

**PENGARUH PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN
BERBASIS PROYEK (*PROJECT BASED LEARNING*)
TERHADAP *COMPUTATIONAL THINKING SKILLS* PADA
PESERTA DIDIK KELAS XI IPA DI MA
AL HIKMAH BANDAR LAMPUNG**

Skripsi

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat
Guna Mendapatkan Gelar Sarjana S1 dalam Ilmu Pendidikan Fisika

Oleh:

DIAH AGHNI SUBEKTI

NPM : 1911090034

Jurusan : Pendidikan Fisika



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1444 H/2023 M**

**PENGARUH PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN
BERBASIS PROYEK (*PROJECT BASED LEARNING*)
TERHADAP *COMPUTATIONAL THINKING SKILLS* PADA
PESERTA DIDIK KELAS XI IPA DI MA
AL HIKMAH BANDAR LAMPUNG**

Skripsi

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat
Guna Mendapatkan Gelar Sarjana S1 dalam Ilmu Pendidikan Fisika

Oleh:

**DIAH AGHNI SUBEKTI
NPM : 1911090034**

Jurusan : Pendidikan Fisika

**Pembimbing I : Sri Latifah, M.Sc
Pembimbing II : Antomi Saregar, M.Pd., M.Si**

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1444 H/2023 M**

ABSTRAK

Rendahnya tingkat *computational thinking skills* peserta didik menjadi permasalahan keterampilan abad ke-21. Salah satu upaya untuk mendukung pendidikan abad ke-21 dengan menerapkan model *Project based learning*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan model pembelajaran berbasis *project based learning* terhadap *computational thinking skills* peserta didik kelas XI IPA.

Penelitian ini dilakukan di MA Al Hikmah Bandar Lampung. Populasi pada penelitian ini adalah kelas XI IPA dengan sampel kelas XI IPA 1 (kelas eksperimen) dan XI IPA 2 (kelas kontrol). Menggunakan teknik sampling jenuh dengan desain *Quasi Experimental Research*.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai uji t-tes dengan taraf signifikan 5% terdapat pengaruh model *project based learning* terhadap *computational thinking skills* peserta didik kelas XI IPA dengan nilai sig $<0,05$ yaitu sebesar 0,000 maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Oleh karena itu kemampuan berpikir komputasional dapat digunakan untuk memecahkan masalah dalam pembelajaran fisika dengan menerapkan indikator dekomposisi, abstraksi, algoritma dan generalisasi pola.

Kata Kunci: Model Pembelajaran IPA, *Project Based Learning*, *Computational Thinking Skills*

ABSTRACT

The low level of students' computational thinking skills is a problem for 21st-century skills. One of the efforts to support 21st-century education is implementing a Project-based learning model. This study aims to determine the effect of applying a project-based learning model on students' computational thinking skills in class XI IPA.

This research was conducted at MA Al-Hikmah Bandar Lampung. The population in this study was class XI IPA with samples from class XI IPA 1 (experimental class) and XI IPA 2 (control class). She was using a saturated sampling technique with a Quasi-Experimental Research design.

The results of this study indicate that the t-test score with a significant level of 5% has the effect of the project-based learning model on the computational thinking skills of students in class XI IPA with a sig value <0.05 , which is equal to 0.000, so H_0 is rejected, and H_1 is accepted. Therefore computational thinking skills can be used to solve problems in learning physics by applying decomposition, abstraction, algorithms and pattern generalization indicators.

Keywords: *Science Learning Model, Project Based Learning, Computational Thinking Skills*

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Diah Aghni Subekti
NPM : 19110900034
Jurusan/ Prodi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“PENGARUH PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK (*PROJECT BASED LEARNING*) TERHADAP *COMPUTATIONAL THINKING SKILLS* PADA PESERTA DIDIK KELAS XI IPA DI MA AL HIKMAH BANDAR LAMPUNG”** 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* dan daftar pustaka. Apabila di lain waktu terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini, maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penyusun. Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi.

Bandar Lampung, 04 Juli 2023
Peneliti



Diah Aghni Subekti
NPM.1911090034



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

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

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning*) terhadap *Computational Thinking Skills* Peserta Didik Kelas XI IPA di MA Al Hikmah Bandar Lampung**

Nama : Diah Aghni Subekti
NPM : 1911090034
Prodi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

MENYETUJUI

Untuk dimunaqosyahkan dan dipertahankan dalam Sidang Munaqosah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam
Negeri Raden Intan Lampung

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Sri Latifah, M.Sc

NIP. 19790321 201101 2 003


Antomi Saregar, M.Pd., M.Si

NIP. 198604072015031005

Mengetahui

Ketua Prodi Pendidikan Fisika


Sri Latifah, M.Sc

NIP. 19790321 201101 2 003



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

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

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **“Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning*) terhadap *Computational Thinking Skills* Peserta Didik Kelas XI IPA di MA Al Hikmah Bandar Lampung”** disusun oleh, Diah Aghni Subekti, NPM : 1911090034, Program Studi Pendidikan Fisika, Telah di Ujikan dalam sidang Munaqosyah di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung pada Hari/Tanggal : Selasa/04 Juli 2023, Pukul 08:30-10:00 WIB di Ruang Sidang Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.

Tim Penguji

Ketua

: Prof. Dr. Hj. Nirva Diana


(.....)

Sekretaris

: Happy Komikesari, S.Pd., M.Si


(.....)

Penguji Utama


: Ardian Asyhari, M.Pd


(.....)

Penguji Pendamping I : Sri Latifah, M.Sc


(.....)

Penguji Pendamping II : Antomi Saregar, M.Pd., M.Si

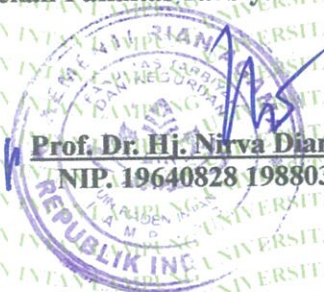

(.....)

Mengetahui

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd

NIP. 19640828 198803 2 002



MOTTO

“ Jangan patah semangat menghadapi ujian mencari ilmu, barang siapa bersungguh-sungguh menjalankan tugas maka akan diberi jalan oleh Allah. Harus ingat, keberhasilan adalah hak Allah SWT, sedangkan ikhtiyar adalah tugas kita.”

_ Ummi Hj. Azzah Noor Laila M. _

“ Tidak ada kesuksesan tanpa kerja keras, tidak ada keberhasilan tanpa kebersamaan, dan tidak ada kemudahan tanpa do'a. Seperti dalam hukum termodinamika jika saya adalah beban maka saya membutuhkan pemberat untuk menyeimbangkannya. Tapi, secara termodinamika untuk dinyatakan setimbang, itu tidaklah cukup !.”



PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin, Puji Syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat beriringnya do'a yang selalu dipanjatkan rasa sabar yang selalu di utamakan, dan ucapan syukur yang tak henti nya terucap mengharap Ridho keberkahan Allah SWT dan Nabi Muhammmad SAW sang pembawa petunjuk kebenaran.

Dengan segenap jiwa dan kerendahan hati, saya persembahkan skripsi ini untuk orang-orang yang sangat berarti dalam perjalanan hidup saya terutama pada masa mengerjakan skripsi.

1. Yang paling utama untuk kedua orang tuaku tercinta, ibu Suwarti S.Pd dan bapak Raswin S.Pd yang selalu menjadi alasan ku untuk tetap bertahan hingga berada di posisi sekarang ini melawan segala rasa kemalasan. Yang selalu menjadi motivator ku dikala aku berada pada titik lemah. Dukungan yang berupa moral maupun material, kobaran semangat yang selalu diberikan, kasih sayang yang tak pernah hilang, dan do'a yang selalu dipanjatkan untuk keberhasilanku. Kata terimakasih yang terucap tentu tidak akan cukup membalas itu semua, tapi ini adalah bukti yang bisa aku berikan atas perjuanganku untuk mampu bertahan dan menyelesaikan pendidikan sarjana demi ibu dan bapak.
2. Yang tersayang kakak-kakak dan adikku yang menjadi penyemangat dan selalu meyakinkan aku bahwa aku bisa melewati ini semua. Terimakasih sudah mensupport dalam keadaan apapun dan sekaligus menjadi tempat berkeluh kesahku.
3. Dosen pembimbing ku yang dengan tulus dan sabar membimbingku dalam proses pengerjaan skripsi selama ini.
4. Teman-teman dan sahabat-sahabatku yang selalu menemani, membantuku, dan selalu menjadi motivasiku dalam perkuliahan.
5. Almamater tercinta Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung khususnya Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Pendidikan Fisika yang telah memberikan kesempatan untuk menimba ilmu dan mengembangkan potensi diri dengan fasilitas belajar yang memadai dan nyaman.

RIWAYAT HIDUP

Peneliti Diah Aghni Subekti, dilahirkan di Desa Bandar Anom Kecamatan Rawajitu Utara Kabupaten Mesuji pada tanggal 14 Oktober 2000, anak kedua dari pasangan (Bapak Raswin) dan (Ibu Suwarti). Pendidikan dimulai TK Dharma Wanita Bandar Anom dan selesai pada tahun 2007, melanjutkan ke SD Negeri 01 Bandar Anom lulus pada tahun 2013 dan aktif dalam kegiatan pramuka juga lomba OSN tingkat Kecamatan, kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 01 Rawajitu Utara selesai pada tahun 2016 aktif dalam organisasi OSIS dan Pramuka juga lomba OSN tingkat Kabupaten, dan tergabung dalam PWI (Persatuan Wartawan Indonesia) perwakilan siswa, kemudian melanjutkan ke Madrasah Aliyah Al Hikmah Bandar Lampung selesai pada tahun 2019 aktif dalam organisasi OSIS, Paskibra, Pramuka juga mengikuti lomba cerdas cermat di beberapa Perguruan Tinggi di Lampung dan sampai sekarang masih menyantri di Pondok Pesantren Al Hikmah Bandar Lampung dan melanjutkan ke Perguruan Tinggi UIN Raden Intan Lampung Pendidikan Fisika dimulai pada semester 1 Tahun Akademik 2019/2020 dan sebagai Penerima Beasiswa Bidikmisi.

Selama menjadi mahasiswa, aktif diberbagai kegiatan intra maupun ekstra diantaranya sebagai berikut:

1. HIMAFI (Himpunan Mahasiswa Fisika) UIN Raden Intan Lampung, sebagai anggota staff Kesekretariatan pada tahun 2019-2020 dan kemudian peneliti sebagai kepala departemen Kesekretariatan pada tahun 2021 hingga 2022.
2. AMPIBI KIP-K UIN Raden Intan Lampung sebagai anggota Bidang Pemberkasan dan juga Bendahara Angkatan 2019 pada tahun 2019-sekarang.
3. DEMA (Dewan Eksekutif Mahasiswa) UIN Raden Intan Lampung sebagai anggota divisi kominfo pada tahun 2020-2021.
4. IMAFILA (Ikatan Mahasiswa Fisika Lampung) sebagai sekretaris umum pada tahun 2021-sampai sekarang dan tidak terlalu aktif didalamnya.

5. PBS2 SC Se-Indonesia sebagai koordinator SC Lampung pada tahun 2020-2021.
6. IKA UIN Raden Intan Lampung sebagai anggota bidang keagamaan sampai sekarang.
7. Komunitas Pogram Mengajar Dari Rumah wilayah Lampung pada tahun 2020 sebagai volunteer program.
8. Al Hikmah Studio adalah bidang segala jenis penyebaran media informasi pondok, sebagai anggota bidang konten kreator Pondok Pesantren Al Hikmah Bandar Lampung pada tahun 2020–sekarang.
9. JP3M Bandar Lampung adalah komunitas para Ibu Nyai dan Nawaning di Lampung, sebagai anggota bidang Media pada tahun 2021-sekarang.

Kegiatan terakhir peneliti dikampus yaitu melaksanakan Kuliah Kerja Nyata Dari Rumah (KKN-DR) di desa Bandar Anom, Kecamatan Rawajitu Utara, Kabupaten Mesuji. Kemudian peneliti telah melaksanakan Praktek Pengalaman Lapangan (PPL) di SMA Negerim 07 Bandar Lampung pada tahun 2022 dan telah menyelesaikan tugas akhir bagi setiap mahasiswa yakni berupa skripsi.

Bandar Lampung, 04 Juli 2023
Peneliti

Diah Aghni Subekti
NPM.1911090034

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah Puji Syukur peneliti panjatkan kehadiran Allah SWT, yang mana telah melimpahkan rahmat, taufiq, hidayah serta inayah dan karunia-Nya, sehingga peneliti mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran berbasis Proyek (*Project Based Learning*) terhadap *Computational Thinking Skills* pada Peserta Didik Kelas XI IPA di MA Al Hikmah Bandar Lampung”** dengan tepat pada waktunya.

Shalawat bertangkai salam semoga selalu tercurah limpahkan kepada suri tauladan kita yakni idola kita, junjungan kita baginda Nabi Muhammad SAW yang dinantikan syafa'atnya di hari akhir.

Dengan berjalan nya waktu, pengalaman, dan segala rintangan juga hambatan yang telah dilalui peneliti dalam mengerjakan skripsi ini, peneliti mengucapkan rasa Syukur yang tak terhingga atas Ridho dari Allah, juga petunjuk, bimbingan dari para dosen, bantuan, do'a dan motivasi dari berbagai pihak yang telah mendukung baik itu secara moral ataupun material, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan guna memenuhi syarat-syarat agar dapat disidangkan dalam sidang munaqosyah dan memperoleh gelar sarjana pendidikan fisika.

Dalam penulisan skripsi ini tidak mungkin terselesaikan oleh peneliti tanpa bimbingan, dukungan, bantuan dan do'a dari berbagai pihak, untuk itu dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat peneliti mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr Hj. Nirva Diana, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
2. Ibu Sri Latifah, M.Sc selaku Ketua Prodi Pendidikan Fisika Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
3. Ibu Rahma Diani, M.Pd Selaku Sekretaris Prodi Pendidikan Fisika Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
4. Ibu Sri Latifah, M.Sc selaku selaku pembimbing I, peneliti sangat berterimakasih atas kesediaan, keikhlasan dan kesabaran dalam

- membimbing, memberikan arahan, selalu mendukung progres peneliti dalam perjalanan menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Antomi Saregar, M.Pd., M.Sc selaku pembimbing II, peneliti mengucapkan terimakasih atas kesediaan, keikhlasan berbagi ilmu dan pengalaman serta kesabaran dalam membimbing, selalu memberikan arahan, motivasi semangat demi terselesainya penulisan skripsi ini.
 6. Almameter UIN Raden Intan Lampung dan Bapak/ibu dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya serta selalu mendukung peneliti dari awal perkuliahan hingga akhir.
 7. Bapak Mukhtaruddin, S.Pd selaku Kepala sekolah MA Al Hikmah Bandar Lampung, Bapak Suyanto, S.Pd selaku Ketua, Bapak Iswahyudi, S.Si selaku guru pengajar fisika di kelas XI IPA, Ibu Sri Latifah, M.Sc selaku guru pengajar fisika di kelas XI IPA, Dewan Guru, dan peserta didik MA Al Hikmah Bandar Lampung yang telah memberikan izin, telah membantu peneliti untuk melakukan penelitian guna mendapat data-data yang diperlukan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
 8. Almamater Pondok Pesantren Al-Hikmah Masyayikh, dan dewan pengurus yang telah memberi support selalu.
 9. Ibu Vandan Williyanti, M.Si, Ibu Happy Komikesari, M.Si dan Ibu Yuberti, M.Pd yang telah meluangkan waktu untuk menjadi ahli validasi untuk menilai instrument yang digunakan peneliti.
 10. Untuk teman-teman pendidikan fisika kelas D Angkatan 2019, sahabat-sahabatku tercinta, dan teman-teman dari MA ataupun dari kampus jurusan lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu namanya terimakasih selama ini selalu ada saling berbagi warna dalam hidup, menguatkan dan menemani proses hingga saat ini, semoga jalinan yang telah kita bina akan terus berjalan terus menjadi keluarga yang saling mendo'akan.

Hanya ungkapan terimakasih yang dapat saya haturkan. Semoga setiap kebaikan akan selalu mendapatkan pahala yang berlipat

ganda. Atas segala bantuan, dukungan, dan do'a dari berbagai pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu dimana telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini peneliti sangat berterimakasih untuk semuanya. Peneliti sangat berharap agar hasil dari skripsi ini kedepannya dapat memberikan manfaat dan juga dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan juga pengalaman bagi para pembaca. Aamiin...

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Bandar Lampung, 04 Juli 2023

Peneliti,

Diah Aghni Subekti

NPM. 1911090034



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL
ABSTRAK	ii
ABSTRACT.....	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSETUJUAN.....	v
LEMBAR PENGESAHAN.....	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN.....	viii
RIWAYAT HIDUP	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Penegasan Judul	1
1. Model Project Based Learning (PjBL).....	1
2. Computational Thinking Skills	2
B. Latar Belakang Masalah.....	2
C. Identifikasi dan Batasan Masalah.....	12
1. Identifikasi Masalah.....	12
2. Batasan Masalah	12
D. Rumusan Masalah.....	13
E. Tujuan Penelitian	13
F. Manfaat Penelitian	13
1. Manfaat Teoritis.....	13
2. Manfaat Praktis	14
G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	15
H. Sistematika Penulisan	18

BAB II	LANDASAN TEORI DAN PENGAJUAN	
	HIPOTESIS	19
A.	Teori yang Digunakan	19
1.	Pengertian Model Pembelajaran	19
2.	Pengertian Model Project Based Learning (PjBL)	19
3.	Pengertian Computational Thinking Skills	26
a.	Komponen Computational Thinking Skills	27
b.	Karakteristik Computational Thinking Skills	29
c.	Berpikir Komputasi di Kelas Sains	29
d.	Hubungan Model Project Based Learning dengan Computational Thinking Skills	30
e.	Materi Pelajaran Kelas XI IPA	32
1.	Pengertian Hukum Termodinamika	32
2.	Usaha pada Termodinamika	34
3.	Hukum I Termodinamika	35
a.	Proses Adiabatik	37
b.	Proses isobarik	37
c.	Proses Isotermal	38
d.	Proses Isokhorik	38
4.	Hukum II Termodinamika	39
5.	Siklus Carnot	40
6.	Entropi	41
B.	Kerangka Berfikir	43
C.	Pengajuan Hipotesis	47
1.	Hipotesis Statistik	47
BAB III	METODE PENELITIAN	49
A.	Waktu dan Tempat Penelitian	49
1.	Waktu Penelitian	49
2.	Tempat Penelitian	50
B.	Pendekatan dan Jenis Penelitian	50
C.	Populasi, Sampel, dan Teknik Pengumpulan Data	54

1. Populasi	54
2. Sampel	55
3. Teknik Pengumpulan Data	56
D. Definisi Operasional Variabel	57
E. Instrumen Penelitian	58
F. Uji Validitas dan Reliabilitas	62
G. Uji Prasarat Analisis.....	73
1. Uji N-Gain	73
2. Uji Normalitas.....	74
3. Uji Homogenitas	75
H. Uji Hipotesis	76
1. Untuk sampel homogen:	77
2. Untuk sampel yang tidak homogen (heterogen).....	78
3. Untuk data yang tidak berdistribusi normal.....	79
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	81
A. Deskripsi Data.....	81
B. Hasil Penelitian	82
1. Uji N-Gain	89
2. Uji Normalitas.....	90
C. Uji Homogenitas	91
D. Uji Hipotesis Penelitian	91
E. Pembahasan Hasil Penelitian	93
BAB V PENUTUP	111
A. Kesimpulan	111
B. Rekomendasi.....	111
DAFTAR RUJUKAN	113
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Hasil Tes <i>Computational Thinking Skills</i> Kelas XI IPA MA Al Hikmah Bandar Lampung	9
Tabel 1.2	Hasil Sikap Terhadap Pemecahan Masalah Tes <i>Computational Thinking Skills</i> Kelas XI IPA MA Al Hikmah Bandar Lampung	9
Tabel 2.1	Komponen <i>Computational Thinking Skills</i>	27
Tabel 2.2	Unsur-Unsur <i>Computational Thinking Skills</i>	28
Tabel 2.3	Hubungan Simak PjBI Dengan Indikator CT	31
Tabel 3.1	Desain penelitian <i>Nonequivalent Control Group Design</i>	52
Tabel 3.2	Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.....	53
Tabel 3.3	Umlah Peserta Didik Kelas XI IPA MA Al Hikmah Bandar Lampung	54
Tabel 3.4	Kriteria Pedoman Penskoran Indikator <i>Computational Thinking Skills</i>	59
Tabel 3.5	Persentase Tingkat Keterlaksanaan Model Pembelajaran.....	61
Tabel 3.6	Uji Validitas Soal Essay <i>Computational Thinking Skills</i>	64
Tabel 3.7	Ketentuan Uji Reliabilitas	66
Tabel 3.8	Klasifikasi Koefisien Reliabilitas	66
Tabel 3.9	Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Soal	66
Tabel 3.10	Klasifikasi Tingkat Kesukaran Soal	68
Tabel 3.11	Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal	68
Tabel 3.12	Klasifikasi Daya Pembeda	70
Tabel 3.13	Hasil Uji Daya Pembeda Soal	70
Tabel 3.14	Kesimpulan Hasil Uji Coba Instrumen Soal.....	71
Tabel 3.15	Interpretasi N-Gain	74
Tabel 3.16	Ketetapan Uji Normalitas.....	75
Tabel 3.17	Ketetapan Uji Homogenitas	76
Tabel 4.1	Daftar Nilai Pretest dan Posttest XI IPA	83

Tabel 4.2	Tabulasi Hasil Uji Statistik Pretest, Posttest dan N-gain	85
Tabel 4.3	Tabulasi Hasil Nilai Per Indikator <i>Computational Thinking Skills</i>	87
Tabel 4.4	Data Observasi Keterlaksanaan <i>Model Project Based Learning</i>	88
Tabel 4.5	Hasil Uji Normalitas Data.....	90
Tabel 4.6	Hasil Uji Homogenitas Data	91
Tabel 4.7	Hasil Uji Hipotesis Penelitian t-test	92



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Piston Percobaan Kalor dan Usaha	34
Gambar 2.2 Kerangka Berpikir.....	46
Gambar 3.1 Desain Penelitian Nonequivalent Control Group Design.....	52
Gambar 3.2 Hubungan Variabel Bebas (X) Dengan Variabel Terikat (Y)	58
Gambar 4.1 Hasil Uji Statistik Pretest dan Posttest XI IPA	84
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pretest dan Posttest XI IPA.....	86
Gambar 4.3 Grafik Nilai N-Gain Persen.....	89



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1* Angket Pra Penelitian Proposal (Tes Pencapaian Computational Thinking Skills Peserta Didik)
- Lampiran 2* Kuisisioner Penelitian
- Lampiran 3* Instrumen Wawancara Penelitian
- Lampiran 4* Transkrip Rekaman Wawancara
- Lampiran 5* Surat Izin Pra Penelitian
- Lampiran 6* Surat Balasan Pra Penelitian
- Lampiran 7* Silabus (Kelas Eksperimen)
- Lampiran 8* Silabus (Kelas Kontrol)
- Lampiran 9* Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) (Kelas Eksperimen)
- Lampiran 10* Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) (Kelas Kontrol)
- Lampiran 11* Kisi-Kisi Soal Uji Computational Thinking Skills
- Lampiran 12* Soal Pretest-Posttest Computational Thinking Skills Materi Termodinamika
- Lampiran 13* Pedoman Penskoran Soal Pretest-Posttest Computational Thinking Skills Materi Termodinamika
- Lampiran 14* Dokumentasi Jawaban Pretest-Posttest Kelas XI IPA
- Lampiran 15* Jawaban Pretest-Posttest Kelas XII IPA (Uji Validasi)
- Lampiran 16* Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran Dengan Model PjBL (*Project Based Learning*)
- Lampiran 17* Tabel Data Hasil Pra Penelitian
- Lampiran 18* Data Persentase Kuisisioner PjBL-CT
- Lampiran 19* Surat Mengadakan Permohonan Penelitian
- Lampiran 20* Surat Balasan Penelitian
- Lampiran 21* Tabel Hasil Pretest-Posttest XI IPA
- Lampiran 22* Uji Validitas SPSS 24
- Lampiran 23* Uji Reliabilitas SPSS 24
- Lampiran 24* Uji Daya Pembeda SPSS 24
- Lampiran 25* Uji Tingkat Kesukaran Microsoft Excel
- Lampiran 26* Uji N-Gain

- Lampiran 27* Uji Normalitas Data
Lampiran 28 Uji Homogenitas Data
Lampiran 29 Uji T-tes
Lampiran 30 Dokumentasi Pra Penelitian
Lampiran 31 Dokumentasi Kelas Eksperimen
Lampiran 32 Dokumentasi Wawancara Dengan Guru Pengajar
Lampiran 33 Dokumentasi Pengerjaan Skripsi
Lampiran 34 Cek Bebas Plagiarisme



BAB I

PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Penegasan judul ini dibuat supaya bisa lebih mengerti dengan baik sesuai ketentuan pedoman penelitian dan juga untuk menghindari kesalahpahaman makna, maka peneliti perlu menegaskan beberapa istilah yang digunakan dalam judul skripsi yang dibuat. Adapun judul penelitian skripsi ini yaitu: **“Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran berbasis Proyek (*Project Based Learning*) terhadap *Computational Thinking Skills* pada Peserta Didik Kelas XI IPA di MA Al Hikmah Bandar Lampung.”** Berikut ini penjelasan dari istilah-istilah yang berkaitan dengan judul penelitian diatas:

1. Model *Project Based Learning* (PjBL)

Model pembelajaran berbasis proyek ialah sebuah model pembelajaran yang tujuannya menjawab tantangan keterampilan abad ke-21 dan dijadikan sebagai model inovasi yang mengedepankan proyek sebagai bentuk dari hasil belajar dan dianggap sebagai pendukung untuk pendidikan sains terpadu.¹

Dalam model ini guru tidak hanya menjadi pengajar yang berdiri didepan kelas guna menjabarkan materi tapi juga menjadi fasilitator. Peserta didik didorong untuk melakukan pembelajaran mandiri. Model ini bisa dipakai pada seluruh jenis bidang study, termasuk mata pelajaran fisika.²

¹ Outi Haatainen and Maija Aksela, “Project-Based Learning in Integrated Science Education: Active Teachers’ Perceptions and Practices,” *Lumat* 9, no. 1 (2021): 149–73, <https://doi.org/10.31129/LUMAT.9.1.1392>.

² Sri Rahayu Ningsih et al., “Effectiveness of Using the Project-Based Learning Model in Improving Creative-Thinking Ability,” *Universal Journal of Educational Research* 8, no. 4 (2020): 1628–35, <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080456>.

2. *Computational Thinking Skills*

Computational Thinking merupakan prosedur penalaran melalui penggambaran masalah, penguraian permasalahan ke pada bagian-bagian yang semakin kompleks serta menyusun penyelesaian masalah dari solusi yang didapat dengan menerapkan tahapan yang sesuai.³ Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian tentang pemikiran komputasi banyak dilakukan sehingga kedepan nya peserta didik tidak hanya mendengarkan saat guru menjabarkan tapi juga mampu memecahkan masalah berdasarkan konsep nya.⁴

Computational Thinking Skills dinilai mampu untuk memungkinkan peserta didik berlatih dalam hal perumusan masalah, penyelesaian masalah, perancangan sistem, dan melatih berfikir kreatif. Bahkan dalam kurun waktu terakhir para lulusan sarjana mengakui betapa pentingnya *Computational Thinking Skills* dalam pembelajaran peserta didik.⁵

Berdasarkan penegasan beberapa istilah yang terdapat dalam judul skripsi ini, maka peneliti menegaskan bahwa judul penelitian ini bermaksud untuk mengetahui bagaimana pengaruh penerapan model *Project Based Learning* terhadap kemampuan *Computational Thinking* peserta didik.

B. Latar Belakang Masalah

Era globalisasi sekarang ini mengharuskan seluruh lapisan masyarakat mampu untuk menyesuaikan diri dengan kebutuhan zaman. Untuk menyelaraskan kemajuan global tersebut, semua

³ Swasti Maharani et al., *Computational Thinking Pemecahan Masalah Di Abad Ke-21 Critical Thinking View Project Teaching for Critical Thinking View Project*, 2020, <https://www.researchgate.net/publication/347646698.9-10>.

⁴ Xiaoyan Lai and Gary Ka wai Wong, "Collaborative versus Individual Problem Solving in Computational Thinking through Programming: A Meta-Analysis," *British Journal of Educational Technology* 53, no. 1 (2022): 150–70, <https://doi.org/10.1111/bjet.13157>.

⁵ Ade Nurhopipah, Indra Alan Nugroho, and Jali Suhaman, "Pembelajaran Pemrograman Berbasis Proyek Untuk Mengembangkan Kemampuan Computational Thinking Anak," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 27, no. 1 (2021): 6, <https://doi.org/10.24114/jpkm.v27i1.21291>.

sistem kehidupan harus diperbarui dan dikembangkan salah satunya ialah sistem pendidikan. Sistem Pendidikan Nasional wajib selalu ditingkatkan supaya bisa menyelaraskan kebutuhan masyarakat, baik Lokal, Regional ataupun Nasional. Salah satu aspek utama pada sistem Pendidikan ialah Kurikulum. Kurikulum sekarang ini mengharuskan peserta didik guna mempunyai kecakapan kognitif, kecakapan menghadapi dunia nyata, memiliki akhlak mulia serta semakin aktif pada proses pembelajaran.⁶ Sedangkan pendidikan bertujuan guna menaikkan mutu masyarakat Indonesia dimana tercantum pada UU no.20 pasal 3 (2003) mengenai pendidikan yang dimaknai menjadi perkembangan serta peningkatan kecakapan peserta didik.⁷

Suka ataupun tidak suka keterampilan yang diperlukan guna melewati era digital wajib dipersiapkan dari sekarang. Pekerjaan yang tak mudah, tapi wajib dimulai, apabila tidak siswa akan jadi korban era modern dikarenakan tidak bisa menanggulangi kemajuan IPTEK yang pesat serta permasalahan yang makin sulit dimasa mendatang. Guna menanggulangi persoalan itu, OECD menjabarkan jika dalam abad ke-21 di harapkan masyarakat wajib mempunyai keahlian guna menumbuhkan nilai-nilai baru dengan pemikiran kreatif, mengembangkan inovasi produk serta jasa, jenis serta cara kerja baru, mengubah pola pikir individual jadi kolaboratif serta komunikatif dan berpikiran terbuka.⁸ Kemudian, *Center for Curriculum Transformation* (CCR) menyiapkan kerangka komprehensif guna menyambut pendidikan abad 21 dengan empat dimensi pendidikan, yakni

⁶ Komarudin et al., “Analisis Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik Sekolah Dasar: Dampak Model Project Based Learning Model,” *DIDAKTIKA TAUHIDI: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar* 7, no. 1 (2020): 43, <https://doi.org/10.30997/dt.v7i1.1898>.

⁷ Putri Dewi Anggraini and Siti Sri Wulandari, “Analisis Penggunaan Model Pembelajaran Project Based Learning Dalam Peningkatan Keaktifan Siswa,” *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)* 9, no. 2 (2020): 292–99, <https://doi.org/10.26740/jpap.v9n2.p292-299>.

⁸ OECD, *The Future of Education and Skills Education 2030* (New York: OECD, 2018), 5.

pengetahuan, keterampilan/kemampuan, karakter, serta metakognisi.⁹

Pembangunan bidang pendidikan ialah sebuah cara untuk membangun manusia seutuhnya, Negara memiliki peran yang sangat utama pada bidang pendidikan terutama penyediaan sumber daya dan bahan pendukung pelaksanaan kegiatan pendidikan supaya tetap berjalan lancar.¹⁰ Untuk memenuhi keperluan Revolusi Industri 4.0 Pendidikan wajib terus menaikkan kegiatan pembelajaran. Maka dari itu pembelajaran di era 4.0 menjadi sangat penting karena dianggap mampu memberikan kesempatan kepada guru serta siswa guna menguraikan materi serta model belajar yang lebih interaktif. Pembelajaran ini menitikberatkan pada 4 pengembangan kecakapan dasar yakni kecakapan berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, serta menciptakan hal baru (kreativitas).¹¹

Merujuk pada visi Sukartono, Revolusi Industri 4.0 ialah campuran antar teknologi fisik serta digital, analitik, kecerdasan buatan, teknologi kognitif dan *Internet of Things* (IoT) yang dipakai guna menumbuhkan bisnis digital yang bisa bersatu serta bisa mendapatkan semakin banyak kerja sama.¹² Hal ini menyebabkan era revolusi industri 4.0 menjadi rintangan yang berat untuk pendidikan karena yang awalnya hanya menekankan pada muatan pengetahuan kini harus menggantikan muatan sikap dan keterampilan. Oleh karena itu perlu diadakanya peningkatan kualitas pembelajaran guna untuk mempersiapkan siswa pada tantangan abad ke-21. Selain itu, pendidikan yang diberikan oleh guru wajib memiliki potensi dalam belajar mengajar di abad 21

⁹ Maya Bialik and Charles Fadel, *Skills for the 21st Century: What Should Students Learn?* (Boston: Center for Curriculum Redesign, 2015).

¹⁰ Ibid

¹¹ Ratna Lestari and Yuni Sri Rahayu, "Validitas Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Berbasis Project Based Learning Materi Pertumbuhan Dan Perkembangan Untuk Melatih Keterampilan Ecopreneurship Peserta Didik Kelas XII SMA," *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)* 9, no. 3 (2020): 516–24, <https://doi.org/10.26740/bioedu.v9n3.p516-524>.

¹² Ika Priantari et al., "Improving Students Critical Thinking through STEAM-PjBL Learning," *Bioeducation Journal* 4, no. 2 (2020): 94–102, <http://bioeducation.pj.unp.ac.id/index.php/bioedu/article/view/283>.

yang berprinsip sebagai berikut: 1) metode pengajaran terpusat kepada siswa 2) siswa diajarkan guna bekerja sama 3) materi belajar mengajar terkait pada masalah kehidupan sehari-hari.¹³

Pembelajaran kurikulum 2013 kita ketahui bahwa lebih menekankan pada keterampilan digital, kreativitas, kemampuan komunikasi dan inovasi.¹⁴ Maka dari itu untuk memenuhi tuntutan abad ke-21, pelaksanaan pembelajaran harus bisa berfokus kepada tema dasar guna meningkatkan kecakapan sesuai isi serta ciri materi, fokus kepada kecakapan belajar, komunikasi, menalar, menyelesaikan permasalahan, produktif atau menggabungkan pengetahuan, pengalaman, keterampilan dan kemampuan menerapkan penggunaan teknologi informasi.¹⁵ Selain itu, dikatakan pendidikan 4.0 memiliki kesempatan untuk melengkapi fakta integrasi digital pada kehidupan sehari-hari, yang mana manusia mudah berkomunikasi menyelesaikan permasalahan serta mendapatkan inovasi baru.¹⁶

Pentingnya sebuah pembelajaran dalam kehidupan manusia telah dijelaskan dalam ayat Al-Qur'an yang ada pada surah An-Nahl yang bunyinya:

أَدْعُ إِلَى سَبِيلِ رَبِّكَ بِالْحُكْمَةِ وَالْمَوْعِظَةِ الْحَسَنَةِ وَجَدِلْهُمْ بِالَّتِي هِيَ
أَحْسَنُ إِنَّ رَبَّكَ هُوَ أَعْلَمُ بِمَنْ ضَلَّ عَنْ سَبِيلِهِ وَهُوَ أَعْلَمُ
بِالْمُهْتَدِينَ

¹³ Ibid.

¹⁴ Y. Yunita et al., "The Effectiveness of the Project-Based Learning (PjBL) Model in Students' Mathematical Ability: A Systematic Literature Review," *Journal of Physics: Conference Series* 1882, no. 1 (2021), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012080>.

¹⁵ Susilawati, 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>.

¹⁶ Ketang Wiyono and Sri Zakiyah, "Pendidikan Fisika Pada Era Revolusi Industri 4.0 Di Indonesia," *Seminar Nasional Pendidikan Program Studi Pendidikan Fisika* 1, no. 1 (2019): 1–14, <http://snpfmtogpe.ulm.ac.id/wp-content/uploads/2019/03/Artikel-Ketang-Wiyono.pdf>.

“Serulah (manusia) kepada jalan Tuhanmu dengan hikmah dan pengajaran yang baik, dan berdebatlah dengan mereka dengan cara yang baik. Sesungguhnya Tuhanmu, Dialah yang lebih mengetahui siapa yang sesat dari jalan-Nya dan Dialah yang lebih mengetahui siapa yang mendapat petunjuk”. (QS An-Nahl (16:125))

Ayat tersebut menjabarkan mengenai kewajiban belajar serta metode pembelajaran yang baik sesuai yang diperintahkan oleh Allah kepada Nabi Muhammad SAW serta kita menjadi pengikutnya sudah selayaknya mengikuti apa yang diperintahkan. Persoalan tersebut memperlihatkan jika pembelajaran memakali metode belajar mengajar yang baik telah ada sejak zaman dahulu dan ini sangat penting untuk kita kerjakan.

Berdasarkan penjelasan diatas maka bisa ditinjau bahwa kecakapan yang diperlukan ialah kecakapan menyelesaikan permasalahan dimana cara ini digunakan untuk memahami serta memecahkan permasalahan yang kompleks dengan memakai teknik serta konsep teknologi informasi seperti dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi serta algoritma yang dilihat oleh banyak ahli sebagai salah satu kemungkinan yang mendukung pendidikan abad ke-21. Computational Thinking ini sangat penting ditingkatkan sejak dini, karena era industri 4.0 masyarakat hidup di dunia yang mengutamakan digital.¹⁷

Selama ini proses pembelajaran dipusatkan pada guru (*Teacher Center*); peserta didik diposisikan sebagai objek pembelajaran, dan dipandang sebagai organisme pasif yang menerima informasi dari guru. Kegiatan belajar berlangsung pada tempat dan waktu tertentu. Padahal, tujuan utama pengajaran adalah agar peserta didik menguasai materi pelajaran baik teori maupun praktek. Sejauh mana peserta didik menguasai dan menyerap materi pelajaran merupakan

¹⁷ Miksan Ansori, “Pemikiran Komputasi (Computational Thinking) Dalam Pemecahan Masalah,” *Dirasah : Jurnal Studi Ilmu Dan Manajemen Pendidikan Islam* 3, no. 1 (2020): 111–26, <https://doi.org/10.29062/dirasah.v3i1.83>.

ukuran keberhasilan proses pengajaran.¹⁸ Banyak siswa yang hanya mengandalkan kemampuan sementara. Artinya kemampuan hanya muncul ketika siswa mendapatkan sesuatu dari guru atau orang yang dianggap mampu. Padahal siswa mampu mengimplementasikan hasil karyanya dari apa yang diperoleh dengan memberikan inovasi atau memberikan sedikit sentuhan pemikiran kreatif.¹⁹

Alasan memasukan *Computational Thinking* dalam pendidikan karena dunia semakin berorientasi pada komputer, dimana peserta didik perlu memahami prinsip bagaimana komputer bekerja dan apa jenis masalah yang dapat diselesaikan menggunakan komputer atau secara komputasi.²⁰ Dalam kurun waktu enam tahun lalu, pemerintah Inggris beranggapan bahwa kemampuan berpikir komputasi itu penting. Sehingga siswa SD dan SMA mendapatkan materi program. Tujuannya bukan untuk mendidik menjadi programmer tetapi untuk memperkenalkan dan mengembangkan pemikiran komputasional. Mereka percaya bahwa kemampuan tersebut dapat membuat siswa menjadi lebih cerdas dan membuat mereka lebih cepat memahami teknologi di sekitarnya.²¹ Sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam proses pembelajaran fisika khususnya pada materi hukum-hukum termodinamika penerapan model *project based learning* sangat penting karena memberikan pelatihan kepada peserta didik untuk mengintegrasikan setiap aspek sekaligus.²²

Permasalahan utama yang dijadikan fokus penelitian yaitu rendahnya kemampuan peserta didik dalam mengatasi masalah

¹⁸ Tineke Makahinda and Patricia Mardiana Silangen, "Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Dengan Pendekatan STEM Pada Materi Hukum-Hukum Termodinamika," *Journal Pendidikan Fisika* 3, no. 2 (2022): 80–86, <https://doi.org/10.53682/charmsains.v3i2.180>.

¹⁹ Sri Rahayu Ningsih et al., "Effectiveness of Using the Project-Based Learning Model in Improving Creative-Thinking Ability," *Universal Journal of Educational Research* 8, no. 4 (2020): 1628–35, <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080456>.

²⁰ Nizwardi Ismael and Dkk, "Pembelajaran Berbasis Proyek-Komputasi," *Jurnal Psikologi Sekolah Positif* 6, no. 6 (2022): 2478–93, <http://journalppw.com>.

²¹ Ibid

²² Ibid.

dalam pembelajaran fisika di sekolah, mengabstraksi konsep fisika melalui media pembelajaran berbasis proyek. Pentingnya mengeksplorasi kemampuan *Computational Thinking* yaitu dapat mengidentifikasi permasalahan pada peserta didik selama proses pembuatan proyek yang dilakukan melalui tahapan *Computational Thinking*. Penelitian ini berfokus pada peserta didik agar menjadi lebih aktif dalam pembelajaran.²³

Saran dari guru bidang mata pelajaran fisika dan data yang diperoleh melalui wawancara dengan guru fisika maka peneliti melakukan pra penelitian agar bisa mengetahui tingkat *Computational Thinking Skills* peserta didik Madrasah Aliyah dikelas XI IPA. Hasil wawancara dengan Pak Iswahyudi menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran yang ada sekarang itu dengan menerapkan model pembelajaran konvensional yang membuat peserta didik sering sekali mengalami kesulitan dalam mengaplikasikan konsep fisika karena model pembelajaran yang digunakan yaitu berupa ceramah dan tanya jawab terhadap peserta didiknya. Sehingga membuat peserta didik bosan dan mengalami kesulitan dalam belajar fisika. Beliau juga mengatakan bahwa tingkat kemampuan pemecahan masalah peserta didik kelas XI IPA di MA Al Hikmah Bandar Lampung ini masih belum bisa dikatakan maksimal.²⁴

Adapun data dari hasil pra penelitian yang telah dilakukan di MA Al Hikmah Bandar Lampung dengan peserta didik berjumlah 60 orang pada kelas XI IPA 1 dan XI IPA 2 menggunakan tes soal essay dengan materi listrik adalah sebagai berikut:

²³ Almasdi Syahza et al., "Penelitian Computational Thinking Dalam Pembelajaran Matematika," *Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika* 12, no. 1 (2023): 363–84, <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i1.5860>.

²⁴ Iswahyudi, "Model Pembelajaran di Kelas", *Wawancara*, November 11, 2022.

Tabel 1.1

Data hasil tes *Computational Thinking Skills* kelas XI IPA MA Al Hikmah Bandar Lampung

Kelas	Nilai Rata-rata	Jumlah Peserta Didik
XI IPA 1	35,16	30
XI IPA 2	31,72	30

Hasil data diatas menunjukkan bahwa *Computational Thinking Skills* peserta didik masih rendah dengan ditunjukkan pada hasil data survey melalui tes soal essay yang dikerjakan oleh dua kelas yaitu kelas XI IPA 1 dan XI IPA 2 dengan jumlah peserta didik keseluruhan sebanyak 60, diperoleh nilai rata-rata masing-masing kelas sebesar 35,16 untuk XI IPA 1 dan 31,72 untuk XI IPA 2, hal ini menunjukkan bahwa peserta didik masih banyak yang mengalami kesulitan dalam mengerjakan soal essay yang dibagikan.

Pra penelitian yang peneliti lakukan juga telah membagikan survey angket untuk mengukur sikap terhadap pemecahan masalah *Computational Thinking Skills* masing-masing peserta didik didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 1.2

Hasil sikap terhadap *Computational Thinking Skills* kelas XI IPA MA Al Hikmah Bandar Lampung

Kelas	Indikator Pemecahan Masalah	Hasil	Keterangan
XI IPA 1	Abstraksi, Generalisasi Pola, Dekomposisi dan Algoritma	43%	Rendah
XI IPA 2	Abstraksi, Generalisasi Pola, Dekomposisi, dan Algoritma	41%	Rendah

Berdasarkan hasil data dengan melakukan penyebaran angket untuk mengukur sikap terhadap pemecahan masalah *Computational Thinking Skills* masing-masing peserta didik di kelas XI IPA 1 didapatkan hasil sebesar 43% dengan kategori rendah dan di kelas XI IPA 2 didapatkan hasil sebesar 41% dengan kategori rendah. Hal ini menunjukkan sikap pemecahan masalah peserta didik di MA Al Hikmah Bandar Lampung masih tergolong rendah.

Penjelasan dari guru fisika berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di MA Al Hikmah diketahui bahwa guru belum menyajikan permasalahan yang nyata di sekitar seperti terdapat permasalahan rendah nya tingkat *Computational Thinking Skills* peserta didik dalam memecahkan masalah konsep fisika di kehidupan sehari-hari, karena masih sulit bagi guru untuk mengembangkan dan mengimplementasikan *Project Based Learning* dengan unsur teknologi, sehingga capaiannya belum berdampak maksimal.²⁵ Dan peserta didik belum terbiasa untuk memecahkan masalah, maka inovasi pembelajaran ini dengan membuat proyek berkaitan dengan hukum-hukum termodinamika seperti pembuatan es krim corong, pompa balon sederhana, prototype kapal uap, dan pembuatan termos sederhana menjadi sebuah kebaruan di penelitian ini.

Peneliti dalam penelitian ini menghadirkan solusi untuk mengintegrasikan model pembelajaran berbasis proyek dengan menggabungkan konsep *Computational Thinking* yang masih relatif baru di Indonesia dalam materi hukum-hukum termodinamika untuk meningkatkan *Computational Thinking Skills* peserta didik di kelas.

Project Based Learning merupakan model pembelajaran yang diciptakan atas aktivitas belajar mengajar serta masalah nyata yang memunculkan rintangan untuk peserta didik, memotivasi guna mendalami konsep serta prinsip utam pengetahuan dengan

²⁵ Iswahyudi, "Rendahnya Pemecahan Masalah Fisika di Kelas", *Wawancara*, November 15, 2022.

langsung.²⁶ *Project Based Learning* sendiri mempunyai cara untuk melakukan pendekatan secara inovatif sehingga siswanya tidak cuma terpaku kepada materi akan tapi juga fokus pada keterampilan berfikir serta menyelesaikan masalah.²⁷ Tujuan utama *Project Based Learning* adalah untuk mengembangkan mekanisme berkualitas tinggi dan otentik yang memenuhi kebutuhan yang diinginkan. Dengan bantuan model ini, peserta didik diharapkan dapat mengetahui konsep yang muncul akibat permasalahan yang ada dan mampu untuk menyelesaikannya melalui penerapan prinsip dalam materi fisika.²⁸ Fitur *Project Based Learning* memiliki manfaat yang menjanjikan dalam pembelajaran sains dan *Computational Thinking Skills* bagi semua peserta didik, *Project Based Learning* dapat membekali semua peserta didik dengan keterampilan intelektual untuk memahami fenomena yang muncul dan menyelesaikan masalah secara konsep yang terukur.²⁹

Berdasarkan penjelasan dan data hasil pra penelitian yang telah dilakukan serta hasil wawancara diatas. Peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan tujuan untuk mendeskripsikan *Project Based Learning* dalam mengeksplorasi kemampuan berpikir komputasional peserta didik pada pembuatan proyek hukum termodinamika. Sehingga skripsi ini saya beri judul **“Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran berbasis Proyek (*Project Based Learning*) terhadap *Computational Thinking***

²⁶ Anis Fitriyah and Shefa Dwijayanti Ramadani, “Pengaruh Pembelajaran Steam Berbasis Pjbl (Project-Based Learning) Terhadap Keterampilan,” *Journal Of Chemistry And Education (JCAE)* X, no. 1 (2021): 209–26.

²⁷ Anil R. Sharanappa Achappa, LRPatil, VSHombalimath, Shet, “Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek (PBL) Pendekatan Kursus Laboratorium Bioinformatika,” *Jurnal Transformasi Pendidikan Teknik India* 33, no. eISSN 2394-1707 (2020): 247–52.

²⁸ 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): 1–8, <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09803-w>.

²⁹ Namsu Shin, Jonathan Bowers, and Joseph Krajcik, “Mempromosikan Pemikiran Komputasional Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek,” *Shin et Al. Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research* 3, no. 7 (2021): 1–15, <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00033-y>.

***Skills* pada Peserta Didik Kelas XI IPA di MA Al Hikmah Bandar Lampung.”**

C. Identifikasi dan Batasan Masalah

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang sudah dijabarkan tersebut, maka identifikasi permasalahan pada penelitian ini yang menjadi pokok bahasan ialah:

- a. Model pembelajaran yang digunakan dikelas masih kurang efektif untuk meningkatkan *Computational Thinking Skills* pada peserta didik
- b. Kemampuan pemecahan masalah pada peserta didik masih tergolong rendah atau belum maksimal.
- c. Bidang study fisika dianggap sebagai bidang study sulit serta menjenuhkan hingga *Computational Thinking Skills* pada peserta didik masih rendah dan belum terbentuk.

2. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang ditemukan diatas maka penulis pada penelitian ini memberi batasan masalah yang nantinya dikaji yakni sebagai berikut:

- a. Penelitian yang dilaksanakan menggunakan model *Project Based Learning*
- b. *Computational Thinking Skills* pada Peserta Didik
- c. Indikator dalam *Computational Thinking Skills* yang digunakan dalam penelitian ini hanya Abstraksi, Dekomposisi, Algoritma dan Generalisasi pola.
- d. Subjek kelas dibatasi yaitu hanya XI IPA 1 sebagai kelas kontrol dan XI IPA 2 sebagai kelas eksperimen
- e. Pokok bahasan yang akan digunakan yaitu materi kelas XI IPA semester genap tentang Termodinamika.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan batasan masalah yang telah dijelaskan maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu, “Apakah penerapan model pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning/PjBL*) berpengaruh terhadap *Computational Thinking Skills* pada peserta didik Kelas XI IPA di MA Al Hikmah Bandar Lampung ?.”

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penerapan model pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning/PjBL*) terhadap *Computational Thinking Skills* pada peserta didik Kelas XI IPA di MA Al Hikmah Bandar Lampung.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat baik secara teoritis maupun secara praktis yaitu sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Secara teoritis penelitian ini nantinya diharapkan bisa untuk:

- a. Memberikan manfaat tentang gambaran penerapan model pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) terhadap *Computational Thinking Skills* pada peserta didik kelas XI IPA
- b. Sarana dalam proses belajar untuk lebih meningkatkan pengetahuan dan keterampilan yang dapat dilihat secara langsung dan bisa memberikan penilaian apakah penggunaan model pembelajaran selama ini diterapkan sudah efektif dan efisien.
- c. Menambah ilmu pengetahuan mengenai variabel-variabel baru yang di teliti.

- d. Memberikan sumber informasi dan juga referensi baru dalam penelitian agar bisa menginovasi pembelajaran yang selama ini diterapkan.

2. Manfaat Praktis

Secara praktis nya penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat bagi tiap-tiap pihak yang bersangkutan.

a. Bagi Peneliti

Penelitian ini memberikan manfaat bagi peneliti untuk memberikan gambaran tentang pengukuran *Computational Thinking Skills* peserta didik setelah diterapkannya model pembelajaran *Project Based Learning* sehingga dapat dijadikan acuan untuk menerapkan model pembelajaran di tahap berikutnya, dan sebagai pengalaman baru berinteraksi kegiatan langsung dilapangan.

b. Bagi Pendidik

Penelitian ini memberikan manfaat terutama untuk guru pengampu mata pelajaran fisika agar dapat dijadikan sebagai bahan masukan atau referensi tentang perlu tidaknya penerapan pembelajaran *Project Based Learning* ini.

c. Bagi Peserta Didik

Model pembelajaran yang diterapkan ini diharapkan mampu untuk meningkatkan *Computational Thinking Skills* peserta didik di kelas XI IPA pada pelajaran fisika.

d. Bagi Dunia Pendidikan (Sekolah)

Dengan diperolehnya hasil penelitian ini nantinya diharapkan MA Al Hikmah Bandar Lampung dapat menerapkan model *Project Based Learning* untuk meningkatkan *Computational Thinking Skills* peserta didik di kelas XI IPA. Karena penelitian ini menggunakan model dan pendekatan terbaru dalam dunia pendidikan yang menghubungkan pelajaran fisika dengan teknik

teknologi, seni serta pola hubungan materi satu dengan yang lain yang ditulis secara sistematis melalui pengalaman nyata untuk meningkatkan *Computational Thinking Skills* tentu ini bisa mempermudah pendidikan dalam memberikan pengajaran khususnya materi fisika.

G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

Kajian penelitian terdahulu yang meneliti tentang Model Pembelajaran berbasis Proyek *Project Based Learning* terhadap *Computational Thinking Skills*, yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan memberikan hasil bahwa review penggunaan model PjBL terhadap *Computational Thinking Skills* memberikan pengaruh yang efektif jika digunakan untuk meningkatkan cara pengajaran dan pembelajaran keterampilan abad ke-21 yaitu tentang keterampilan berfikir komputasional.³⁰
2. Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan bahwa penerapan *Project Based Learning* dalam media menggunakan aplikasi Matlab terhadap kegiatan *Computational Thinking Skills* dapat dilaksanakan dengan baik, pencapaian kegiatan pembelajaran berbasis proyek berjalan dengan sangat baik karena siswa dapat mengerjakan proyek dan siswa dapat menangani pola abstraksi dengan sangat baik selain itu, dengan aktivitas generalisasi *Computational Thinking Skills* memungkinkan siswa menyelesaikan tugas di sekolah.³¹
3. Hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu pengembangan model pembelajaran PJBL yang memadukan konsep

³⁰ Aslina Saad and Suhaila Zainudin, "Belajar Dan Motivasi Tinjauan Pembelajaran Berbasis Proyek (PBL) Dan Komputasi," *Pembelajaran Dan Motivasi* 78, no. 101802 (2022): 1–12, <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2022.101802>.

³¹ 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>.

Computational Thinking menghasilkan enam sintaks seperti merumuskan fokus masalah, menyusun dan menganalisis data secara logis, Algoritma, berfikir, buat jadwal proyek, pemantauan dan evaluasi proyek terbukti meningkat.³²

4. Berdasarkan hasil penelitian dari jurnal yang dilakukan bahwa penelitian pengembangan ini bertujuan untuk mengembangkan model pembelajaran berdasarkan proyek ditambah dengan menggunakan konsep pemikiran komputasional. Penelitian ini menghasilkan beberapa produk diantaranya yaitu Buku model *Project Based Learning Computational Thinking* (PjBL-CT) pada mata kuliah pemrograman manual dosen, Buku Pegangan Siswa dan Buku modul pembelajaran *Project-Based Learning Computational Thinking* (PjBL-CT). Oleh karena itu penelitian ini menunjukkan bahwa model *project-based learning-computational thinking* (PjBL-CT) untuk mata kuliah pemrograman telah teruji cocok. Implikasi penelitian ini merupakan alternatif studi untuk mengoptimalkan pembelajaran tatap muka dan online untuk meningkatkan kreativitas siswa, berpikir kritis, komunikasi dan kolaborasi.³³
5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada peningkatan minat dan komitmen siswa dalam pembelajaran robotic berbasis *Project* terhadap *Computational Thinking Skills*. guru harus mendorong siswa untuk membuat pendekatan sistematis baru, berkolaborasi dan membuat algoritma yang dapat digeneralisasikan pada berbagai disiplin ilmu.³⁴

³² Ismael and Dkk, "Pembelajaran Berbasis Proyek-Komputasi." *Jurnal Psikologi Sekolah Positif*. 6, no.6 (2022): 2478-2493, <http://journalppw.com>.

³³ Arfanda Anugrah Siregar Ismael, Nizwardi Jalinus, Rusnardi Rahmat Putra, "Pembelajaran Berbasis Proyek Komputasi Pengembangan Produk Thinking (PBL-CT) Pada PT Kursus Pemrograman Mobile," *Jurnal Psikologi Sekolah Positif* 2022, 6, no. 6 (2022): 2478–93.

³⁴ Belkis Diaz-Lauzurica and David Moreno-Salinas, "Computational Thinking and Robotics: A Teaching Experience in Compulsory Secondary Education with Students with High Degree of Apathy and Demotivation," *Sustainability (Switzerland)* 11, no. 18 (2019): 1–21, <https://doi.org/10.3390/su11185109>.

6. Sesuai penelitian yang dilakukan bahwa pemodelan komputasi memberikan kesempatan bagi siswa untuk menerapkan pengetahuan mereka serta terlibat dalam semua aspek *Computational Thinking Skills* untuk menghasilkan berbagai macam nyata produk komputasi (misalnya, simulasi komputasi model, pembuatan grafik menggunakan output simulasi data dunia nyata) melalui membangun, menguji, mengevaluasi, dan merevisi model. Seperti kelas sains yang mendukung siswa untuk mengeksplorasi fenomena, menyelidiki pertanyaan, mendiskusikan ide, mencoba ide baru, dan membangun serta merevisi model komputasi dinilai semakin baik melalui proses percobaan desain berulang. Dan Fitur *Project Based Learning* memiliki manfaat yang menjanjikan pada belajar mengajar sains, dapat membekali semua siswa dengan keterampilan intelektual untuk memahami fenomena global dalam menyelesaikan masalah secara komputasi.³⁵

Berdasarkan penelitian relevan di atas, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) sangat dibutuhkan dan berpengaruh dalam meningkatkan *Computational Thinking Skills* peserta didik, dan *Computational Thinking Skills* dekat sekali relevansi nya dengan proyek. Karena untuk membuat sebuah proyek tentu kita akan memanfaatkan tahapan dalam *Computational Thinking Skills* mulai dari proses identifikasi, pemecahan, dan pengklasifikasikan kemudian solusi. Maka penelitian ini memiliki pembaruan dibandingkan penelitian sebelumnya yaitu penelitian ini menggunakan model *Project Based Learning* berbasis proyek menggunakan prinsip hukum-hukum termodinamika terhadap *Computational Thinking Skills* di kelas XI IPA MA AL Hikmah Bandar Lampung yang mana sepanjang peneliti melakukan review jurnal baik itu nasional maupun internasional peneliti

³⁵ Namsuo Shin et al., "Promoting Computational Thinking through Project-Based Learning," *Shin et Al. Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research* 3:7 (2021): 1–15, <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00033-y>.

belum menemukan penelitian yang serupa pada penelitian sebelumnya.

H. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini berguna untuk mempermudah peneliti dalam menyelesaikan penelitian. Adapun sistematika penulisan dalam penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1. BAB I Pendahuluan yang mencakup penegasan judul, latar belakang permasalahan, identifikasi serta batasan permasalahan, rumusan masalah, tujuan pengamatan, manfaat penelitian, kajian pengamatan terdahulu yang relevan serta sistematika penulisan.
2. BAB II Landasan teori dan penyajian hipotesis yang memuat teori yang digunakan oleh peneliti dan pemaparan hipotesis penelitian ini.
3. BAB III Metode penelitian yang memaparkan tentang metode yang digunakan oleh peneliti meliputi waktu dan tempat penelitian, pendekatan dan jenis penelitian, populasi, sampel dan teknik pengumpulan data, definisi operasional variabel, instrumen penelitian, pengujian validitas dan reliabilitas data, pengujian kondisi dan pengujian hipotesis.
4. BAB IV Hasil penelitian dan Pembahasan meliputi deskripsi data, pembahasan dan analisis hasil penelitian.
5. BAB V Penutup yang berisi kesimpulan dan saran peneliti.

BAB II

LANDASAN TEORI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS

A. Teori yang Digunakan

1. Pengertian Model Pembelajaran

Model pembelajaran pada dasarnya merupakan bentuk pembelajaran yang sudah tergambar dari awal sampai akhir yang biasanya disajikan oleh seorang guru. Dengan kata lain, model pembelajaran adalah kerangka kerja untuk menerapkan suatu pendekatan, metode, dan teknik pembelajaran. Memiliki 4 ciri konsep model pembelajaran yaitu penalaran teoritik logis yang disusun oleh perancang, tujuan pembelajaran yang layak, mengajar yang diperlukan untuk implementasi agar berhasil, dan lingkungan belajar yang diperlukan agar tujuan pembelajaran dapat tercapai.³⁶

2. Pengertian Model *Project Based Learning* (PjBL)

Istilah *Project Based Learning* mengacu pada kolaborasi guru dalam berbagi pengetahuan dan keterampilan pada mata pelajaran yang berbeda, menghasilkan transisi dari "pembelajar yang berpengalaman" menjadi "ahli". Kolaborasi yang dilakukan guru dan siswa memungkinkan keduanya untuk saling berbagi proses penemuan topik materi pembelajaran dengan pendekatan pedagogis yang mencakup kerja kelompok.³⁷

³⁶ Ade Haerullah, "Model & Pendekatan Pembelajaran Inovatif (Teori Dan Aplikasi)," 2017, 221–23.

³⁷ Suda Hanklang and Suleegorn Sivasan, "Effectiveness of the Project-Based Learning Program on Thai Nursing Student Competency for Elderly Care in the Community," *Journal of Health Research* 35, no. 2 (2021): 132–46, <https://doi.org/10.1108/JHR-07-2019-0160>.

Permendiknas no. 22 tahun 2006 tentang pembelajaran yang ideal adalah pembelajaran yang berorientasi pada siswa (*learn centered*) dimana siswa berusaha membangun pengetahuannya sendiri dan berpartisipasi aktif dalam pencarian informasi.³⁸ Menurut Modesto dkk *Project Based Learning* merupakan inovasi dari model pembelajaran yang mengunggulkan produk hasil pembelajaran dan membutuhkan waktu yang singkat, memiliki potensi besar dalam menangani keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah melalui pengalaman untuk lebih banyak mengeluarkan ide kreativitas dalam eksperimen.³⁹

Tujuan pembelajaran dari model *project based learning* ini harus selaras dengan tujuan kurikulum yang telah dibuat dan ide pembuatan proyek yang akan dikerjakan harus diteliti untuk mengidentifikasi dan menggabungkan antara konsep fisika dengan praktik pembuatan proyek. Peserta didik benar-benar akan terlibat dalam tugas dan tanggung jawab dalam penyelesaian proyek.⁴⁰ Prinsip utama dari pembelajaran ini adalah menunjukkan keterampilan, rasa ingin tahu, dan imajinasi siswa. Siswa perlu menunjukkan hasil karyanya di depan umum dengan dihadapkan pertanyaan-pertanyaan yang mendorong kreativitas dalam desain mereka, siswa juga diharuskan membuat laporan akhir untuk menulis hasil yang dikerjakan dari pengambilan data yang kemudian akan dibahas dalam hasil dan diskusi.⁴¹

³⁸ Ningsih et al., "Effectiveness of Using the Project-Based Learning Model in Improving Creative-Thinking Ability." *Universal Journal of Educational Research*, Vol.8, no.4, (2020): 1628-1635, DOI. 10.13189/ujer.2020.080456

³⁹ Modesto Perez-Sanchez dan P. Amparo Lopez-Jimenez and Departemen, "Pembelajaran Berbasis Proyek Berkelanjutan Dalam Fluida Mata Kuliah Mekanika Dan Teknik Hidrolik Untuk Derajat Yang Berbeda," 2020, <https://doi.org/10.3390/cairan5020095>.

⁴⁰ Taina Makkonen, Kirsi Tirri, and Jari Lavonen, "Engagement in Learning Physics Through Project-Based Learning: A Case Study of Gifted Finnish Upper-Secondary-Level Students," *Journal of Advanced Academics* 32, no. 4 (2021): 501–32, <https://doi.org/10.1177/1932202X211018644>.

⁴¹ Muhammad Syaifiq et al., "Pendidikan Untuk Insinyur Kimia Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek (IPBL) Terpadu Untuk Mahasiswa Teknik Kimia Tahun Pertama : Proyek Dongkrak Hidrolik DIY," *Journal Pendidikan Untuk*

Berdasarkan pendapat diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa model *Project Based Learning* adalah suatu model pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan di abad ke-21 yang meminta peserta didik untuk aktif dalam pembelajaran selalu diajarkan untuk terus menyelidiki, meneliti, serta membuat proyek untuk membangun pengetahuan sendiri berdasarkan kerjasama kelompok. Model ini memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengukur kemampuan yang dimilikinya terutama dalam pelajaran fisika. *Project Based Learning* juga dirasa mampu untuk membuat peserta didik lebih aktif di kelas, cenderung mengingat pelajaran karena mereka mencari topik sendiri, dan mampu mengklasifikasikan informasi yang mereka temukan dan menjelaskan didepan kelas.

a. Karakteristik Model *Project Based Learning*

Dalam pembelajaran proyek, adanya masalah merupakan langkah awal untuk mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalaman ke dalam aktivitas nyata, yaitu pembelajaran. Menurut Daryanto, pembelajaran Berbasis Proyek memiliki karakteristik sebagai berikut:⁴²

- a. Peserta didik membuat keputusan tentang sebuah kerangka kerja;
- b. Adanya permasalahan atau tantangan yang diajukan kepada peserta didik;
- c. Peserta didik mendesain proses untuk menentukan solusi atas permasalahan atau tantangan yang diajukan;
- d. Peserta didik secara kolaboratif bertanggungjawab untuk mengakses dan mengelola informasi untuk memecahkan

permasalahan, proses evaluasi dijalankan secara kontinyu;

- e. Peserta didik secara berkala melakukan refleksi atas aktivitas yang sudah dijalankan, produk akhir aktivitas belajar akan dievaluasi secara kualitatif, situasi pembelajaran sangat toleran terhadap kesalahan dan perubahan.

Dengan demikian, peran guru dalam model pembelajaran berbasis proyek sebagai supervisor, pendidik, konselor dan mediator untuk mencapai hasil yang optimal bagi imajinasi, kreativitas dan inovasi siswa. Dalam proses pembelajaran, siswa melaksanakan proyek di bawah bimbingan guru. Model pembelajaran berbasis proyek membutuhkan lebih banyak sumber daya, ketersediaan waktu dan kesiapan guru, terutama ketika memberikan tugas untuk belajar.⁴³

b. Langkah-langkah model *Project Based Learning*

Ada beberapa langkah-langkah dalam pelaksanaan pembelajaran proyek yang dilakukan secara bertahap berikut penjelasan dari setiap langkahnya:⁴⁴

- a. Penentuan Pertanyaan Mendasar (*Start With the Essential Question*)

Pembelajaran dimulai dengan pertanyaan yang dapat membimbing siswa untuk menyelesaikan kegiatan.

- b. Mendesain Perencanaan Proyek (*Design a Plan for the Project*)

Perencanaan proyek dilakukan bertujuan untuk menentukan kegiatan dalam sebuah proyek, aktivitas proyek dilakukan supaya siswa bisa menjawab pertanyaan dasar dan mengetahui alat dan bahan yang

⁴³ Y Yamin et al., "Project Based Learning To Enhance Creative Thinking Skills of the Non-Science Students," *Jhss (Journal of Humanities and Social Studies)* 4, no. 2 (2020): 107–11, <https://doi.org/10.33751/jhss.v4i2.2450>.

⁴⁴ Dr. HM. Musfiqon, M.Pd, dan Nurdyansyah, S.Pd., *Pendekatan Pembelajaran Saintifik*, Cetakan Pertama (Sidoarjo: Nizamia Learning Center Sidoarjo, 2015). 136

diperlukan dalam mengerjakan sebuah proyek. Penelitian ini dilakukan secara kolaboratif antara guru dan siswa. Dengan demikian, siswa memiliki peran dan lebih bertanggung jawab atas proyek yang dikerjakan tersebut.

c. Menyusun Jadwal (*Create a Schedule*)

Penyusunan jadwal ini dilakukan secara baik-baik antara diskusi dan kerjasama antara guru dan siswa selama pelaksanaan proyek. Kegiatan dalam langkah ini meliputi:

1. membuat jadwal penyelesaian proyek,
2. menetapkan jadwal penyelesaian proyek,
3. mengarahkan siswa
4. melatih siswa ketika mereka tidak berhasil dalam proyek,
5. meminta siswa untuk menjelaskan (alasan) atas pilihan suatu metode.

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

Guru memonitoring proyek yang sedang berjalan, proses monitoring ini dapat dipermudah dengan membuat rubrik yang dapat merekam semua aktivitas yang dilakukan, hal ini dibuat supaya bisa menjadi penilaian selama proses pembelajaran.

e. Menguji Hasil (*Assess the Outcome*)

Penilaian hasil pengujian dari penyelesaian proyek siswa ini dapat membantu guru menilai apakah standar keberhasilan setiap siswa telah terpenuhi atau tidak. Pada tahap ini, guru juga memberikan umpan balik terhadap standar yang telah dicapai dan mempersiapkan strategi pembelajaran selanjutnya.

f. Mengevaluasi Pengalaman (*Evaluate the Experience*)

Guru dan siswa melakukan refleksi terhadap kegiatan yang dilaksanakan dan hasil proyek yang dikerjakan. Pada fase ini, siswa diminta untuk mengungkapkan perasaan dan pengalamannya selama menyelesaikan proyek. Guru dan siswa berdiskusi untuk meningkatkan efisiensi proses pembelajaran, sehingga pada akhirnya nanti akan ditemukan model pembelajaran baru yang mampu menjawab permasalahan dari tantangan globalisasi.

g. Peran Pendidik dan Peserta Didik

Peran pendidik ⁴⁵:

1. Merencanakan dan merancang pembelajaran,
2. mengembangkan strategi pembelajaran,
3. mengantisipasi interaksi guru-siswa,
4. menemukan siswa. keunikan,
5. mengevaluasi siswa secara transparan dan dengan penilaian yang berbeda, dan
6. menyusun portofolio karya siswa.

Peran peserta didik:

1. kemampuan bertanya dan berpikir,
2. melakukan penelitian sederhana,
3. mempelajari ide dan konsep baru,
4. mempelajari manajemen waktu yang baik,
5. terlibat. dalam kegiatan belajar sendiri/berkelompok,
6. menerapkan hasil belajar melalui kegiatan, dan
7. melakukan interaksi sosial (wawancara, survey, observasi, dll).

⁴⁵ Ibid., 138.

**c. Kelebihan dan Kekurangan Model Pembelajaran
*Project Based Learning (PjBL)***

Kendala/kekurangan didalamnya, antara lain yaitu ⁴⁶ :

1. Pembelajaran berbasis proyek membutuhkan banyak waktu untuk memecahkan masalah yang kompleks;
2. Banyak orang tua siswa yang merasa kurang setuju jika anak iyuran membeli alat dan bahan;
3. Banyak tenaga guru yang sudah terbiasa di kelas tradisional, berganti menjadi model proyek. Ini adalah transisi yang sulit, terutama bagi tenaga guru yang kurang atau belum menguasai teknologi;
4. Kesiapan siswa yang masih lemah, terutama keseriusan dalam merealisasikan proyek pembelajaran yang diberikan. Siswa belum dapat belajar secara mandiri atau dalam kelompok kecil.

Sedangkan keunggulannya seperti:⁴⁷

1. Meningkatkan pemecahan masalah,
2. Keterlibatan dan keberhasilan siswa dalam memecahkan masalah yang kompleks,
3. Pembelajaran siswa dan pengalaman praktis dalam mengorganisir proyek,
4. Mengalokasikan waktu dan sumber daya lainnya (misalnya, peralatan) untuk tugas,
5. Belajar dari pengalaman dimana siswa berpartisipasi dalam kompleksitas dan bertujuan untuk berkembang sesuai dengan dunia nyata.

⁴⁶ Ibid., 135.

⁴⁷ Priantari et al., "Improving Students Critical Thinking through STEAM-PjBL Learning." *Bioeducation Journal*, Vol.4, no.2(2020): 96-97, DOI: <https://doi.org/10.24036/bioedu.v4i2.283> p-ISSN

3. Pengertian *Computational Thinking Skills*

Faber mengatakan *Computational Thinking Skill* sebagai proses berpikir; mendeskripsikan suatu masalah, memecah suatu masalah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, merakit algoritma, menggeneralisasikan solusi masalah.⁴⁸ Menurut Wing, *Computational Thinking Skills* adalah keterampilan siswa yang diajarkan melalui keterampilan membaca, menulis, berhitung.⁴⁹ Menurut Dian *Computational Thinking Skills* dapat diterapkan di banyak materi mata pelajaran, guru dalam menjelaskan materi harus memberikan contoh dan praktek. Enam konsep yang diterapkan di sekolah-sekolah Inggris seperti (logika, algoritma, dekomposisi, model, abstraksi dan evaluasi). *Computational Thinking Skills* dapat dikembangkan melalui *Freedom of Learning Program* (FLP) yang merupakan salah satu wujud dari Pendidikan 4.0 di Indonesia.⁵⁰ Proses berpikir komputasi didalamnya harus merumuskan masalah sehingga solusinya dapat disajikan sebagai langkah dalam penyelesaian dimana hasil akhir dapat disajikan dalam bentuk implementasi.⁵¹

Berdasarkan pengertian diatas menurut para ahli maka dapat disimpulkan bahwa *Computational Thinking Skills* adalah suatu kemampuan yang dimiliki oleh seorang anak dimana didalamnya melibatkan cara berpikir untuk mencari

⁴⁸ Nurhopipah, Nugroho, and Suhaman, "Pembelajaran Pemrograman Berbasis Proyek Untuk Mengembangkan Kemampuan Computational Thinking Anak." *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, Vol.27, no.1,(2021): 7, DOI:<https://doi.org/10.24114/jpkm.v27i1.21291>

⁴⁹ Abd. Qohar Swasti Maharani, Toto Nusantara, Abdur Rahman As'ari, *Pemecahan Masalah Di Abad Ke-21*, ed. Elzra Melasevix Addy Septyawan, Iin Susilowati, Ebitya Fajar Subeqi (Madiun: Team WADE Publish Design, 2020), <https://www.researchgate.net/publication/347646698>.

⁵⁰ Aslina Saad and Suhaila Zainudin, "Belajar Dan Motivasi Tinjauan Pembelajaran Berbasis Proyek (PBL) Dan Komputasi," *Pembelajaran Dan Motivasi* 78, no. 101802 (2022): 3, <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2022.101802>.

⁵¹ Marcos Roman-gonz, Juan-carlos Perez-gonz, and Carmen Jim, "Komputer Dalam Perilaku Manusia Kemampuan Kognitif Apa Yang Mendasari Pemikiran Komputasional? Validitas Kriteria Tes Berpikir Komputasi," *Journal Elsevier*, 2016, 2, <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047> 0747-5632/©.

masalah dan solusinya menggunakan pemikiran komputasi seperti abstraksi, dekomposisi, abstraksi pola dan algoritma.

a. Komponen *Computational Thinking Skills*

Komponen dasar pemikiran komputasi juga menjadi sumber perbedaan di antara para peneliti. Komponen yang digunakan oleh peneliti yang berbeda disajikan pada tabel dibawah ini sebagai dasar analisis.⁵²

Tabel 2.1

Komponen *Computational Thinking Skills*

Komponen	Sumber
Abstraksi, Algoritma, Otomasi,	Barr & Stephenson
Dekomposisi Masalah, Paralelisasi, dan Simulasi	-
Abstraksi, Otomasi, Analisis	Lee et al. (2011)
Abstraksi, Berpikir Algoritmik, Dekomposisi, Evaluasi, Generalisasi	Selby & Woollard (2013)
Abstraksi, Algoritmik, Dekomposisi, Debugging, Generalisasi	Angeli et al. (2016)
Abstraksi, Algoritma, Otomasi, Dekomposisi Masalah, Generalisasi	Wing (2006, 2008, 2011)

Bagian komponen *Computational Thinking Skills* memang berbeda-beda, namun salah satu konsep yang mereka wakili sebagian besar memiliki inti yang sama dan dapat

⁵² Swasti Maharani, Toto Nusantara, Abdur Rahman As'ari, *Pemecahan Masalah Di Abad Ke-21.*, 25

digunakan terhadap seluruh bidang.⁵³ *Computational Thinking Skills* pada dasarnya adalah seperangkat keterampilan yang diperlukan untuk mengubah masalah di dunia nyata yang kompleks dan berantakan menjadi permasalahan yang mudah dipahami. Berikut ini unsur-unsur *Computational Thinking Skills*:

54

Tabel 2.2
Unsur-Unsur *Computational Thinking Skills*

No.	Unsur	Definisi
1.	Abstraksi (<i>Abstraction</i>)	Kemampuan untuk memutuskan berbagai informasi tentang suatu entitas/objek yang sudah diketahui kemudian disimpan dan untuk memutuskan informasi apa yang seharusnya diabaikan.
2.	Generalisasi (<i>Generalization</i>)	Kemampuan merumuskan suatu solusi yang dapat digunakan untuk pemecahan masalah
3.	Dekomposisi (<i>Decomposition</i>)	Kemampuan untuk memecahkan masalah yang kompleks menjadi bagian-bagian yang lebih kecil atau lebih sederhana yang lebih mudah dipahami atau dipecahkan
4.	Algoritma (<i>Algorithms</i>)	Kemampuan untuk merencanakan suatu tindakan/tahap demi tahap (<i>in-step</i>) untuk memecahkan suatu masalah
	<i>a. Sequencing</i>	Kemampuan untuk menempatkan suatu aktivitas atau proses dalam urutan yang

⁵³ Rima Aksen Cahdriyana and Rino Richardo, "Berpikir Komputasi Dalam Pembelajaran Matematika," *LITERASI (Jurnal Ilmu Pendidikan)* 11, no. 1 (2020): 50, [https://doi.org/10.21927/literasi.2020.11\(1\).50-56](https://doi.org/10.21927/literasi.2020.11(1).50-56).

⁵⁴ Wendy Huang, Shiao Wei Chan, and Chee Kit Looi, "Frame Shifting as a Challenge to Integrating Computational Thinking in Secondary Mathematics Education," *SIGCSE 2021 - Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 2021, 390–96, <https://doi.org/10.1145/3408877.3432400>.

		benar
	<i>b. Flow of control</i>	Kemampuan untuk mengurutkan urutan dimana perintah/tindakan di eksekusi
5.	Evaluasi (<i>Debugging</i>)	Kemampuan untuk mengidentifikasi, menghapus atau memperbaiki kesalahan dalam suatu tindakan atau aktivitas yang telah dikerjakan

b. Karakteristik *Computational Thinking Skills*

Karakteristik keterampilan yang terdapat dalam *Computational Thinking Skills* yang paling penting dan utama adalah:⁵⁵

- a. Merumuskan masalah sehingga orang dapat menggunakan computer atau alat lain untuk menyelesaikannya.
- b. Mengatur dan menganalisis informasi secara logis
- c. Representasi informasi melalui abstraksi seperti model dan simulasi;
- d. Mengotomatiskan solusi melalui pemikiran algoritmik (urutan langkah yang teratur);
- e. Mengidentifikasi, menganalisis, dan menerapkan solusi yang memungkinkan dengan tujuan menggabungkan sumber daya dan sumber daya dengan cara yang paling efektif dan efisien.
- f. Menggeneralisasi dan mentransfer proses pemecahan masalah ini ke banyak masalah.

c. Berpikir Komputasi di Kelas Sains

Pentingnya pemikiran komputasi sebagai tujuan pendidikan sains semakin diakui. *Computational Thinking*

⁵⁵ Swasti Maharani, Toto Nusantara, Abdur Rahman As'ari, *Pemecahan Masalah Di Abad Ke-21*.,45

Skills dalam konteks sains tidak hanya memberi siswa pandangan yang lebih otentik seperti yang dipraktikkan saat ini, tetapi juga dapat meningkatkan peluang untuk memperoleh pola pikir yang efektif dan keterampilan untuk berbagai karir. *Computational Thinking Skills* jika diterapkan dan dimasukkan ke dalam kurikulum dapat meningkatkan akses bagi semua peserta didik. Namun, ini tidak menjamin peserta didik akan termotivasi untuk berpartisipasi dalam kurikulum *Computational Thinking Skills*. Pengembangan praktik *Computational Thinking Skills* dalam konteks mata pelajaran IPA ini sangat efektif. Taksonomi dari *Computational Thinking Skills* terdiri dari empat praktik diantaranya yaitu: praktik data, pemodelan dan simulasi, pemecahan masalah komputasi, dan praktik berpikir sistem.⁵⁶

d. Hubungan Model *Project Based Learning* dengan *Computational Thinking Skills*

Computational Thinking Skills diidentifikasi sebagai proses berpikir untuk mendukung pemecahan masalah yang melibatkan proses berfikir, menciptakan solusi yang dapat dimodifikasi seperti model komputer berdasarkan pada data baru terutama pada pengujian dan koreksi kesalahan melalui simulasi untuk memberikan penjelasan fenomena yang sesuai secara ilmiah. Prinsip pembelajaran berbasis proyek memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk berpartisipasi dalam menyelesaikan permasalahan, berfokus pada pembelajaran dengan menggunakan ide dan praktik ilmiah di mana peserta didik dapat berkolaboratif mendefinisikan fenomena untuk membuat sebuah proyek kemudian diuji, dan disimpulkan sesuai pemahaman ilmiah mereka tentang hubungan dan proses fenomena tersebut.⁵⁷

⁵⁶ Ibid.50

⁵⁷ Shin, Bowers, and Krajcik, "Promoting computational thinking through project-based learning", *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*. 3, no. 5 (2021):1-15, <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00033-y>.

Pembelajaran dengan model *Project Based Learning* erat kaitannya dengan kemampuan *Computational Thinking Skills* hal ini terlihat pada sintak pembelajaran model *Project Based Learning* yang memiliki keterkaitan dengan indikator *Computational Thinking Skills* berikut ini.

Tabel 2.3

Hubungan Sintak PjBL dengan Indikator CT ⁵⁸

Sintak PjBL	Deskripsi Kegiatan	Indikator CT
Pembukaan pembelajaran	Guru memberikan pertanyaan mengenai materi yang akan dipelajari, peserta didik menjawab pertanyaan yang mereka ketahui	Abstraksi
Perumusan desain proyek	Peserta didik menguraikan persoalan yang diberikan dengan mendesain proyek yang akan dibuat	Dekomposisi
Menentukan jadwal pengerjaan proyek	Peserta didik diberi waktu untuk menentukan berapa lama proses pengerjaan hingga proyek selesai	Algoritma
Monitoring proyek	Guru melakukan monitoring, peserta didik membuat proyek sambil memahami proses pembuatan proyek yang	Abstraksi

⁵⁸ R D Azmi and S K Ummah, "Implementasi Project Based Learning Untuk Mengetahui Kemampuan Computational Thingking Mahasiswa," *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 5, no. 1 (2021): 55, <https://journal.iainlangsa.ac.id/index.php/qalasadi/article/view/2761>.

	berhubungan dengan materi yang dipelajari	
Pengujian proyek	Peserta didik mempresentasikan hasil proyek yang dibuat dengan menguji proyek kemudian peserta didik mulai mengumpulkan hasil pembahasan berdasarkan teori dan proyek nya.	Generalisasi pola
Evaluasi	Guru dan peserta didik mengevaluasi hasil kerja proyek yang dibuat, kemudian menarik kesimpulan dan juga melakukan refleksi terhadap aktivitas pembelajaran yang dilakukan.	Abstraksi

e. Materi Pelajaran Kelas XI IPA

1. Pengertian Hukum Termodinamika

Termodinamika adalah cabang ilmu fisika yang mempelajari energi (terutama energi panas) dan transformasinya. Konversi energi dalam termodinamika didasarkan pada hukum pertama termodinamika merupakan penjelasan lebih lanjut dari hukum kekekalan energi, dan hukum kedua termodinamika yang membatasi pelaksanaan suatu proses.⁵⁹

⁵⁹ Setya Nurachmandani, *Fisika 2 Untuk SMA/MA Kelas XI*, ed. Budi Wahyono (Jakarta: Pusat Perbukuan Dapertemen Pendidikan Nasional, 2009). 260

Hukum termodinamika merupakan hukum yang hebat dimana hukum termodinamika pertama menghubungkan usaha dan perpindahan kalor dengan perubahan energi internal system, dan pernyataan umum tentang konservasi energy. Sedangkan hukum termodinamika kedua mengekspresikan batas kemampuan untuk melakukan usaha yang bermanfaat, dan sering dinyatakan dengan istilah *entropi* yaitu ukuran ketidakteraturan.⁶⁰ Dalam termodinamika sering kita jumpai istilah kalor. Para ilmuwan menganggap panas sebagai cairan yang disebut kalori, yang mereka yakini dapat bergerak antar objek; oleh karena itu, mereka mendefinisikan kalor sebagai perubahan temperatur yang terjadi ketika suatu benda dipanaskan.⁶¹

Ilmuwan asal Amerika Benjamin Thomson, yang kemudian mengubah namanya menjadi Count Ranford, adalah orang pertama yang membuktikan bahwa kalor tidak dapat berubah menjadi materi. Saat mengebor meriam, saya perhatikan bahwa air yang digunakan untuk mendinginkannya terus mendidih, meskipun bornya sudah tumpul dan tidak memungkinkan untuk dibor lagi. Ia berkesimpulan bahwa gesekan antara air dan bor dapat menimbulkan panas. Artinya kalor adalah suatu bentuk energi, bukan zat cair seperti yang dipahami sebelumnya. Jumlah energi yang dibutuhkan untuk menaikkan 1 kg air dari 14,5°C menjadi 15,5°C disebut kalori (kal). Satuan energi dalam sistem satuan Amerika adalah British thermal unit (Btu), yang didefinisikan sebagai jumlah energi yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 pon air dari 63°F ke 64°F.

Sebagian besar ilmuwan yang menggunakan joule, satuan energi SI, untuk menggambarkan proses-proses

⁶⁰ Douglas C. Giancoli, *Fisika Prinsip dan Aplikasi Edisi Ketujuh Jilid 1*, ed. (Jakarta:Erlangga, 2014).511.

⁶¹ A Raymond Serwey and Jr Jewett, *Fisika Untuk Sains Dan Teknik* (Jakarta: Salemba Teknika, 2010). 39.

termal. Pada tahun 1850 Joule seorang ilmuwan ada yang berhasil menemukan kesetaraan kalor dan energi mekanik beliau kemudian mendefinisikan bahwa nilai kesetaraan antara kalor dan joule yaitu 1 kalori sama dengan 4,186 J.

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

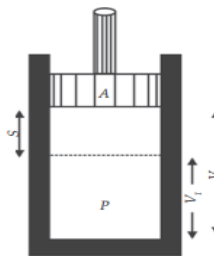
Persamaan ini kemudian dikenal sebagai ekuivalensi mekanik kalor.⁶²

2. Usaha pada Termodinamika

Energi dan usaha adalah suatu hal yang selalu berkaitan. Usaha merupakan hasil kali antara gaya dan perpindahan. Sekitar tahun 1850, James Prescott Joule melakukan percobaan untuk mengukur kesetaraan antara kalor dan energi mekanik. Berdasarkan percobaan tersebut diperoleh nilai antara kalori dan joule, yaitu 1 kalori setara dengan 4,18 joule atau 1 joule setara 0,24 kalori. Energi selalu berkaitan dengan usaha. Secara matematis ditulis sebagai berikut:

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

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



Gambar 3.1

Piston Percobaan Kalor dan Usaha

⁶² Ibid.,68-69

Pada gambar ini memperlihatkan penampang gas silinder yang didalamnya terdapat piston (penghisap). Piston ini dapat bergerak bebas naik turun. Jika luas piston A dan tekanan gas p , maka gas akan mendorong piston dengan gaya

$$F = p \times A.$$

Oleh karena itu, usaha yang dilakukan gas adalah sebagai berikut.⁶³

$$W = F \times s$$

Jika $F = p \times A$, maka

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

Jika $\Delta s = \frac{\Delta v}{A}$, Maka

$$W = P \times \Delta V \text{ atau } W = p (V2 - V1)$$

Keterangan:

W : usaha (J)

p : tekanan tetap (N/m²)

$V1$: volume awal (m³)

$V2$: volume akhir (m³)

Gas dalam ruang tertutup dapat mengalami beberapa proses yaitu proses isobarik, proses isothermal, proses isovolumetrik, dan proses adiabatik.

3. Hukum I Termodinamika

Hukum dasar pertama termodinamika adalah suatu persamaan kekekalan energi, yang menyatakan bahwa satu-satunya jenis perubahan dalam sistem adalah energy dalam E_{dalam} .⁶⁴ Hukum I termodinamika menyatakan bahwa “setiap proses apabila kalor (Q) diberikan kepada

⁶³ Setya Nurachmandani, *Setya Nurachmandani, Buku Sekolah Elektronik*, 2009.

⁶⁴ Serwey and Jewett, *Fisika Untuk Sains Dan Teknik*. 57

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:⁶⁵

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

Berdasarkan teori kinetik gas energi dalam (U) merupakan energi total molekul-molekul gas yang besarnya tergantung pada jumlah molekul (N) dan suhu mutlak gas (T). Sebelum lebih jauh peneliti membahas penerapan hukum pertama termodinamika, terlebih dahulu peneliti akan membahas beberapa proses termodinamika pada gas ideal. Gas ideal adalah gas yang terkandung dalam ruang tertutup, berikut beberapa proses yang terjadi pada gas ideal dalam termodinamika:

⁶⁵ Nurachmandani, Fisika 2 Untuk SMA/MA Kelas XI. 267

a. Proses Adiabatik

Proses adiabatik adalah proses dimana tidak memasukkan energi berupa kalor ke dalam atau keluar sistem, yang berarti $Q = 0$. Proses ini terjadi sangat cepat atau terjadi pada sistem yang terinsulasi dengan baik, sehingga tidak ada energi kalor yang berpindah antara sistem dan lingkungannya.⁶⁶

Pemuaian gas yang sangat cepat dalam mesin pembakaran internal merupakan salah satu contoh proses yang mendekati dengan proses adiabatik ini. Secara matematis ditulis sebagai berikut :⁶⁷

$$\Delta U = -W$$

Dimana :

U = perubahan energi dalam (Joule)

W = Usaha (Joule).

b. Proses isobarik

Proses isobarik adalah proses di mana gas berada pada tekanan konstan. Jika jumlah gas bertambah, gas yang bekerja (usaha yang positif) mengalami ekspansi. Pada saat yang sama, ketika volume gas berkurang, gas melakukan usaha (usaha bernilai negatif) dan mengalami kompresi.

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

Dengan P adalah tekanan konstan.⁶⁸

⁶⁶ David Halliday, Robert Resnick, and Jearl Walker, Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 1 (Jakarta: Erlangga, 2010). 52

⁶⁷ Douglas C. Giancoli, *Fisika Prinsip dan Aplikasi Edisi Ketujuh Jilid 1*, ed. (Jakarta: Erlangga, 2014). 513.

⁶⁸ Serwey and Jewett, Fisika Untuk Sains Dan Teknik. 59

c. Proses Isotermal

Proses isotermal adalah proses yang terjadi ketika gas berada pada suhu konstan. Karena suhunya tetap, kita dapat menggunakan persamaan $PV = nRT$ untuk proses isotermal.⁶⁹ 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 integralnya :

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

Untuk menghitung integralnya kita menggunakan

$$\int \left(\frac{dx}{x} \right) = \ln x$$

sehingga diperoleh persamaan:

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

Maka, berdasarkan hukum termodinamika pertama $\Delta U = Q - W = 0$, sehingga $W = Q$ usaha yang dilakukan oleh sebuah gas dalam proses isotermal sama dengan kalor yang telah ditambahkan pada gas.

d. Proses Isokhorik

Proses Isokhorik adalah suatu proses dimana volume gas tidak berubah atau dapat dikatakan volume gas tetap. jika volume sistem konstan, sistem

⁶⁹ Ibid. 60

tidak dapat melakukan usaha atau system tidak bekerja ($W=0$).⁷⁰ Maka persamaannya adalah:

$$\Delta U = Q$$

4. Hukum II Termodinamika

Hukum Kedua Termodinamika menyatakan bahwa kita tidak dapat membuat mesin panas yang bersirkulasi dan dengan jumlah usaha yang sama tidak menghasilkan efek lain selain energi reservoir dalam bentuk panas dan kinerja. Sehingga dapat dikatakan efisiensi mesin sebenarnya kurang dari 100%. Ini merupakan suatu bentuk Planck Kelvin dari hukum kedua termodinamika. Hukum dasar kedua termodinamika juga menjelaskan bahwa selama mesin kalor beroperasi, kerja yang dilakukan oleh mesin tidak pernah sama dengan energi yang diserap oleh mesin, atau sebagian energi dilepaskan ke lingkungan. Hukum ini dapat ditulis sebagai berikut:⁷¹

$$W_{mesin} = |Qh| - |Qc|$$

Dengan:

W_{mesin} = Usaha Mesin (Joule)

Qh = Energi yang diserap mesin (Joule)

Qc = Energi yang dilepas (Joule)

Hukum termodinamika kedua ini telah dinyatakan dengan berbagai cara dan semuanya ekuivalen. Salah satu pernyataan oleh R.J.E. Clausius (1822-1888) yaitu: ***“kalor dapat mengalir secara spontan dari benda panas ke benda dingin, kalor tidak akan mengalir secara spontan dari benda dingin ke benda panas.”***⁷²

⁷⁰ Halliday, Resnick, and Walker, Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 1. 529

⁷¹ Serwey and Jewett, Fisika Untuk Sains Dan Teknik.133

⁷² Douglas C. Giancoli, *Fisika Prinsip dan Aplikasi Edisi Ketujuh Jilid 1*, ed. (Jakarta:Erlangga, 2014).519.

Pernyataan ini berlaku pada salah satu proses tertentu dan tidak berlaku untuk proses yang lain. Hukum termodinamika kedua ini didasarkan pada mesin kalor, yaitu mesin yang mengubah energy termal menjadi energy mekanis seperti pada mesin uap dan juga mesin mobil.

5. Siklus Carnot

Ilmuwan Perancis Sadi Carnot (1796-1832) mempelajari karakteristik mesin ideal menurutnya Carnot adalah jumlah usaha maksimum yang mungkin untuk jumlah energi yang ditransfer ke suatu zat pada suhu tinggi itu. Teorema Carnot dapat dinyatakan sebagai: *“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.”*⁷³

Mesin kalor adalah suatu alat yang mengubah energi panas menjadi energi mekanik. Misalnya, di dalam mobil energi panas yang diperoleh dari pembakaran bahan bakar diubah menjadi energi gerak mobil. Kita tahu bahwa gas yang dikeluarkan dari knalpot mobil membawa panas. Tidak semua energi panas dapat diubah menjadi energi mekanik, tetapi energi dihasilkan selain energi mekanik. Mesin kalor merupakan salah satu penerapan dari hukum kedua termodinamika, jika digabungkan dapat dikatakan demikian, “mesin panas yang bekerja secara siklis tidak mungkin jika tidak menghasilkan efek lain selain menyerap panas dari tandon dan melakukan sejumlah usaha yang ekuivalen”.⁷⁴

Pada tahun 1824 insinyur Prancis Nicolas Leonardi Sadi Carnot memperkenalkan metode baru untuk meningkatkan efisiensi mesin berdasarkan siklus kerja.

⁷³ Ibid.139

⁷⁴ Dwi satya Palupi, Suharyanto, and Karyono, Fisika Untuk SMA Dan MA Kelas IX (Jakarta: Dapertemen Pendidikan Nasional, 2009).

Siklus Carnot merupakan dasar dari mesin ideal, yaitu mesin dengan efisiensi tertinggi, selanjutnya disebut sebagai mesin Carnot. Mengingat selama proses siklus Carnot, sistem menerima kalor Q_1 dari reservoir pada temperatur tinggi T_1 dan melepaskan kalor Q_2 dari reservoir pada temperatur rendah T_2 , sesuai dengan hukum pertama termodinamika, maka operasi system adalah sebagai berikut:⁷⁵

$$Q = \Delta U + W$$

$$Q_1 - Q_2 = 0 + W$$

$$W = Q_1 - Q_2$$

Siklus carnot berlaku hubungan :

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_2}{T_1}$$

sehingga efisiensi mesin carnot dapat dinyatakan sebagai berikut:

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

Keterangan :

η = Efisiensi mesin carnot

T_1 = suhu reservoir bersuhu tinggi (K)

T_2 = suhu reservoir bersuhu rendah (K).

6. Entropi

Entropi adalah ukuran jumlah energi atau panas yang tidak dapat diubah menjadi usaha. Entropi juga merupakan kuantitas termodinamika yang terkait dengan perubahan dalam keadaan sistem apa pun dari keadaan awal hingga keadaan akhir. Semakin tinggi entropi sistem,

⁷⁵ Nurachmandani, Fisika 2 Untuk SMA/MA Kelas XI. 274

semakin tidak teratur sistem tersebut.⁷⁶ Hubungan antara entropi dengan ilmu fisika dapat dilihat dari bunyi hukum kedua termodinamika sedangkan hubungan antara entropi dengan al-Qur'an sebagaimana tercantum dalam QS. Ayat 9 Ar-Rahman yang menjelaskan hubungan antara fenomena entropi dan ketidakteraturan atau ketidakseimbangan :

وَأَقِيمُوا الْوَزْنَ بِالْقِسْطِ وَلَا تُخْسِرُوا الْمِيزَانَ ﴿٩﴾

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

Surat ini memiliki korelasi dengan konsep termodinamika yang menjelaskan tentang keseimbangan. Jika dikaitkan dengan fenomena entropi, muncul nasehat penting bagi manusia, yaitu “jika segala sesuatu ingin seimbang, janganlah mengurangi atau menambah benda atau zat yang sudah seimbang karena akan menimbulkan ketidakseimbangan”. Jika dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari, kita melihat jika ada ketidakseimbangan yang berkisar dari ketidakseimbangan, kekacauan dan kehancuran. Contoh fenomena tersebut adalah banyaknya pembunuhan, perzinahan dimana-mana, semakin sedikit orang-orang mukmin, dan fitnah menyebar.

Melihat fenomena di atas, sangat jelas terlihat adanya ketidakteraturan atau entropi dalam sistem kehidupan ini. Fenomena ketidakteraturan dapat ditemukan dalam konsep termodinamika.⁷⁷ Entropi sistem yang mengalami proses reversibel sama dengan kalor yang diserap di dalam dan sekitar sistem (ΔQ) dibagi dengan suhu absolut sistem (T).

⁷⁶ 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>.

⁷⁷ *Ibid.*, 257

Perubahan entropi dilambangkan dengan ΔS , secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:⁷⁸

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

Kami berasumsi bahwa suhunya konstan karena prosesnya sangat kecil. Oleh karena itu, entropi adalah variabel keadaan. Perubahan entropi dari proses hanya bergantung pada titik akhir. Dengan demikian, perubahan entropi dari proses ireversibel dapat ditentukan dengan menghitung perubahan entropi dari proses reversibel yang sesuai dengan keadaan awal dan akhir yang sama. Untuk menghitung perubahan entropi dari proses akhir, kita harus memahami bahwa T biasanya tidak konstan. Jika dQ adalah energi yang dipindahkan dalam bentuk panas ketika beberapa proses reversibel terjadi dalam sistem antara keadaan awal dan akhir, yang sama dengan proses ireversibel, maka:

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

Jadi total perubahan entropi untuk satu siklus adalah:

⁷⁹

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

B. Kerangka Berfikir

Kerangka acuan teoretis adalah dasar dari seluruh proses penelitian. Kerangka berfikir mengembangkan teori terpadu yang menggambarkan dan menjelaskan hubungan antara variabel yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian. Kerangka konseptual yang baik menjelaskan secara teoritis antar variabel yang diteliti. Variabel yang dipertimbangkan dalam penelitian ini adalah variabel independen (bebas) dan dependen (terikat). Untuk variabel

⁷⁸ Ibid.,160

⁷⁹ Serwey and Jewett, Fisika Untuk Sains Dan Teknik. h. 15

bebas (X) dalam penelitian ini yaitu model pembelajaran *project based learning*, sedangkan variabel terikatnya (Y) adalah *computational thinking skills*.⁸⁰

Pada penelitian ini, peneliti membentuk dua kelompok kelas, yaitu kelas eksperimen menggunakan model *project based learning*, sedangkan pada kelas kontrol menggunakan model pembelajaran yang biasa digunakan di kelas oleh guru pengajar nya. Setelah terbentuknya dua kelompok, dilakukan pembelajaran langsung di kelas eksperimen dengan model *project based learning* yang meminta peserta didik untuk aktif dalam pembelajaran proyek dihubungkan dengan tahapan *computational thinking skills* seperti abstraksi, dekomposisi, algoritma, dan pengenalan pola pada materi hukum termodinamika. Hal ini karena *engineering* dalam materi termodinamika memunculkan pengetahuan dan keterampilan untuk mengaplikasikan pengetahuan termodinamika dan mendesain atau mengkontruksi mesin dan peralatan yang secara tidak langsung muncul dalam kehidupan sehari-hari. Berikut spesifik proyek yang akan dibuat:

1. Input

Peserta didik mendesain proyek yang akan dibuat seperti pada kelompok 1 membuat es krim corong, kelompok 2 membuat prototype kapal uap, kelompok 3 membuat proyek termos sederhana, dan kelompok 4 pembuatan pompa sederhana.

2. Proses

Maka proses yang harus dilakukan peserta didik adalah menghubungkan materi dalam proses pembuatan proyek yang telah di desain sesuai tahapan *computational thinking skills*, seperti kelompok 1 proses nya melalui hukum termodinamika I, kelompok 2 proses yang terjadi sesuai dengan materi proses isobarik, kelompok 3 sesuai proses adiabatik, dan kelompok 4 sesuai pada proses hukum termodinamika II.

⁸⁰ Prof. Dr. Eri Barlian. Ms, *Metodologi Penelitian Kualitatif & Kuantitatif* (Padang: Sukabina Press, 2016).

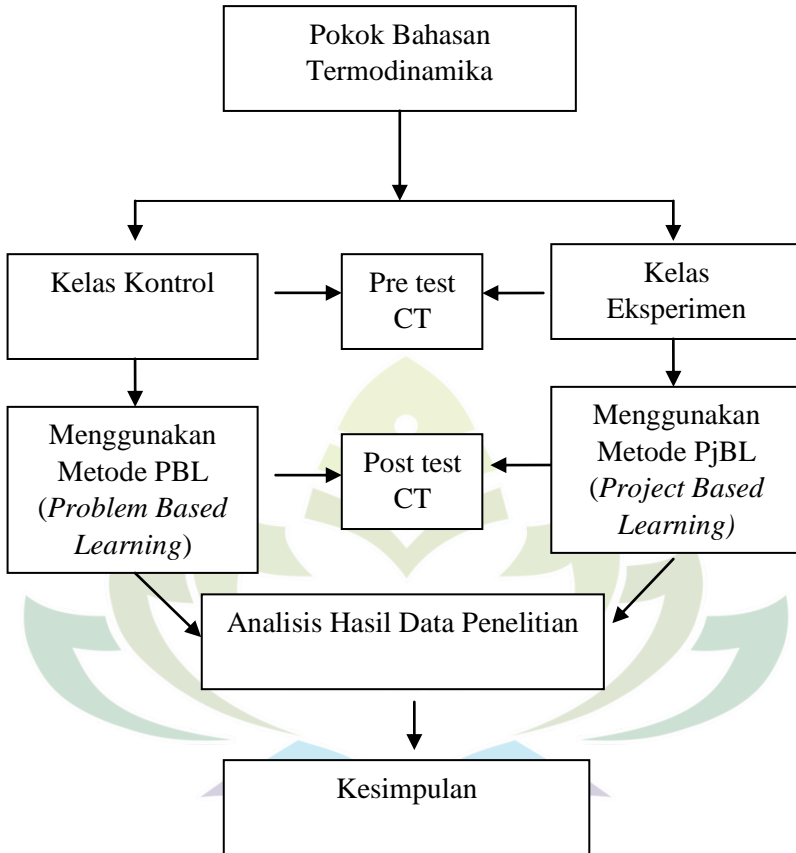
3. Output

Output yang diperoleh adalah proyek yang sudah dan siap untuk di presentasikan oleh peserta didik sesuai materi hukum termodinamika yang digunakan.⁸¹

Kelas kontrol yang menggunakan model *problem based learning* didampingi guru, peserta didik diminta untuk menyelesaikan masalah tapi tidak dengan proyek. Setelah pembelajaran selesai, langkah selanjutnya yaitu mengumpulkan masing-masing kelompok untuk dilakukan tes menggunakan soal essay guna melihat sejauh mana *computational thinking skills* peserta didik dengan kedua model pembelajaran tersebut. Berdasarkan uraian di atas, kerangka pemikiran dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:



⁸¹ Yue Yin et al., "Improving and Assessing Computational Thinking in Maker Activities : The Integration with Physics and Engineering Learning," 2019.



Gambar 3.2
Kerangka Berfikir

C. Pengajuan Hipotesis

Hipotesis adalah jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian, di mana rumusan masalah penelitian disajikan sebagai pertanyaan. Hal ini dinyatakan sementara karena jawaban yang diberikan hanya didasarkan pada teori yang relevan dan bukan fakta empiris yang diperoleh melalui pengumpulan data.⁸²

Berdasarkan pendapat di atas dapat diambil kesimpulan bahwa hipotesis adalah jawaban sementara dari permasalahan yang perlu diuji kebenarannya melalui analisis, oleh karena itu hipotesis yang diajukan oleh peneliti dari penelitian yang berjudul “Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning*) terhadap *Computational Thinking Skills* adalah:

1. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan deskripsi teoritik yang telah diuraikan sebelumnya, dapat dirumuskan hipotesis sebagai berikut *computational thinking skills* peserta didik yang dalam penerapannya menggunakan model pembelajaran *project based learning* lebih baik daripada *computational thinking skills* peserta didik menggunakan model pembelajaran konvensional.

2. Hipotesis Statistik

Hipotesis statistik dapat diasumsikan ketika terdapat sampel dalam suatu penelitian, jadi hipotesis statistik dalam penelitian ini adalah :

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ Tidak terdapat pengaruh model pembelajaran *project based learning* terhadap *Computational thinking skills*.

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ Terdapat pengaruh model pembelajaran *project based learning* terhadap *computational thinking skills*.

⁸² Wina Sanjaya, *Penelitian Pendidikan Jenis, Metode Dan Prosedur* (Jakarta: Kencana, 2013).H.196

Keterangan:

- H_0 : Hipotesis nol, tidak ada pengaruh model pembelajaran *project based learning* terhadap *computational thinking skills* peserta didik
- H_1 : Hipotesis alternatif, model pembelajaran *project based learning* terhadap *computational thinking skills* peserta didik.
- μ_1 : Nilai rata-rata setelah menggunakan model pembelajaran *project based learning* terhadap *computational thinking skills* peserta didik.
- μ_2 : Nilai rata-rata setelah menggunakan model pembelajaran konvensional.



DAFTAR RUJUKAN

- Anggraini, Putri Dewi, and Siti Sri Wulandari. "Analisis Penggunaan Model Pembelajaran Project Based Learning Dalam Peningkatan Keaktifan Siswa." *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)* 9, no. 2 (2020): 292–99. <https://doi.org/10.26740/jpap.v9n2.p292-299>.
- Ansori, Miksan. "Pemikiran Komputasi (Computational Thinking) Dalam Pemecahan Masalah." *Dirasah : Jurnal Studi Ilmu Dan Manajemen Pendidikan Islam* 3, no. 1 (2020): 111–26. <https://doi.org/10.29062/dirasah.v3i1.83>.
- 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>.
- Bagiyono. "Analisis Tingkat Kesukaran Dan Daya Pembeda Sial Ujian Pelatihan Radiografi Tingkat 1." *Widyanuklida* 16, no. No. 1 (2017): 1–12. http://reponkm.batan.go.id/140/1/05_analisis_tingkat_kesukaran.pdf.
- Cahdriyana, Rima Aksan, and Rino Richardo. "Berpikir Komputasi Dalam Pembelajaran Matematika." *LITERASI (Jurnal Ilmu Pendidikan)* 11, no. 1 (2020): 50. [https://doi.org/10.21927/literasi.2020.11\(1\).50-56](https://doi.org/10.21927/literasi.2020.11(1).50-56).
- 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>.
- Diaz-Lauzurica, Belkis, and David Moreno-Salinas. "Computational Thinking and Robotics: A Teaching Experience in Compulsory Secondary Education with Students with High Degree of Apathy and Demotivation." *Sustainability (Switzerland)* 11, no. 18 (2019): 1–21. <https://doi.org/10.3390/su11185109>.

- Diaz Lauzurica, Belkis, and David Moreno-Salinas. "Computational Thinking and Robotics: A Teaching Experience in Compulsory Secondary Education with Students with High Degree of Apathy and Demotivation." *Sustainability (Switzerland)* 11, no. 18 (2019): 1–21. <https://doi.org/10.3390/su11185109>.
- Dr. Garaika Darmanah, S.E., MM. *Metodologi Penelitian*. Edited by Tim Hira Tech and Penerbit. 2019th ed. CV. HIRA TECH, 2017.
- Dr. HM. Musfiqon, M.Pd, dan Nurdyansyah, S.Pd., M.Pd. *Pendekatan Pembelajaran Sainifik*. Cetakan Pe. Sidoarjo: Nizamia Learning Center Sidoarjo, 2015.
- Dr.H.Rostina Sundaya, M.Pd. *Statistika Penelitian Pendidikan*. Bandung: ALFABETA, 2018.
- Eviyanti, Yuniza, Edy Surya, and Edi Syahputra. "Meningkatkan Matematika Siswa Kemampuan Pemecahan Masalah Dengan Menerapkan Masalah Model Pembelajaran Berbasis Kelas VII SMPN 1 Banda Aceh Indonesia" 4, no. April (2017): 138–44.
- Fitriyah, Anis, and Shefa Dwijayanti Ramadani. "Pengaruh Pembelajaran Steam Berbasis Pjbl (Project-Based Learning) Terhadap Keterampilan." *Journal Of Chemistry And Education (JCAE)* X, no. 1 (2021): 209–26.
- Haatainen, Outi, and Maija Aksela. "Project-Based Learning in Integrated Science Education: Active Teachers' Perceptions and Practices." *Lumat* 9, no. 1 (2021): 149–73. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.9.1.1392>.
- Haerullah, Ade. "Model & Pendekatan Pembelajaran Inovatif (Teori Dan Aplikasi)," 2017, 221–23.
- Hanklang, Suda, and Suleegorn Sivasan. "Effectiveness of the Project-Based Learning Program on Thai Nursing Student Competency for Elderly Care in the Community." *Journal of Health Research* 35, no. 2 (2021): 132–46. <https://doi.org/10.1108/JHR-07-2019-0160>.
- Huang, Wendy, Shiau Wei Chan, and Chee Kit Looi. "Frame Shifting

as a Challenge to Integrating Computational Thinking in Secondary Mathematics Education.” *SIGCSE 2021 - Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 2021, 390–96. <https://doi.org/10.1145/3408877.3432400>.

Ismael, Nizwardi Jalinus, Rusnardi Rahmat Putra, Arfanda Anugrah Siregar. “Pembelajaran Berbasis Proyek Komputasi Pengembangan Produk Thinking (PBL-CT) Pada PT Kursus Pemrograman Mobile.” *Jurnal Psikologi Sekolah Positif* 2022, 6, no. 6 (2022): 2478–93.

Ismael, Nizwardi, and Dkk. “Pembelajaran Berbasis Proyek-Komputasi.” *Jurnal Psikologi Sekolah Positif* 6, no. 6 (2022): 2478–93. <http://journalppw.com>.

Komarudin, Laila Puspita, Suherman Suherman, and Isya Fauziyyah. “Analisis Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik Sekolah Dasar: Dampak Model Project Based Learning Model.” *DIDAKTIKA TAUHIDI: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar* 7, no. 1 (2020): 43. <https://doi.org/10.30997/dt.v7i1.1898>.

Lai, Xiaoyan, and Gary Ka wai Wong. “Collaborative versus Individual Problem Solving in Computational Thinking through Programming: A Meta-Analysis.” *British Journal of Educational Technology* 53, no. 1 (2022): 150–70. <https://doi.org/10.1111/bjet.13157>.

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): 1–8. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09803-w>.

Lestari, Ratna, and Yuni Sri Rahayu. “Validitas Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Berbasis Project Based Learning Materi Pertumbuhan Dan Perkembangan Untuk Melatih Keterampilan Ecopreneurship Peserta Didik Kelas XII SMA.” *Berkala Ilmiah*

- Pendidikan Biologi (BioEdu)* 9, no. 3 (2020): 516–24.
<https://doi.org/10.26740/bioedu.v9n3.p516-524>.
- Lopez-Jimenez, Modesto Perez-Sanchez dan P. Amparo, and Departemen. “Pembelajaran Berbasis Proyek Berkelanjutan Dalam Fluida Mata Kuliah Mekanika Dan Teknik Hidrolik Untuk Derajat Yang Berbeda,” 2020.
<https://doi.org/10.3390/cairan5020095>.
- Maharani, Swasti, Toto Nusantara, Abdur Rahman Asari, and Abd Qohar. *Computational Thinking Pemecahan Masalah Di Abad Ke-21 Critical Thinking View Project Teaching for Critical Thinking View Project*, 2020.
<https://www.researchgate.net/publication/347646698>.
- Makahinda, Tineke, and Patricia Mardiana Silangen. “Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Dengan Pendekatan STEM Pada Materi Hukum-Hukum Termodinamika.” *Journal Pendidikan Fisika* 3, no. 2 (2022): 80–86. <https://doi.org/10.53682/charmsains.v3i2.180>.
- Makkonen, Taina, Kirsi Tirri, and Jari Lavonen. “Engagement in Learning Physics Through Project-Based Learning: A Case Study of Gifted Finnish Upper-Secondary-Level Students.” *Journal of Advanced Academics* 32, no. 4 (2021): 501–32.
<https://doi.org/10.1177/1932202X211018644>.
- MS, Prof. Dr. Eri Barlian. *Metodologi Penelitian Kualitatif Dan Kuantitatif*. Padang: Sukabina Press, 2016.
- Ningsih, Sri Rahayu, Disman, Eeng Ahman, Suwatno, and Ari Riswanto. “Effectiveness of Using the Project-Based Learning Model in Improving Creative-Thinking Ability.” *Universal Journal of Educational Research* 8, no. 4 (2020): 1628–35.
<https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080456>.
- Nurachmandani, Setya. *Setya Nurachmandani. Buku Sekolah Elektronik*, 2009.
- Nurhopipah, Ade, Indra Alan Nugroho, and Jali Suhaman. “Pembelajaran Pemrograman Berbasis Proyek Untuk Mengembangkan Kemampuan Computational Thinking Anak.”

- Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 27, no. 1 (2021): 6.
<https://doi.org/10.24114/jpkm.v27i1.21291>.
- Priantari, Ika, Aulya Nandha Prafitasari, Dwi Retno Kusumawardhani, and Siti Susanti. "Improving Students Critical Thinking through STEAM-PjBL Learning." *Bioeducation Journal* 4, no. 2 (2020): 94–102.
<http://bioeducation.ppj.unp.ac.id/index.php/bioedu/article/view/283>.
- Ramadhani, Rahma, and Abdiyah Amudi. "Efektifitas Penggunaan Modul Matematika Dasar Pada Materi Bilangan Terhadap Hasil Belajar." *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika* 9, no. 1 (2020): 64.
<https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i1.2443>.
- Roman-gonz, Marcos, Juan-carlos Perez-gonz, and Carmen Jim. "Komputer Dalam Perilaku Manusia Kemampuan Kognitif Apa Yang Mendasari Pemikiran Komputasional? Validitas Kriteria Tes Berpikir Komputasi." *Journal Elsevier*, 2016, 1–14.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.0470747-5632/©>.
- Saad, Aslina, and Suhaila Zainudin. "Belajar Dan Motivasi Tinjauan Pembelajaran Berbasis Proyek (PBL) Dan Komputasi." *Pembelajaran Dan Motivasi* 78, no. 101802 (2022): 1–12.
<https://doi.org/10.1016/j.lmot.2022.101802>.
- Sanjaya, Wina. *Penelitian Pendidikan Jenis, Metode Dan Prosedur*. Jakarta: Kencana, 2013.
- 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>.
- Sharanappa Achappa, LRPatil, VSHombalimath, Shet, Anil R. "Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek (PBL) Pendekatan Kursus Laboratorium Bioinformatika." *Jurnal*

Transformasi Pendidikan Teknik India 33, no. eISSN 2394-1707 (2020): 247–52.

- Shin, Namsu, Jonathan Bowers, Joseph Krajcik, and Daniel Damelin. “Promoting Computational Thinking through Project-Based Learning.” *Shin et Al. Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research* 3:7 (2021): 1–15. <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00033-y>.
- Shin, Namsu, Jonathan Bowers, and Joseph Krajcik. “Mempromosikan Pemikiran Komputasional Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek.” *Shin et Al. Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research* 3, no. 7 (2021): 1–15. <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00033-y>.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2019.
- Sundayana, Rostina. *Statistika Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta, 2018.
- Suryana, Dadan. “Pengantar Statistika Pendidikan.” *CV Budi Utama; Yogyakarta*, 2018, 466.
- Susilawati, 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>.
- Swasti Maharani, Toto Nusantara, Abdur Rahman As‘ari, Abd. Qohar. *Pemecahan Masalah Di Abad Ke-21*. Edited by Elzra Melasevix Addy Septyawan, Iin Susilowati, Ebitya Fajar Subeqi. Madiun: Team WADE Publish Design, 2020. <https://www.researchgate.net/publication/347646698>.
- Syafiq, Muhammad, Hazwan Ruslana, Muhammad Roil Biladb, and Mohd Hilmi Nohc. “Pendidikan Untuk Insinyur Kimia Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek (IPBL) Terpadu Untuk Mahasiswa Teknik Kimia Tahun Pertama: Proyek Dongkrak Hidrolik DIY.” *Journal Pendidikan Untuk Insinyur Kimia Elsevier* 35, no. 2001 (2019): 54–62.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ece.2020.12.002>.

- Syahza, Almasdi, Universitas Riau, Zetra Putra, and Universitas Riau. "Penelitian Computational Thinking Dalam Pembelajaran Matematika." *Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika* 12, no. 1 (2023): 363–84. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i1.5860>.
- Usmadi. "Pengujian Persyaratan Analisis (Uji Homogenitas Dan Uji Normalitas)." *Jurnal Inovasi Pendidikan* 7, no. 1 (2020): 50–62.
- Wiyono, Ketang, and Sri Zakiyah. "Pendidikan Fisika Pada Era Revolusi Industri 4 . 0 Di Indonesia." *Seminar Nasional Pendidikan Program Studi Pendidikan Fisika* 1, no. 1 (2019): 1–14. <http://snpfmotogpe.ulm.ac.id/wp-content/uploads/2019/03/Artikel-Ketang-Wiyono.pdf>.
- Wulandari, Riska, and Dian Novita. "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Project Based Learning Pada Materi Asam Basa Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis." *Unesa Journal of Chemical Education* 7, no. 2 (2018): 129–35. <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/journal-of-chemical-education/article/view/23880>.
- Yamin, Y, Anna Permanasari, S Redjeki, and W Sopandi. "Project Based Learning To Enhance Creative Thinking Skills of the Non-Science Students." *Jhss (Journal of Humanities and Social Studies)* 4, no. 2 (2020): 107–11. <https://doi.org/10.33751/jhss.v4i2.2450>.
- Yin, Yue, Roxana Hadad, Xiaodan Tang, and Qiao Lin. "Improving and Assessing Computational Thinking in Maker Activities : The Integration with Physics and Engineering Learning," 2019.
- Yuberti, Antomi Saregar. *Pengantar Metodologi Penelitian Pendidikan Matematika Dan Sains*. bandar lampung: AURA, 2017.
- Yudhira, Ahmad. "Efektivitas Pembelajaran Daring Pada Masa Pandemi Covid-19: (Studi Komparasi Pembelajaran Luring Dan Daring Pada Mata Kuliah Pengantar Akuntansi Di Universitas

Tjut Nyak Dhien).” *Jurnal Ilmiah Akuntansi Keuangan Dan Bisnis* 2, no. 1 (2021): 1–10.

Yunita, Y., D. Juandi, Y. S. Kusumah, and S. Suhendra. “The Effectiveness of the Project-Based Learning (PjBL) Model in Students’ Mathematical Ability: A Systematic Literature Review.” *Journal of Physics: Conference Series* 1882, no. 1 (2021). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012080>.

