

IMPLEMENTASI MODEL PJBL-STEM DENGAN STRATEGI *DESIGN THINKING* UNTUK MENINGKATKAN *COMPUTATIONAL THINKING* PESERTA DIDIK SMA PADA TOPIK FLUIDA DINAMIS

(Skripsi)

Oleh

**NISTIYANI ANGGRAINI
NPM 2113022038**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF PjBL-STEM MODEL WITH DESIGN THINKING STRATEGY TO IMPROVE COMPUTATIONAL THINKING SKILLS OF HIGH SCHOOL STUDENTS ON THE TOPIC FLUIDS DYNAMIC

By

NISTIYANI ANGGRAINI

This study aims to analyze the effect of implementing the PjBL STEM model with the Design Thinking strategy on improving computational thinking skills on Dynamic Fluids. The method used is an experiment with a non-equivalent control group design implemented at SMAN 2 Negeri Besar. The research instrument is an essay test that measures students' computational thinking skills. The analysis results show that the N-gain in the experimental class reached 0.57 and the control class obtained an N-gain of 0.36 with both being in the moderate category. Hypothesis testing using the Independent Sample T-test produces a significance value of $0.000 < 0.05$, which indicates a significant difference in improving computational thinking skills between the two classes. In addition, the effect size test shows a partial eta square value of 0.558, which is categorized as high, so it can be concluded that the implementation of the PjBL STEM model with the Design Thinking strategy has a strong influence in improving students' computational thinking skills. These results show that this model is proven to be more effective than the Inquiry Learning model applied in the control class.

Keywords: Computational Thinking, Design Thinking, Fluid Dynamics, PjBL-STEM

ABSTRAK

IMPLEMENTASI MODEL PJBL-STEM DENGAN STRATEGI *DESIGN THINKING* UNTUK MENINGKATKAN *COMPUTATIONAL THINKING* PESERTA DIDIK SMA PADA TOPIK FLUIDA DINAMIS

Oleh

NISTIYANI ANGGRAINI

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan model PjBL-STEM dengan strategi *Design Thinking* terhadap peningkatan keterampilan *computational thinking* pada topik Fluida Dinamis. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan *desain non-equivalent control group design* yang dilaksanakan di SMAN 2 Negeri Besar. Instrumen penelitian berupa tes esai yang mengukur keterampilan *computational thinking* peserta didik. Hasil analisis menunjukkan bahwa *N-gain* pada kelas eksperimen mencapai 0,57 dan pada kelas kontrol memperoleh *N-gain* sebesar 0,36 dengan keduanya berada dalam kategori sedang. Uji hipotesis menggunakan Independent Sample T-test menghasilkan nilai signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$, yang mengindikasikan perbedaan signifikan dalam peningkatan keterampilan *computational thinking* antara kedua kelas. Selain itu, uji *effect size* menunjukkan nilai *partial eta square* sebesar 0,558, yang dikategorikan tinggi, sehingga dapat disimpulkan bahwa penerapan model PjBL-STEM dengan strategi *Design Thinking* memiliki pengaruh yang kuat dalam meningkatkan keterampilan *computational thinking* peserta didik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model ini terbukti lebih efektif dibandingkan model *Inquiry Learning* yang diterapkan di kelas kontrol.

Kata kunci: *Computational Thinking, Design Thinking, Fluida Dinamis PjBL-STEM*

IMPLEMENTASI MODEL PJBL-STEM DENGAN STRATEGI *DESIGN THINKING* UNTUK MENINGKATKAN *COMPUTATIONAL THINKING* PESERTA DIDIK SMA PADA TOPIK FLUIDA DINAMIS

Oleh

NISTIYANI ANGGRAINI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN**

Pada

**Program Studi Pendidikan Fisika
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi

**IMPLEMENTASI MODEL PJBL-STEM
DENGAN STRATEGI *DESIGN THINKING*
UNTUK MENINGKATKAN
COMPUTATIONAL THINKING PESERTA
DIDIK SMA PADA TOPIK FLUIDA
DINAMIS**

Nama Mahasiswa

NISTIYANI ANGGRAINI

Nomor Pokok Mahasiswa

2113022038

Program Studi

Pendidikan Fisika

Jurusan

Pendidikan MIPA

Fakultas

Keguruan dan Ilmu Pendidikan

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.

NIP 196812 101993 1 002

Dr. Fatkhur Rohman, M.Pd.

NIP 199107162024211011

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

Dr. Nurhanurawati, M.Pd.

NIP. 19670808 199103 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.

Sekretaris

Dr. Fatkhur Rohman, M.Pd.

Penguji

Bukan Pembimbing

Prof. Dr. Agus Suyatna, M. Si.

2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd.

NIP. 19870504 201404 1 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 11 April 2025

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nistiyani Anggraini
NPM : 2113022038
Progam Studi : Pendidikan Fisika
Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA
Alamat : SP 4C, Desa Sri Mulyo, Kec. Negara Batin,
Kab. Waykanan

Dengan ini menyatakan bahwa, dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.



Lampung, 11 April 2025

Nistiyani Anggraini
NPM 2113022038

RIWAYAT HIDUP

Nistiyani Anggraini lahir di Purwa Agung, Kecamatan Negara Batin, 6 Juni 2003 merupakan anak terakhir dari empat bersaudara dari Bapak Yanto dan Ibu Sri Handayani. Bertempat tinggal di Gang. Mangga, RT 04 Desa Air Kuang, Kecamatan Jebus, Kabupaten Bangka Barat, Provinsi Bangka Belitung. Penulis menyelesaikan pendidikan di TK. Aisyiyah Bustanul Athfal pada 2008 dan melanjutkan pendidikannya di SDN 1 Parit Tiga serta selesai pada tahun 2014 sebagai juara umum 1 dan peraih nilai US tertinggi mata pelajaran Bahasa Indonesia, lulus dari MTs Negeri 2 Bangka Barat pada 2017 sebagai kategori 3 besar peraih nilai UN tertinggi dan juara umum 1, dan pada 2018 mulai mengikuti program pembelajaran di MAN Insan Cendekia Bangka Tengah hingga sekarang. Ketika duduk dibangku sekolah menengah atas penulis aktif dalam beberapa organisasi, diantaranya MPK (Majelis Permusyawaratan Kelas) 2019/2020. Sampai penulisan karya tulis ini penulis masih terdaftar sebagai siswi kelas XII jurusan MIPA MAN Insan Cendekia Bangka Tengah

Selama menempuh pendidikan pada Program Studi Pendidikan Fisika pengalaman berorganisasi penulis yaitu, pernah aktif sebagai bendahara umum PIK-R RAYA Universitas Lampung tahun 2023 dan bergabung menjadi pengurus dari Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika (Almafika) sebagai anggota divisi kerohanian pada tahun 2021 dan menjadi anggota divisi soshum pada tahun 2023. Pada tahun 2024, Penulis melaksanakan program Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Kertosari, Kecamatan Tanjung Sari, Kabupaten Lampung Selatan dan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) di SMPN 1 Tanjung Sari.

MOTTO

"Jalanilah kehidupan di dunia ini tanpa membiarkan dunia hidup di dalam dirimu, karena ketika perahu berada di atas air, ia mampu berlayar dengan sempurna, tetapi ketika air masuk ke dalamnya, perahu itu tenggelam." - Ali bin Abi Thalib

"Sebanyak apapun orang lain berkata buruk padamu, anggaplah itu sebuah motivasi untukmu"
(Nistiyani Anggraini)

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat hidayah dan anugrah-Nya. Dengan kerendahan hati, kupersembahkan karya ini sebagai tanda bakti kasih tulus kepada:

1. Orang tua tersayang, Bapak Yanto dan Ibu Sri Handayani Atas segala doa, kasih sayang, pengorbanan, serta dukungan yang tiada henti dalam setiap langkahku. Terima kasih telah menjadi sumber semangat dan inspirasiku dalam menempuh pendidikan ini. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan kesehatan dan memberikan kesempatan saya untuk membahagiakan Bapak dan Ibu.
2. Kakak tersayang Kosnul Kotimah, S.Pd., Gr, Zainal Abidin, A.Ma.PGSD., dan Tri Setiawan Wahyu Pranoto, S.T.
3. Keluarga besar kedua orang tua
4. Keluarga besar Pendidikan Fisika Universitas Lampung
5. Almamater tercinta Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas nikmat dan karunia-Nya, penulis menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Implementasi Model Pjbl-STEM dengan Strategi *Design Thinking* untuk Meningkatkan *Computational Thinking* Peserta Didik SMA Pada Topik Fluida Dinamis” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Pendidikan di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.IPM. selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Albet Maydiantoro, S.Pd., M.Pd. selaku Dekan FKIP Universitas Lampung.
3. Ibu Dr. Nurhanurawati, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA dan sekaligus sebagai Pembahas yang selalu memberikan bimbingan dan saran atas perbaikan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Viyanti, M. Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika.
5. Bapak Prof. Dr. Abdurrahman, M. Si., selaku Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing I atas kesediaan dan keikhlasannya memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi yang diberikan selama penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Dr. Fatkhur Rohman, M.Pd. selaku Pembimbing II atas kesediaan dan keikhlasannya memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi yang diberikan selama penyusunan skripsi ini
7. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Program Studi Pendidikan Fisika dan Jurusan Pendidikan MIPA.
8. Ibu Nurul Islamiyah, S.Pd., selaku guru mata pelajaran fisika SMAN 2 Negeri Besar Waykanan yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian di sekolah.

9. Peserta didik SMAN 2 Negeri Besar khususnya kelas XI Saintek yang telah membantu lancarnya proses pembelajaran.
10. Sahabat perjuangan Ayuni Sri Wahyuningsih, Anjelika, Dea Anesta, Dhea Salsabilla Alsa, Asri Nurmelati Sari, Marifatus Soleha, Adelia, Rumaisha Hidayani yang sudah memberikan semangat dan motivasinya serta menemani selama menjalani pendidikan.
11. Sepupu tersayang Via Nur Rahayu yang telah menemani dan memotivasi dalam setiap perjalanan yang penulis lalui.
12. Teman-teman sekelas Bernoulli 21 B yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, terimakasih atas kebersamaannya.
13. Teman-teman angkatan Lup 21 yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, terimakasih atas kebersamaannya.
14. Keluarga Besar CABE (Club Akademik Pak Abe) 2021 Rosa Linda, Ayuni Sri Wahyuningsih, Leovi Permata Ayida, Salmah Sakinah, Ahmad Dafa Roza, Tiara Anraladila N., Adelia Dwi P., Anastasia Sekar Indah C., terimakasih atas kebersamaan dan dukungannya.
15. Keluarga Besar ALMAFIKA yang tidak bisa disebutkan satu per satu.
16. Keluarga Besar Kabinet Amerta PIK R RAYA Universitas Lampung yang tidak bisa disebutkan satu persatu terimakasih atas dukungan dan kebersamaannya selama penulis menempuh pendidikan.
17. Rekan-rekan KKN Desa Kertosari, Nanda Sastya Purwaningtyas, Bernadetta Retisa, Azizah Sapta Agustina, Chintya Shafa Nabila, Zahra Dzaki, Anwar Arya Dwipa E., Ilham Pratama yang telah selalu mendukung dan turut memotivasi penulis.
18. Keluarga Besar PMM 4 Nusantara yang tidak bisa disebutkann satu persatu.
19. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
20. Terima kasih kepada Nistiyani Anggraini yang telah berjuang, bertahan, dan terus melangkah melewati berbagai rintangan. Setiap usaha, tantangan, dan pengalaman yang dilalui adalah bagian dari perjalanan berharga. Semoga langkah ke depan semakin mantap, penuh keyakinan, dan membawa keberkahan serta kebahagiaan.

21. Seseorang yang tersayang dan selalu ada, dengan NIM 2102112011, terima kasih atas setiap dukungan, semangat, dan motivasi yang tak pernah henti diberikan. Kehadiranmu telah menjadi bagian penting dalam setiap perjalanan, menguatkan di saat sulit dan berbagi kebahagiaan di setiap pencapaian. Semoga segala kebaikan yang telah diberikan kembali padamu dalam bentuk kebahagiaan, kesuksesan, dan keberkahan di setiap langkah hidupmu.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat dan petunjuk-Nya kepada kita semua, serta membalas segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Harapannya, skripsi ini dapat memberikan manfaat di masa yang akan datang.

Bandar Lampung, 2025

Nistiyani Anggraini

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	7
1.2. Rumusan Masalah	7
1.3. Tujuan Penelitian.....	7
1.4. Manfaat Penelitian.....	7
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	8
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1. Kerangka Teoritis	9
2.1.1. Teori Belajar Konstruktivisme.....	9
2.1.2. Model Pembelajaran PjBL-STEM.....	10
2.1.3. <i>Design Thinking</i>	12
2.1.4. <i>Computational Thinking</i>	14
2.1.5. Pemetaan Materi Fluida Dinamis	16
2.2. Kerangka Pemikiran	17
2.3. Hipotesis Penelitian.....	20
III. METODE PENELITIAN	21
3.1 Pelaksanaan Penelitian	21
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian	21
3.3 Variabel Penelitian	21
3.4 Desain Penelitian	
Error! Bookmark not defined.	
3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	22
3.6 Instrumen Penelitian.....	24
3.7 Analisis Instrumen Penelitian.....	25
3.7.1 Uji Validitas Instrumen.....	25
3.7.2 Uji Reliabilitas Instrumen.....	26
3.8 Teknik Pengumpulan Data	27
3.9 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis	27
3.9.1 Analisis Data.....	27
3.9.2 Pengujian Hipotesis	29
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Hasil Penelitian.....	32
4.1.1 Hasil Uji Instrumen Penelitian.....	32
4.1.2 Pelaksanaan Penelitian.....	34
4.1.3 Data Kuantitatif Hasil Penelitian	40
4.1.4 <i>N-gain</i> Penguasaan Materi.....	42
4.1.5 Hasil Uji Normalitas <i>N-gain</i>	43

4.1.6 Hasil Uji Homogenitas <i>N-gain</i>	43
4.1.7 Hasil Uji Independent Simple T-Test <i>N-gain</i>	44
4.1.8 Hasil Uji ANCOVA dan <i>Effect Size</i>	44
4.2 Pembahasan	46
V. KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Simpulan.....	61
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN.....	69

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tahapan PjBL-STEM.....	11
2. Tahapan <i>Design Thinking</i>	13
3. Indikator <i>Computational Thinking</i>	15
4. Pemetaan Materi Fluida Dinamis.....	17
5. Tahap Pelaksanaan pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	23
6. Interpretasi Koefisien Korelasi	26
7. Kriteria <i>N-gain</i>	28
8. Interpretasi Effect Size dengan ANCOVA	31
9. Hasil Uji Validitas Instrumen <i>Computational Thinking</i>	33
10. Tahap Pelaksanaan pada Kelas Eksperimen	34
11. Tahap Pelaksanaan pada Kelas Kontrol.....	38
12. Data Hasil Pretest Keterampilan <i>Computational Thinking</i>	40
13. Data Hasil Posttest Keterampilan <i>Computational Thinking</i>	40
14. Analisis Butir Soal	41
15. Data Rata-rata <i>N-gain</i>	42
16. Hasil Uji Normalitas Data <i>N-gain</i>	43
17. Hasil Uji Homogenitas.....	43
18. Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test</i>	44
19. Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test</i> pada Variabel <i>Pretest</i>	45
20. Hasil Uji ANCOVA	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Kerangka Pemikiran.....	19
2. Desain Penelitian Quasi Experimental Design	22
3. Daerah Penerimaan dan Penolakan H_0	30
4. Grafik Hasil Rata-rata <i>N-gain</i> Keterampilan Computational Thinking	41
5. Grafik Ketercapaian Indikator Computational Thinking	42
6. Jenis-jenis Penyiraman Tanaman.....	51
7. Jawaban LKPD Peserta didik.....	52
8. Tahap Reasearch	52
9. Pembagian Kelompok	53
10. Monitoring 1 dan Monitoring 2	54
11. Desain Alat Penyiraman.....	54
12. Proses Pembuatan Produk	55
13. Uji Coba Produk.....	56
14. Presentasi Hasil Diskusi.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Penelitian Pendahuluan.....	70
2. Instrumen Wawancara dan Analisis Kebutuhan Pendidik	71
3. Surat Balasan dari SMAN 2 Negeri Besar	73
4. Surat Penelitian	74
5. Modul Ajar.....	75
6. Lembar Kerja Peserta didik.....	94
7. Soal Pretest dan Posttest	108
8. Rubrik Penilaian Pretest dan Posttest.....	122
9. Kunci Jawaban dan Rubrik Penilaian Soal Pretest dan Posttest	130
10. Hasil Uji Validitas Menggunakan SPSS Versi 23.0	144
11. Hasil Uji Realiabelitas Menggunakan SPSS Versi 23.0	147
12. Data Hasil Pretest dan Posttest Kelas Eksperimen dan Kontrol	147
13. Skor Pretest Kelas Eksperimen	149
14. Skor Posttest Kelas Eksperimen	150
15. Skor Pretest Kelas Kontrol.....	151
16. Skor Posttest Kelas Kontrol	152
17. Hasil Uji N-Gain Menggunakan SPSS Versi 23.0.....	153
18. Hasil Uji Normalitas Data N-Gain Menggunakan SPSS Versi 23.0	154
19. Hasil Uji Homogenitas N-Gain Menggunakan SPSS Versi 23.0	154
20. Hasil Uji Independent Sample T-test N-Gain Menggunakan SPSS Versi 23.0	154
21. Hasil Uji Normalitas Data Pretest Menggunakan SPSS Versi 23.0	156
22. Hasil Uji Homogenitas Data Pretest Menggunakan SPSS Versi 23.0	156
23. Hasil Uji Independent Sample T-test Variabel Pretest Menggunakan SPSS Versi 23.0.....	157
24. Hasil Uji ANCOVA dan Effect Size.....	158
25. Surat Balasan dari SMAN 2 Negeri Besar	159
26. Peserta Didik Sedang Melakukan Pretest	160
27. Peserta Didik Sedang Menjawab Pertanyaan Pemantik.....	160
28. Pemberian LKPD Kepada Peserta Didik	161
29. Peserta Didik Berdiskusi dengan Kelompok	161
30. Peserta Didik Melakukan Posttest.....	161

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebijakan pendidikan Indonesia terus mengalami perkembangan guna menjawab tantangan global dan kebutuhan masyarakat yang semakin kompleks. Salah satu kebijakan yang signifikan adalah penerapan Kurikulum Merdeka, yang mendorong pembelajaran lebih berpusat pada peserta didik dan berfokus pada pembentukan keterampilan yang relevan untuk kehidupan modern abad ke-21 (Ginanjar dkk., 2024). Pengembangan keterampilan abad ke-21 dalam konteks pendidikan saat ini menjadi suatu keharusan.

Keterampilan-keterampilan tersebut dikenal dengan istilah 4C, meliputi keterampilan berpikir kritis dan memecahkan masalah (*critical thinking and problem solving*), keterampilan bekerjasama dan kolaborasi (*collaborative and teamwork*), keterampilan berkomunikasi (*communication*), kreativitas dan inovasi (*creativity and innovation*). Pemahaman keterampilan ini akan membantu peserta didik dalam mengembangkan kualitas diri dalam menghadapi persaingan global (Taufiqurrahman, 2023).

Sehubungan dengan berkembangnya era digital, keterampilan 4C dinilai belum memadai dalam membekali peserta didik untuk mengatasi tantangan masa depan yang semakin kompleks. Keterampilan tambahan yang lebih adaptif dibutuhkan pada masa berbasis teknologi dalam mengantisipasi perkembangan digital. Oleh sebab itu, terdapat konsep keterampilan 6C yang memuat, komunikasi (*communication*), kolaborasi (*collaboration*), berpikir kritis (*critical thinking*), kreativitas (*creativity*), berpikir komputasi (*computational thinking*), dan keterampilan berempati (*compassion skills*) (Kembara dkk., 2022).

Keterampilan-keterampilan tersebut sangat penting pada masa yang ditandai dengan pesatnya perkembangan teknologi digital dan otomatisasi. Terutama dalam konteks pendidikan, dimana keterampilan ini berperan krusial guna membentuk peserta didik yang dapat bersaing dan menyesuaikan diri dengan perubahan cepat di dunia modern. Oleh sebab itu, peserta didik diharuskan mampu memecahkan masalah secara efisien dan inovatif (Mardhiyah dkk., 2021).

Sehubungan dengan konteks ini *computational thinking* (CT) hadir sebagai salah satu elemen utama dalam keterampilan 6C yang penting pada masa digital (Kusumawati & Achmad, 2022). Menurut Wing (2011) CT merupakan proses Model pemecahan masalah dengan melibatkan konsep-konsep ilmu komputer, perancangan sistem, dan pemahaman perilaku manusia dengan pendekatan algoritmik. Konsep ini menekankan pada keterampilan berpikir logis, analitis, dan sistematis yang bisa diterapkan dalam berbagai disiplin ilmu, termasuk sains, matematika, dan kehidupan sehari-hari (Safik, 2022). Data PISA 2018 mengindikasikan bahwa peserta didik di Indonesia mendapatkan skor rata-rata 379 dalam matematika, jauh di bawah rata-rata OECD yang mencapai 487, kemudian skor sains rata-rata peserta didik Indonesia mencapai 389, dibandingkan dengan rata-rata OECD yakni 489 (OECD, 2019).

Hasil PISA 2018 tersebut menjadi pemicu evaluasi pendidikan di Indonesia. Menteri Pendidikan dan Kebudayaan (Mendikbud) Nadiem Makarim, menegaskan bahwa akan menggunakan hasil tersebut sebagai salah satu bahan evaluasi untuk meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia (Zahid, 2020). Menariknya, PISA 2021 menjadi edisi pertama yang mengevaluasi keterampilan CT sebagai bagian dari sub-pengukuran bidang matematika (Zahid, 2020). Integrasi CT dalam kurikulum pendidikan Indonesia dilihat sebagai strategi yang menjanjikan untuk meningkatkan performa Indonesia dalam penilaian PISA, sehingga dapat memperkuat posisi pendidikan nasional di kancah internasional. Keterampilan ini juga bertujuan untuk membekali peserta didik dengan keterampilan CT yang diharapkan dapat

menjadi investasi jangka panjang guna membangun sumber daya manusia Indonesia yang adaptif dan kompetitif dalam persaingan global (Zahid, 2020). Mendikbud Nadiem Makarim juga berharap, bahwa keterampilan CT akan menjadi keterampilan dasar yang setara dengan keterampilan membaca, berhitung, dan menulis. Ia juga merencanakan CT sebagai salah satu keterampilan yang perlu dikuasai oleh pelajar Indonesia pada masa digital.

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikburistek) dalam rangka transformasi pendidikan mengeluarkan kebijakan dalam pengembangan Kurikulum Merdeka dengan tujuan untuk memulihkan pembelajaran setelah krisis pembelajaran yang berkepanjangan (Marifah, 2022). Adapun CT dalam karakteristik kurikulum merdeka terdapat dalam Lampiran Permendikbud Nomor 37 yang secara resmi dimuat istilah CT sebagai salah satu kompetensi dasar yang terdapat dalam mata pelajaran informatika, dimana menandai langkah konkret dalam penerapan CT pada sistem pendidikan di Indonesia (Zahid, 2020). Meskipun demikian, penerapan CT tidak hanya terbatas pada mata pelajaran informatika. CT juga dapat diintegrasikan dalam berbagai mata pelajaran lain, salah satunya fisika. Mata pelajaran ini dapat membantu peserta didik dalam menyelesaikan tantangan-tantangan ilmiah dengan lebih efektif (Juldial & Haryadi, 2024).

Meskipun kebijakan nasional telah menegaskan bahwa CT penting dan harus dimasukkan ke dalam mata pelajaran salah satunya fisika, masih terdapat beberapa masalah dalam penerapannya di tingkat sekolah. Hasil wawancara yang dilakukan di SMAN 2 Negeri Besar mengungkapkan perbedaan antara praktik lapangan dan kebijakan. Sebagai hasil dari wawancara yang dilakukan dengan pendidik bahwa aplikasi CT dalam pembelajaran sehari-hari terutama pada mata pelajaran fisika topik fluida dinamis masih terbatas. Penggunaan model pembelajaran pada SMAN 2 Negeri Besar masih menerapkan model yang lama telah terbukti efektif, seperti presentasi konsep diikuti dengan latihan soal dan pemecahan masalah dalam kelompok. Model ini memiliki banyak kelebihan, tetapi belum sepenuhnya mendukung pengembangan CT secara keseluruhan. Oleh karena itu, terdapat peluang untuk menggunakan

model pembelajaran yang lebih inovatif, seperti *Project-Based Learning* (PjBL) yang terintegrasi dengan STEM.

Studi yang dilakukan oleh Li & Oon (2024) menemukan bahwa integrasi penerapan *Project-Based Learning* (PjBL) terintegrasi STEM meningkatkan keterampilan CT peserta didik secara signifikan, terutama dalam hal abstraksi, pemodelan, simulasi, algoritmik, dan kolaborasi. Penelitian menunjukkan bahwa *Computational Thinking* (CT) dalam pendidikan STEM (CT-STEM) memiliki keterkaitan yang baik guna meningkatkan pembelajaran peserta didik salah satunya pada konten. Model PjBL juga membangun kerangka berpikir yang lebih terorganisir dan mendorong peserta didik untuk memecahkan masalah dan mendorong peningkatan kemampuan peserta didik dalam pembelajaran konseptual dan aplikatif (Astuti dkk., 2019). Model STEM juga bermanfaat membuat peserta didik menjadi terampil dalam menyelesaikan masalah, menjadi inovator yang mandiri, berpikir logis, dan paham teknologi (Toto, 2019).

Selain menerapkan model PjBL-STEM untuk meningkatkan CT, strategi pembelajaran yang efektif lainnya adalah *design thinking*. *Design thinking* sendiri merupakan strategi yang mengajarkan peserta didik untuk berpikir kritis dan kreatif dalam menyelesaikan masalah (Meishanti, 2020). Penelitian ini sejalan dengan studi Wang dkk., (2022) yang menunjukkan bahwa penerapan *design thinking* dalam meningkatkan keterampilan CT memungkinkan peserta didik untuk meningkatkan pemikiran logis dalam pemecahan masalah yang kompleks. Hal tersebut didukung dengan keterampilan CT yang menawarkan solusi dengan pola yang sistematis serta relevan dengan kehidupan sehari-hari. Sementara *design thinking* menyediakan langkah-langkah yang jelas dalam proses kreatif, seperti *empathy*, *define*, *ideate*, *prototype*, dan *test*. Penelitian Rabbani dkk. (2023) mendukung temuan ini dengan menyatakan bahwa, model PjBL-STEM yang menggabungkan strategi *design thinking* dapat secara efektif membantu peserta didik untuk menghasilkan solusi yang kreatif dalam menyelesaikan masalah di kehidupan sehari-hari, kemudian model ini terbukti pula dalam

meningkatkan keterampilan peserta didik dalam memanfaatkan berbagai disiplin ilmu dalam mengaplikasikan serta mengintegrasikan pengetahuan yang peserta didik peroleh. Salah satunya pada konsep abstrak seperti pada mata pelajaran fisika topik fluida dinamis.

Mata pelajaran fisika terutama pada topik fluida dinamis memiliki cakupan yang luas dan membutuhkan daya ingat dan pemahaman yang kuat. Penelitian oleh Nurjannah (2020), menyatakan bahwa hanya sekitar 25% peserta didik yang mencapai standar ketuntasan pada topik fluida dinamis. Hal ini sejalan dengan temuan wawancara yang menunjukkan bahwa peserta didik kesulitan memahami topik fluida dinamis pada mata pelajaran fisika, yang memiliki konsep abstrak dan kompleks. Materi ini juga sering dianggap sebagai salah satu topik yang sulit dalam pembelajaran fisika. Peserta didik sering mengalami kesulitan menerapkan rumus-rumus kompleks, yang berkontribusi pada hasil belajar yang rendah.

Keterampilan *computational thinking* (CT) menjadi sangat relevan dalam mengatasi tantangan ini. Kemampuan tersebut melatih peserta didik untuk memecah masalah kompleks menjadi bagian yang lebih sederhana, mengenali pola, dan menerapkan algoritma secara sistematis dalam pemecahan masalah fisika. Penelitian oleh Ifriyia dkk. (2022) menunjukkan bahwa penerapan CT dalam pembelajaran fisika berpotensi meningkatkan kualitas pembelajaran, pemahaman konsep, serta kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah peserta didik. Implementasi model *Project-Based Learning* berbasis STEM (PjBL-STEM) dengan strategi *design thinking* menjadi solusi efektif dalam pembelajaran fisika, khususnya pada topik fluida dinamis.

Model ini memungkinkan peserta didik memahami konsep melalui pengalaman interaktif. Kebaruan penelitian ini terletak pada penggabungan PjBL-STEM dengan *design thinking*, yang belum banyak diterapkan dalam pembelajaran fisika. Penelitian sebelumnya oleh Fitriyani dkk. (2020) meneliti implementasi model PjBL-STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Penelitian ini menekankan bagaimana PjBL-STEM

dapat membantu peserta didik mengembangkan keterampilan analitis dan pemecahan masalah pada materi bioteknologi. Sementara itu, penelitian oleh Lorensia dkk., (2024) menganalisis *scientific reasoning* siswa dalam pembelajaran fluida dinamis dengan model STEM-PjBL. Fokus penelitian tersebut adalah bagaimana peserta didik mengembangkan kemampuan bernalar secara ilmiah dalam memahami konsep fluida dinamis melalui pendekatan berbasis proyek.

Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual, tetapi juga mengembangkan keterampilan *computational thinking* (CT), yang penting di era digital. Melalui integrasi strategi *design thinking*, peserta didik tidak hanya diajak untuk memahami konsep fisika secara mendalam, tetapi juga dilatih untuk berpikir logis, sistematis, dan kreatif dalam menyelesaikan permasalahan.

Kombinasi metode PjBL-STEM dengan strategi *design thinking* menawarkan pendekatan inovatif untuk meningkatkan pemahaman peserta didik serta keterlibatannya dalam pembelajaran. Berdasarkan uraian latar belakang di atas, penelitian ini berjudul "Implementasi Model PjBL-STEM dengan Strategi *Design Thinking* untuk Meningkatkan *Computational Thinking* Peserta Didik SMA pada Topik Fluida Dinamis."

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, rumusan masalah pada penelitian ini adalah apakah implementasi model PjBL-STEM dengan startegi *design thinking* efektif dalam meningkatkan keterampilan *computational thinking* peserta didik SMA dalam memahami konsep fluida dinamis?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas keterampilan *computational thinking* peserta didik dengan pengimplementasian model PjBL-STEM dengan strategi *design thinking* dalam memahami konsep fluida dinamis.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi pendidik, penelitian ini dapat memberikan informasi dan pengetahuan baru dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran di kelas menggunakan model PjBL-STEM dengan strategi *design thinking* dalam memahami topik fluida dinamis.
2. Bagi peserta didik, penelitian ini dapat menambah wawasan dan pemahaman pada topik fluida dinamis serta meningkatkan keterampilan *computational thinking* peserta didik SMA dengan model PjBL-STEM dengan strategi *design thinking*.
3. Bagi peneliti, hasil penelitian ini memberikan pengetahuan dan tolak ukur terkait penerapan model PjBL-STEM dengan strategi *design thinking* untuk meningkatkan keterampilan *computational thinking* peserta didik SMA pada topik fluida dinamis, sehingga dapat menjadi dasar dan referensi peneliti selanjutnya yang ingin melakukan penelitian serupa.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini telah dilakukan pada salah satu sekolah negeri yaitu, SMAN 2 Negeri Besar
2. Model pembelajaran yang digunakan pada penelitian ini adalah model PjBL-STEM menurut Laboy-Rush (2010).
3. Penelitian ini menggunakan strategi pembelajaran *design thinking* menurut Plattner (2010), meliputi *empathy*, *define*, *ideation*, *prototype*, dan *test*.
4. Penelitian ini berfokus pada keterampilan *computational thinking* peserta didik SMA dengan menggunakan indikator menurut Wing (2011), meliputi *abstraction*, *algorithmic*, *problem decomposition*, *automation*, dan *generalization*,.
5. Materi yang digunakan pada proses pembelajaran adalah fluida dinamis kelas XI semester 1 pada fase F.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kerangka Teoritis

2.1.1. Teori Belajar Konstruktivisme

Teori konstruktivisme menekankan kepada individu yang membuat pengetahuan secara aktif dalam interaksi dengan lingkungannya. Anak-anak aktif berpartisipasi dalam proses pembelajaran, bukan menerima informasi. Proses ini melibatkan berbagai tahapan perkembangan kognitif anak, dimana pemahaman anak tentang konsep ilmiah dan abstrak semakin kompleks seiring bertambahnya usia (Piaget 1970). Konsep konstruktivisme merupakan berfokus pada bagaimana membantu peserta didik mengaktifkan diri dengan memberi kesempatan untuk memahami apa yang mereka pelajari dengan menerapkan ide-ide yang peserta didik ketahui ke dalam kehidupan sehari-hari (Suparlan, 2019).

Pemikiran peserta didik secara alami memperoleh dan membentuk pengetahuan, dengan kata lain peserta didik membentuk pengetahuan berdasarkan pengalaman peserta didik sesuai dengan karakteristik perkembangan intelektualnya (Saputro & Pakpahan, 2021). Interaksi sosial dan bahasa membentuk perkembangan kognitif anak-anak, dimana interaksi dan dialog dengan orang yang lebih berpengetahuan membentuk pemikiran anak-anak, terutama dalam *Zone of Proximal Development* (ZPD). ZPD adalah area dimana anak dapat menyelesaikan tugas dengan bantuan orang lain (Vygotsky, 1934).

Keterampilan untuk menyelesaikan masalah secara mandiri menunjukkan tingkat perkembangan aktual seseorang, sedangkan potensi individu terlihat dari keterampilan mereka untuk menyelesaikan tugas dan menyelesaikan masalah dengan bantuan orang dewasa atau teman sebaya yang lebih mampu (Alghadari dkk., 2022). Penelitian oleh Oktaviyani dkk. (2020) menunjukkan bahwa konstruktivisme mendukung pembelajaran melalui model PjBL-STEM, terutama dalam sintaks ditahap *discovery* dan *research*. Peserta didik dibagi menjadi beberapa kelompok untuk menyajikan solusi terhadap suatu masalah, berkolaborasi, dan membangun langkah-langkah dalam mengembangkan kemampuan peserta didik melalui proses perancangan. Peserta didik didorong untuk secara aktif mencari solusi atas permasalahan yang ada, sehingga peserta didik dapat membangun pemahaman yang mendalam tentang konsep yang dipelajari. Hal ini sejalan dengan pandangan Piaget dan Vygotsky yang menekankan pentingnya pengalaman langsung dan interaksi sosial dalam proses pembelajaran, dimana pengalaman tersebut tidak hanya memperkaya pengetahuan peserta didik, tetapi juga mengembangkan keterampilan sosial dan kolaboratif.

2.1.2. Model Pembelajaran PjBL-STEM

Project Based Learning (PjBL) merupakan model pembelajaran dimana proses pembelajaran difokuskan pada peserta didik dengan memberikan pengalaman belajar yang bermakna. Pengalaman belajar peserta didik dan pemahaman konsep dikembangkan melalui produk yang dihasilkan dalam proses pembelajaran berbasis proyek (Rahmania, 2021). PjBL merupakan sebuah model pembelajaran inovatif yang menekankan pada partisipasi peserta didik, dimana pendidik berperan sebagai fasilitator (Nurhopipah dkk., 2021). Pelaksanaan pembelajaran model PjBL dapat diintegrasikan dengan pendekatan lainnya, yaitu pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM).

STEM merupakan bidang ilmu yang saling berkaitan, dimana sains memanfaatkan matematika sebagai alat untuk analisis data, sementara teknologi dan teknik merupakan implementasi dari ilmu sains.

Pendekatan pembelajaran STEM diharapkan dapat menciptakan pembelajaran yang memiliki makna bagi peserta didik melalui integrasi pengetahuan, konsep, dan keterampilan secara terstruktur. Melalui pendekatan STEM, peserta didik diharapkan dapat mengembangkan keterampilan dalam memecahkan masalah, menjadi inovator, penemu, mandiri, berpikir logis, dan terampil dalam teknologi (Rahmania, 2021). Peserta didik diajak untuk melakukan eksplorasi pembelajaran sendiri dengan mengajukan pertanyaan berdasarkan rasa ingin tahu peserta didik. Pembelajaran PjBL-STEM juga melibatkan peserta didik dalam kelompok untuk menyelesaikan proyek yang menggabungkan ilmu pengetahuan, teknologi, teknik, dan matematika (Qadafi dkk., 2022). Tahapan PjBL-STEM dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan PjBL-STEM

Tahapan STEM (1)	Keterangan (2)
<i>Reflection</i>	Membawa peserta didik pada konteks permasalahan dan menggugah peserta didik untuk segera memulai penyelidikan.
<i>Research</i>	Memberikan pembelajaran dengan mengembangkan diskusi, memilih bacaan, atau metode lain dalam mengumpulkan sumber informasi yang relevan untuk membantu peserta didik agar dapat memecahkan masalah.
<i>Discovery</i>	Membagi peserta didik menjadi kelompok-kelompok kecil untuk memproses informasi dan menyajikan Solusi pemecahan masalah.
<i>Application</i>	Menguji produk/solusi yang telah dibuat dalam memecahkan masalah.
<i>Communication</i>	Menyajikan hasil proyek dengan melakukan komunikasi antar teman dan ruang lingkup kelas.

(Laboy-Rush, 2010)

PjBL dan STEM mempunyai keunggulan, yaitu model pembelajaran PjBL membuat peserta didik dapat menguasai konsep dengan menciptakan produk baru, pada pendekatan STEM peserta didik mampu melakukan proses perancangan, sehingga dapat menciptakan produk terbaik. Integrasi aspek-aspek tersebut berdampak positif pada proses pendidikan di sekolah, dengan hasil belajar peserta didik yang lebih baik dalam bidang sains dan teknologi.

2.1.3. *Design Thinking*

Design thinking merupakan metodologi berbasis solusi yang efektif untuk memecahkan masalah kompleks dengan pendekatan yang kreatif serta terstruktur (Riti dkk., 2021). Metode ini juga dapat melengkapi proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan dapat mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dan kreatif (Febriansari dkk., 2022). *Design thinking* merupakan fase berpikir yang melibatkan akal (*Head*), perasaan (*Heart*), dan keterampilan (*Hand*), dimana menghasilkan integrasi antara logika, imajinasi, intuisi, dan seni (Sajidan dkk., 2020). Metode ini bertujuan untuk meningkatkan inovasi dalam pemecahan masalah kontekstual dengan mengarahkan solusi pada kebutuhan. *Design thinking* dengan kata lain, mendorong peserta didik untuk menggunakan berbagai perspektif untuk membuat solusi kreatif. Peserta didik tidak hanya diajarkan bagaimana mengatasi tantangan dalam proses, tetapi peserta didik juga diajarkan untuk melihat masalah dari berbagai aspek, mempertanyakan asumsi yang ada, dan mempertimbangkan kemungkinan yang tidak terpikirkan. Hal ini mendorong peserta didik untuk belajar aktif dan membuat ide-ide baru.

Pemodelan dan analisis kelayakan yang tepat dapat membantu peserta didik menilai ide dengan lebih baik selama proses pemecahan masalah. Terlepas dari kenyataan bahwa peserta didik mungkin tidak selalu menilai setiap ide secara menyeluruh (Lin dkk., 2021). Strategi ini bukan hanya teknik untuk menemukan solusi, tetapi juga membantu menumbuhkan pola pikir ingin tahu dan keterampilan analitis peserta didik.

Penggabungan *design thinking* dengan PjBL-STEM sering melibatkan pembelajaran berbasis proyek, yang membawa perubahan pada cara pengajaran dan pembelajaran (Chang & Yen, 2023).

Penerapan ini juga terbukti membuat peserta didik menjadi lebih fokus guna memanfaatkan pengetahuan dalam berbagai disiplin ilmu (Henriksen dkk., 2020). Peserta didik menjadi terbantu dalam memunculkan ide-ide yang berguna untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari (Iskandar dkk., 2020). *Design thinking* merupakan strategi yang inovatif dalam pemecahan masalah dengan berfokus pada pemahaman mendalam terhadap kebutuhan dan perspektif. Strategi ini dirancang untuk membantu peserta didik dalam mengembangkan solusi yang kreatif dan efektif dengan memanfaatkan proses berpikir terstruktur. *Design thinking* melibatkan lima tahapan yang akan dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tahapan *Design Thinking*

Tahapan <i>Design Thinking</i>	Keterangan
<i>Empathy</i>	Mendapatkan pemahaman empatik dari masalah yang akan dipecahkan.
<i>Define</i>	Proses menentukan masalah yang dianggap paling penting untuk segera ditindaklanjuti.
<i>Ideate</i>	Terciptanya gagasan kreatif yang bisa muncul dari proses imajinasi atau penyempurnaan gagasan yang telah ada sebelumnya.
<i>Prototype</i>	Memvisualisasikan ide menjadi bentuk nyata (realisasi).
<i>Test</i>	Uji kelayakan <i>prototype</i>

(Plattner, 2018)

Design thinking merupakan strategi yang dapat meningkatkan proses pembelajaran dengan menerapkan pendekatan berbasis solusi yang kreatif dan terstruktur. Peserta didik dapat mengembangkan keterampilan memecahkan masalah kompleks, berinovasi, dan mengembangkan keterampilan kritis yang sangat penting.

2.1.4. Computational Thinking

Computational Thinking (CT) adalah keterampilan proses berpikir dalam memecahkan masalah kehidupan faktual dengan teori komputasi yang dimilikinya, ini menghasilkan keterampilan berpikir sangat baik untuk memecahkan masalah secara efektif, efisien, optimum dan cepat (Salehudin, 2023). Keterampilan CT dapat dilatihkan kepada peserta didik melalui pemberian permasalahan (soal-soal) bernuansa CT serta kontekstual. CT merupakan salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi yang dapat dilatih dan dikembangkan kepada peserta didik, sebagai strategi dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi melalui CT.

Banyak ahli berpendapat bahwa CT adalah kunci untuk mengatasi masalah yang semakin kompleks tantangan masa depan. Wing (2010) mengatakan bahwa CT tidak hanya tentang pemrograman atau keterampilan teknologi, tetapi lebih tentang keterampilan untuk berpikir secara sistematis, menganalisis masalah, dan menemukan solusi yang logis dan inovatif. CT memberi peserta didik keterampilan untuk menggunakan pemikiran berbasis desain dan penalaran matematis, serta berpikir pada berbagai tingkat abstraksi (Maharani, 2020). Hal ini berarti bahwa peserta didik diajarkan untuk melihat masalah dari berbagai sudut pandang. Membuat rencana penyelesaian yang terstruktur, dan menilai solusi terbaik berdasarkan pola yang terbentuk selama proses analisis. Berikut ini adalah indikator CT menurut Wing (2011) yang dijelaskan pada Tabel 3.

Tabel 3. Indikator *Computational Thinking*

Indikator Keterampilan <i>Computational Thinking</i>	Keterangan
<i>Abstraction</i>	Proses perancangan representasi dari masalah umum menjadi lebih mudah dipahami melalui pengurangan detail dan jumlah variabel yang tidak perlu, karena itu mengarah ke solusi yang lebih mudah.
<i>Algorithms</i>	Berpikir algoritma adalah proses penyusunan skema berurutan untuk memberikan solusi melalui langkah-langkah logis yang disusun secara sistematis agar penyelesaian masalah menjadi lebih efisien.
<i>Problem Decomposition</i>	Dekomposisi permasalahan adalah metode memecahkan suatu masalah yang kompleks menjadi sub-masalah yang sederhana agar dapat mudah dipahami. Metode ini juga dikenal sebagai “Mengurai dan Menyelesaikan”.
<i>Automation</i>	Otomasi adalah cara berpikir algoritma yang terbentuk berdasarkan komputasi dan teknologi agar diterapkan secara efisien untuk masalah lain.
<i>eneralization</i>	Generalisasi adalah proses merumuskan solusi atau algoritma yang diformulasikan ke dalam istilah umum guna memecahkan masalah, bahkan jika variabel yang terlibat berbeda.

(Wing, 2011)

CT mencakup keterampilan untuk merumuskan masalah dengan jelas, memecahnya menjadi bagian-bagian lebih kecil, dan merancang algoritma atau instruksi yang digunakan komputer untuk menyelesaikan masalah secara otomatis. Pola pikir ini sangat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari karena memungkinkan orang menganalisis keadaan, membuat keputusan yang lebih baik, dan membuat solusi yang dapat diterapkan dalam berbagai situasi, baik secara manual maupun menggunakan teknologi.

Menurut Cansu & Cansu (2019) keterampilan berpikir komputasi sangat penting untuk mengatasi masalah kompleks dengan mengubahnya menjadi masalah yang dapat diselesaikan tanpa bantuan manusia secara langsung.

Perlu dicatat bahwa beberapa aspek CT dapat dibangun tanpa memerlukan teknologi digital, menjadikannya keterampilan yang relevan di berbagai situasi.

2.1.5. Pemetaan Materi Fluida Dinamis

Pemilihan topik fluida dinamis didasarkan pada potensinya untuk mendorong peserta didik mengembangkan ide dan gagasan secara kreatif serta mengasah keterampilan pemecahan masalah. Melalui penerapan model PjBL-STEM yang dipadukan dengan strategi *design thinking*, peserta didik diharapkan dapat merancang dan membuat alat peraga atau proyek inovatif yang mempermudah pemahaman konsep fluida dinamis secara mendalam dan aplikatif.

Strategi tersebut bertujuan untuk meningkatkan keterampilan *computational thinking* peserta didik, yang merupakan kompetensi penting dalam menghadapi tantangan pembelajaran di era digital saat ini, dengan demikian penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kualitas pembelajaran fisika di tingkat SMA. Pemetaan materi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pemetaan Materi Fluida Dinamis

Tahapan STEM (1)	Keterangan (2)
<i>Science</i>	a. Faktual: Memahami cara kerja fluida dalam aliran air dari botol ke tanaman melalui gaya gravitasi dan tekanan. b. Konseptual: Mengaitkan prinsip Bernoulli dalam aliran air keluar dari botol bekas, dan mempelajari tekanan fluida dalam berbagai ketinggian. c. Prosedural: Menganalisis kecepatan aliran air dan bagaimana memodifikasi desain agar aliran konstan dan sesuai kebutuhan
<i>Technology</i>	a. Pemanfaatan sumber internet untuk mengumpulkan informasi tentang topik fluida. b. Menggunakan botol bekas sebagai alat penyiram sederhana yang ramah lingkungan.
<i>Engineering</i>	a. Merancang desain alat penyiram tanaman. b. Mengontrol aliran air dengan ukuran lubang yang tepat pada botol .
<i>Mathematics</i>	Menghitung kecepatan aliran air berdasarkan tinggi botol (menggunakan prinsip gravitasi dan debit aliran).

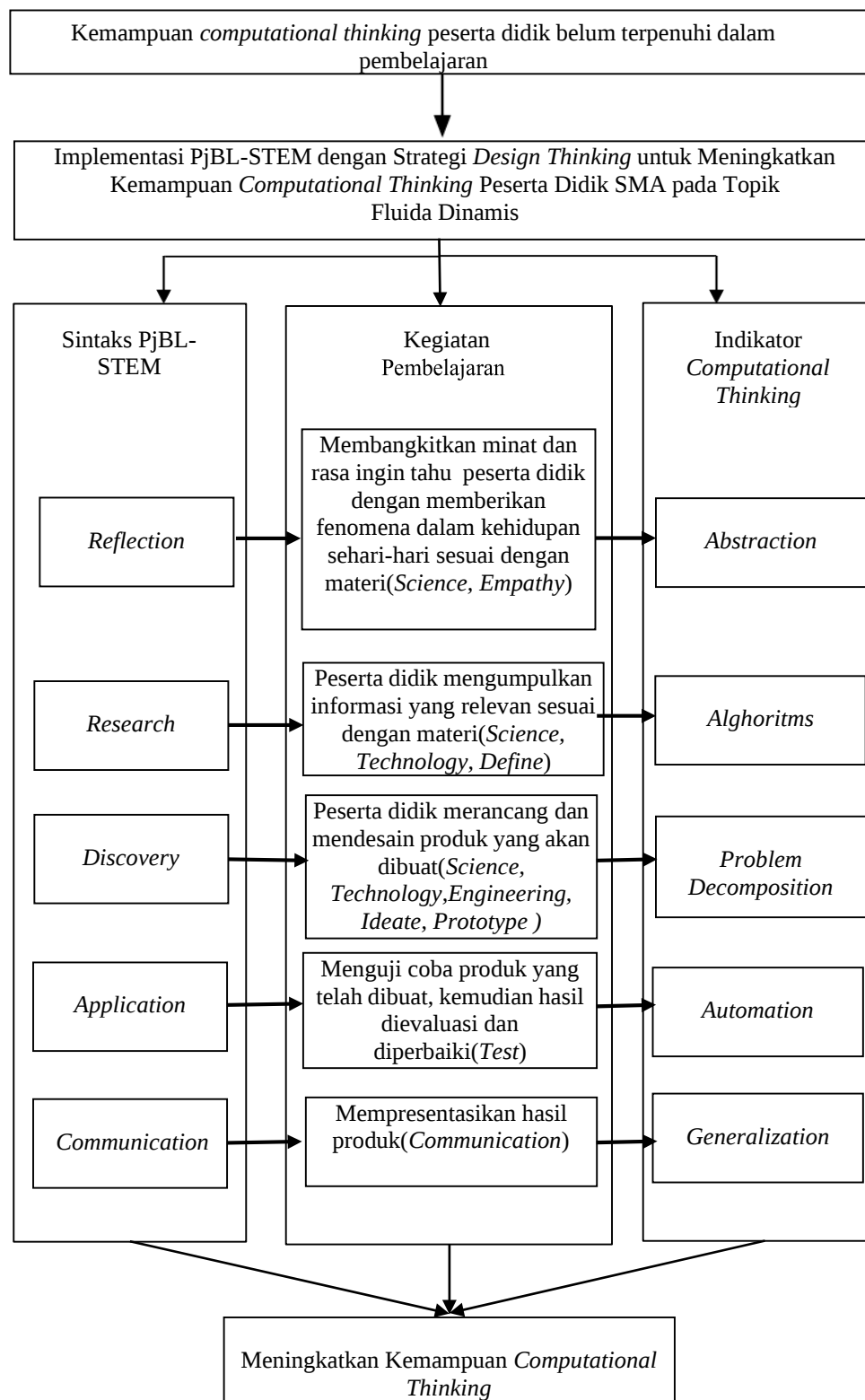
2.2. Kerangka Pemikiran

Berdasarkan latar belakang dan kajian teori yang telah disampaikan, saat ini peserta didik dituntut untuk menguasai pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan pada abad ke-21, salah satunya adalah keterampilan *Computational Thinking* (CT). Keterampilan CT adalah keterampilan dalam menyelesaikan masalah nyata menggunakan konsep-konsep komputasi, yang menghasilkan pemikiran yang efektif, efisien, dan optimal. Namun, faktanya didapatkan bahwa pada proses pembelajaran sains khususnya mata pelajaran fisika keterampilan CT belum sepenuhnya diterapkan. Penelitian ini bertujuan untuk menggali lebih dalam tentang implementasi model PjBL-STEM yang dipadukan dengan strategi *design thinking*. Penelitian ini akan mengeksplorasi bagaimana pendekatan tersebut dapat meningkatkan keterampilan CT peserta didik SMA. PjBL diharapkan memungkinkan peserta didik terlibat aktif dalam pembelajaran berbasis proyek yang relevan dengan kehidupan sehari-hari.

Pendekatan STEM mendorong integrasi berbagai disiplin ilmu, sementara strategi *design thinking* memperkuat kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah secara kreatif dan kolaboratif.

Melalui kerangka ini, peserta didik diharapkan mampu menerapkan pengetahuan dalam situasi praktis melalui proyek yang dirancang secara sistematis. Implementasi PjBL-STEM dengan strategi *design thinking* dalam pembelajaran fluida dinamis bertujuan untuk meningkatkan CT peserta didik. Proses pembelajaran diawali dengan *reflection*, di mana peserta didik diperkenalkan pada fenomena sehari-hari yang relevan untuk membangkitkan rasa ingin tahu serta mengembangkan keterampilan *abstraction*. Tahap *research* mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi dan menganalisis konsep fluida dinamis menggunakan keterampilan *algorithms*. Selanjutnya, dalam *discovery*, peserta didik merancang dan mendesain solusi dengan menerapkan *problem decomposition*, yaitu memecah masalah menjadi bagian yang lebih sederhana agar lebih mudah diselesaikan.

Tahap *application* melibatkan pengujian dan evaluasi produk dilakukan untuk meningkatkan efektivitas solusi serta mengembangkan keterampilan *automation*. Proses pembelajaran diakhiri dengan tahap *communication*, di mana peserta didik mempresentasikan hasil proyek dan mengasah keterampilan *generalization* dengan menerapkan konsep dalam berbagai konteks. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap fluida dinamis, tetapi juga melatih mereka berpikir logis, kreatif, dan sistematis dalam menyelesaikan masalah fisika secara nyata. Kolaborasi dan interaksi sosial dalam kelompok memperkaya pengalaman belajar serta mendukung pengembangan keterampilan CT secara lebih optimal. Penelitian ini diharapkan memberikan wawasan mengenai efektivitas model PjBL-STEM dengan pendekatan *design thinking* dalam menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan kontekstual. Struktur kerangka pemikiran penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Kerangka Pemikiran

2.3. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan landasan teori yang telah dikemukakan di atas, maka diajukan hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

H₀: Implementasi model PjBL-STEM dengan strategi *design thinking* tidak efektif dalam meningkatkan *computational thinking* peserta didik SMA topik fluida dinamis.

H₁: Implementasi model PjBL-STEM dengan strategi *design thinking* efektif dalam meningkatkan *computational thinking* peserta didik SMA topik fluida dinamis

III. METODE PENELITIAN

3.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2024/2025 di SMAN 2 Negeri Besar, yang beralamat di Desa Sribasuki, Kecamatan Negeri Besar, Kabupaten Waykanan, Provinsi Lampung.

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi pada penelitian ini seluruh peserta didik kelas XI SMAN 2 Negeri Besar semester genap pada tahun ajaran 2024/2025. Sampel dalam penelitian ini menggunakan dua kelas, yaitu kelas X1 saintek sebagai kelas eksperimen dan kelas XI soshum sebagai kelas kontrol. Penelitian ini menggunakan teknik *Purposives Sampling*, yang mengambil sampel berdasarkan pertimbangan atau standar tertentu.

3.3 Variabel Penelitian

Penelitian ini, ada dua variabel. Variabel bebas adalah PjBL yang menggabungkan strategi *design thinking* dengan STEM, dan variabel terikat adalah peningkatan keterampilan *computational thinking*.

3.4 Desain Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif eksperimen dan menggunakan metode *Quasi Experiment Design dengan Non - Equivalent Control Group Design* untuk mengukur keterampilan *Computational Thinking*.

Satu kelompok eksperimen diberi perlakuan tertentu dan kelompok lain dijadikan kelas kontrol (Creswell, 2023). Kelas eksperimen akan menggunakan model pembelajaran PjBL-STEM dengan strategi *design thinking*, sedangkan kelas kontrol menggunakan model pembelajaran *Inquiry Learning*. Desain penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.

Kelas Ekeperimen	O_1	X_1	O_2
Kelas Kontrol	O_3	X_2	O_4

Gambar 2. Desain Penelitian *Quasi Experimental Design*

Keterangan:

O_1 = *Pretest* Lembar Soal Tes Kelas Eksperimen

O_2 = *Posttest* Lembar Soal Tes dan Lembar Angket Eksperimen

O_3 = *Pretest* Lembar Soal Tes Kelas Kontrol

O_4 = *Posttest* Lembar Soal Tes dan Lembar Angket Kelas Kontrol

X_1 = *Treatment* Kelas Eksperimen

X_2 = *Treatment* Kelas Kontrol

3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian ini, terdapat beberapa tahapan yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap akhir.

1. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan kegiatan yang telah dilakukan, yaitu.

- a. Peneliti meminta izin untuk melakukan penelitian di SMAN 2 Negeri Besar

- b. Peneliti melakukan wawancara dengan guru fisika SMAN 2 Negeri Besar mengenai masalah yang dihadapi oleh peserta didik.
- c. Menentukan kelas yang digunakan untuk sampel penelitian.
- d. Peneliti mengkaji teori yang relevan dengan judul penelitian yang telah dilakukan.
- e. Peneliti merancang instrumen perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian yang digunakan dalam proses pelaksanaan penelitian.

2. Tahap pelaksanaan

Pada tahap pelaksanaan kegiatan yang telah dilakukan, yaitu dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tahap Pelaksanaan pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas Eksperimen (1)	Kelas Kontrol (2)
a. Mengukur keterampilan berpikir sistem awal peserta didik dengan memberikan <i>pretest</i> .	a. Mengukur keterampilan berpikir sistem awal peserta didik dengan memberikan <i>pretest</i> .
b. Memberikan perlakuan menggunakan pembelajaran PjBL-STEM.	b. Memberikan perlakuan menggunakan model <i>Inquiry Learning</i> .
c. Memberikan <i>posttest</i> kepada peserta didik untuk melihat keterampilan <i>Computational Thinking</i> peserta didik.	c. Memberikan <i>posttest</i> kepada peserta didik untuk melihat keterampilan <i>Computational Thinking</i> peserta didik.

3. Tahap akhir

Pada tahap akhir kegiatan yang telah dilakukan, yaitu.

- a. Mengolah data hasil tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*) peserta didik.
- b. Peneliti membandingkan hasil analisis data instrumen tes sebelum perlakuan dan setelah diberi perlakuan dengan menggunakan *N-gain* untuk menentukan seberapa besar peningkatan keterampilan *Computational Thinking* peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

- c. Memberikan kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh melalui langkah-langkah analisis data dan selanjutnya menyusun laporan penelitian.

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan untuk menjawab permasalahan penelitian ini sebagai berikut.

1. Instrumen Perangkat Pembelajaran

a. Modul Ajar

Modul ajar merupakan suatu perangkat pembelajaran yang digunakan guru pada kurikulum merdeka belajar sebagai acuan untuk melaksanakan pembelajaran. Modul ajar berisi tujuan pembelajaran yang jelas, materi tentang konsep fluida dinamis, serta langkah-langkah kegiatan pembelajaran. Modul ajar tidak hanya mengajarkan peserta didik mengenai teori, tetapi juga diajak untuk mengaitkan konsep-konsep tersebut dengan aplikasi dalam kehidupan sehari-hari.

b. LKPD

LKPD adalah bahan ajar yang digunakan guru untuk mendukung peserta didik dalam memahami materi yang diberikan. LKPD dirancang dengan berbagai aktivitas eksploratif yang mendorong peserta didik untuk melakukan eksperimen dan pengamatan terkait topik fluida dinamis. LKPD juga memuat pertanyaan reflektif untuk mengajak peserta didik berpikir kritis dan menganalisis data yang telah didapat selama eksperimen serta terdapat proyek yang mendorong peserta didik bekerja dalam kelompok untuk merancang solusi terhadap masalah yang berkaitan dengan topik fluida dinamis.

2. Instrumen Pengukuran

Instrumen penelitian yang telah digunakan dalam penelitian ini merupakan instrumen tes *Computational Thinking*, soal tes digunakan sebagai alat untuk mengukur keterampilan *Computational Thinking* peserta didik pada awal pembelajaran dan mengukur tingkat perubahan keterampilan peserta didik pada akhir pembelajaran. Soal tes yang digunakan berjumlah sepuluh soal uraian dimana, soal *pretest* dan *posttest* menggunakan soal yang sama.

3.7 Analisis Instrumen Penelitian

3.7.1 Uji Validitas Instrumen

Uji validitas dalam penelitian telah dilakukan untuk memastikan bahwa data dan instrumen yang digunakan harus valid. Pengujian validitas suatu instrumen menggunakan SPSS versi 23.0 metode *Pearson Correlation*, sebagai berikut

$$r = \frac{N\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{N\sum X^2 - (\sum X)^2(N\sum Y - (\sum Y)^2)}}$$

Keterangan:

r : koefisien korelasi pearson

N : banyak pasangan nilai X dan nilai Y

$\sum XY$: jumlah dari hasil kali nilai X dan nilai Y

$\sum X$: jumlah dari nilai X

$\sum Y$: jumlah dari nilai Y

$\sum X^2$: jumlah dari kuadrat nilai X

$\sum Y^2$: jumlah dari kuadrat nilai Y

Suatu instrumen dikatakan valid jika memiliki nilai koefisien korelasi (r) yang signifikan, yaitu jika $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ dengan taraf signifikan 0,05.

Jika $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ maka instrumen tersebut dikatakan valid, sedangkan jika $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka instrumen tersebut dikatakan tidak valid. Interpretasi mengenai besarnya validitas butir soal dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Interpretasi Koefisien Korelasi

Nilai r_{hitung}	Interpretasi Validitas
0,800 – 1,00	Sangat Tinggi
0,600 – 0,790	Tinggi
0,400 – 0,590	Sedang
0,200 – 0,390	Rendah
0,00 – 0,190	Sangat Rendah

(Arikunto, 2021)

3.7.2 Uji Reliabilitas Instrumen

Uji reliabilitas telah digunakan untuk melihat reliabel atau tidaknya instrumen atau alat ukur. Instrumen yang reliabel merupakan instrumen yang digunakan untuk mengukur objek yang sama beberapa kali dengan hasil data yang sama, untuk mencari reliabilitas instrumen dapat menggunakan rumus *alpha cronbach*, sebagai berikut.

$$r_{ii} = \left(\frac{k}{(k - 1)} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma^2}{\sigma^2_1} \right)$$

Keterangan:

r_{ii} : reliabilitas instrumen

K : jumlah butir pertanyaan

$\sum \sigma^2$: jumlah varians butir

σ^2_1 : varian total

Uji reliabilitas telah dilakukan agar dapat menunjukkan sejauh mana instrumen cukup dapat dipercaya untuk digunakan sebagai alat pengumpul data penelitian.

Menurut Dasar pengambilan keputusan dalam uji reliabilitas adalah sebagai berikut.

1. Apabila nilai *Cronbach's Alpha* $> 0,60$ maka instrumen dikatakan reliabel.
2. Apabila nilai *Cronbach's Alpha* $< 0,60$ maka instrumen dikatakan tidak reliabel

3.8 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data keterampilan *Computational Thinking* peserta didik telah dilakukan dengan cara diberikan tes di awal dan di akhir pembelajaran berupa *pretest* dan *posttest*. Tes ini diberikan kepada kelas eksperimen dan kelas kontrol, kemudian data yang diperoleh dari tes ini digunakan untuk mengukur *Computational Thinking* peserta didik. Rumus yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah:

$$\text{Nilai hasil belajar} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

3.9 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis

3.9.1 Analisis Data

1. Menghitung *N-gain*

Perhitungan *N-gain* telah digunakan untuk mengetahui peningkatan penggunaan suatu metode atau perlakuan (*treatment*). Perhitungan ini menghitung selisih antara nilai *pretest* dan nilai *posttest* sehingga peneliti dapat mengetahui penerapan suatu metode tertentu efektif atau tidak, untuk mengetahui hal tersebut menggunakan rumus sebagai berikut.

$$N\text{-}gain = \frac{\%Posttest - \%Pretest}{100 - \%Pretest}$$

Hasil perhitungan *N-gain* diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria seperti Tabel 7.

Tabel 7. Kriteria *N-gain*

Batasan	Kriteria
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

(Meltzer, 2002)

2. Uji Normalitas

Uji normalitas telah digunakan untuk menguji data yang berasal dari populasi telah berdistribusi normal atau tidak. Pengambilan data ini menggunakan metode *Shapiro Wilk* pada SPSS 23.0 dengan ketentuan sebagai berikut.

H_0 : Data berdistribusi secara normal

H_1 : Data tidak berdistribusi secara normal

Dasar pengambilan keputusan dalam uji normalitas *Shapiro Wilk* sebagai berikut.

1. Jika nilai Sig < 0,05 maka H_0 ditolak atau distribusi tersebut tidak normal
2. Jika nilai Sig > 0,05 maka H_0 diterima atau nilai distribusi tersebut dikatakan normal

3. Uji Homogenitas

Uji homogenitas telah digunakan untuk mengetahui variasi beberapa data dari populasi apakah varians yang dimiliki sama atau tidak. Uji homogenitas ini berfungsi dalam analisis komparatif, seperti uji *independent sample t-test*.

Uji homogenitas ini bukan syarat mutlak, meskipun varians data tidak homogen uji *independent sample t-test* masih dapat digunakan untuk menganalisis data penelitian dan pengambilan keputusan mengacu pada hasil *equal variance not assumed*. Dasar menurut Pramono dkk. (2021) berikut digunakan untuk pengambilan keputusan.

1. Apabila nilai $\text{sig} < 0,05$ maka varians dari dua atau lebih kelompok populasi data tidak homogen.
2. Apabila nilai $\text{sig} > 0,05$ maka varians dari dua atau lebih kelompok populasi data homogen.

3.9.2 Pengujian Hipotesis

1. Uji *Independent Sample T-Test*

Uji *Independent Sample T-Test* telah digunakan untuk mengetahui perbedaan rata-rata antara dua kelompok sampel yang tidak saling berhubungan (Ary dkk., 2010). Hipotesis diujikan dengan *Independent Sample T-Test* sebagai berikut.

- a. Rumusan hipotesis

H_0 : Tidak terdapat perbedaan keterampilan *computational thinking* peserta didik SMA pada topik fluida dinamis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

H_1 : Terdapat perbedaan keterampilan *computational thinking* peserta didik SMA pada topik fluida dinamis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- b. Dasar pengambilan keputusan dalam uji *Independent Sample T-Test*, jika nilai $\text{sig} \leq \alpha = 0,05$ maka H_0 ditolak, dan diterima jika nilai $\text{sig} > \alpha = 0,05$.

Interpretasi daerah penerimaan dan penolakan H_0 dapat dilihat pada pada Gambar 3.



Gambar 3. Daerah Penerimaan dan Penolakan H_0

- c. Apabila data tidak berdistribusi normal, maka akan dilakukan uji statistik non parametrik dengan menggunakan uji *mann-whitney*.

2. Uji *Effect Size* dengan ANCOVA

Effect size merupakan nilai yang menunjukkan seberapa besar pengaruh dari suatu variabel terhadap variabel lainnya dalam penelitian (Cohen, 2009). *Effect size* dapat dilakukan dengan *Analysis of Covariance* (ANCOVA) untuk mengetahui atau melihat pengaruh perlakuan terhadap variabel dependen berupa *posttest* dan dengan mengontrol variabel lain, yakni *pretest* (Shieh, 2023). Terdapat asumsi yang harus dipenuhi dalam ANCOVA, diantaranya:

- a. Data berdistribusi normal (uji normalitas)
- b. Variansi data dari kedua grup adalah homogen (uji homogenitas)
- c. Tidak ada hubungan antara kovariat dengan variabel independen atau variabel bebas (uji homogenitas regresi),
- d. Ada hubungan linier antara kovariat dengan variabel dependen atau variabel terikat (uji linieritas).

Adapun interpretasi *effect size* dengan ANCOVA disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Interpretasi *Effect Size* dengan ANCOVA

Nilai <i>Partial Eta Square</i> (1)	Interpretasi (2)
0,14	Besar
0,06	Sedang
0,001	Kecil

(Cohen, 2009)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran PjBL-STEM berbasis *Education for Sustainable Development* memiliki pengaruh positif terhadap peningkatan keterampilan *computational thinking* peserta didik. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata *N-gain* pada kelas eksperimen yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, yaitu sebesar 0,57 dengan kategori sedang, sedangkan kelas kontrol memperoleh *N-gain* sebesar 0,36 yang juga berada dalam kategori sedang. Meskipun kedua kelompok memiliki kategori *N-gain* yang sama, nilai *N-gain* yang lebih besar pada kelas eksperimen menunjukkan efektivitas model PjBL-STEM dalam meningkatkan keterampilan *computational thinking*. Selain itu, hasil analisis statistik menunjukkan nilai *partial eta square* sebesar 0,558, yang termasuk dalam kategori besar berdasarkan interpretasi *effect size*. Dengan demikian, implementasi model PjBL-STEM yang dikombinasikan dengan strategi *design thinking* terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan *computational thinking* peserta didik pada topik fluida dinamis.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan setelah melakukan penelitian yakni sebagai berikut.

1. Sebaiknya instrumen evaluasi dikembangkan dengan lebih beragam, misalnya menggunakan tes digital atau simulasi interaktif, agar

kemampuan *computational thinking* peserta didik dapat diukur dengan lebih akurat.

2. Akan lebih baik jika penelitian selanjutnya juga mengeksplorasi aspek kolaborasi dan kreativitas peserta didik. Pendekatan berbasis proyek yang melibatkan berbagai bidang bisa menjadi cara untuk memperkaya pengalaman belajar mereka.
3. Penelitian lanjutan sebaiknya dilakukan dengan cakupan yang lebih luas dan subjek yang lebih beragam untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif serta mengeksplorasi faktor-faktor lain yang dapat memengaruhi efektivitas model pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Alghadari, F., Sudirman, S., & Kurniasi, E. R. (2022). Keterlibatan berpikir peserta didik: Status “ada” dalam pembelajaran. *Eureka: Journal of Educational Research*, 1(1), 29–40.
- Angeli, C., & Giannakos, M. (2020). Computational thinking education: Issues and challenges. *Computers in Human Behavior*, 105, 106185.
- Arikunto, S. (2021). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan Edisi 3* (3 ed.). Jakarta: PT Bumi Aksara. 376 hlm.
- Ary, D., Jacobs, L. C., & Razavieh, A. (2010). *Introduction to Research in Education* (8th ed). Belmont: Wadsworth. 112 pages.
- Astuti, I. D., Toto, T., & Yulisma, L. (2019). Model Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Aktivitas Belajar Peserta didik. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 11(2), 93.
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is Involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48–54.
- Cansu, F. K., & Cansu, S. K. (2019). An Overview of Computational Thinking. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 3(1), 17–30.
- Chang, C.-C., & Yen, W.-H. (2023). The role of learning style in engineering design thinking via project-based STEM course. *Asia Pacific Journal of Education*, 43(4), 1125–1143.
- Cohen, J. (2009). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2. ed., reprint). New York: Psychology Press. 79 pages.

- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (Sixth edition, international student edition). Thousand Oaks: Sage. 45 pages.
- Ginanjar, D., Fokky, F., Mohamad, A., Bayu, B. M., Ari, M. R., & Hani, N. (2024). Perkembangan Kurikulum di Indonesia: Adaptasi terhadap Perubahan Zaman dan Kebutuhan Masyarakat. *Garuda: Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan Dan Filsafat*, 2(3), 296–306.
- Henriksen, D., Gretter, S., & Richardson, C. (2020). Design thinking and the practicing teacher: Addressing problems of practice in teacher education. *Teaching Education*, 31(2), 209–229.
- Iskandar, Sastradika, D., Jumadi, Pujiyanto, & Defrianti, D. (2020). Development of creative thinking skills through STEM-based instruction in senior high school student. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(4), 042043.
- Juldial, T. U. H., & Haryadi, R. (2024). Analisis Keterampilan Berpikir Komputasional dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Basicedu*, 8(1), 136–144.
- Kembara, M. D., Rozak, R. W. A., Maftuh, B., & Hadian, V. A. (2022). *Research Based Learning to Improve Students 6C Skills During the Pandemic: 4th Social and Humanities Research Symposium (SoRes 2021)*. Bandung: Atlantis Press. 107-111 pages.
- Kusumawati, E. R., & Achmad, S. (2022). Pelatihan computational thinking guru MI se-Kecamatan Pabelan, Kabupaten Semarang. *Penamas: Journal of Community Service*, 2(1), 18–28.
- Laboy-Rush, D. (2010). *Integrated STEM education through project-based learning*. Learning.com, 12(4), 1-12.
- Vygotsky, L. S. (1934). *Thinking and Speech*. New York: Plenum Press. 285 page.
- Lin, K.-Y., Wu, Y.-T., Hsu, Y.-T., & Williams, P. J. (2021). Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning to develop preservice technology teachers' engineering design thinking. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 1.
- Ling, L. S., & Yasin, R. M. (2022). Persepsi Guru Luar Bandar Terhadap Penerapan Design Thinking Dalam Pendidikan STEM. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 4(1), 488.
- Li, Z., & Oon, P. T. (2024). The transfer effect of computational thinking (CT)-STEM: A systematic literature review and meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 11(1), 44.

- Maharani, S., Mu'arif, A. N., & Andari, T. (2023). Computational Thinking: Vocational Students Abstraction in Solve the Geometric Pattern Problem. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 15(4).
- Maharani, S. N., Toto, As'ari, Rahman, A., & Qohar, A. (2020). *Computational thinking pemecahan masalah di abad ke-21*. Madiun: Perpustakaan Nasional. 2-10 hlm.
- Meishanti, O. P. Y. (2020). Project Based Learning Berbasis Stem Design Thinking Process Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mahapeserta didik Pendidikan Biologi Pada Matakuliah Biologi Umum. *EDUSCOPE: Jurnal Pendidikan, Pembelajaran, dan Teknologi*, 5(2), 40–54.
- Meltzer, D. E. (2002). The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: A possible “hidden variable” in diagnostic pretest scores. *American Journal of Physics*, 70(12), 1259–1268.
- Mardhiyah R. H., Aldriani, S. N. F., Febyana C., & Zulfikar, M. R. (2021). Pentingnya Keterampilan Belajar di Abad 21 sebagai Tuntutan dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia. *Lectura : Jurnal Pendidikan*, 12(1), 29–40.
- Marifah, S. N. (2022). Systematic Literatur Review : Integrasi Computational Thinking dalam Kurikulum Sekolah Dasar Di Indonesia. *Creative of Learning Student Elementary*, 5(5), 929.
- Monika, P. S., Suharno, S., & Rahmasari, L. (2023). Effectiveness of Science Technology Engineering Mathematics Problem Based Learning (STEM PBL) and Science Technology Engineering Mathematics Project Based Learning (STEM PjBL) to Improve Critical Thinking Ability. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 9593–9599.
- Nurhopipah, A., Nugroho, I. A., & Suhaman, J. (2021). Pembelajaran Pemrograman Berbasis Proyek Untuk Mengembangkan Keterampilan Computational Thinking Anak. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 27(1), 6.
- Nurjanah, A., Chairunnisya, S., Sulistiani, & Azizah, M. (2023). Design Thinking Strategy Integrated PjBL-STEM in Learning Program: Need Analysis to Stimulate Creative Problem-Solving Skills on Renewable Energy Topic. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 9776–9783.
- Nurjannah. (2020). Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Materi Fluida Dinamis Melalui Metode Eksperimen Pada Peserta didik Kelas XI MIPA 1 SMA Negeri 2 Sigli Tahun Pelajaran 2019/2020. *Jurnal Real Riset*, 2(2), 10
- OECD (Ed.). (2019). *What students know and can do*. OECD Publishing.

- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child* (D. Coltman, Penerj.). New York: Orion Press. 186 pages.
- Plattner, H. (2018). *An introduction to Design Thinking*. Stanford: Institute of Design at Stanford. 86 pages.
- Pramono, A., Tama, T. J. L., & Waluyo, T. (2021). Analisis Arus Tiga Fasa Daya 197 Kva Dengan Menggunakan Metode Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov. *Jurnal RESISTOR (Rekayasa Sistem Komputer)*, 4(2), 213–216. <https://doi.org/10.31598/jurnalresistor.v4i2.696>
- Putri, I. A. T., Sari, M., Siregar, Siregar, R. (2024). Studi Literatur: Pentingnya Berpikir Komputasional dalam Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Matematis Peserta Didik. *Bilangan : Jurnal Ilmiah Matematika, Kebumihan Dan Angkasa*, 2(2), 23–33.
- Qadafi M., Hastuti, A., & Jamaluddin. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEM Pada Mata Pelajaran Fisika Untuk Meningkatkan Keterampilan Berfikir Kreatif Peserta Didik SMA TGH Umar Kelayu Tahun Ajaran 2021/2022. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5(2), 223–228.
- Rabbani, G. F., Abdurrahman, Ertikanto, C., Herlina, K., Rosidin, U., Umam, A. N., Nurjanah, A., Chairunnisya, S., Sulistiani, & Azizah, M. (2023). Design Thinking Strategy Integrated PjBL-STEM in Learning Program: Need Analysis to Stimulate Creative Problem-Solving Skills on Renewable Energy Topic. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 9776–9783.
- Rahman, & Nuraeni, H. (2024). Perkembangan Kurikulum di Indonesia: Adaptasi terhadap Perubahan Zaman dan Kebutuhan Masyarakat. *Garuda: Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan Dan Filsafat*, 2(3), 296–306.
- Rahmania, I. (2021). Project Based Learning (PjBL) Learning Model with STEM Approach in Natural Science Learning for the 21st Century. *Budapest International Research and Critics Institute (BIRCI-Journal): Humanities and Social Sciences*, 4(1), 1161–1167.
- Riti, Y. U. R., Degeng, I. N. S., & Sulton, S. (2021). Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis Proyek dengan Menerapkan Metode Design Thinking untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik Dalam Mata Pelajaran Kimia. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 6(10), 1581.
- Rizal, Z. (2021). Pentingnya Keterampilan Belajar di Abad 21 sebagai Tuntutan dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia. *Lectura : Jurnal Pendidikan*, 12(1), 29–40.

- Rohman, F., Astuti, N., Maryam, E., Erni, E., Azzahra, M., & Hermawan, J. S. (2024). Development of Learning Trajectory for Project-Based Learning (PjBL) Model to Construct Foundational Literacies for Elementary School Students. *Scope : Journal of English Language Teaching*, 8(2), 412. <https://doi.org/10.30998/scope.v8i2.22365>
- Safik, M. (2022). Integrasi Computational Thinking dalam Pembelajaran Matematika di Madrasah Ibtidaiyah. *IBTIDA'*, 3(2), 241–248.
- Sajidan, Saputro, S., Perdana, R., Atmojo, I. R. W., & Nugraha, D. A. (2020). Development of Science Learning Model towards Society 5.0: A Conceptual Model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1511(1), 2-5.
- Salehudin, M. (2023). Menggunakan Model Pembelajaran Untuk Implementasi Computational Thinking Bagi Guru Madrasah. *EDUSAINTEK: Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi*, 10(2), 407–425. <https://doi.org/10.47668/edusaintek.v10i2.780>
- Saputro, M. N. A., & Pakpahan, P. L. (2021). Mengukur Keefektifan Teori Konstruktivisme dalam Pembelajaran. *Journal of Education and Instruction (JOEAI)*, 4(1), 24–39. <https://doi.org/10.31539/joeai.v4i1.2151>
- Sartina, D., Maylani, S., & Limiansih, K. (2023). Integrasi Computational Thinking dalam Pembelajaran Proyek Topik Energi Alternatif Kelas III Sekolah Dasar. *Prima Magistra: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 4(3), 294–304.
- Suyatna, A. (2017). *Uji Statistik Berbantuan SPSS untuk Penelitian Pendidikan Menggunakan Pendekatan Kasus Penelitian Pendidikan*. Yogyakarta: Media Akademi. 116 hlm.
- Shieh, G. (2023). Assessing standardized contrast effects in ANCOVA: Confidence intervals, precision evaluations, and sample size requirements. *PLOS ONE*, 18(2), 1-2.
- Suparlan, S. (2019). Teori Konstruktivisme dalam Pembelajaran. *ISLAMIKA*, 1(2), 79–88.
- Taufiqurrahman, M. (2023). Pembelajaran Abad 21 Berbasis Kompetensi 4C di Perguruan Tinggi. *PROGRESSA: Journal of Islamic Religious Instruction*, 7(1), 78–90.
- Toto. (2019). STEM-based Science Learning Design in the 2013 Curriculum. *Journal of Physics: Conference Series*, 1233(1), 1-7.
- Wang, D., Luo, L., Luo, J., Lin, S., & Ren, G. (2022). Developing Computational Thinking: Design-Based Learning and Interdisciplinary Activity Design. *Applied Sciences*, 12(21), 1-4.

- Wasito, B., Brastoro, Birowo, Sigit, Bunfa, & Liaw. (2024). Computational Thinking Bagi Guru-Guru Yayasan Al-Azhar Syifa Budi Kota Legenda, Bekasi. *J-ABDI: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 3(12), 2343–2350.
- Wing, J. M. (2010). *Computational Thinking: What and Why*. Pittsburgh: Computer Science Department, Carnegie Mellon University. 1–6 pages.
- _____. (2011). *Research Notebook: Computational thinking -what and why?* *The Link Magazine*. Pittsburgh: Computer Science Department, Carnegie Mellon University. 20–23 pages.
- Zahid, M. Z. (2020). Telaah kerangka kerja PISA 2021: Era integrasi computational thinking dalam bidang matematika. In *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 3(1), 706–713.