.

8. Sahabat-sahabatku yang sangat aku cintai yang selalu memberikan motivasi dan dukungan moral maupun material.
9. Teman-temanku di jurusan pendidikan fisika khususnya angkatan 2018 dan jurusan lain yang selalu membantu tanpa pamrih hingga skripsi ini selesai.

Dengan disetujuinya skripsi ini, semoga dapat berguna bagi penulis agar dapat terus berkontribusi dalam dunia pendidikan dan pembaca pada umumnya. Aamiin

Bandar Lampung,

Nanda Widiawati
NPM. 1811090033



DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
PERSETUJUAN	v
PENGESAHAN	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN	viii
RIWAYAT HIDUP	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Penegasan Judul.....	1
B. Latar Belakang.....	2
C. Identifikasi Masalah dan Batasan Masalah.....	8
D. Rumusan Masalah.....	9
E. Tujuan Penelitian.....	9
F. Manfaat Penelitian.....	9
G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	10
H. Sistematika Penulisan.....	13
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Teori yang Digunakan.....	15
B. Pengajuan Hipotesis.....	46
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	49
B. Pendekatan dan Jenis Penelitian.....	49
C. Populasi, Sampel dan Teknik Pengumpulan Data.....	51
D. Definisi Operasional Variabel.....	53
E. Instrumen Penelitian.....	54
F. Uji Validitas dan Reliabilitas Data.....	55
G. Uji Prasyarat Analisis.....	63
H. Uji Hipotesis.....	64

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

- A. Deskripsi Data..... 65
- B. Pembahasan Hasil Penelitian dan Analisis 66

BAB V PENUTUP

- A. Kesimpulan 79
- B. Rekomendasi..... 79

DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR TABEL

Tabel

1.1 Data Hasil Tes Kemampuan <i>Computational Thinking</i> Kelas XI MIPA SMAN 14 Bandar Lampung	7
2.1 Indikator <i>Computational Thinking</i>	31
2.2 Hubungan Sintak PjBL-STEAM dengan Indikator <i>Computational Thinking</i>	35
3.1 Desain Penelitian <i>Nonequivalent Control Group Design</i>	50
3.2 kelas Eksperimen dan Kelas kontrol	50
3.3 Jumlah Peserta Didik kelas XI MIPA SMAN 14 Bandar Lampung.....	51
3.4 Validitas Soal Kemampuan <i>Computational Thinking</i>	56
3.5 Klasifikasi Koefisien Reliabilitas.....	58
3.6 Uji Reliabilitas.....	59
3.7 Klasifikasi Daya Pembeda.....	60
3.8 Daya Pembeda.....	60
3.9 Klasifikasi Tingkat Kesukaran	62
3.10 Tingkat Kesukaran	62
3.11 Ketetapan Uji Normalitas	63
3.12 Ketentuan Uji Homogeneity of Variances.....	64
4.1 Hasil Pretest kemampuan <i>Computational Thinking</i>	65
4.2 Hasil Posttest kemampuan <i>Computational Thinking</i>	66
4.3 Hasil Uji Normalitas Data Kemampuan <i>Computational Thinking</i> peserta didik dengan $\alpha = 5\%$	67
4.4 Hasil Uji Homogenitas Data Kemampuan <i>Computational Thinking</i> peserta didik dengan $\alpha = 5\%$	67
4.5 <i>Independent Samples t-test</i> Kemampuan <i>Computational Thinking</i>	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar

- 1.1 Piston 39
3.1 Hubungan Variabel bebas (X) dengan Variabel terikat (Y) . 53



DAFTAR LAMPIRAN

1. Silabus (Kelas Eksperimen)	89
2. Silabus (Kelas Kontrol).....	95
3. RPP (Kelas Eksperimen).....	100
4. RPP (Kelas Kontrol)	114
5. Kisi-Kisi Uji Kemampuan <i>Computational Thinking</i>	127
6. Instrumen Tes Kemampuan <i>Computational Thinking</i>	129
7. Lembar Observasi	147
8. Tabel Data Hasil Pra Penelitian	156
9. Tabel Uji Validitas	158
10. Tabel Uji Reliabilitas	159
11. Tabel Uji Daya Pembeda.....	160
12. Tabel Uji Tingkat Kesukaran	160
13. Tabel Hasil Pretest	161
14. Tabel Hasil Posttest.....	163
15. Tabel Uji Normalitas	165
16. Tabel Uji Homogenitas	165
17. Tabel Rata-Rata Kelas Kontrol Dan Eksperimen.....	165
18. Tabel Uji Hipotesis	167
19. Dokumentasi Pembelajaran.....	167
20. Surat Penelitian	169

BAB I

PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Penegasan judul ini dibuat untuk menghindari kesalahpahaman makna variabel yang digunakan dalam penelitian ini. Untuk itu penulis membuat penegasan judul agar makna kata yang digunakan dapat dipahami dengan baik sesuai dengan konteks penelitian, adapun judul penelitian ini adalah : “Pengaruh Model PjBL (*Project Based Learning*) Dengan Pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts And Mathematics*) Terhadap Kemampuan Computational Thinking pada Pelajaran Fisika”.

1. Model Pembelajaran PjBL (*project based learning*)
Model Pembelajaran PjBL merupakan suatu model pembelajaran untuk meningkatkan pengetahuan peserta didik melalui pengalaman nyata dengan menyelidiki, meneliti dan membuat proyek yang dilakukan untuk meningkatkan aspek kognitif, afektif dan psikomotorik.
2. Pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts And Mathematics*)
Pendekatan STEAM merupakan suatu pendekatan yang menghubungkan beberapa disiplin ilmu yaitu Science, Technology, Engineering, Art dan Mathematics guna memberikan wawasan lebih luas terkait dengan materi yang dipelajari.
3. Model Pembelajaran PjBL dengan Pendekatan STEAM
Model Pembelajaran PjBL dengan Pendekatan STEAM merupakan suatu proses pembelajaran yang menuntut peserta didik untuk memecahkan suatu masalah dan menghasilkan suatu produk dengan menerapkan prinsip Pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts And Mathematics*) dalam melaksanakan proyek.
4. Kemampuan *Computational Thinking*

Computational Thinking adalah suatu kemampuan yang melibatkan proses berpikir seseorang untuk memecahkan masalah dengan menggunakan pemikiran komputasi dan algoritma. Yang dimaksud dengan pemikiran komputasi suatu proses berpikir untuk menghitung dengan menggunakan langkah-langkah yang sudah ditentukan, sedangkan algoritmik adalah langkah-langkah sistematis yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah secara logis.

B. Latar Belakang

Pendidikan merupakan salah satu faktor utama untuk mendukung peningkatan daya nalar seseorang. Diera modern seperti sekarang daya saing dalam dunia pendidikan sangat ketat, hal ini dipengaruhi semakin banyaknya populasi manusia sehingga kualitas individu terus meningkat. Sehingga pembelajaran di Indonesia harus diseimbangkan dengan kebutuhan dunia saat ini. Agar generasi penerus bangsa mampu bersaing dalam persaingan dunia pola pendidikan juga harus mengalami pembaruan. Hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam ayat-ayat berikut :

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا يَفْسَحِ
 اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ انشُرُوا فَانشُرُوا يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ
 وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

Artinya : “Hai orang-orang beriman apabila kamu dikatakan kepadamu: "Berlapang-lapanglah dalam majlis", Maka lapangkanlah niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. dan apabila dikatakan: "Berdirilah kamu", Maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. dan Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan.” (QS . Al-Mujadilah 58:11).

كِتَابٌ أَنْزَلْنَاهُ إِلَيْكَ مُبَارَكٌ لِيَدَّبَّرُوا آيَاتِهِ وَلِيَتَذَكَّرَ أُولُو الْأَلْبَابِ

Artinya : “Ini adalah sebuah kitab yang Kami turunkan kepadamu penuh dengan berkah supaya mereka memperhatikan ayat-ayatNya dan supaya mendapat pelajaran orang-orang yang mempunyai fikiran.” (QS. Sad 38:29).

اللَّهُ الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ وَمِنَ الْأَرْضِ مِثْلَهُنَّ يَتَنَزَّلُ الْأَمْرُ
بَيْنَهُنَّ لِتَعْلَمُوا أَنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ وَأَنَّ اللَّهَ قَدْ أَحَاطَ بِكُلِّ
شَيْءٍ عِلْمًا

Artinya : “Allah-lah yang menciptakan tujuh langit dan seperti itu pula bumi. perintah Allah Berlaku padanya, agar kamu mengetahui bahwasanya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu, dan Sesungguhnya Allah ilmu-Nya benar-benar meliputi segala sesuatu.” (QS. At-Thalaaq 65:12)

Ketiga Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT akan meninggikan ilmu pengetahuan orang-orang yang beriman dan senantiasa menuntut ilmu serta membagikan ilmu tersebut kepada sekitarnya, Allah SWT juga memerintahkan manusia untuk berlapang-lapanglah dalam majelis dimana tempat berkumpulnya kaum muslimin yang mengandung kebaikan dan pahala. Manusia juga diperintahkan untuk mempelajari Al-qur’an dan mendapat ilmu sebanyak-banyaknya sehingga kita sebagai umatnya harus terus mengembangkan diri guna menambah wawasan dan ilmu pengetahuan agar Allah SWT merahmati setiap perjalanan hidup kita.

Dunia saat ini telah memasuki abad 21, tidak heran apabila terus terjadi standar peningkatan kemampuan yang harus dipenuhi. Ada banyak bidang ilmu yang perlu mendapat perhatian dalam pendidikan, salah satunya adalah sains. Sains merupakan salah satu bidang ilmu pengetahuan yang terus menerus mengalami kemajuan. Dalam perkembangannya ilmu pengetahuan terus berevolusi dan menciptakan hal-hal baru. Segala kejadian yang terjadi disekitar kita tentu sangat erat

kaitannya dengan ilmu pengetahuan. Oleh karena itu, pelajaran di sekolah tidak pernah terlepas dari Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Fisika adalah bagian dari mata pelajaran Sains. Fisika adalah salah satu dari disiplin ilmu dimana fenomena fisik yang terjadi di alam dijelaskan secara teoritis dan matematis.¹ Seperti dilansir *International Student Assessment Program (PISA)* tahun 2018, kemampuan berpikir Indonesia tergolong buruk, yang dimanifestasikan dengan nilai ilmiah yang rendah.² Pemerintah berupaya untuk meningkatkan taraf pendidikan di Indonesia salah satunya dengan melakukan pergantian kurikulum dimana sekarang menjadi Kurikulum 2013. Ikhtiar yang dilakukan pemerintah ini merupakan suatu usaha untuk terus menjadikan pendidikan di Indonesia lebih baik. Hal ini sebagaimana yang dijelaskan dalam QS. Thaha ayat 114 Allah SWT berfirman :

فَتَعَالَى اللَّهُ الْمَلِكُ الْحَقُّ وَلَا تَعْجَلْ بِالْقُرْآنِ مِنْ قَبْلِ أَنْ يُقْضَىٰ
إِلَيْكَ وَحْيُهُ وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا

Artinya : *Maka Maha Tinggi Allah raja yang sebenarnya, dan janganlah kamu tergesa-gesa membaca Al Qur'an sebelum disempurnakan mewahyukannya kepadamu[946], dan Katakanlah: "Ya Tuhanku, tambahkanlah kepadaku ilmu pengetahuan." (QS. Thaha 20:114)*

Ayat ini menjelaskan bahwa dalam menuntut ilmu tentu dibutuhkan proses yang panjang, kesabaran dan ketekunan oleh sebab itu Allah SWT berfirman bahwa kita janganlah tergesa-gesa dalam menuntut ilmu. Arti dari tergesa-gesa adalah kurangnya ketekunan dan kesabaran, sesungguhnya

¹ Rahma Diani, "Fisika Siswa Dengan Menggunakan Strategi Pembelajaran Aktif Tipe Inquiring Minds Want To Know Di Smp Negeri 17 Kota Jambi," *Al Biruni* 4, no. 1 (2008): 133–43.

² W. Sumarni and S. Kadarwati, "Ethno-Stem Project-Based Learning: Its Impact to Critical and Creative Thinking Skills," *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia* 9, no. 1 (2020): 11–21, <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i1.21754>.

Allah akan memberikan jalan kepada kita yang mau terus berusaha menuju jalan kebenaran.

Dalam proses pembelajaran, kurikulum 2013 menekankan pada keterampilan yang dibutuhkan untuk abad 21, termasuk *critical skill*, komunikasi, kolaborasi, kreativitas, dan inovasi.³ Menurut *21st Century Competence Partnership*, faktor pelaksanaan pembelajaran adalah fokus pada tema dasar untuk mengembangkan kemampuan berdasarkan isi dan karakteristik materi; fokus pada keterampilan belajar melalui keterampilan teknologi informasi, keterampilan komunikasi, keterampilan menalar, keterampilan memecahkan masalah; keterampilan produksi dan penggunaan teknologi informasi; memahami isi konsep melalui contoh dan pengalaman praktis; menggabungkan pengetahuan, pengalaman dan keterampilan; dan menggunakan alat pengukuran yang tepat dan efektif untuk menilai keterampilan.⁴

Berdasarkan hal tersebut dapat dilihat bahwa salah satu kemampuan yang dibutuhkan pada abad 21 adalah kemampuan pemecahan masalah. Kemampuan *Computational Thinking* merupakan suatu kemampuan berpikir yang dimiliki peserta didik dalam menyelesaikan masalah. Hal ini selaras dengan pernyataan Wing (2006) yang menggambarkan kemampuan *Computational Thinking* sebagai cara berpikir manusia tentang pemecahan masalah.⁵ Meningkatkan kemampuan *Computational Thinking* sangat penting karena dapat mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan untuk abad 21.⁶ Dalam penelitian ini diharapkan mampu

³ Y Yunita, "The Effectiveness of the Project-Based Learning (PjBL) Model in Students' Mathematical Ability: A Systematic Literature Review," *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012080>.

⁴ S Ristanto and N Khoiri, "Pembelajaran Real Laboratory Dan Tugas Mandiri Fisika Pada Siswa Smk Sesuai Dengan Keterampilan Abad 21," *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* 11, no. 1 (2015): 73–83, <https://doi.org/10.15294/jpfi.v11i1.4005>.

⁵ Cynthia C Selby and John Woollard, "Refining an Understanding of Computational Thinking," *Author's Original*, no. 2006 (2014): 1–23.

⁶ D. Mulyati et al., "Train the Computational Thinking Skill Using Problem-Based Learning Worksheet for Undergraduate Physics Student in

meningkatkan kemampuan *Computation Thinking* dengan model pembelajaran yang akan diterapkan.

Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan *Computation Thinking* adalah *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEAM. Kemampuan *Computational Thinking* telah menjadi bagian yang tak terpisahkan dari disiplin STEM.⁷ *Computational Thinking* (CT) sekarang dianggap sebagai suatu kemampuan yang penting di banyak bidang.⁸ Model pembelajaran yang akan diterapkan dalam penelitian ini adalah *Project Based Learning* (PjBL) dengan Pendekatan STEAM. PjBL adalah proses pembelajaran yang memusatkan siswa terhadap masalah, sehingga dapat mendorong dan memotivasi siswa untuk mempelajari konsep-konsep dan prinsip-prinsip pokok pengetahuan secara langsung sebagai pengalaman nyata.⁹ Dengan PjBL peserta didik diharapkan mampu mengidentifikasi pertanyaan yang timbul akibat adanya masalah pada persoalan fisika dan juga mampu menyelesaikan persoalan tersebut dengan menerapkan prinsip dan konsep pada materi fisika yang telah dipelajari. Pendekatan STEAM terintegrasi PjBL dilakukan dengan pembelajaran yang menghasilkan suatu produk dengan menerapkan prinsip STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dalam membuat proyek.

¹⁰

Computational Physics Courses,” *Journal of Physics: Conference Series* 1521, no. 2 (2020), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/2/022024>.

⁷ Yue Yin et al., “Improving and Assessing Computational Thinking in Maker Activities: The Integration with Physics and Engineering Learning,” *Journal of Science Education and Technology* 29, no. 2 (2020): 189–214, <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09794-8>.

⁸ A Hershkovitz, “Creativity in the Acquisition of Computational Thinking,” *Interactive Learning Environments* 27, no. 5 (2019): 628–44, <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1610451>.

⁹ Anis Fitriyah and Shefa Dwijayanti Ramadani, “Pengaruh Pembelajaran Steam Berbasis Pjbl (Project-Based Learning) Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Dan Berpikir Kritis,” *Jurnal Inspiratif Pendidikan* 10, no. 1 (2021): 209–26.

¹⁰ Adriyawati et al., “Steam-Project-Based Learning Integration to Improve Elementary School Students’ Scientific Literacy on Alternative Energy Learning,”

Saat ini pendidik sebagai salah satu fasilitator yang berperan sangat penting harus dapat memberikan pembelajaran yang mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Telah dilakukan wawancara dengan guru Fisika di SMAN 14 Bandar Lampung yaitu ibu Icon Herawati S.Pd menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran yang ada sekarang dengan model pembelajaran konvensional membuat peserta didik sering mengalami kesulitan dalam mengaplikasikan konsep fisika. Menurut beliau tingkat kemampuan pemecahan masalah peserta didik di SMAN 14 Bandar Lampung ini masih belum maksimal. Untuk itu peneliti melakukan pra penelitian untuk mengetahui tingkat kemampuan *Computational Thinking* peserta didik kelas XI. Berdasarkan pra penelitian yang telah dilakukan di SMAN 14 Bandar Lampung peneliti mendapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 1.1

**Data Hasil Tes Kemampuan *Computational Thinking*
Kelas XI MIPA SMAN 14 Bandar Lampung**

kelas	Nilai Rata-rata	Jumlah siswa
XI MIPA 2	41,67	36
XI MIPA 5	43,19	36

Berdasarkan hasil tes pra penelitian untuk mengukur kemampuan *Computational Thinking* peserta didik pada tabel 1.1 dapat kita lihat bahwa kelas XI MIPA 2 dan XI MIPA 5 masih banyak yang mengalami kesulitan dalam mengerjakan soal kemampuan *Computational Thinking* hal tersebut terlihat

dari hasil tes dimana kedua kelas mendapatkan nilai rata-rata 41,67 dan 43,19. Peserta didik kelas XI MIPA 2 dan XI MIPA 5 yang mengikuti tes berjumlah 72 orang, Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan *computational thinking* peserta didik cukup rendah dibuktikan dengan hasil tes soal essay yang telah mereka kerjakan. Untuk itu perlu dilakukan peningkatan kemampuan *Computational Thinking* dalam proses pembelajaran.

Model Pembelajaran PjBL dengan Pendekatan STEAM memiliki kaitan yang erat karena keduanya berupaya membuat peserta didik agar lebih aktif dan cekatan dalam menyelesaikan masalah. PjBL-STEAM juga membuat suatu pertanyaan esensial menjadi lebih bermakna dengan mencari jawaban melalui suatu proyek yang dapat menghasilkan produk. Peserta didik juga menjadi lebih aktif dan kritis dalam menyelesaikan tugasnya, sehingga guru sebagai pendidik tidak lagi menjadi satu-satunya sumber informasi.

Oleh sebab itu berdasarkan pemaparan tersebut peneliti beranggapan bahwa Model Pembelajaran *Project Based Learning* dengan Pendekatan STEAM mampu meningkatkan kemampuan *Computational Thinking* pada pelajaran fisika. Berdasarkan variabel tersebut Penelitian ini berjudul “Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* dengan Pendekatan STEAM untuk meningkatkan kemampuan *Computational Thinking* pada pelajaran Fisika”.

C. Identifikasi Masalah dan Batasan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang yang telah dijelaskan, identifikasi masalahnya yaitu :

1. Model pembelajaran konvensional yang diterapkan dalam proses pembelajaran kurang efektif.
2. Kemampuan pemecahan masalah peserta didik masih belum maksimal
3. Kemampuan *Computational Thinking* Peserta didik masih tergolong rendah.

Batasan masalah penelitian ini berlandaskan identifikasi masalah yang ditemukan yaitu :

1. Penelitian ini menggunakan Model PjBL (*Project Based Learning*) dengan pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*).
2. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kemampuan *Computational Thinking*.
3. Indikator *Computational Thinking* yang digunakan yaitu Abstraksi, Dekomposisi, Algoritma dan Generalisasi pola.
4. Materi yang digunakan oleh peneliti yaitu Termodinamika.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang penelitian diatas, rumusan masalah penelitian ini adalah “apakah terdapat pengaruh Model Pembelajaran PjBL (*Project Based Learning*) dengan pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) terhadap kemampuan *Computational Thinking* pada pelajaran fisika?”

E. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh Model Pembelajaran PjBL (*Project Based Learning*) dengan pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) terhadap kemampuan *Computational Thinking* pada pelajaran fisika.

F. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara teoritis yaitu :

- a. model PjBL dengan pendekatan STEAM mampu meningkatkan kemampuan *computational thinking* khususnya pada pelajaran fisika

2. Manfaat Praktis
 - a. Bagi peneliti

Penelitian ini memberikan manfaat bagi peneliti berupa gambaran kemampuan Computational Thinking peserta didik setelah diterapkannya Model Pembelajaran PjBL (*Project Based Learning*) dengan pendekatan STEAM sehingga dapat dijadikan pedoman dalam melakukan pembelajaran pada tahap selanjutnya.

- b. Bagi dunia pendidikan

Penelitian ini menggunakan model dan pendekatan terbaru dalam dunia pendidikan agar peserta didik mampu menghubungkan pelajaran fisika dengan teknologi, teknik dan seni serta pola hubungan materi satu dengan yang lain yang ditulis secara sistematis melalui pengalaman nyata untuk meningkatkan kemampuan CT. Hal ini mempermudah pendidikan dalam memberikan informasi khususnya materi fisika.

G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

Berdasarkan hasil penelitian dahulu yang relevan dengan Model Pembelajaran PjBL (*Project Based Learning*) dengan pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) terhadap kemampuan *Computational Thinking* pada pelajaran fisika yaitu :

1. Pada penelitian yang telah dilakukan metode PjBL-STEAM memberikan pengaruh pada peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis.¹¹

¹¹ D N Ahmad, M M Astriani, and ..., "Analisis Mengukur Kemampuan Berpikir Kritis Melalui Pembelajaran Menggunakan Metode STEAM-PjBL," *Diskusi Panel Nasional* ..., 2020, 331–36, <http://www.proceeding.unindra.ac.id/index.php/DPNPMunindra/article/view/4755>.

2. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pendekatan STEAM dan model PjBL berpengaruh positif terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik.¹²
3. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Bahan ajar fisika dengan model STEM-PjBL (*Science, Technology, Engineering, Mathematics and Project based Learning*) yang terintegrasi dengan TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) sangat valid, praktis, dan efektif secara statistik untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa.¹³
4. Pada penelitian yang telah dilakukan mendapatkan hasil model pembelajaran PjBL-STEAM memberikan pengaruh sebagai alternatif model pembelajaran yang dapat memfasilitasi peningkatan keterampilan proses sains.¹⁴
5. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa pendekatan STEAM-PjBL dapat diterapkan dalam pembelajaran IPA tingkat sekolah dasar untuk mengembangkan literasi sains peserta didik.¹⁵
6. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan integrasi proyek STEAM berbasis lingkungan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.¹⁶

¹² I Priantari et al., "Improving Student Critical Thinking Trough STEAM-PjBL Learning," *Bioeducation Journal* 4, no. 2 (2020): 95–103, <https://doi.org/10.24036/bioedu.v4i2.283>.

¹³ Endang Purwaningsih et al., "Improving the Problem-Solving Skills through the Development of Teaching Materials with STEM-PjBL (Science, Technology, Engineering, and Mathematics-Project Based Learning) Model Integrated with TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge)," *Journal of Physics: Conference Series* 1481, no. 1 (2020), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012133>.

¹⁴ Gusti Ayu Muthia Ervan Johan Wicaksana, Pramana Atmaja, "E-Learning Berbasis Proyek Terintegrasi Dengan Sains, Teknologi, Teknik, Seni, Dan Matematika (PjBeL-STEAM): Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Proses Sains," *Jurnal Pendidikan Biologi* 12, no. 1 (2020): 22–29.

¹⁵ Adriyawati, "Steam-Project-Based Learning Integration to Improve Elementary School Students' Scientific Literacy on Alternative Energy Learning," *Universal Journal of Educational Research* 8, no. 5 (2020): 1863–73, <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080523>.

¹⁶ Sukro, Afrizal, and Rifai, "Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Melalui Integrasi Proyek STEAM Berbasis Lingkungan Dalam Pembelajaran

7. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Model *Project Based Learning* Berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts Dan Mathematic*) mampu meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.¹⁷
8. Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan Model PjBL (*Project Based Learning*) dengan pendekatan STEAM mampu meningkatkan prestasi belajar peserta didik.¹⁸
9. Penelitian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa pembelajaran STEM mampu meningkatkan kemampuan *Computational Thinking* peserta didik.¹⁹
10. Penelitian yang telah dilakukan disimpulkan pembelajaran pemrograman berbasis proyek mampu meningkatkan kemampuan *computational thinking* peserta didik.²⁰

Berdasarkan penelitian yang relevan maka penelitian ini memiliki pembaruan dibandingkan penelitian sebelumnya yaitu penelitian ini menggunakan model pembelajaran PjBL dengan pendekatan STEAM terhadap kemampuan *Computational Thinking* yang mana pada penelitian sebelumnya belum pernah dilakukan penelitian serupa.

Kimia Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Melalui Integrasi Proyek STEAM Berbasis Lingkungan Di,” no. April (2021).

¹⁷ Rifka Annisa, M Haris Effendi, And Damris Damris, “Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Dengan Menggunakan Model Project Based Learning Berbasis Steam (Science, Technology, Engineering, Arts Dan Mathematic) Pada Materi Asam Dan Basa Di Sman 11 Kota Jambi,” *Journal Of The Indonesian Society Of Integrated Chemistry* 10, No. 2 (2019): 14–22, <https://doi.org/10.22437/Jisic.V10i2.6517>.

¹⁸ Nur Lailatul Badriyah, Anik Anekawati, and Lutfiana Fazat Azizah, “Application of PjBL with Brain-Based STEAM Approach to Improve Learning Achievement of Students,” *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA* 6, no. 1 (2020): 88–100, <https://doi.org/10.21831/jipi.v6i1.29884>.

¹⁹ Yin et al., “Improving and Assessing Computational Thinking in Maker Activities: The Integration with Physics and Engineering Learning.”

²⁰ Ade Nurhopipah, Indra Alan Nugroho, And Jali Suhaman, “Untuk Mengembangkan Kemampuan Computational Thinking Anak,” N.D., 6–13.

H. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini meliputi 5 pembahasan yang terdiri dari 5 bab, pembahasan pada setiap bab diuraikan sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan yang berisi tentang penegasan judul, latar belakang masalah, identifikasi masalah dan batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II Landasan teori dan pengajuan hipotesis yang berisi tentang teori yang digunakan dan pengajuan hipotesis penelitian ini.

BAB III metode penelitian yang meliputi waktu dan tempat penelitian, pendekatan dan jenis pendekatan, populasi, sampel dan teknik pengumpulan data, definisi operasional variable, instrumen penelitian, uji validitas dan reliabilitas data, uji prasyarat dan uji hipotesis.

BAB IV hasil penelitian dan pembahasan meliputi deskripsi data, pembahasan hasil penelitian dan analisis.

BAB V penutup yang meliputi simpulan dan rekomendasi.



BAB II

LANDASAN TEORI

A. Teori yang Digunakan

1. Model Pembelajaran PjBL
 - a. Pengertian Model PjBL

Pembelajaran berbasis proyek merupakan suatu pembelajaran inovatif yang mendorong siswa untuk melakukan penyelidikan serta bekerja secara kolaboratif untuk meneliti dan membuat proyek yang berpotensi untuk menggali pengetahuan siswa, sehingga siswa mampu memecahkan masalah dan membantu mereka berkembang di abad ke 21 ini.²¹

Project-based learning menurut Purnomo merupakan suatu model yang dapat mengorganisir proyek-proyek dalam pembelajaran. *Project based learning* memberi peluang pada sistem pembelajaran yang berpusat pada siswa, lebih kolaboratif, siswa terlibat secara aktif menyelesaikan proyek-proyek secara mandiri dan bekerja sama dalam tim dan mengintegrasikan masalah-masalah yang nyata dan praktis.²²

Pembelajaran berbasis proyek (PjBL) merupakan suatu pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan siswa baik aspek kognitif, afektif dan psikomotorik.²³ Menurut Yunita PjBL merupakan model pembelajaran yang memberikan pengalaman

²¹ Andriani Noviyanti et al., "Pembelajaran Online Berbasis Proyek Tentang Tegangan Permukaan Selama Pandemi Covid-19" 040037, no. April (2021).

²² Halim Purnomo, Tutorial Pembelajaran Berbasis Proyek (Yogyakarta: K-Media, 2019). 1

²³ Ervan Johan Wicaksana, Pramana Atmaja, "E-Learning Berbasis Proyek Terintegrasi Dengan Sains, Teknologi, Teknik, Seni, Dan Matematika (PjBeL-STEAM): Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Proses Sains."

kepada siswa untuk membangun kemampuannya dalam proses penyelesaian masalah melalui proyek nyata.²⁴

Menurut Rahayu Model *Project Based Learning* (PjBL) merupakan model pembelajaran yang membangun pengetahuan siswa berdasarkan pengalaman langsung dan model pembelajaran ini menerapkan pendekatan konstruktivisme serta merupakan implementasi dari kurikulum 2013. Pendekatan ini sangat cocok diterapkan karena siswa mampu memahami apa yang dipelajari berdasarkan pengalaman sendiri.²⁵

Berdasarkan pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) adalah suatu model pembelajaran yang meminta peserta didik menyelidiki, meneliti dan membuat proyek untuk membangun pengetahuan sendiri berdasarkan pengalaman nyata. Model pembelajaran ini memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengeksplorasi pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki dalam menyelesaikan persoalan pada pelajaran fisika. PjBL juga mampu meningkatkan aspek kognitif, afektif dan psikomotorik.

b. Karakteristik Model PjBL

Model pembelajaran PjBL memiliki karakteristik sebagai berikut:²⁶

- 1) Perencanaan proyek yang dilakukan oleh peserta didik;

²⁴ Yunita, "The Effectiveness of the Project-Based Learning (PjBL) Model in Students' Mathematical Ability: A Systematic Literature Review."

²⁵ Hafitriani Rahayu, Joko Purwanto, and Daimul Hasanah, "Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika-COMPTON* 4, no. 1 (2017): 21–28.

²⁶ Musfiqon; Nurdyansyah, *Pendekatan Pembelajaran Sainifik Pendekatan Pembelajaran Sainifik*, 2015. 134

- 2) Pemberian pertanyaan atau masalah kepada peserta didik;
- 3) Proses mendesain proyek oleh peserta didik yang akan dilakukan untuk menjawab pertanyaan atau masalah yang diberikan;
- 4) Peserta didik bekerja sama untuk mengelola informasi yang didapatkan untuk menemukan jawaban atas pertanyaan yang diberikan;
- 5) Melakukan kontemplasi terhadap proyek yang sudah dilakukan, hasil dari proyek berupa produk yang akan dievaluasi secara kualitatif serta dalam proses evaluasinya pembelajaran yang berlangsung memberikan toleransi terhadap kesalahan dan perubahan.

Buck Institute for Education menyebutkan bahwa *Project Based Learning* memiliki karakteristik, yaitu:²⁷

- 1) Pembuatan keputusan dalam pelaksanaan proyek dilakukan oleh peserta didik,
- 2) Adanya masalah yang berkaitan dengan materi pelajaran,
- 3) Peserta didik melakukan perencanaan proyek untuk mencari solusi atas permasalahan yang ada.
- 4) Peserta didik bekerja sama untuk mengelola informasi yang didapatkan untuk menemukan jawaban atas pertanyaan yang diberikan,
- 5) Melakukan kontemplasi terhadap proyek yang sudah dilakukan,
- 6) Peserta didik secara berkala melakukan pemantauan terhadap proyek yang dikerjakan,
- 7) hasil dari proyek berupa produk yang akan dievaluasi secara kualitatif hasil dari proyek

²⁷ Tritiyatma Hadinugrahaningsih Et Al., "Keterampilan Abad 21 Dan Steam (Science, Technology, Engineering, Art, And Mathematics) Project Dalam Pembelajaran Kimia," Lppm Universitas Negeri Jakarta, 2017, 1–110.

berupa produk yang akan dievaluasi secara kualitatif, dan

- 8) dalam proses evaluasinya pembelajaran yang berlangsung memberikan toleransi terhadap kesalahan dan perubahan.

c. Langkah-Langkah Model PjBL

Setiap langkah pembelajaran berbasis proyek dilaksanakan dengan berurutan sesuai tahapan. Berikut ini penjelasan dari masing - masing tahapan.²⁸

1) Penentuan Pertanyaan Mendasar (*Start With the Essential Question*)

Pemberian pertanyaan mendasar bertujuan untuk memberikan arahan sebelum diberikan penugasan proyek. Pendidik harus memberikan pertanyaan yang sesuai dengan kejadian dalam kehidupan sehari-hari agar pembelajaran yang berlangsung dapat lebih bermakna bagi peserta didik.

2) Mendesain Perencanaan Proyek (*Design a Plan for the Project*)

Perencanaan proyek bertujuan untuk menentukan aturan dalam pembuatan proyek, aktivitas proyek yang akan dilakukan guna menjawab pertanyaan mendasar dan mengetahui alat dan bahan yang diperlukan dalam pelaksanaan pembuatan proyek. Perencanaan ini ditentukan berdasarkan hasil kerja sama antara pendidik dan peserta didik sehingga peserta didik akan merasa mengambil peran dan lebih bertanggung jawab atas proyek yang sudah disepakati.

²⁸ Musfiqon; Nurdyansyah, *Pendekatan Pembelajaran Saintifik pendekatan Pembelajaran Saintifik*. 136

3) Menyusun Jadwal (*Create a Schedule*)

Penyusunan jadwal juga dilakukan berdasarkan hasil diskusi dan kerjasama antara pendidik dan peserta didik dalam proses pembuatan proyek. Aktivitas yang dilakukan yaitu:

- a) Membuat jadwal untuk menyelesaikan proyek
- b) Menentukan waktu akhir penyelesaian proyek
- c) Mengarahkan peserta didik untuk merencanakan cara baru
- d) Melakukan bimbingan kepada peserta didik yang akan membuat rencana proyek yang tidak berhubungan dengan yang disepakati
- e) Peserta didik diminta membuat penjelasan atas pemilihan suatu cara.

4) Memonitor peserta didik dan kemajuan proyek (*Monitor the Students and the Progress of the Project*)

Pendidik melakukan monitoring terhadap proyek yang sedang dibuat, proses monitoring ini dapat dipermudah dengan membuat sebuah rubrik penilaian yaitu panduan bagi pendidik untuk melakukan penilaian selama proses pembelajaran berlangsung.

5) Menguji Hasil (*Assess the Outcome*)

Pengujian hasil pembuatan proyek yang dilakukan peserta didik dilakukan untuk membantu pendidik dalam melakukan proses penilaian mengenai tercapai atau tidaknya standar kemajuan masing-masing peserta didik. Pada tahap ini juga pendidik memberikan umpan balik atas standar yang sudah dicapai dan membantu pendidik dalam penyusunan strategi pembelajaran berikutnya.

6) Mengevaluasi Pengalaman (*Evaluate the Experience*)

Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap proyek yang dilakukan baik secara individu maupun kelompok. Ini merupakan tahap akhir pembelajaran PjBL.

d. Keunggulan dan Kekurangan Model *Project Based Learning*

Model pembelajaran PjBL memiliki beberapa keunggulan yaitu:²⁹

- 1) Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah,
- 2) Membuat siswa menjadi lebih aktif dan berhasil memecahkan problem-problem yang kompleks,
- 3) Memberikan pengalaman kepada siswa dalam pembelajaran dan dan praktik dalam mengorganisasi proyek,
- 4) membuat alokasi waktu dan sumber - sumber lain seperti perlengkapan untuk menyelesaikan tugas,
- 5) Menyediakan pengalaman belajar yang melibatkan siswa secara kompleks dan dirancang untuk berkembang sesuai dunia nyata.

kekurangan dalam implementasi model Pembelajaran Berbasis Proyek antara lain:³⁰

- 1) Pembelajaran Berbasis Proyek memerlukan banyak waktu yang harus disediakan untuk menyelesaikan permasalahan yang kompleks;
- 2) Banyak orang tua peserta didik yang merasa dirugikan, karena menambah biaya untuk memasuki system baru;

²⁹ Priantari Et Al., "Improving Student Critical Thinking Trough Steam-Pjbl Learning."

³⁰ Musfiqon; Nurdyansyah, *Pendekatan Pembelajaran Sainifikpendekatan Pembelajaran Sainifik*.135

- 3) Banyak tenaga pendidik merasa nyaman dengan kelas tradisional, dimana tenaga pendidik memegang peran utama di kelas. Ini merupakan suatu transisi yang sulit, terutama bagi instruktur yang kurang atau tidak menguasai teknologi;
- 4) Banyaknya peralatan yang harus disediakan, sehingga kebutuhan sumber daya menjadi meningkat.
- 5) Kesiapan peserta didik yang masih rendah, terutama keseriusan dalam melaksanakan proyek pembelajaran yang telah ditentukan. Peserta didik terkadang masih belum bisa belajar mandiri atau dalam kelompok kecil.

2. Pendekatan STEAM

a. Pengertian Pendekatan STEAM

Menurut Iim Halimatul STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art and Mathematic*) adalah suatu pendekatan pembelajaran yang dikembangkan dari pendidikan STEM dengan menambahkan unsur seni dalam kegiatan pembelajarannya, pendekatan ini memberikan peluang kepada siswa untuk mengembangkan pengetahuannya mengenai sains dan humaniora serta keterampilan yang dibutuhkan di abad ke 21 ini diantaranya keterampilan komunikasi, kemampuan berpikir kritis, kepemimpinan, kerja tim, kreativitas, ketangguhan dan lainnya.³¹

Menurut Pasani STEAM adalah pendekatan yang berfokus pada proses pemecahan masalah melalui penggabungan lima disiplin ilmu yaitu Sains, Teknologi, Teknik, Seni Dan Matematika. Pendekatan

³¹ Iim Halimatul Mu'minah and Yeni - Suryaningsih, "Implementasi Steam (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) Dalam Pembelajaran Abad 21," *BIO EDUCATIO: (The Journal of Science and Biology Education)* 5, no. 1 (2020): 65–73, <https://doi.org/10.31949/be.v5i1.2105>.

STEAM menekuni setidaknya dua atau lebih bidang yang menggali keaktifan siswa.³²

Anggraeni mendefinisikan STEAM sebagai suatu pendekatan pembelajaran yang melibatkan keaktifan siswa, pendekatan ini menggabungkan dua atau lebih disiplin ilmu STEAM atau menggabungkan salah satu disiplin ilmu STEAM ke disiplin ilmu lain. Disiplin ilmu yang ada di dalam STEAM yaitu *Science, Technology, Engineering, Art, dan Mathematics*.³³

Menurut Liliawati Sains Teknologi Teknik Seni Matematika (STEAM) merupakan pendekatan pembelajaran yang memasukkan unsur seni dimana seni memiliki unsur positif, kaya dan kuat sehingga diharapkan mampu membuat pembelajaran menjadi lebih efektif dan bermakna.³⁴ Pendekatan sains, teknologi, teknik dan matematika (STEM) terus menjadi penting untuk pemeliharaan, rekrutmen dan reformasi, terutama di sektor pendidikan.³⁵

Berdasarkan pemaparan mengenai pendekatan STEAM diatas dapat disimpulkan bahwa pendekatan STEAM adalah suatu pendekatan pembelajaran yang menggabungkan lima disiplin ilmu yaitu yaitu *Science, Technology, Engineering, Art, dan Mathematics* pendekatan ini menambahkan unsur *Art*

³² C. F. Pasani and R. Amelia, "Introduction of the Integrative STEAM Approach as a Learning Innovation in the COVID-19 Pandemic in South Kalimantan," *Journal of Physics: Conference Series* 1832, no. 1 (2021), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1832/1/012029>.

³³ R. E. Anggraeni and Suratno, "The Analysis of the Development of the 5E-STEAM Learning Model to Improve Critical Thinking Skills in Natural Science Lesson," *Journal of Physics: Conference Series* 1832, no. 1 (2021), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1832/1/012050>.

³⁴ W. Liliawati et al., "Implementation of STEAM Education to Improve Mastery Concept," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 288, no. 1 (2018), <https://doi.org/10.1088/1757-899X/288/1/012148>.

³⁵ Elfa Sari Handayani et al., "Development of STEM-Integrated Physics e-Module to Train Critical Thinking Skills: The Perspective of Preservice Teachers," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1796, no. 1 (2021), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012100>.

dari sebelumnya hanya STEM saja, *Art* dinilai sebagai unsur yang memberikan sisi positif dan menambah kreativitas peserta didik. Dalam proses penerapannya pendekatan STEAM menggabungkan dua atau lebih disiplin ilmu yang terdapat di dalam STEAM. Dengan pendekatan ini diharapkan mampu membuat peserta didik mengembangkan kemampuannya di bidang sains dan humaniora.

b. Komponen Pendekatan STEAM

Pendekatan STEAM terdiri dari 5 disiplin ilmu, yaitu:³⁶

- 1) *Science* : peserta didik dituntut untuk mampu menggunakan pendekatan *scientific method* dalam menyelesaikan suatu masalah dalam kehidupan sehari-hari.
- 2) *Technology* : peserta didik akan berkolaborasi dalam penggunaan teknologi baik untuk mengolah data maupun menyampaikan informasi yang mereka dapatkan.
- 3) *Engineering* : peserta didik akan mengkolaborasikan hasil temuannya guna menciptakan suatu produk atau dapat pula mencari solusi-solusi yang tepat.
- 4) *Arts* : peserta didik akan mengkreasikan produk/temuan mereka agar dapat diterima oleh masyarakat ataupun bagaimana cara mereka mempromosikan hasil temuan.
- 5) *Mathematic* : peserta didik akan menggunakan pendekatan matematika dalam mengolah data yang mereka dapatkan.

³⁶ Septina Severina Lumbantobing and St Fatimah Azzahra, "Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Dalam Menghadapi Revolusi Industri 4 . 0 Melalui Penerapan Pendekatan Steam (Science , Technology , Engineering , Arts and Mathematics)" 13, no. 3 (2020): 393–400, <https://doi.org/10.33541/jdp.v12i3.1295>.

c. Prinsip Pendekatan STEAM

Pembelajaran dengan pendekatan STEAM memiliki prinsip sebagai berikut:³⁷

- 1) Inkuiri, merupakan ekspresi rasa ingin tahu untuk melakukan upaya-upaya pemenuhan rasa ingin tahu dengan berbagai cara,
- 2) Faktual, hal-hal konkrit dalam kehidupan anak sehari-hari, bukan hal yang jauh dari kehidupan anak,
- 3) Eksplorasi, investigasi, eksperimen, upaya anak untuk memenuhi rasa ingin tahunya dengan mencoba-coba, kemudian mendorong anak melakukan penyelidikan dan percobaan,
- 4) Bermain, konteks pemenuhan rasa ingin tahu adalah bermain, yang sering terjadi dengan spontan menggunakan material-material yang dieksplorasi anak,
- 5) Bahasa Spesifik, adanya kosa kata dan ucapan oleh orang dewasa yang menstimulasi pemikiran anak agar berpikir analitis, evaluative dan kreatif secara saintifik,
- 6) Memecahkan masalah, stimulasi berpikir pada bidang-bidang saintifik menggunakan teknologi dan rekayasa agar terbangun kebiasaan cara pandang dari berbagai arah sehingga menghasilkan proses dan produk inovatif.

d. Kelebihan Pendekatan STEAM

Beberapa kelebihan pendekatan STEAM, diantaranya:³⁸

³⁷ S Nurakhmaliah and N Usman, "Pemahaman Orang Tua Di Paud Az-Zahra Dalam Menstimulasi Perkembangan Anak Melalui Pendekatan Steam," *Proceeding of The URECOL*, 2021, 40–49.

³⁸ Hadinugrahaningsih et al., "Keterampilan Abad 21 Dan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) Project Dalam Pembelajaran Kimia."

- 1) Pendekatan STEAM menunjukkan hasil yang positif dalam pengetahuan sains siswa;
- 2) pendekatan STEAM mengajarkan siswa untuk berpikir untuk menyelesaikan masalah secara aktif, kreatif dan inovatif;
- 3) melalui teknologi, siswa mampu mengkreasikan ide-idenya ke dalam teknologi terkini; pendekatan STEAM dapat menjembatani konsep yang abstrak secara matematis ke dalam sains, teknologi, inkuiri dan seni;
- 4) terintegrasinya seni / *art* ke dalam STEAM akan memupuk kreativitas siswa dalam menciptakan alat belajar yang menyenangkan;
- 5) dengan pendekatan STEAM siswa dapat mengaplikasikan hasil pembelajaran yang diperoleh ke dalam kehidupan sehari-hari.

e. Manfaat Pendekatan STEAM

Manfaat pendekatan STEAM antara lain membantu siswa memahami cara bekerja dalam tim yang bekerja pada proyek-proyek kehidupan nyata, dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut :³⁹

- 1) siswa bisa menggunakan pengetahuan dan keterampilan dari seluruh mata pelajaran untuk mendukung pekerjaan proyek, mereka mulai melihat bagaimana konten digunakan dalam realitas kehidupan dan mengapa hal itu penting untuk diketahui
- 2) Siswa didorong untuk mengakui dan menghormati keterampilan serta kepentingan mereka sendiri dan orang lain.

³⁹ Ibid.

3. Model PjBL dengan Pendekatan STEAM

a. Langkah-langkah

Secara umum STEAM yang terintegrasi dengan pembelajaran berbasis proyek, menempuh enam tahap, sebagai berikut.⁴⁰

1) Pemberian Pertanyaan esensial

pertanyaan esensial digunakan untuk memberikan gambaran tentang pengetahuan awal yang dimiliki peserta didik.

2) Penyusunan Rencana Proyek

Peserta didik mendiskusikan secara berkelompok tentang rancangan tahapan penyelesaian proyek, mencari informasi mengenai penyelesaian dan kendala yang dihadapi dalam pelaksanaan proyek, waktu maksimal yang diperlukan dalam penyelesaian proyek dan desain proyek yang akan dikerjakan dengan mengintegrasikan komponen STEAM.

3) Penyusunan Jadwal

Peserta didik mampu menyelesaikan proyek dengan waktu yang telah disepakati. Mereka dapat mendiskusikan jadwal ini bersama kelompoknya.

4) Monitoring kemajuan Proyek

Guru harus melihat kesesuaian waktu saat penyelesaian proyek. Monitoring aktivitas peserta didik selama proses pembelajaran dan melihat perkembangan proyek dilakukan untuk mengetahui sejauh mana mereka dapat menyelesaikan proyek yang telah ditetapkan sesuai dengan *timeline* yang telah dibuat.

⁴⁰ Mu'minah and Suryaningsih, "Implementasi Steam (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) Dalam Pembelajaran Abad 21."

5) Pengujian dan Penilaian Hasil

Tahapan ini dilakukan dengan cara guru menguji dan mengevaluasi produk yang dihasilkan oleh peserta didik.

6) Evaluasi Pengalaman

Tahap evaluasi Pengalaman dilakukan oleh peserta didik dengan mengungkapkan perasaan dan pengalamannya selama menyelesaikan pembelajaran berbasis proyek. Guru dan peserta didik melakukan refleksi terhadap aktivitas pembelajaran dan hasil proyek yang telah dilaksanakan.

4. Kemampuan *Computational Thinking*

a. Definisi *Computational Thinking*

Wing menggambarkan CT sebagai cara bagi manusia untuk berpikir tentang pemecahan masalah.⁴¹ Wing mendefinisikan CT sebagai keterampilan dasar yang harus menjadi bagian tak terpisahkan dari pendidikan setiap anak⁴². *Computational thinking* (CT) masih merupakan istilah yang relatif baru dalam kamus tujuan pembelajaran dan standar ilmiah. Istilah ini menjadi populer dalam sebuah artikel oleh Wing, yang mengatakan: "Untuk membaca, menulis, dan menghitung, kita harus menambahkan pemikiran komputasi ke dalam kemampuan analisis setiap anak".⁴³

Wing percaya bahwa CT melengkapi pemikiran dalam matematika dan teknik, dengan fokus pada pengembangan sistem yang membantu memecahkan masalah manusia yang kompleks. Konsep CT ini

⁴¹ Selby and Woollard, "Refining an Understanding of Computational Thinking."

⁴² Hershkovitz, "Creativity in the Acquisition of *Computational Thinking*."

⁴³ C. M. Orban and R. M. Teeling-Smith, "Computational Thinking in Introductory Physics," *The Physics Teacher* 58, no. 4 (2020): 247–51, <https://doi.org/10.1119/1.5145470>.

mencakup abstraksi (peralatan mental komputasi yang diperlukan untuk memecahkan masalah), layers (kebutuhan untuk memecahkan masalah pada tingkat yang berbeda), dan hubungan antara *layers* dan abstraksi. Konsep abstrak dan kemampuan siswa untuk menangani berbagai tingkat abstraksi, pemikiran algoritmik, dan memahami konsekuensi skala ekonomi (data besar) sangat penting untuk CT.⁴⁴

Wing akhirnya menyempurnakan definisi pemikiran komputasional menjadi 'proses berpikir melibatkan perumusan masalah dan solusinya, sehingga solusi menghadirkan agen pemrosesan dalam bentuk yang dapat dieksekusi secara efektif melalui informasi'. Karena konsensus ini, definisi berpikir komputasional harus mencakup konsep proses berpikir.⁴⁵

Lu dan Fletscher menyatakan bahwa penekanan pada pemrograman dapat mencegah siswa menjadi tertarik pada ilmu komputer. Singkatnya, berpikir komputasional adalah metode konseptual untuk memproses informasi dan tugas secara sistematis, benar dan efisien untuk memecahkan masalah yang kompleks.⁴⁶

Royal Society menggambarkan pemikiran komputasi dalam arti yang lebih luas sebagai "mengenal semua aspek komputasi di dunia di sekitar kita dan menggunakan alat dan teknik dalam ilmu komputer untuk memahami sistem dan proses alami dan buatan".⁴⁷ *Royal Society* percaya bahwa anak-

⁴⁴ Swasti Maharani et al., *Computational Thinking Pemecahan Masalah Abad 21* (Madiun: Wade Group, 2020). 9

⁴⁵ Selby and Woollard, "Refining an Understanding of Computational Thinking."

⁴⁶ Swasti Maharani et al., *Computational Thinking Pemecahan Masalah Di Abad Ke-21*, ed. Wade Group, 2020.

⁴⁷ Selby and Woollard, "Refining an Understanding of Computational Thinking."

anak harus mengembangkan keterampilan digital, setidaknya pada tingkat literasi mereka. Ia juga mengatakan bahwa setiap siswa sekolah dasar harus mempelajari konsep dan prinsip aritmatika dan harus memiliki kesempatan untuk mengeksplorasi kreativitas komputasi melalui lingkungan yang ramah komputer seperti platform pemrograman blok.⁴⁸

CT adalah proses berpikir, yang melibatkan perumusan masalah, sehingga solusinya dapat dinyatakan sebagai langkah perhitungan dan algoritma. Bagian penting dari proses ini adalah menemukan model perhitungan yang cocok untuk merumuskan masalah dan sampai pada solusi.⁴⁹

Peserta didik mengembangkan dan menggunakan strategi untuk memahami dan memecahkan masalah, dan menggunakan kekuatan metode teknis untuk mengembangkan dan menguji solusi⁵⁰. ISTE dan CSTA menyediakan kosakata CT: algoritma dan proses, otomatisasi, simulasi, paralelisasi.⁵¹

Selby dan Woollard mensintesis istilah konsensus CT dalam literatur dan mengusulkan CT sebagai berikut: biasanya kegiatan berorientasi produk yang berkaitan dengan pemecahan masalah tetapi tidak terbatas pada pemecahan masalah. Ini adalah proses kognitif atau berpikir, yang mencerminkan: kemampuan berpikir abstrak, kemampuan berpikir dekomposisi, kemampuan berpikir algoritma,

⁴⁸ Hershkovitz, "Creativity in the Acquisition of Computational Thinking."

⁴⁹ Maharani et al., *Computational Thinking Pemecahan Masalah Di Abad Ke-21*.

⁵⁰ Anita Juškevičiene and Valentina Dagiene, "Computational Thinking Relationship with Digital Competence," *Informatics in Education* 17, no. 2 (2018): 265–84, <https://doi.org/10.15388/infedu.2018.14>.

⁵¹ Yin et al., "Improving and Assessing Computational Thinking in Maker Activities: The Integration with Physics and Engineering Learning."

kemampuan berpikir nilai dan kemampuan berpikir. Generalisasi.⁵²

Computational thinking (CT) adalah proses berpikir yang melibatkan perumusan masalah sehingga solusinya dapat dinyatakan sebagai langkah perhitungan atau algoritma yang dijalankan oleh komputer. Bidang komprehensif baru seperti biologi komputasi, kimia komputasi, geometri komputasi, dan fisika komputasi telah muncul. Mereka menggunakan kekuatan komputer untuk memperluas penemuan dan inovasi bidang STEM klasik. Ini telah ditetapkan sebagai kemampuan dasar yang harus dimiliki oleh setiap keterampilan siswa, dan dianggap sebagai praktik ilmiah utama dalam standar ilmiah generasi berikutnya.⁵³

Berdasarkan pengertian mengenai *Computational Thinking* diatas dapat disimpulkan bahwa *Computational Thinking* adalah suatu kemampuan yang melibatkan proses berpikir seseorang untuk memecahkan masalah dengan menggunakan pemikiran komputasi dan algoritma. Yang dimaksud dengan pemikiran komputasi suatu proses berpikir untuk menghitung dengan menggunakan langkah-langkah yang sudah ditentukan, sedangkan algoritmik adalah langkah-langkah sistematis yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah secara logis.

⁵² Ibid.

⁵³ Irene Lee et al., “*Computational Thinking from a Disciplinary Perspective: Integrating Computational Thinking in K-12 Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education*,” *Journal of Science Education and Technology* 29, no. 1 (2020), <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09803-w>.

b. Indikator *Computational Thinking*

Berikut ini adalah indikator *computational thinking* :⁵⁴

Tabel 2.1

Indikator *Computational Thinking*

No	Indikator	Definisi
1.	Abstraksi	Kemampuan untuk memutuskan informasi apa tentang suatu entitas / objek yang diketahui untuk disimpan dan informasi apa yang harus diabaikan.
2.	Generalisasi	Kemampuan untuk merumuskan solusi dalam istilah umum sehingga dapat diterapkan pada masalah yang berbeda.
3.	dekomposisi	Kemampuan untuk memecahkan masalah yang kompleks menjadi bagian-bagian kecil atau sederhana yang lebih mudah untuk dipajami dan diselesaikan.
4.	Algoritma	Kemampuan untuk merancang serangkaian operasi/ tindakan secara bertahap (selangkah demi selangkah) tentang cara menyelesaikan suatu

⁵⁴ Maharani et al., *Computational Thinking Pemecahan Masalah* Abad 21.

		masalah.
	a. <i>Squencing</i>	Kemampuan untuk menempatkan tindakan atau proses dalam urutan yang benar.
	b. <i>Flow of control</i>	Kemampuan mengurutkan urutan di mana instruksi/tindakan dieksekusi.
5.	Evaluasi	Kemampuan untuk mengidentifikasi, menghapus, dan memperbaiki kesalahan.

c. Karakteristik *Computational Thinking*

Karakteristik utama kemampuan CT adalah: ⁵⁵

- 1) Merumuskan masalah sedemikian rupa sehingga orang dapat menggunakan komputer dan/atau alat lain untuk memecahkan masalah;
- 2) Mengatur dan menganalisis data secara logis;
- 3) Representasi data melalui abstraksi seperti model dan simulasi;
- 4) Otomatisasi solusi melalui pemikiran algoritmik (urutan langkah yang teratur);
- 5) Identifikasi, analisis dan implementasi solusi yang memungkinkan untuk menggabungkan langkah-langkah dan sumber daya dengan cara yang seefisien dan seefektif mungkin;
- 6) Generalisasi dan transfer proses pemecahan masalah ini ke berbagai macam masalah.

⁵⁵ Maharani et al., *Computational Thinking Pemecahan Masalah Di Abad Ke-21*. 77

5. Hubungan Model PJBL-STEAM dengan Kemampuan *Computational Thinking*

Computational Thinking merupakan suatu kemampuan yang sangat penting dalam pembelajaran STEM.⁵⁶ Faktanya, CT telah lama telah digunakan dan umum dibicarakan di banyak disiplin ilmu, seperti fisika dan biologi, bahkan tanpa melibatkan ilmuwan komputer.⁵⁷ Bagi banyak ilmuwan, penggunaan komputasi lebih dari sekedar alat, ini adalah kesempatan untuk menemukan, melibatkan pemecahan masalah, desain, dan pembuatan model. Misalnya, pemodelan komputasi adalah digunakan dalam penelitian biologi,⁵⁸ manajemen risiko iklim⁵⁹ dan pengambilan keputusan yang kuat di bawah ketidakpastian yang mendalam. CT Secara alami bagian dari STEM.⁶⁰ Hasil dari peningkatan kemampuan *computational thinking* menunjukkan bahwa (1) peserta didik menunjukkan peningkatan pembelajaran ilmu pengetahuan dan keuntungan pembelajaran komputasi setelah terlibat dengan unit sains dengan komputasi dan (2) evaluasi dan alat analisis wacana mengungkapkan bagaimana peserta didik berpikir secara berbeda dengan alat komputasi di seluruh unit.⁶¹

⁵⁶ Peter J Denning, "Computing Is a Natural Science" 50, no. 7 (2007): 13–18.

⁵⁷ Peter J Denning, "Beyond *Computational Thinking*," *Communications of the ACM*, 2009, 28–30.

⁵⁸ Corrienna Abdul Talib et al., "Enhancing Students' Reasoning Skills in Engineering and Technology through Game-Based Learning," *International Journal of Emerging Technologies in Learning* 14, no. 24 (2019): 69–80, <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i24.12117>.

⁵⁹ Gregory Garner, Patrick Reed, and Klaus Keller, "Climate Risk Management Requires Explicit Representation of Societal Trade-Offs," *Climatic Change* 134, no. 4 (2016): 713–23, <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1607-3>.

⁶⁰ Yeping Li et al., "On *Computational Thinking* and STEM Education," *Journal for STEM Education Research* 3, no. 2 (2020): 147–66, <https://doi.org/10.1007/s41979-020-00044-w>.

⁶¹ Lee et al., "Computational Thinking from a Disciplinary Perspective: Integrating *Computational Thinking* in K-12 Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education."

Pemikiran komputasional selaras dengan pemikiran matematika dan teknik. ilmu komputer berkaitan dengan pemikiran matematis, yang dasarnya adalah matematika.⁶² Disiplin STEAM juga berhubungan erat dengan pemikiran komputasi menggunakan alat visualisasi dan interaktif serta pada saat yang sama meningkatkan kemampuan siswa pemahaman tentang sistem yang kompleks, yang merupakan salah satu keterampilan komputasi yang disarankan. Pemikiran komputasional, yang mencakup strategi untuk masalah analisis dan desain solusi, sangat berlaku di semua disiplin STEM. Sekolah dan perguruan tinggi yang menanamkan STEAM dalam kurikulum mereka sudah mengembangkan *computational thinking* selama proses pengajaran dalam banyak aspek. Dengan kata lain, interaksi antara disiplin STEAM menarik keterampilan berpikir komputasi.⁶³

Pembelajaran dengan model PjBL erat kaitannya dengan kemampuan CT, hal ini terlihat pada sintak pembelajaran model PjBL-STEAM yang memiliki keterkaitan dengan indikator CT. Berikut adalah hubungan sintak PjBL-STEAM dengan indikator CT :⁶⁴

⁶² Talib et al., “*Enhancing Students’ Reasoning Skills in Engineering and Technology through Game-Based Learning.*”

⁶³ Rana Al Haj Bedar and Muhannad Al-Shboul, “*The Effect of Using STEAM Approach on Developing Computational Thinking Skills among High School Students in Jordan,*” *International Journal of Interactive Mobile Technologies* 14, no. 14 (2020): 80–94, <https://doi.org/10.3991/IJIM.V14I14.14719>.

⁶⁴ R D Azmi and S K Ummah, “Implementasi Project Based Learning Untuk Mengetahui Kemampuan Computational Thingking Mahasiswa,” *Jurnal Ilmiah Pendidikan* ... 5, no. 1 (2021): 52–61, <https://journal.iainlangsa.ac.id/index.php/qalasadi/article/view/2761>.

Tabel 2.2
Hubungan Sintak PjBL-STEAM dengan Indikator
Computational Thinking

Sintak PjBL- STEAM	Deskripsi kegiatan	Indikator CT
Pendidik memberikan pertanyaan esensial	Pendidik memberikan pertanyaan mengenai materi yang akan dipelajari, peserta didik mengelola informasi yang mereka ketahui untuk menjawab pertanyaan dengan menggali unsur-unsur penting dari informasi tersebut ⁶⁵	Abstraksi
Merencanakan proyek	Peserta didik menguraikan persoalan yang diberikan dengan mengidentifikasi proyek yang akan dibuat	Dekomposisi
Menentukan jadwal pengerjaan proyek	Peserta didik diberikan kesempatan untuk menentukan waktu pengerjaan hingga proyek selesai, agar mampu menyelesaikan masalah secara sistematis dan terstruktur	Algoritma
Monitoring	Pendidik melakukan pemantauan pengerjaan proyek, peserta didik membuat proyek sembari menemukan bagian-bagian penting dalam proyek yang berhubungan dengan	abstraksi

⁶⁵ Hasanatul Hamidah, Talitha Ardelia Syifa Rabbani, and Susi Fauziah, *HOTS-Oriented Module: Project Based Learning*, 2020.

materi yang dipelajari.		
Pengujian	Peserta didik mencermati dan melakukan penalaran proses yang terjadi agar dapat menarik kesimpulan berdasarkan teori	Generalisasi pola
Evaluasi	Peserta didik dan pendidik mengevaluasi hasil kerja proyek, menarik kesimpulan dan melakukan refleksi terhadap aktivitas pembelajaran	abstraksi

6. Materi Pelajaran Fisika Kelas XI

a. Termodinamika

Termodinamika adalah bidang fisika yang berhubungan dengan energi (terutama energi panas) dan konversinya. Konversi energi dalam termodinamika didasarkan pada dua hukum. Yaitu, hukum pertama termodinamika, yang merupakan penjelasan lebih lanjut tentang hukum kekekalan energi, dan hukum kedua termodinamika, yang membatasi apakah suatu proses dapat dilakukan. Apakah itu sebuah tempat.⁶⁶

Dalam termodinamika kita akan lebih sering menjumpai istilah kalor. Para ilmuwan dahulu membayangkan kalor sebagai fluida yang disebut kalori, yang mereka percaya dapat berpindah-pindah di antara benda-benda; oleh sebab itu mereka mendefinisikan kalor sebagai perubahan suhu yang dihasilkan dalam sebuah benda selama pemanasan.⁶⁷

⁶⁶ Setya Nurachmandani, *Fisika 2 Untuk SMA/MA Kelas XI*, ed. Budi Wahyono (Jakarta: Pusat Perbukuan Dapertemen Pendidikan Nasional, 2009). 260.

⁶⁷ A Raymond Serwey and Jr Jewett, *Fisika Untuk Sains Dan Teknik* (Jakarta: Salemba Teknik, 2010). 39.

Benjamin Thomson, seorang Amerika yang kemudian mengganti nama menjadi Count Ranford, pertama kali membuktikan pada bahwa panas tidak bisa menjadi zat. Saat mengebor meriam, saya perhatikan bahwa air yang digunakan untuk mendinginkan masih mendidih, meskipun bor membuat tumpul dan tidak memungkinkan untuk dibor. Dia menyimpulkan bahwa gesekan antara air dan bor dapat menghasilkan panas atau panas. Artinya, panas atau kehangatan adalah suatu bentuk energi, bukan zat yang mengalir seperti yang dipahami sebelumnya.

Jumlah energi yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 kg air dari $14,5^{\circ}\text{C}$ ke $15,5^{\circ}\text{C}$ disebut Kalori (kal). Satuan energi dalam sistem satuan AS adalah british thermal unit (Btu) yang didefinisikan sebagai jumlah energi yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 pon air dari 63°F ke 64°F . Para ilmuwan kebanyakan menggunakan satuan SI energi yaitu Joule, ketika menggambarkan proses-proses termal. Pada tahun 1850 Joule seorang ilmuwan yang berhasil menemukan kesetaraan kalor dan energi mekanik beliau mendefinisikan bahwa nilai kesetaraan antara kalor dan joule yaitu 1 kalori sama dengan 4,186 J.

$$1 \text{ kal} = 4,186 \text{ J}$$

Persamaan ini dikenal sebagai ekuivalensi mekanik kalor.⁶⁸

b. Usaha pada proses Termodinamika

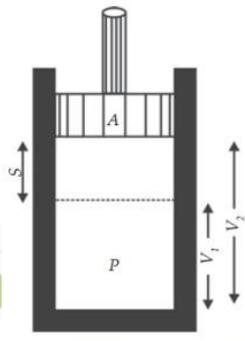
Energi dan usaha adalah suatu hal yang selalu berkaitan. Usaha merupakan hasil kali antara gaya

⁶⁸ Ibid. 41.

dan perpindahan. Secara matematis ditulis sebagai berikut:

$$W = F \times \Delta s$$

Untuk meninjau lebih jauh mengenai usaha pada proses termodinamika perhatikan gambar berikut :



Gambar 1. 1 Piston

Pada gambar tersebut terlihat bahwa terdapat piston yang berada didalam tabung, piston itu dapat bergerak naik dan turun. Luas piston dilambangkan dengan A dan tekanan p , Jika $F = p \times A$, maka⁶⁹:

$$W = p \times A \times \Delta s$$

Jika $\Delta s = \frac{\Delta V}{A}$, maka :

$$W = P \times \Delta V \text{ atau } W = p(V_2 - V_1)$$

Keterangan :

W : usaha (J)

P : tekanan tetap (N/m²)

⁶⁹ Nurachmandani, *Fisika 2 Untuk SMA/MA Kelas XI*. 261

- V_1 : volume awal (m^3)
 V_2 : volume akhir (m^3)

c. Hukum I Termodinamika

Hukum pertama termodinamika adalah sebuah persamaan kekekalan energi yang menyatakan bahwa satu-satunya jenis yang berubah dalam sistem adalah energi dalam E_{dalam} .⁷⁰ Hukum I termodinamika menyatakan bahwa “setiap proses apabila kalor (Q) diberikan kepada sistem dan sistem melakukan usaha (W), maka akan terjadi perubahan energi dalam (ΔU).” secara matematis ditulis sebagai berikut :

$$\Delta U = Q + W \text{ atau } \Delta U = Q - W$$

Peraturan tanda positif dan negatif adalah sebagai berikut:⁷¹

- Q dianggap positif (+) apabila kalor memasuki sistem.
- W dianggap positif (+) apabila usaha dilakukan oleh sistem.
- ΔU dianggap positif (+) apabila energi dalam sistem bertambah.
- Q dianggap negatif (-) apabila kalor keluar dari sistem.
- W dianggap negatif (-) apabila lingkungan melakukan usaha pada sistem.
- ΔU dianggap negatif (-) apabila energi dalam sistem berkurang.

Berdasarkan teori kinetik gas energi dalam (U) merupakan energi total molekul-molekul gas yang

⁷⁰ Serwey and Jewett, *Fisika Untuk Sains Dan Teknik*. 57

⁷¹ Nurachmandani, *Fisika 2 Untuk SMA/MA Kelas XI*. 267

besarnya tergantung pada jumlah molekul (N) dan suhu mutlak gas (T).

d. Proses dalam Hukum I Termodinamika

Sebelum kita membahas lebih jauh mengenai penerapan hukum I termodinamika, kita akan membahas terlebih dahulu mengenai beberapa proses termodinamika pada gas ideal. Gas ideal merupakan gas yang berada di dalam ruang tertutup, berikut adalah beberapa proses yang terjadi pada gas ideal dalam termodinamika :

1) Proses adiabatik

Proses adiabatik adalah proses dimana tidak ada energi berupa kalor yang masuk atau keluar dari sistem artinya $Q = 0$. Proses ini terjadi sangat cepat atau terjadi dalam sistem yang terisolasi dengan baik sehingga *tidak ada transfer energi panas* yang terjadi antara sistem dan lingkungannya.⁷² Secara matematis ditulis sebagai berikut :

$$\Delta U = -W$$

Dimana :

ΔU = perubahan energi dalam (Joule)

W = Usaha (Joule)

2) Proses isobarik

Merupakan proses dimana gas memiliki tekanan konstan. Jika volume gas bertambah maka gas melakukan usaha (usaha bernilai positif) mengalami ekspansi. Sedangkan jika volume gas berkurang, maka gas dilakukan usaha (usaha bernilai negatif) mengalami kompresi.

⁷² David Halliday, Robert Resnick, and Jearl Walker, *Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 1* (Jakarta: Erlangga, 2010). 529

$$W = -P (V_2 - V_1)$$

Dengan P adalah tekanan konstan.⁷³

3) Proses Isotermal

Merupakan proses yang dialami ketika gas berada pada suhu konstan. karena disini suhu tetap maka kita dapat menggunakan persamaan $PV = nRT$ untuk proses isotermal.⁷⁴ Dengan demikian :

$$W = - \int_{V_i}^{V_f} P dV = - \int_{V_i}^{V_f} \frac{nRT}{V} dV$$

Oleh karena T konstan, maka T dapat dihilangkan bersamaan dengan n dan R dari integral nya :

$$W = -nRT \int_{V_i}^{V_f} \frac{dV}{V} = -nRT \ln V \Big|_{V_i}^{V_f}$$

Untuk menghitung integralnya kita menggunakan $\int \left(\frac{dx}{x}\right) = \ln x$. sehingga diperoleh persamaan :

$$w = nRT \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$$

4) Proses isokhorik

Merupakan proses ketika gas tidak mengalami perubahan volume atau dapat dikatakan volume gas konstan. jika suatu sistem

⁷³ Serwey and Jewett, *Fisika Untuk Sains Dan Teknik*. 59

⁷⁴ Ibid. 60

memiliki volume konstan maka sistem tersebut tidak dapat melakukan usaha ($W=0$).⁷⁵ Maka persamaannya menjadi :

$$\Delta U = Q$$

e. Hukum II Termodinamika

Hukum ke II Termodinamika menyatakan bahwa kita tidak dapat menciptakan sebuah mesin kalor yang bekerja secara siklis, tidak menghasilkan efek lain selain energi yang masuk berupa kalor dari sebuah reservoir dan kinerja dengan usaha yang besarnya sama. Sehingga dapat dikatakan bahwa efisiensi mesin sebenarnya di bawah 100%. Ini merupakan suatu bentuk Planck Kelvin dari hukum ke II Termodinamika.

Hukum ke II termodinamika juga menjelaskan jika selama sebuah mesin kalor bekerja, Usaha mesin tidak pernah sama dengan energi yang diserap oleh mesin atau sebagian energi pasti dilepaskan ke lingkungan. Hukum ini dapat dituliskan sebagai berikut :⁷⁶

$$W_{\text{mesin}} = |Q_h| - |Q_c|$$

Dengan :

W_{mesin} = Usaha mesin (Joule)

Q_h = Energi yang diserap mesin (Joule)

Q_c = Energi yang dilepas (Joule)

f. Siklus Carnot

Carnot merupakan jumlah usaha terbesar yang mungkin untuk jumlah energi yang diberikan kepada zat tersebut pada suhu yang tinggi. Teorema Carnot dapat dinyatakan sebagai berikut :

⁷⁵ Halliday, Resnick, and Walker, *Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 1*. 529

⁷⁶ Serwey and Jewett, *Fisika Untuk Sains Dan Teknik*.133

“tidak ada mesin kalor lain yang bekerja diantara dua reservoir energi yang lebih efisien daripada mesin Carnot yang bekerja di antara dua reservoir yang sama”.⁷⁷

Mesin kalor adalah alat yang mengubah energi panas menjadi energi mekanik. Misalnya dalam mobil energi panas hasil pembakaran bahan bakar diubah menjadi energi gerak mobil. Kita tau gas yang dibuang dari knalpot mobil disertai panas. Tidak semua energi panas dapat diubah menjadi energi mekanik, ada energi yang timbul selain energi mekanik. Mesin kalor adalah salah satu bentuk penerapan hukum II Termodinamika, jika dihubungkan maka dapat dinyatakan bahwa “mesin panas yang bekerja secara siklis tidak mungkin jika tidak menghasilkan efek lain selain menyerap panas dari tandon dan melakukan sejumlah usaha yang ekuivalen”.⁷⁸

Pada tahun 1824, seorang insinyur berkebangsaan Prancis, Nicolas Leonardi Sadi Carnot, memperkenalkan metode baru untuk meningkatkan efisiensi suatu mesin berdasarkan siklus usaha. Metode efisiensi Sadi Carnot ini selanjutnya dikenal sebagai *siklus Carnot*. Siklus Carnot merupakan dasar dari mesin ideal yaitu mesin yang memiliki efisiensi tertinggi yang selanjutnya disebut *mesin Carnot*. Mengingat selama proses siklus Carnot sistem menerima kalor Q_1 dari reservoir bersuhu tinggi T_1 dan melepas kalor Q_2 ke reservoir bersuhu rendah T_2 , maka usaha yang dilakukan oleh sistem menurut hukum I termodinamika adalah sebagai berikut :⁷⁹

⁷⁷ Ibid.139

⁷⁸ Dwi satya Palupi, Suharyanto, and Karyono, *Fisika Untuk SMA Dan MA Kelas IX* (Jakarta: Dapertemen Pendidikan Nasional, 2009).

⁷⁹ Nurachmandani, *Fisika 2 Untuk SMA/MA Kelas XI*. 274

$$Q = \Delta U + W$$

$$Q_1 - Q_2 = 0 + W$$

$$W = Q_1 - Q_2$$

Untuk siklus Carnot berlaku hubungan $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_2}{T_1}$

Sehingga efisiensi mesin Carnot dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \times 100\%$$

Keterangan :

η = efisiensi mesin Carnot

T_1 = suhu reservoir bersuhu tinggi (K)

T_2 = suhu reservoir bersuhu rendah (K)

g. Entropi

Entropi adalah ukuran banyaknya energi atau kalor yang tidak dapat diubah menjadi usaha. Sebagaimana entropi juga dijelaskan dalam QS. Ar-Rahman ayat 9 :

وَأَقِيمُوا الْوَزْنَ بِالْقِسْطِ وَلَا تُخْسِرُوا الْمِيزَانَ

Artinya : “Dan Tegakkanlah timbangan itu dengan adil dan janganlah kamu mengurangi neraca itu”. (QS. Ar-Rahman 55:9)

Dalam surat ini terdapat sebuah korelasi dengan konsep dalam termodinamika. surat *Ar-Rahmaan* : 9 menjelaskan tentang kesetimbangan. Jika dikaitkan dengan fenomena entropi maka muncullah nasehat yang berarti untuk manusia yang isinya “ketika semuanya ingin seimbang janganlah kau mengurangi atau menambahkan hal-hal ataupun

zat-zat yang sudah seimbang karena akan membuat ketidakseimbangan terjadi”⁸⁰.

Besarnya entropi suatu sistem yang mengalami proses reversibel sama dengan kalor yang diserap sistem dan lingkungannya (ΔQ) dibagi suhu mutlak sistem tersebut (T). Perubahan entropi diberi tanda ΔS , secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :⁸¹

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$$

Kita berasumsi bahwa suhunya konstan karena prosesnya sangat kecil. Oleh karena kita telah menyatakan bahwa entropi adalah sebuah variabel keadaan. Perubahan entropi selama sebuah proses hanya bergantung pada titik-titik ujungnya dan oleh karena itu tidak bergantung pada lintasan sesungguhnya dilalui. Akibatnya, perubahan entropi untuk sebuah proses irreversibel dapat ditentukan dengan menghitung perubahan entropi untuk sebuah proses reversibel yang bersesuaian dengan keadaan awal dan akhir yang sama.

Untuk menghitung perubahan entropi pada sebuah proses yang terbatas, kita harus memahami bahwa T pada umumnya tidak konstan. Jika dQ merupakan energi berupa kalor yang dipindahkan saat sistem mengalami suatu proses reversibel sembarang antara keadaan awal dan akhir yang sama dengan proses irreversibelnya, maka:

⁸⁰ Muhammad Minan Chusni et al., “Fenomena Entropi Dilihat Dari Perspektif Sains Dan Al-Qur’an,” *SPEKTRA : Jurnal Kajian Pendidikan Sains* 4, no. 2 (2018): 105, <https://doi.org/10.32699/spektra.v4i2.51>.

⁸¹ Nurachmandani, *Fisika 2 Untuk SMA/MA Kelas XI*.

$$\Delta S = \int_i^f dS = \int_i^f \frac{dQ}{T}$$

Jadi total perubahan entropi untuk satu siklus adalah:⁸²

$$\Delta S = \frac{|Q_h|}{T_h} - \frac{|Q_c|}{T_c}$$

B. Pengajuan Hipotesis

1. Hipotesis Penelitian

Hipotesis adalah jawaban sementara dari rumusan masalah penelitian yang diuji kebenarannya melalui analisis.⁸³ Berdasarkan latar belakang dan teori yang mendukung kerangka berpikir, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering, Art and Mathematic* (STEAM) terhadap kemampuan *Computational Thinking* pada pelajaran Fisika.

2. Hipotesis Statistik

Hipotesis statistik akan ada apabila penelitian memiliki sampel, maka hipotesis statistik dalam penelitian ini adalah:

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$: model *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering, Art and Mathematic* (STEAM) tidak berpengaruh terhadap kemampuan *Computational Thinking*.

⁸² Serwey and Jewett, *Fisika Untuk Sains Dan Teknik*. h. 153

⁸³ Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan* (Bandung: Alfabeta, 2017).

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$: model *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering, Art and Mathematic* (STEAM) berpengaruh terhadap kemampuan *Computational Thinking*.

Keterangan:

H_0 = Hipotesis nol, tidak ada pengaruh model *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering, Art and Mathematic* (STEAM) terhadap kemampuan *Computational Thinking*.

H_1 = Hipotesis alternatif, model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering, Art and Mathematic* (STEAM) berpengaruh terhadap kemampuan *Computational Thinking* pada pelajaran fisika.

μ_1 = Nilai rata-rata setelah menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering, Art and Mathematic* (STEAM)

μ_2 = Nilai rata-rata setelah menggunakan model pembelajaran konvensional



DAFTAR PUSTAKA

- Adriyawati. "Steam-Project-Based Learning Integration to Improve Elementary School Students' Scientific Literacy on Alternative Energy Learning." *Universal Journal of Educational Research* 8, no. 5 (2020): 1863–73. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080523>.
- Adriyawati, Erry Utomo, Yuli Rahmawati, and Alin Mardiah. "Steam-Project-Based Learning Integration to Improve Elementary School Students' Scientific Literacy on Alternative Energy Learning." *Universal Journal of Educational Research* 8, no. 5 (2020): 1863–73. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080523>.
- Ahmad, D N, M M Astriani, and ... "Analisis Mengukur Kemampuan Berpikir Kritis Melalui Pembelajaran Menggunakan Metode STEAM-PjBL." *Diskusi Panel Nasional ...*, 2020, 331–36. <http://www.proceeding.unindra.ac.id/index.php/DPNPMunindra/article/view/4755>.
- Anggraeni, R. E., and Suratno. "The Analysis of the Development of the 5E-STEAM Learning Model to Improve Critical Thinking Skills in Natural Science Lesson." *Journal of Physics: Conference Series* 1832, no. 1 (2021). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1832/1/012050>.
- Annisa, Rifka, M Haris Effendi, and Damris Damris. "Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Dengan Menggunakan Model Project Based Learning Berbasis Steam (Science, Technology, Engineering, Arts Dan Mathematic) Pada Materi Asam Dan Basa Di Sman 11 Kota Jambi." *Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry* 10, no. 2 (2019): 14–22. <https://doi.org/10.22437/jisic.v10i2.6517>.
- Azmi, R D, and S K Ummah. "Implementasi Project Based Learning Untuk Mengetahui Kemampuan Computational Thingking Mahasiswa." *Jurnal Ilmiah Pendidikan ...* 5, no. 1 (2021): 52–61. <https://journal.iainlangsa.ac.id/index.php/qalasadi/article/view/2761>.
- Badriyah, Nur Lailatul, Anik Anekawati, and Lutfiana Fazat Azizah. "Application of PjBL with Brain-Based STEAM Approach to

- Improve Learning Achievement of Students.” *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA* 6, no. 1 (2020): 88–100. <https://doi.org/10.21831/jipi.v6i1.29884>.
- Bedar, Rana Al Haj, and Muhannad Al-Shboul. “The Effect of Using STEAM Approach on Developing Computational Thinking Skills among High School Students in Jordan.” *International Journal of Interactive Mobile Technologies* 14, no. 14 (2020): 80–94. <https://doi.org/10.3991/IJIM.V14I14.14719>.
- Chusni, Muhammad Minan, Ayu Amelia, Dais Shofie Azizah, Kautsar Falah Zafira, and Rena Denya Agustina. “Fenomena Entropi Dilihat Dari Perspektif Sains Dan Al-Qur’an.” *SPEKTRA : Jurnal Kajian Pendidikan Sains* 4, no. 2 (2018): 105. <https://doi.org/10.32699/spektra.v4i2.51>.
- Denning, Peter J. “Beyond Computational Thinking.” *Communications of the ACM*, 2009, 28–30.
- . “Computing Is a Natural Science” 50, no. 7 (2007): 13–18.
- Diani, Rahma. “Fisika Siswa Dengan Menggunakan Strategi Pembelajaran Aktif Tipe Inquiring Minds Want To Know Di Smp Negeri 17 Kota Jambi.” *Al Biruni* 4, no. 1 (2008): 133–43.
- Ervan Johan Wicaksana, Pramana Atmaja, Gusti Ayu Muthia. “E-Learning Berbasis Proyek Terintegrasi Dengan Sains, Teknologi, Teknik, Seni, Dan Matematika (PjBeL-STEAM): Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Proses Sains.” *Jurnal Pendidikan Biologi* 12, no. 1 (2020): 22–29.
- Fitriyah, Anis, and Shefa Dwijayanti Ramadani. “Pengaruh Pembelajaran Steam Berbasis Pjbl (Project-Based Learning) Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Dan Berpikir Kritis.” *Jurnal Inspiratif Pendidikan* 10, no. 1 (2021): 209–26.
- Garner, Gregory, Patrick Reed, and Klaus Keller. “Climate Risk Management Requires Explicit Representation of Societal Trade-Offs.” *Climatic Change* 134, no. 4 (2016): 713–23. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1607-3>.
- Hadinugrahaningsih, Tritiyatma, Yuli Rahmawati, Achmad Ridwan, Arie Budiningsih, Elma Suryani, Annisa Nurlitiani, and Cinthia Fatimah. “Keterampilan Abad 21 Dan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) Project Dalam

- Pembelajaran Kimia.” *LPPM Universitas Negeri Jakarta*, 2017, 1–110.
- Halliday, David, Robert Resnick, and Jearl Walker. *Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga, 2010.
- Hamidah, Hasanatul, Talitha Ardelia Syifa Rabbani, and Susi Fauziah. *HOTS-Oriented Module: Project Based Learning*, 2020.
- Handayani, Elfa Sari, Yuberti, Antomi Saregar, and Yunita Wildaniati. “Development of STEM-Integrated Physics e-Module to Train Critical Thinking Skills: The Perspective of Preservice Teachers.” *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1796, no. 1 (2021). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012100>.
- Hershkovitz, A. “Creativity in the Acquisition of Computational Thinking.” *Interactive Learning Environments* 27, no. 5 (2019): 628–44. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1610451>.
- Juškevičiene, Anita, and Valentina Dagiene. “Computational Thinking Relationship with Digital Competence.” *Informatics in Education* 17, no. 2 (2018): 265–84. <https://doi.org/10.15388/infedu.2018.14>.
- Lee, Irene, Shuchi Grover, Fred Martin, Sarita Pillai, and Joyce Malyn-Smith. “Computational Thinking from a Disciplinary Perspective: Integrating Computational Thinking in K-12 Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education.” *Journal of Science Education and Technology* 29, no. 1 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09803-w>.
- Li, Yeping, Alan H. Schoenfeld, Andrea A. diSessa, Arthur C. Graesser, Lisa C. Benson, Lyn D. English, and Richard A. Duschl. “On Computational Thinking and STEM Education.” *Journal for STEM Education Research* 3, no. 2 (2020): 147–66. <https://doi.org/10.1007/s41979-020-00044-w>.
- Liliawati, W., H. Rusnayati, Purwanto, and G. Aristantia. “Implementation of STEAM Education to Improve Mastery Concept.” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 288, no. 1 (2018). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/288/1/012148>.
- Maharani, Swasti, Toto Nusantara, Abdur Rahman As'ari, and Abd.

- Qohar. *Computational Thinking Pemecahan Masalah Abad 21*. Madiun: Wade Group, 2020.
- Maharani, Swasti, Toto Nusantara, Abdur Rahman Asari, Universitas Negeri Malang, and Jawa Timur. *Computational Thinking Pemecahan Masalah Di Abad Ke-21*. Edited by Wade Group, 2020.
- Mu'minah, Iim Halimatul, and Yeni - Suryaningsih. "Implementasi Steam (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) Dalam Pembelajaran Abad 21." *BIO EDUCATIO: (The Journal of Science and Biology Education)* 5, no. 1 (2020): 65–73. <https://doi.org/10.31949/be.v5i1.2105>.
- Muliyati, D., A. S. Tanmalaka, D. Ambarwulan, D. Kirana, and H. Permana. "Train the Computational Thinking Skill Using Problem-Based Learning Worksheet for Undergraduate Physics Student in Computational Physics Courses." *Journal of Physics: Conference Series* 1521, no. 2 (2020). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/2/022024>.
- Musfiqon; Nurdyansyah. *PENDEKATAN PEMBELAJARAN SAINTIFIK* PENDEKATAN PEMBELAJARAN SAINTIFIK, 2015.
- Noviyanti, Andriani, Maria Paristiowati, Tenggara Sam, Andriani Noviyanti, and Maria Paristiowati. "Pembelajaran Online Berbasis Proyek Tentang Tegangan Permukaan Selama Pandemi Covid-19" 040037, no. April (2021).
- Nurachmandani, Setya. *Fisika 2 Untuk SMA/MA Kelas XI*. Edited by Budi Wahyono. Jakarta: Pusat Perbukuan Dapertemen Pendidikan Nasional, 2009.
- Nurakhmaliah, S, and N Usman. "Pemahaman Orang Tua Di Paud Az-Zahra Dalam Menstimulasi Perkembangan Anak Melalui Pendekatan Steam." *Proceeding of The URECOL*, 2021, 40–49.
- Nurhopipah, Ade, Indra Alan Nugroho, and Jali Suhaman. "Pembelajaran Pemograman Berbasis Proyek Untuk Mengembangkan Kemampuan Computational Thinking Anak." *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 27 (2021): 6–13.
- Orban, C. M., and R. M. Teeling-Smith. "Computational Thinking in Introductory Physics." *The Physics Teacher* 58, no. 4 (2020):

247–51. <https://doi.org/10.1119/1.5145470>.

Pasani, C. F., and R. Amelia. “Introduction of the Integrative STEAM Approach as a Learning Innovation in the COVID-19 Pandemic in South Kalimantan.” *Journal of Physics: Conference Series* 1832, no. 1 (2021). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1832/1/012029>.

Priantari, I, A N Prafitasari, D R Kusumawardhani, and S Susanti. “Improving Student Critical Thinking Trough STEAM-PjBL Learning.” *Bioeducation Journal* 4, no. 2 (2020): 95–103. <https://doi.org/10.24036/bioedu.v4i2.283>.

Purnomo, Halim. *Tutorial Pembelajaran Berbasis Proyek*. Yogyakarta: K-Media, 2019.

Purwaningsih, Endang, Annisa Maya Sari, Lia Yuliati, Kadim Masjkur, Bahrul Rizky Kurniawan, and Megat Aman Zahiri. “Improving the Problem-Solving Skills through the Development of Teaching Materials with STEM-PjBL (Science, Technology, Engineering, and Mathematics-Project Based Learning) Model Integrated with TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge).” *Journal of Physics: Conference Series* 1481, no. 1 (2020). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012133>.

Rahayu, Hafitriani, Joko Purwanto, and Daimul Hasanah. “Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Terhadap Kemampuan Bepikir Tingkat Tinggi Siswa.” *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika-COMPTON* 4, no. 1 (2017): 21–28.

Ristanto, S, and N Khoiri. “Pembelajaran Real Laboratory Dan Tugas Mandiri Fisika Pada Siswa Smk Sesuai Dengan Keterampilan Abad 21.” *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* 11, no. 1 (2015): 73–83. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v11i1.4005>.

Saregar, Antomi, Sri Latifah, and Meisita Sari. “Efektivitas Model Pembelajaran CUPS: Dampak Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Peserta Didik Madrasah Aliyah Mathla’ul Anwar Gisting Lampung.” *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni* 5, no. 2 (2016): 233–44. <https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v5i2.123>.

satya Palupi, Dwi, Suharyanto, and Karyono. *Fisika Untuk SMA Dan MA Kelas IX*. Jakarta: Dapertemen Pendidikan Nasional, 2009.

- Selby, Cynthia C, and John Woollard. "Refining an Understanding of Computational Thinking." *Author's Original*, no. 2006 (2014): 1–23.
- Serwey, A Raymond, and Jr Jewett. *Fisika Untuk Sains Dan Teknik*. Jakarta: Salemba Teknika, 2010.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta, 2017.
- Sukro, Afrizal, and Rifai. "Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Melalui Integrasi Proyek STEAM Berbasis Lingkungan Dalam Pembelajaran Kimia Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Melalui Integrasi Proyek STEAM Berbasis Lingkungan Di," no. April (2021).
- Sumarni, W., and S. Kadarwati. "Ethno-Stem Project-Based Learning: Its Impact to Critical and Creative Thinking Skills." *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia* 9, no. 1 (2020): 11–21. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i1.21754>.
- Sundayana, Rostina. *Statistik Penelitian Pendidikan*. 4th ed. Bandung: ALFABETA, 2018.
- . *Statistik Penelitian Pendidikan*. Bandung: ALFABETA, 2018.
- syafрил. *Statistik Pendidikan*. Pertama. Jakarta: PRENADAMEDIA GROUP, 2019.
- Talib, Corrienna Abdul, Faruku Aliyu, Adi Maimun bin Abdul Malik, and Kang Hooi Siang. "Enhancing Students' Reasoning Skills in Engineering and Technology through Game-Based Learning." *International Journal of Emerging Technologies in Learning* 14, no. 24 (2019): 69–80. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i24.12117>.
- William, and Hita. "Mengukur Tingkat Pemahaman Pelatihan PowerPoint" 20, no. 1 (2019): 71–80.
- Yin, Yue, Roxana Hadad, Xiaodan Tang, and Qiao Lin. "Improving and Assessing Computational Thinking in Maker Activities: The Integration with Physics and Engineering Learning." *Journal of Science Education and Technology* 29, no. 2 (2020): 189–214. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09794-8>.
- Yuberti, Y, and Antomi Saregar. *Pengantar Metodologi Penelitian Pendidikan Matematika Dan Sains*. Edited by M. Ridho Kholid

and Irwandani. Bandar Lampung: AURA, 2017.

Yunita, Y. "The Effectiveness of the Project-Based Learning (PjBL) Model in Students' Mathematical Ability: A Systematic Literature Review." *Journal of Physics: Conference Series*, 2021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012080>.



