

**IMPLEMENTASI MODEL PJBL TERINTEGRASI ETNO-STEM DENGAN
PRINSIP *DEEP LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
PEMAHAMAN KONSEPTUAL PESERTA DIDIK PADA
MATERI DINAMIKA ROTASI**

Skripsi

Oleh

**USWATUN HASANAH
NPM 2213022007**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

IMPLEMENTASI MODEL PJBL TERINTEGRASI ETNO-STEM DENGAN PRINSIP *DEEP LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEPTUAL PESERTA DIDIK PADA MATERI DINAMIKA ROTASI

Oleh

USWATUN HASANAH

Kemampuan pemahaman konseptual menjadi salah satu kemampuan yang sangat penting dalam pembelajaran abad ke-21 yang menuntut penguasaan konsep secara mendalam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan implementasi model PjBL teintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning* dalam meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik pada materi Dinamika Rotasi. Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 1 Kota Agung menggunakan metode *quasi experiment* dengan desain *non-equivalent control grup design*. Sampel penelitian diambil menggunakan teknik *purposive sampling* dengan kelas XI A yang berjumlah 34 peserta didik sebagai eksperimen dan kelas XI B yang berjumlah 34 peserta didik sebagai kelas kontrol. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan instrumen tes berupa soal uraian *pretest* dan *posttest* yang berjumlah sepuluh butir soal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kemampuan pemahaman konseptual yang lebih besar pada kelas eksperimen dibandingkan pada kelas kontrol dengan rata-rata *N-gain* sebesar 0,50 dengan kategori sedang. Hal tersebut didukung dengan data hasil uji *Independent Sample t-Test* dan ANCOVA dengan perolehan nilai Sig. (*2-tailed*) $0,000 < 0,05$. Hasil uji *Effect Size* dengan nilai *Partial Eta Square* sebesar 0,584 dengan kategori besar, yang artinya implementasi model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning* pada materi Dinamika Rotasi memiliki pengaruh yang besar terhadap kemampuan pemahaman konseptual, sehingga efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik.

Kata Kunci: PjBL, Etno-STEM, *Deep Learning*, Kemampuan Pemahaman Konseptual

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF AN INTEGRATED PjBL MODEL WITH ETHNO-STEM AND DEEP LEARNING PRINCIPLES TO IMPROVE STUDENTS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF ROTATIONAL DYNAMICS

By

USWATUN HASANAH

Conceptual understanding is one of the most important skills in 21st century learning, which requires a deep mastery of concepts. This study aims to determine the effectiveness of implementing an integrated PjBL model of ethno-STEM with the principles of deep learning in improving students' conceptual understanding of rotational dynamics. This research was conducted at SMAN 1 Kota Agung using a quasi-experimental method with a non-equivalent control group design. The research sample was taken using purposive sampling techniques with class XI A consisting of 34 students as the experimental group and class XI B consisting of 34 students as the control group. Data collection techniques were carried out using test instruments in the form of ten pretest and posttest essay questions. The results showed that there was a greater increase in conceptual understanding in the experimental class compared to the control class, with an average N-gain of 0.50 in the moderate category. This was supported by the results of the Independent Sample t-Test and ANCOVA, with a Sig. (2-tailed) value of $0.000 < 0.05$. The Effect Size test results showed a Partial Eta Square value of 0.584, which is categorized as large. This means that the implementation of the integrated PjBL model with ethno-STEM and Deep Learning principles in the Rotational Dynamics material has a large effect on conceptual understanding ability, thus effectively improving students' conceptual understanding.

Keywords: *PjBL, Ethno-STEM, Deep Learning, Conceptual Understanding Ability*

**IMPLEMENTASI MODEL PJBL TERINTEGRASI ETNO-STEM DENGAN
PRINSIP *DEEP LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
PEMAHAMAN KONSEPTUAL PESERTA DIDIK PADA
MATERI DINAMIKA ROTASI**

Oleh

USWATUN HASANAH

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
2026**

Judul : **IMPLEMENTASI MODEL PJBL
TERINTEGRASI ETNO-STEM DENGAN
PRINSIP DEEP LEARNING UNTUK
MENINGKATKAN KEMAMPUAN
PEMAHAMAN KONSEPTUAL PESERTA
DIDIK PADA MATERI DINAMIKA ROTASI**

Nama Mahasiswa : **Uswatun Hasanah**


Nama Pokok Mahasiswa : **2213022007**

Program Studi : **Pendidikan Fisika**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**


MENYETUJUI

1. **Komisi Pembimbing**


Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.
NIP. 19681210 199303 1 002


Dr. Fatkur Rohman, M.Pd.
NIP. 19910716 202421 1 011

2. **Ketua Jurusan Pendidikan MIPA**


Dr. Nurhanurawati, M.Pd.
NIP. 19670808 199103 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

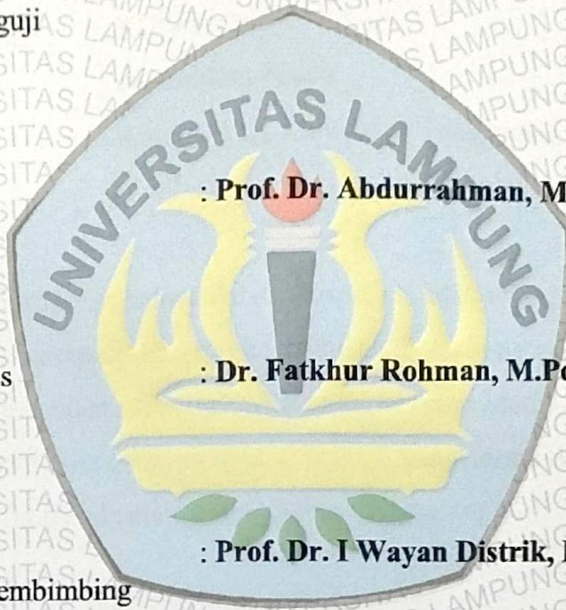
: Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.

Sekretaris

: Dr. Fatkhur Rohman, M.Pd.

Penguji
Bukan Pembimbing

: Prof. Dr. I Wayan Distrik, M.Si.



[Handwritten signatures of Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si., Dr. Fatkhur Rohman, M.Pd., and Prof. Dr. I Wayan Distrik, M.Si.]

2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. Albet Maydianto, M.Pd.

NIP. 19870504 201404 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 7 Mei 2026

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Uswatun Hasanah
NPM : 2213022007
Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan Fisika
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : Kota Agung, Kabupaten Tanggamus

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 ilmiah tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Bandar Lampung, 30 Maret 2026

Yang Menyatakan



Uswatun Hasanah
NPM 2213022007

RIWAYAT HIDUP

Penulis skripsi ini bernama lengkap Uswatun Hasanah, lahir di Kota Agung pada tanggal 22 Oktober 2003. Penulis merupakan anak bungsu dari tiga bersaudara, sebagai putri dari pasangan Bapak Tunut, S.Pd. dan Ibu Linawati. Penulis mengawali pendidikan formal pada tahun 2009-2010 sebagai peserta didik di PAUD Nanda Ihsani Kota Agung. Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang sekolah dasar di SD Negeri 1 Negeri Ratu pada tahun 2010-2016. Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang sekolah menengah pertama di MTs Negeri 1 Tanggamus pada tahun 2016-2019. Kemudian, melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di MA Diniyyah Puteri Lampung, Pesawaran pada tahun 2019-2022. Pada tahun 2022, penulis diterima dan terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam berbagai macam kegiatan organisasi. Penulis menjadi anggota divisi pembinaan di Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika (ALMAFIKA) tahun 2022-2024. Penulis pernah menjadi koordinator Konsumsi pada kegiatan Gelora Merajut Kasih Antara Angkatan Pendidikan Fisika (GELOMBANG MEKANIK) tahun 2022. Koordinator Acara pada kegiatan Lomba Asik Menarik dengan Almafika (LAMDA) tahun 2023 dan pada kegiatan Orientasi Mahasiswa Pendidikan Fisika (OPTIKA) 2024 serta Pengabdian Mahasiswa Lintas Masyarakat (PANDAWA LIMA) tahun 2024. Pada tahun 2025, penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Dwi Warga Tungga Jaya, Kec. Banjar Agung, Kab. Tulang Bawang. Penulis juga melaksanakan Program Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) 1 dan 2 di SMP Negeri 2 Banjar Agung, Kabupaten Tulang Bawang.

MOTTO

*“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya,
Dia mendapat (pahala) dari (kebaikan) yang dikerjakannya dan mendapat (siksa)
dari (kejahatan) yang diperbuatnya ”*

(Q.S Al-Baqarah: 286)

*“Tugas manusia hanya berjuang, bukan memaksakan hasil. Kita punya kendala
tapi Allah punya kendali. Yakinlah jika Allah sudah ikut andil, maka tidak ada
kata mustahil.”*

(Ustadz Hanan Attaki)

“Berikanlah BUKTI bukan JANJI”

(Uswatun Hasanah)

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat. Penulis mempersembahkan karya tulis ini dengan kerendahan hati sebagai rasa tanggung jawab dalam menyelesaikan pendidikan dan tanda bakti kasih tulus kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, yang tak pernah lelah mencurahkan doa, cinta, kasih sayang, motivasi dan dukungan tanpa henti. Terima kasih atas cinta yang tak bertepi dan pengorbanan yang tak terhingga, serta menjadi support sistem terbaik. Bapak dan Ibu adalah alasan utama bagi penulis untuk terus berjuang dan mencapai titik ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan dan kesempatan kepada penulis untuk selalu membahagiakan serta membanggakan Bapak dan Ibu di dunia maupun di akhirat.
2. Kakak tersayang, Muhammad Shoheh dan Mahfuzh beserta kakak ipar Leli Shofia, yang selalu menjadi penyemangat dan sumber keceriaan di setiap langkah penulis dalam menempuh pendidikan. Terima kasih atas doa, dukungan, tawa dan kebersamaan yang telah menguatkan penulis.
3. Seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan doa, motivasi, dan dukungan.
4. Para pendidik yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman, serta senantiasa memberikan bimbingan terbaik kepada penulis dengan tulus dan ikhlas.
5. Sahabat-sahabat penulis yang selalu ada dalam setiap langkah perjuangan dan senantiasa saling mengingatkan kebaikan dan kesabaran.
6. Keluarga besar Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan Almafika FKIP Unila.
7. Almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillah puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas nikmat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di FKIP Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D. E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
3. Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
4. Dr. Viyanti, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
5. Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku Pembimbing I, atas kesediaan dan keikhlasannya dalam memberikan bimbingan dan arahan dengan penuh kesabaran dan keahlian, serta motivasi kepada penulis selama menyusun skripsi.
6. Dr. Fatkhur Rohman, M.Pd., selaku Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing II, atas kesediaan dan keikhlasannya dalam memberikan bimbingan dan arahan dengan penuh kesabaran dan keahlian, serta motivasi kepada penulis selama menyusun skripsi.
7. Prof. Dr. I Wayan Distrik, M.Si., selaku dosen Pembahas, atas kesediaan memberikan bimbingan, saran serta kritik yang bersifat positif dan membangun untuk perbaikan skripsi penulis.
8. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Program Studi Pendidikan Fisika dan Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung.

9. Ratna Uli, S.Pd., dan Yerry Haryanto, S.Pd., selaku Kepala dan Wakil Kepala Bidang Kurikulum SMA Negeri 1 Kota Agung yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian.
10. Novalisda, S.Pd., selaku guru mata pelajaran fisika SMA Negeri 1 Kota Agung yang telah memberikan banyak bantuan dan motivasi kepada penulis selama penelitian berlangsung.
11. Keluarga besar SMA Negeri 1 Kota Agung, khususnya adik-adik kelas XI A dan XI B yang telah membantu dan bekerja sama selama penelitian berlangsung.
12. Teruntuk Sahabat seperjuangan Dinda Tara Cahyani dan Annisa Putri Arifa yang selalu saling membantu, melindungi dan memberikan kekuatan untuk terus melangkah, menjadi teman dalam proses tumbuh dan belajar, serta selalu menemani penulis dalam suka dan duka selama menjalani perkuliahan, sekaligus membuat perjalanan ini menjadi lebih berwarna dan penuh makna.
13. Teman-teman sepembimbingan skripsi CABE (Indah, Wulan, Risna, Avhira, Herti, Dina, Ratna, Mita, Fita dan Navia) yang telah memberikan semangat serta masukan demi kelancaran skripsi.
14. Adik-adik sepembimbingan akademik ALFA yang telah memberikan semangat serta dukungannya kepada penulis.
15. Teman-teman Pendidikan Fisika 2022 yang telah menjadi bagian cerita indah dan memberi pengalaman terbaik selama perkuliahan, terkhusus teman-teman kelas 22A yang selalu ceria.
16. Teman-teman KKN & PLP Desa Dwi Warga Tungga Jaya (Isra, Nadia, Ninda, Maya, Stanley, Tazkia, Sammy dan Rio) yang telah memberikan semangat dan menemani penulis selama masa KKN dan PLP hingga saat ini.
17. Semua pihak yang terlibat dalam menyelesaikan skripsi.

Bandar Lampung, 30 Maret 2026

Uswatun Hasanah
NPM 2213022007

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kajian Teori	7
2.1.1 Teori Belajar Konstruktivisme	7
2.1.2 Teori Belajar Bermakna	9
2.1.3 Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL).....	10
2.1.4 Pendekatan Etno-STEM	12
2.1.5 Prinsip <i>Deep Learning</i>	14
2.1.6 PjBL Terintegrasi Etno-STEM dengan Prinsip <i>Deep Learning</i>	17
2.1.7 Kemampuan Pemahaman Konseptual.....	20
2.1.8 Dinamika Rotasi	22
2.2 Kerangka Pemikiran.....	25
2.3 Anggapan Dasar.....	28
2.4 Hipotesis Penelitian	28
III. METODE PENELITIAN	29
3.1 Pelaksanaan Penelitian.....	29
3.2 Populasi dan Sampel.....	29
3.3 Variabel Penelitian.....	29
3.4 Desain Penelitian	30
3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	34
3.6 Instrumen Penelitian	35
3.7 Analisis Instrumen	36

3.7.1 Uji Validitas.....	36
3.7.2 Uji Reliabilitas Instrumen.....	36
3.8 Teknik Pengumpulan Data.....	37
3.9 Teknik Analisis Data.....	38
3.9.1 Uji <i>N-gain</i>	38
3.9.2 Uji Normalitas	38
3.9.3 Pengujian Homogenitas.....	39
3.10 Pengujian Hipotesis	39
3.10.1 Uji <i>Independent Sampel t-Test</i>	39
3.10.2 Uji <i>Effect Size</i> dengan ANCOVA	40
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Hasil Penelitian	42
4.1.1 Tahap Pelaksanaan Penelitian	42
4.1.2 Hasil Uji Instrumen Penelitian	45
4.1.3 Data Kuantitatif Hasil Penelitian	47
4.1.4 Analisis Data	48
4.2 Pembahasan.....	51
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	69
5.1 Simpulan	69
5.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA.....	70
LAMPIRAN.....	76

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tahapan Model <i>Project Based Learning</i>	12
2. Deskripsi Muatan STEM	13
3. Deskripsi Elemen Prinsip <i>Deep Learning</i>	15
4. Tahapan PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip <i>Deep Learning</i>	17
5. Indikator Pemahaman Konseptual Mendalam	21
6. Desain Penelitian <i>Non-Equivalent Control Group Design</i>	30
7. Desain Penelitian Kelas Eksperimen	31
8. Desain Penelitian Kelas Kontrol	33
9. Tahapan Pelaksanaan Penelitian	35
10. Interpretasi Reliabilitas Instrumen	37
11. Kriteria <i>N-gain</i>	38
12. Dasar Pengambilan Keputusan Homogenitas	39
13. Interpretasi <i>Effect Size</i> dengan ANCOVA	40
14. Tahapan Pelaksanaan Pembelajaran di Kelas Eksperimen	43
15. Tahapan Pelaksanaan Pembelajaran di Kelas Kontrol.....	44
16. Hasil Uji Validitas Instrumen.....	46
17. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen.....	47
18. Data Hasil <i>Pretest-Posttest</i> Kemampuan Pemahaman Konseptual	47
19. Hasil Uji Data Rata-rata <i>N-Gain</i>	48
20. Hasil Uji Normalitas	48
21. Hasil Uji Homogenitas	49
22. Hasil Uji <i>Independent Sample t-Test</i>	49
23. Hasil Uji ANCOVA	50
24. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Momen Gaya.....	23
2. Momen Inersia	25
3. Bagan Kerangka Pemikiran.....	27
4. Grafik Rata-rata <i>N-Gain Score</i>	52
5. Grafik Persentase Indikator Kemampuan Pemahaman Konseptual.....	54
6. Grafik Persentase <i>N-gain</i> Kemampuan Pemahaman Konseptual	54
7. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Mengintegrasikan Beberapa Konsep.....	56
8. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Mengintegrasikan Beberapa Konsep	56
9. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Menghubungkan Konsep dengan Pengalaman	57
10. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Menghubungkan Konsep dengan Pengalaman	57
11. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Menghubungkan Keadaan, Proses dan Konsep	58
12. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Menghubungkan Keadaan, Proses dan Konsep	59
13. Contoh pendapat peserta didik terhadap fenomena yang disajikan	61
14. Contoh Desain Produk Pukang (Gasing)	62
15. Proses Diskusi Penyusunan Jadwal.....	63
16. Proses Pengerjaan Proyek	63
17. Hasil Produk Pukang.....	64
18. Uji Coba Produk Pukang.....	65
19. Hasil Analisis Data.....	65
20. Kegiatan Presentasi Produk Peserta Didik	66
21. Contoh Hasil Kesimpulan Peserta Didik	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Izin Penelitian Pendahuluan	77
2. Surat Balasan Penelitian Pendahuluan	78
3. Surat Izin Penelitian	79
4. Surat Balasan Izin Penelitian	80
5. Lembar Instrumen Wawancara	81
6. Lembar Hasil Wawancara Guru	85
7. Lembar Instrumen Angket	90
8. Hasil Analisis Angket	94
9. Modul Ajar Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	97
10. Lembar Kerja Peserta didik.....	122
11. Instrumen Tes Kemampuan Pemahaman Konseptual Peserta Didik.....	138
12. Rubrik Penilaian Instrumen Tes Kemampuan Pemahaman Konseptual.....	143
13. Kisi-kisi Instrumen Tes Kemampuan Pemahaman Konseptual.....	145
14. Kunci Jawaban dan Penilaian Tes Keamampuan Pemahaman Konseptual..	149
15. Rubrik Penilaian Produk dan Presentasi	161
16. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas.....	166
17. Hasil <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan <i>N-Gain</i> Kelas Eksperimen	169
18. Hasil <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan <i>N-Gain</i> Kelas Kontrol.....	170
19. Hasil Uji Statistik	171
20. Dokumentasi Pembelajaran Kelas Eksperimen	173
21. Dokumentasi Pembelajaran Kelas Kontrol	175
22. Dokumentasi Bersama Guru dan Peserta Didik.....	177

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan dunia pembelajaran abad 21 yang semakin terhubung dengan teknologi digital, menuntut peserta didik untuk memiliki keterampilan yang lebih kompleks dan memiliki kemampuan berpikir yang menekankan pada penguasaan konsep secara lebih mendalam. Dunia pendidikan terus melakukan reformasi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Salah satu prinsip pendekatan terbaru yang diperkenalkan adalah *Deep Learning*, yang menekankan pemahaman mendalam terhadap konsep dan keterampilan (Hartoyo dan Al Murtaqi, 2025). Prinsip ini memungkinkan peserta didik untuk tidak hanya menghafal, tetapi memahami pengetahuan secara bermakna (Suwandi dkk., 2024). Pendidikan saat ini tidak hanya berfokus pada penguasaan pengetahuan akademik, tetapi juga pada pengembangan keterampilan penting *creativity, critical thinking, communication*, dan *collaboration* atau yang sering disebut sebagai 4C (Fahri, 2025).

Dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, kolaborasi dan komunikasi (4C), peserta didik diharapkan memiliki kemampuan pemahaman konseptual (*Conceptual Understanding*). Kemampuan pemahaman konseptual diperlukan agar peserta didik mampu menghubungkan antar-konsep, menjelaskan fenomena secara ilmiah, dan mengaplikasikan prinsip sains ke dalam kehidupan sehari-hari (Radiusman, 2020). Kemampuan pemahaman konseptual sangat penting untuk dikembangkan, mengingat pembelajaran abad 21 menuntut peserta didik tidak hanya menguasai pengetahuan faktual, tetapi juga mampu berpikir kritis dan memahami konsep secara mendalam untuk solusi kreatif dan

efektif (Mantau dan Talango, 2023). Selain itu, dari beberapa penelitian peneliti terdahulu menunjukkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik masih tergolong rendah. Pada penelitian yang dilakukan oleh Salasabilla dkk, (2025) diperoleh bahwa kemampuan pemahaman konsep siswa tergolong rendah pada materi IPA. Berdasarkan indikator menurut Anderson dan Krathwol, yaitu pada indikator menafsirkan, menyimpulkan, membandingkan dan menjelaskan, terdapat 13 siswa dengan kriteria tingkat pemahaman konsep yang tergolong rendah dengan persentase sebesar 43,33%.

Berdasarkan hasil angket kemampuan pemahaman konseptual peserta didik SMAN 1 Kota Agung berada pada kategori cukup. Tiga indikator kemampuan pemahaman konseptual masih menunjukkan skala yang rendah. Rendahnya ketiga indikator terlihat dari banyaknya peserta didik yang belum mampu menilai keterkaitan dan ketergantungan antar konsep fisika dalam menjelaskan suatu fenomena kompleks serta menggabungkan dua atau lebih konsep fisika untuk menganalisis suatu permasalahan. Hal tersebut sejalan dengan hasil wawancara salah satu guru fisika SMAN 1 Kota Agung yang menyatakan bahwa pembelajaran fisika masih menggunakan metode ceramah dan diskusi serta menggunakan model pembelajaran *Direct Instruction*, sehingga masih belum optimal dalam memantik pemahaman peserta didik yang lebih mendalam. Faktor lainnya yaitu peserta didik masih terkesan pasif dalam pembelajaran. Kondisi ini mengharuskan adanya pendekatan model pembelajaran yang dapat memicu keterlibatan aktif peserta didik dan memberikan pemahaman yang komprehensif terhadap konsep-konsep fisika.

Sebagai sebuah solusi alternatif, *Project Based Learning* adalah salah satu model pembelajaran abad 21 yang dapat diterapkan. Pembelajaran ini mendorong peserta didik untuk berperan aktif dalam bertanya, menyelidiki, menjelaskan, dan berinteraksi dengan permasalahan yang diberikan (Yanti dan Novaliyosi, 2023). Berdasarkan hasil penelitian Rahmatillah., dkk (2025) menunjukkan bahwa penerapan model PjBL tidak hanya mampu

meningkatkan keaktifan dan pemahaman konsep peserta didik, tetapi juga mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis serta kolaboratif yang relevan dengan kebutuhan abad 21. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Badriah (2022) yang menunjukkan bahwa penggunaan model pembelajaran *Project Based Learning* dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik.

Mengaplikasikan model pembelajaran tentunya akan membutuhkan pendekatan pembelajaran ketika diterapkan. Salah satu pendekatan yang cocok untuk diterapkan bersama model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) adalah STEM. Temuan penelitian Storina (2022) menunjukkan bahwa model pembelajaran PjBL dengan pendekatan STEM sangat cocok untuk meningkatkan kreativitas peserta didik serta penguasaan konsep dan keterampilan berpikir analitis. Pendekatan ini berfokus pada *student centered learning* dan memberikan pemecahan masalah dalam kehidupan nyata, sehingga peserta didik dapat mendesain, mengembangkan dan memanfaatkan teknologi serta mengaplikasikan pengetahuan menggunakan persamaan dalam suatu konsep matematis. Dengan demikian, pendekatan ini dapat membantu peserta didik dalam mengasah kognitif dan memahami konsep secara mendalam. Penelitian Nasution dan Setyaningrum, (2024) menyatakan bahwa pendekatan STEM dengan model *Project-Based Learning* (PjBL) secara signifikan meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan pemahaman konseptual peserta didik.

Pendekatan STEM tentunya dapat dimaksimalkan dengan mengintegrasikan kearifan lokal masyarakat dalam proses pembelajaran. Pembelajaran yang mengaitkan budaya dan sains dikenal dengan pembelajaran berbasis pendekatan etnosains. Pengintegrasian etnosains dan STEM-PjBL dalam pembelajaran merupakan strategi yang diperlukan guna mewujudkan proses pembelajaran yang kontekstual serta relevan dengan lingkungan peserta didik (Putri *et al.*, 2025). Pendekatan Etno-STEM ini mengintegrasikan keempat indikator STEM dengan budaya dan pengetahuan lokal masyarakat

sekitar. Proses pembelajaran dengan kearifan lokal memiliki nilai keefektifan yang signifikan sebagai salah satu cara dalam meningkatkan kesadaran budaya, memperkuat identitas nasional, serta membentuk karakter positif pada peserta didik di tengah kemajuan zaman yang terus dinamis (Mundzir, 2024). Pembelajaran fisika yang terintegrasi Etno-STEM ini dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan mengurangi miskonsepsi peserta didik (Martawijaya *et al.*, 2023).

Salah satu permainan kearifan lokal khas Lampung yaitu pukang. Permainan ini berkaitan erat dengan pembelajaran fisika khususnya pada topik dinamika rotasi. Integrasi etnosains ke dalam pembelajaran fisika telah banyak dilakukan, tetapi belum ada yang mengkaji pembelajaran fisika menggunakan model PjBL yang mengintegrasikan etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning* secara bersamaan untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konseptual. Berdasarkan dari hasil angket peserta didik SMAN 1 Kota Agung yang menunjukkan bahwa dalam proses pembelajaran masih belum pernah mengikuti pembelajaran fisika berbasis proyek. Oleh karena itu, dilakukan penelitian dengan judul “Implementasi Model PjBL terintegrasi Etno-STEM dengan Prinsip *Deep Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konseptual Peserta Didik pada Materi Dinamika Rotasi”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah penerapan model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning* efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konseptual peserta didik pada materi dinamika rotasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan efektivitas penerapan model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning* dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konseptual peserta didik pada materi dinamika rotasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Dapat digunakan peserta didik untuk melatih kemampuan pemahaman konseptual melalui model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning*.
- b. Dapat digunakan guru sebagai rekomendasi inovasi model atau pendekatan dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konseptual peserta didik.
- c. Dapat digunakan peneliti lain untuk mengetahui kekurangan ketika mengimplementasikan model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning*, sehingga dapat diperbaiki pada penelitian selanjutnya.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Model pembelajaran yang digunakan adalah PjBL dengan sintaks mengacu pada langkah-langkah model pembelajaran PjBL menurut Lucas (2007: 136-137) diantaranya yaitu (1) *Start with the Essential Question*, (2) *Design a Plan for the Project*, (3) *Create a Schedule*, (4) *Monitor the Students and the Progress of the Project*, (5) *Assess the Outcome*, (6) *Evaluate the Experience*.

- b. Etno-STEM dalam penelitian ini yaitu (1) Etno: permainan tradisional pukang khas budaya Lampung, (2) *Science*: konsep torsi dan momen inersia, (3) *Technology*: pemanfaatan video You Tube dalam menampilkan fenomena pembelajaran, (4) *Engineering*: pembuatan proyek pukang, (5) *Mathematics*: perancangan desain dan penganalisisan data hasil percobaan
- c. Kemampuan pemahaman konseptual mendalam ini diukur dengan soal *pretest* dan *posttest* yang terdiri dari beberapa indikator, yaitu (1) *Linking physical states, processes, and explanatory models*, (2) *Integrating multiple explanatory models*, and (3) *Connecting scientific models to concrete experiences* menurut (Shen *et al.*, 2015).
- d. Materi pokok yang digunakan pada proses pembelajaran adalah materi dinamika rotasi topik momen gaya dan momen inersia kelas XI semester genap Kurikulum Merdeka Fase F.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Teori Belajar Konstruktivisme

Teori konstruktivisme merupakan salah satu landasan filosofis dan psikologis dalam dunia pendidikan yang memandang bahwa pengetahuan merupakan hasil dari konstruksi peserta didik itu sendiri melalui pengalaman belajar. Salah satu prinsip dari teori ini yaitu menyatakan bahwa pengetahuan tidak serta-merta diberikan oleh guru, melainkan harus dibangun secara aktif oleh peserta didik dalam pikiran mereka sendiri. Maknanya, seorang guru tidak hanya menyampaikan pengetahuan secara langsung kepada peserta didik, melainkan menciptakan lingkungan yang memungkinkan peserta didik membangun pemahamannya sendiri. Peserta didik secara aktif akan menemukan, menafsirkan, menyesuaikan informasi baru dengan pengetahuan yang dimiliki, dan sekaligus merevisi bila informasi sebelumnya tidak lagi relevan (Olusegun, 2015).

Dua tokoh penting yang membentuk teori belajar konstruktivisme adalah Jean Piaget dan Lev Vygotsky. Teori konstruktivisme yang dikemukakan keduanya memandang bahwa ilmu pengetahuan merupakan hasil konstruksi manusia sebagai individu (Piaget, 1972). Namun, terdapat perbedaan dalam perspektif keduanya, terutama terletak pada fokus dan mekanisme perkembangan kognitif serta peran lingkungan sosial dalam proses pembentukan pengetahuan (Vygotsky dan Cole, 2018).

Teori ini menganggap bahwa pembentukan ilmu pengetahuan sepenuhnya bergantung pada individu itu sendiri. Teori ini sangat menitikberatkan pentingnya pengembangan aspek kognitif dalam proses belajar. Piaget menekankan bahwa perkembangan kognitif berlangsung secara bertahap. Seseorang yang belajar berarti membentuk pemahaman atau pengetahuan secara aktif dan terus menerus. Peranan guru terlihat secara nyata, yaitu guru bukan hanya menjadi sumber pengetahuan, tetapi juga menjadi fasilitator yang membimbing peserta didik dalam proses pembelajaran. Ini berarti bahwa guru tidak hanya menyampaikan informasi kepada peserta didik, tetapi juga merangsang pemikiran kritis, memfasilitasi diskusi, dan memberikan umpan balik yang konstruktif (Setiawan, 2024).

Teori belajar konstruktivisme yang dikembangkan oleh Lev Vygotsky lebih mengarah pada peran interaksi sosial dan konteks budaya dalam proses pembelajaran dan perkembangan individu. Ia meyakini bahwa perkembangan kognitif seseorang merupakan sebuah hasil dari interaksinya dengan lingkungannya dan masyarakat (Utami, 2016). Menurut Vygotsky, proses belajar peserta didik akan lebih mudah apabila berinteraksi dengan lingkungannya. Dengan menciptakan lingkungan belajar yang dinamis, ini mampu mendorong siswa untuk berpartisipasi aktif dalam memecahkan masalah, berkolaborasi, dan mengembangkan pemahaman yang mendalam melalui interaksi sosial dan penggunaan sarana sumber belajar yang memadai (Pratimi, 2024).

Pendekatan konstruktivisme dalam kajian ilmu pendidikan dimaknai sebagai aliran yang berkembang dalam lingkup psikologi kognitif. Pendekatan ini memiliki hubungan yang kuat dengan dua metode pembelajaran, yaitu penemuan (*Discovery Learning*) dan pembelajaran bermakna (*Meaningful Learning*). Kedua metode pembelajaran ini masih berada dalam konteks teori belajar kognitif. Tujuan penggunaan pendekatan konstruktivisme dalam konteks pembelajaran modern adalah untuk membantu peserta didik secara aktif membangun dan menciptakan pemahaman mereka sendiri berdasarkan pada materi pembelajaran ataupun

pengalaman yang mereka dapatkan (Pratimi, 2024). Konstruktivisme merupakan teori belajar yang bisa memberikan kebebasan kepada peserta didik untuk lebih aktif belajar menemukan sendiri kompetensi pengetahuannya atas fasilitas dan rancangan pembelajaran yang diberikan oleh pendidik (Sudirman dkk., 2024).

Dari pemaparan di atas, pendekatan konstruktivisme ini menekankan bahwa pengalaman langsung siswa sebagai faktor kunci dalam proses pembelajaran (Nuryati dan Fauziati, 2021). Salah satu peranan penting pendekatan konstruktivisme dalam kajian pembelajaran terlihat dalam pembelajaran berbasis proyek yang tidak hanya memberi kesempatan peserta didik untuk mengakses konten yang sudah ada, tetapi juga mendorong mereka mengolah karya secara kreatif, menciptakan konten baru, dan mendukung perkembangan diri. Dalam konteks etnosains, konstruktivisme membantu kita memahami bagaimana suatu masyarakat membangun pengetahuannya tentang fenomena alam dan bagaimana hal itu membentuk cara pandang mereka terhadap sains.

2.1.2 Teori Belajar Bermakna

Belajar bermakna merupakan suatu proses mengaitkan informasi baru dengan konsep relevan yang telah ada dalam struktur kognitif seseorang. Menurut Ausubel dan Fitzgerald (1961), belajar akan bermakna jika individu mampu menghubungkan pengetahuan baru dengan konsep yang telah dikuasai sebelumnya, karena pengetahuan baru perlu berinteraksi dengan struktur kognitif pelajar. Peserta didik tidak hanya mengonstruksi pengetahuan, namun juga menunjukkan kemampuan *transfer of skill* dengan mengaplikasikanya dalam pemecahan masalah (Salsabila, 2017).

Ausubel (1978:38) mengungkapkan: “.....*if the learner’s intention is to memorise it verbatim (as a series of arbitrarily related word) both the learning process and the learning outcome must necessarily be rote and*

meaningless”. Jika seorang peserta didik berkeinginan untuk mengingat sesuatu tanpa mengaitkan dengan hal yang lain maka baik proses maupun hasil pembelajarannya dapat dinyatakan sebagai hafalan dan tidak akan bermakna sama sekali baginya. Pembelajaran dikatakan bermakna apabila materi yang akan dipelajari bermakna secara potensial. Materi dikatakan bermakna secara potensial apabila materi tersebut memiliki kebermaknaan secara logis dan gagasan yang relevan harus terdapat struktur kognitif peserta didik.

Teori belajar bermakna David Ausubel memiliki kesamaan dengan teori konstruktivisme yaitu sama-sama menekankan tentang pentingnya peserta didik mengasosiasikan pengalaman, fenomena, dan fakta-fakta baru ke dalam sistem pengetahuan yang dimiliki untuk menyelesaikan masalah sehari-hari (Gazali, 2016). Teori ini digunakan peneliti sebagai acuan mengimplementasikan suatu model pembelajaran terhadap peserta didik. Peneliti menerapkan suatu model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning*. Dalam proses pembelajaran ini peserta didik diminta untuk mengonstruksikan pengetahuan ke dalam sebuah proyek pembelajaran. Selama proses ini, peserta didik didorong untuk membuat desain beserta produknya dan menghubungkan hasil percobaan dengan konsep fisika yang telah dimiliki.

2.1.3 Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL)

Project Based Learning (PjBL) adalah pendekatan pembelajaran di mana peserta didik belajar melalui pengalaman langsung dalam menyelesaikan proyek atau tugas yang kompleks (Nusfiyah, 2024). *Project Based Learning* (PjBL) merupakan model pembelajaran berbasis proyek. Melalui model pembelajaran PjBL akan dirancang suatu proyek yang darinya akan dihasilkan suatu produk, sehingga memberikan ruang bagi peserta didik untuk mengembangkan ide-ide kreatif dan inovatif dengan melakukan eksperimen melalui pengerjaan proyek. Pada proses pembelajaran ini,

peserta didik didorong untuk berperan aktif dalam bertanya, menyelidiki, menjelaskan, dan berinteraksi dengan permasalahan yang diberikan (Yanti dan Novaliyosi, 2023). Selanjutnya dari hasil investigasi tersebut akan dituangkan dalam bentuk produk dan dipresentasikan oleh peserta didik (Oktaya dan Panggabean, 2022).

Pembelajaran berbasis proyek memberikan konteks pembelajaran yang autentik, yang secara tidak langsung melibatkan peserta didik dalam investigasi konstruktif (Nababan dkk., 2023). Pembelajaran ini dirancang dengan tujuan agar peserta didik dapat mengembangkan kemampuan investigatif dalam menyelesaikan masalah kompleks (Ariyanto dkk., 2022). Melalui keterlibatan peserta didik dalam permasalahan yang kompleks, pembelajaran ini mampu meningkatkan kualitas proses belajar dan mendorong perkembangan kognitif ke tingkat yang lebih tinggi, dengan harapan peserta didik akan memiliki kemampuan memecahkan masalah dengan segala kreativitas yang dimiliki (Nababan dkk., 2023).

Pembelajaran dengan model *Project Based Learning* ini dapat merangsang peserta didik lebih aktif dalam proses pembelajaran (Satria dan Yafterson, 2024). Hal ini terjadi karena dalam proses pembelajaran, peserta didik dilibatkan dalam kegiatan investigasi suatu permasalahan. Melalui keterlibatan tersebut, peserta didik dikondisikan untuk membangun pengetahuan yang diperolehnya dalam proses pemecahan masalah dengan melakukan penyelidikan, yang kemudian dituangkan dalam pembuatan suatu bentuk karya nyata. Tahapan-tahapan dalam kegiatan pembelajaran model *Project Based Learning* yang diadaptasi dari langkah-langkah model pembelajaran PjBL menurut Lucas (2007: 136-137) dalam Satria dan Yafterson (2024) adalah penentuan pertanyaan mendasar, mendesain perencanaan proyek, menyusun jadwal, memonitor aktivitas peserta didik, menguji hasil, dan mengevaluasi pengalaman. Tahapan pembelajaran dipaparkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan Model *Project Based Learning*

<i>Level of Project Based Learning</i>	<i>Primary Pedagogical Purpose</i>
Penentuan pertanyaan mendasar (<i>Start with the essential question</i>)	Peserta didik menghubungkan konsep berdasarkan pengalaman (keterlibatan aktif untuk membangun pengetahuan).
Mendesain Perencanaan Proyek (<i>Design a Plan for the Project</i>)	Peserta didik berdiskusi dalam merancang proyek sesuai dengan LKPD yang diberikan oleh guru.
Menyusun jadwal (<i>Create a schedule</i>)	Peserta didik mulai melakukan pembuatan proyek dan melakukan penyelidikan dengan mencari informasi terkait materi melalui sumber sumber belajar yang relevan dengan materi.
Memonitor siswa dan kemajuan proyek (<i>Monitor the students and the progress of the project</i>)	Peserta didik melakukan pengerjaan proyek sesuai jadwal, mencatat setiap tahapan, mendiskusikan setiap masalah yang muncul selama penyelesaian proyek dengan guru.
Menguji hasil (<i>Assess the outcome</i>)	Peserta didik mempersiapkan hal-hal yang diperlukan untuk persentasi proyek.
Mengevaluasi pengalaman (<i>Evaluate the experience</i>)	Peserta didik mempersentasikan proyek yang telah mereka buat, serta melakukan diskusi dan tanya jawab setelah mereka melakukan persentasi.

(Satria dan Yafterson, 2024)

Berdasarkan tahapan-tahapan pembelajaran PjBL Satria dan Yafterson (2024) di atas, peneliti menggunakan keenam tahapan tersebut. Setiap tahapan model *Project Based Learning* dapat diintegrasikan dengan etno-STEM dalam pembelajaran.

2.1.4 Pendekatan Etno-STEM

STEM adalah singkatan dari *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* yang merupakan pendekatan pendidikan terintegrasi yang menggabungkan empat disiplin ilmu utama untuk mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan abad ke-21. Tujuan pendidikan STEM adalah untuk membekali peserta didik dengan informasi dan keterampilan yang diperlukan untuk menerapkan prinsip-prinsip ilmiah, teknologi, rekayasa, dan matematika guna memecahkan masalah nyata dalam kehidupan sehari-

hari (Awaludin *et al.*, 2024). Fokus utama pendekatan pembelajaran berbasis STEM tidak hanya terletak pada penguasaan pengetahuan, melainkan juga pada proses penemuan yang dihubungkan dengan sains, teknologi, lingkungan, serta masyarakat (Sumanti dkk., 2025). Maknanya, dengan pendekatan STEM, peserta didik tidak hanya menghafal konsep, tetapi juga mampu memahami keterkaitan konsep sains dengan kehidupan sehari-hari (Rosidin *et al.*, 2019).

Pendekatan STEM juga dapat didefinisikan sebagai pendekatan yang tidak hanya memberikan pengetahuan faktual kepada peserta didik, tetapi juga membekali mereka dengan pengetahuan sains (*Science*), kemampuan mendesain alat atau teknologi (*Technology*), keterampilan mendesain dan mengoperasikan alat (*Engineering*), serta pemahaman tentang besaran dan satuan dalam perhitungan matematis (*Mathematics*). Hal tersebut dikarenakan dalam setiap tahapan pembelajaran berbasis STEM dapat memuat satu atau lebih disiplin ilmu STEM atau bahkan seluruh disiplin ilmu STEM (Abdurrahman *et al.*, 2020). Adapun deskripsi dari setiap muatan STEM dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Deskripsi Muatan STEM

Muatan STEM	Deskripsi
<i>Science</i>	Berupa fakta, konsep, prosedural tentang sains yang terkandung dalam capaian pembelajaran yang akan dipelajari.
<i>Technology</i>	Berupa teknologi yang digunakan dan atau dikembangkan.
<i>Engineering</i>	Aktivitas rekayasa: produk apa yang dirancang, alat dan bahan yang diperlukan, menguji coba keoptimalan produk, evaluasi hasil produk, dll.
<i>Mathematics</i>	Aktivitas matematika yang diperlukan dalam perhitungan, seperti: konsep matematika yang diterapkan, teorema/rumus yang diperlukan.

(Yasifa dkk., 2023)

Pendekatan STEM tentunya dapat dimaksimalkan dengan mengintegrasikan kearifan lokal masyarakat dalam proses pembelajaran.

Pembelajaran yang mengaitkan budaya dan sains ini dikenal sebagai pembelajaran dengan pendekatan etnosains (Sudarmin *et al.*, 2017). Pembelajaran fisika yang identik dengan fenomena dan gejala-gejala fisis alam sekitar akan sangat cocok bila dipadukan dalam pembelajaran yang mengacu pada kearifan lingkungan sekitar. Melalui pengintegrasian ini, peserta didik dapat memahami bahwa dalam aktivitas budaya dan kebiasaan sehari-hari yang mereka jalani mengandung berbagai konsep dan prinsip fisika (Isnaniah dan Masniah, 2022).

Pembelajaran fisika berbasis etno-STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan antara pendekatan etnosains dengan pendekatan STEM. Menurut Rofi'ah., dkk (2025) Integrasi antara pendekatan STEM dengan unsur-unsur kearifan lokal seperti cerita rakyat, permainan tradisional, dan praktik budaya setempat terbukti menciptakan pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan bermakna bagi anak. Dengan mengintegrasikan budaya dan kearifaka lokal ke dalam pendekatan STEM, peserta didik akan dapat memahami konsep sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika secara lebih aplikatif. Sehingga pemahaman yang lebih mendalam dapat tercapai, karena peserta didik lebih mudah menghubungkan teori dengan kehidupan sehari-hari (Rofi'ah dkk., 2025). Etno-STEM yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa permainan gasing khas lampung yakni pukang yang menerapkan konsep fisika pada materi dinamika rotasi.

2.1.5 Prinsip *Deep Learning*

Pembelajaran mendalam atau dikenal dengan *Deep Learning* merupakan pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pemahaman mendalam, yang memungkinkan peserta didik untuk tidak hanya menghafal, tetapi memahami pengetahuan secara bermakna (Suwandi dkk., 2024). Fokus pembelajaran ini diarahkan pada penguatan pemahaman mendalam atas suatu materi melalui pengalaman belajar yang menyeluruh, dimana peserta

didik tidak hanya terlibat secara kognitif tetapi juga secara emosional (Fitriani dan Santiani, 2025). Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk memastikan peserta didik dapat memahami konsep secara lebih mendalam hingga dapat mengenali fakta secara tepat. Menurut Menteri Pendidikan Dasar dan Menengah (Mendikdasmen) Abdul Mu'ti, pembelajaran yang dilakukan dengan pendekatan ini akan mendorong siswa untuk terus berpikir kritis, menggali pengetahuan, serta dapat menghubungkan apa yang dipelajari dengan kehidupan nyata. Dengan demikian, *Deep Learning* bukan hanya mempersiapkan peserta untuk menghadapi ujian akademik, tetapi juga sekaligus membekali mereka dengan berbagai keterampilan guna menghadapi tantangan dunia nyata.

Konsep pendekatan pembelajaran *Deep Learning* mencakup tiga elemen penting, di antaranya yaitu *Mindful Learning* (pembelajaran sadar), *Meaningful Learning* (pembelajaran bermakna), dan *Joyful Learning* (pembelajaran menyenangkan). Adapun deskripsi dari setiap elemen *Deep Learning* sebagai berikut:

Tabel 3. Deskripsi Elemen Prinsip *Deep Learning*

Elemen	Deskripsi
<i>Mindful Learning</i>	Pembelajaran yang disesuaikan dengan latar belakang dan kebutuhan peserta didik untuk meningkatkan keterlibatan kognitif.
<i>Meaningful Learning</i>	Mendorong peserta didik dengan menghubungkan konsep baru dengan pengetahuan sebelumnya.
<i>Joyful Learning</i>	Menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan agar peserta didik lebih termotivasi.

(Aryanto dkk., 2025)

Ketiga elemen ini bukanlah konsep yang terpisah, melainkan sebuah satu kesatuan yang saling menguatkan (Lukmanulhakim dkk., 2025). Menurut penelitiannya, Lukmanulhakim., dkk (2025) juga mengatakan bahwa ketika pembelajaran terasa bermakna, anak akan lebih sadar dan terlibat dalam prosesnya. Ketika mereka belajar dengan penuh kesadaran, anak akan lebih mudah menemukan kegembiraan dan kepuasan belajar.

Memberikan pengalaman yang bermakna kepada peserta didik dalam proses pembelajaran merupakan wujud dari *Meaningful Learning* (Nurul dkk., 2025). Guru merancang aktivitas pembelajaran yang memungkinkan peserta didik mengeksplorasi hubungan antara konsep baru dan pengalaman peserta didik sehari-hari. *Meaningful learning* menekankan pentingnya pembelajaran berpusat pada peserta didik, di mana mereka diberi kesempatan untuk aktif berpartisipasi melalui metode seperti diskusi kelompok, proyek kolaboratif, dan penelitian mandiri yang mendukung keterlibatan aktif (Wijaya dkk., 2025).

Mindful Learning juga memiliki peran penting dalam pembelajaran, dimana implementasi *Mindful Learning* diperlukan sebagai aktivitas yang mendorong refleksi dan kesadaran diri (Nurul dkk., 2025). Tercapainya *Mindful Learning* diwujudkan melalui aktivitas pembelajaran yang memungkinkan peserta didik memperluas dan memperdalam pengetahuan, serta menghubungkannya dengan pengalaman pribadi maupun konteks kehidupan sehari-hari (Hartono dkk., 2025).

Menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan agar peserta didik lebih termotivasi dan aktif dalam proses pembelajaran juga turut menjadi salah satu dari prinsip *Deep Learning* pada elemen *Joyful*. Implementasi elemen *Joyful* dalam proses pembelajaran melibatkan perencanaan aktivitas pembelajaran yang mengintegrasikan unsur permainan, kreativitas, dan eksplorasi (Fitriani dan Santiani, 2025). Guru dapat memanfaatkan berbagai metode, seperti pembelajaran berbasis permainan, proyek kreatif dan aktivitas kolaboratif, untuk membuat konsep pelajaran lebih menarik dan mendorong kerja sama peserta didik.

Ketiga elemen ini saling melengkapi dan memainkan peran kunci dalam menciptakan pembelajaran yang lebih kontekstual, bermakna, dan menyenangkan bagi peserta didik. Berdasarkan pemaparan diatas, penelitian ini mengadaptasi ketiga elemen utama *Deep Learning* sebagai prinsip dalam mengimplementasikan pembelajaran berbasis *Project Based*

Learning terintegrasi etno-stem yang diterapkan dalam pembelajaran fisika.

2.1.6 Model PjBL Terintegrasi Etno-STEM dengan Prinsip *Deep Learning*

Model pembelajaran PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning* menjadi solusi alternatif dalam menghadapi pembelajaran abad 21 yang mengintegrasikan model pembelajaran dengan kearifan lokal dan pendekatan STEM serta prinsip *Deep Learning* di setiap sintaknya. Berikut tahapan pembelajaran PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning* terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tahapan Pembelajaran PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning*

Tahapan Pembelajaran (1)	Kegiatan Pembelajaran (2)	Etno-STEM (3)	<i>Deep Learning</i> (4)
<i>Start with the essential question</i>	<p>Peserta didik mengamati fenomena yang disajikan oleh guru.</p> <p>Peserta didik berdiskusi untuk menjawab pertanyaan berdasarkan pengalaman mereka melalui sebuah fenomena kearifan lokal yang dijadikan sebagai dalam proyek rumusan masalah.</p>	<p><i>Technology:</i> Pemanfaatan video You Tube untuk menampilkan fenomena permainan tradisonal lampung yaitu pukang.</p> <p><i>Science:</i> 1. Faktual: Mengamati permainan pukang yang berputar/berotasi 2. Konseptual: Adanya konsep torsi dan momen inersia yang menyebabkan pukang dapat berputar.</p>	<p><i>Mindful:</i> peserta didik terlibat aktif menyadari tujuan pembelajaran.</p> <p><i>Meaningful:</i> Peserta didik menghubungkan antara konsep ilmiah dan pengalaman siswa sehari-hari.</p> <p><i>Joyful:</i> kelas menjadi hidup karena peserta didik tertarik dalam pembelajaran.</p>

Sambungan Tabel 4

(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Design a Plan for the Project</i>	Peserta didik bekerjasama dalam kelompok untuk merancang proyek.	<p><i>Science, Technology Engineering & Mathematics:</i> Merancang desain “pukang” yang bervariasi.</p> <p><i>Mathematics:</i> Menghitung dan mempertimbangkan besar torsi dan momen inersia dari variasi desain pukang.</p>	<p><i>Mindful:</i> peserta didik secara sadar dalam merancang design proyek.</p> <p><i>Joyful:</i> peserta didik saling bekerjasama dan menunjukkan ide-ide kreatif terkait rancangan design proyek.</p> <p><i>Meaningful Learning:</i> Peserta didik mengintegrasikan pengetahuan (momen gaya dan momen inersia) yang telah dimiliki mereka sebelumnya dalam merancang desain pukang.</p>
<i>Create a schedule</i>	Peserta didik mulai melakukan persiapan alat & bahan pembuatan proyek dan melakukan penyelidikan dengan mencari informasi terkait materi melalui sumber-sumber belajar yang relevan dengan materi.	<p><i>Science:</i> Melakukan penyelidikan secara ilmiah.</p> <p><i>Engineering:</i> Melakukan persiapan alat dan bahan untuk pembuatan proyek “pukang”.</p> <p><i>Mathematics:</i> Mencatat hasil penyelidikan dan percobaan dari proyek.</p>	<p><i>Mindful:</i> peserta didik berkesadaran dalam memilih dan menyiapkan material untuk membuat proyek.</p> <p><i>Meaningful:</i> melakukan penyelidikan dengan mencari informasi terkait materi melalui sumber-sumber belajar yang relevan</p> <p><i>Joyful Learning:</i> Peserta didik merancang persiapan pembuatan proyek pukang yang dikaitkan dengan konsep dinamika rotasi.</p>

Sambungan Tabel 4

(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Monitor the students and the progress of the project</i>	Peserta didik melakukan pengerjaan proyek, mencatat setiap tahapan, mendiskusikan setiap masalah yang muncul selama penyelesaian proyek dengan guru.	<i>Engineering:</i> Melakukan pembuatan proyek “pukang”.	<i>Mindful:</i> peserta didik secara sadar dalam merakit proyek. <i>Meaningful:</i> peserta didik mendiskusikan setiap masalah. <i>Joyful:</i> Peserta didik membuat proyek permainan tradisional pukang.
<i>Assess the outcome</i>	Peserta didik menguji hasil dengan melakukan proyek pukang. Peserta didik mencatat hasil percobaan dari proyek, mengolah hasil data yang dibandingkan dengan teori, dan percobaan dari mendiskusikan hasil percobaan. Peserta didik mempersiapkan hal-hal yang diperlukan untuk presentasi proyek.	<i>Engineering:</i> Melakukan percobaan hasil proyek. <i>Science & Mathematics:</i> Melakukan analisis data hasil percobaan dan dibandingkan dengan teori momen gaya dan momen inersia. <i>Technology:</i> Menyiapkan bahan presentasi dengan bantuan internet.	<i>Mindful:</i> peserta didik menguji hasil dengan melakukan percobaan. <i>Meaningful:</i> peserta didik mencatat dan mengolah hasil data yang kemudian dibandingkan dengan teori <i>Joyful:</i> Peserta didik melakukan percobaan proyek dengan memainkan permainan pukang.
<i>Evaluate the experience</i>	Peserta didik mempersentasikan proyek yang telah mereka buat, menarik kesimpulan, serta merefleksi proses pembelajaran dan pembentukan pemahaman mereka terkait konsep momen gaya/torsi dan momen inersia.	<i>Science, Technology, Engineering & Mathematics:</i> Mempresentasikan hasil desain dan percobaan proyek, dan menarik kesimpulan sebagai hasil pemahaman yang dikaitkan dengan konsep momen	<i>Meaningful:</i> peserta didik menarik kesimpulan dan mengaitkannya dengan fenomena. <i>Joyful:</i> Peserta didik mempersentasikan proyek yang telah mereka buat. <i>Mindful:</i> Peserta didik mengevaluasi

Sambungan Tabel 4

(1)	(2)	(3)	(4)
		gaya/torsi dan momen inersia.	pemahaman mereka, mengidentifikasi kesulitan yang dihadapi, dan mencari cara untuk mengatasinya, yang meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi.

2.1.7 Kemampuan Pemahaman Konseptual

Pemahaman konseptual mendalam atau *Deep Conceptual Understanding* adalah kemampuan untuk memahami suatu konsep secara menyeluruh dan bermakna, bukan hanya sekedar menghafal fakta. Pemahaman konseptual ini juga merupakan kemampuan untuk melihat hubungan antar satu ide dengan ide lainnya dan mengetahui definisi yang tepat (Claudia, 2017). Konsep ini menekankan pada keterhubungan antar pengetahuan, kemampuan berpikir kritis, analitis dan penerapan konsep dalam konteks nyata serta pemahaman berkelanjutan.

Menurut Elisa., dkk (2017), pemahaman konsep merupakan suatu proses untuk menangkap dan menguasai secara tepat sebuah rancangan atau ide abstrak yang dapat diklasifikasikan sebagai objek, yang pencapaiannya dilakukan melalui proses pembelajaran. Seperti halnya Syafa'atun dan Nurlaela (2022), mengemukakan bahwa pemahaman konsep merujuk pada kemampuan siswa untuk merekonstruksi dan menyampaikan kembali suatu materi dengan menggunakan bahasa yang sederhana serta mengaplikasikannya kembali. Berdasarkan pendapat dari beberapa ahli tersebut, dapat diketahui bahwa pemahaman konsep adalah kemampuan menjelaskan definisi, sifat dan uraian konsep serta menerapkannya dalam berbagai situasi secara logis dan kritis.

Konsep-konsep fisika yang abstrak seringkali menjadi alasan sulit dipahami dibandingkan dengan konsep yang nyata, sehingga pemahaman mendalam perlu ditingkatkan melalui berbagai metode (Nikat dkk., 2022). Pemahaman konseptual yang mendalam juga menjadi landasan penting untuk berpikir kritis dan pemecahan masalah yang efektif. Sejalan dengan tuntutan pembelajaran abad 21, yaitu pembelajaran harus mendorong siswa untuk berpikir secara aktif dan kompleks dalam menghadapi masalah (Wijaya dkk., 2016). Pembelajaran mendalam atau *Deep Learning* menjadi salah satu pendekatan yang relevan dengan tuntutan tersebut, dimana pendekatan ini bertujuan menciptakan suatu pemahaman konseptual yang bersifat utuh, reflektif, dan bermakna, sehingga pencapaian nilai akademik bukanlah satu-satunya orientasi (Dewi dkk., 2025).

Menurut Ji Shen, Ou Lydia Liu, & Hsin-Yi Chang (2015) ada tiga indikator pemahaman konseptual mendalam yang diuraikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Indikator Pemahaman Konseptual Mendalam

No.	Indikator	Deskripsi	Kegiatan
(1)	(2)	(3)	(3)
1.	Menghubungkan keadaan, proses, dan model penjelasan (konsep) fisika	Peserta didik mampu mengaitkan apa yang diamati (keadaan), bagaimana perubahan terjadi (proses), dan mengapa hal itu terjadi (model penjelas/konsep fisika).	Peserta didik mengidentifikasi keadaan fisik, menganalisis proses perubahan yang menghubungkan keadaan-keadaan tersebut dan menerapkan konsep fisika untuk menerangkan mengapa keadaan dan proses tersebut terjadi.
2.	Mengintegrasikan beberapa model penjelasan (konsep fisika)	Peserta didik dapat menggunakan lebih dari satu konsep ilmiah untuk menjelaskan fenomena yang sama.	Peserta didik menggunakan lebih dari satu konsep secara simultan untuk menganalisis fenomena yang sama, membandingkan kontribusi masing-masing konsep, dan menyusun penjelasan yang koheren yang menggabungkan elemen dari berbagai konsep.

Sambuangan Tabel 5

(1)	(2)	(3)	(3)
3.	Menghubungkan model/konsep ilmiah dengan pengalaman konkret	Peserta didik mampu menerapkan model/konsep ilmiah untuk menjelaskan pengalaman sehari-hari.	Siswa menerapkan konsep ilmiah yang abstrak untuk memprediksi, menjelaskan, atau mendesain fenomena dunia nyata atau konteks yang familiar, sehingga membuat koneksi yang bermakna antara teori dan pengalaman indrawi.

(Shen *et al.*, 2015)

Penelitian ini menggunakan indikator pemahaman konseptual mendalam Ji Shen, Ou Lydia Liu & Hsin-Yi Chang (2015), yang mencakup: (1) *Linking physical states, processes, and explanatory models*, (2) *Integrating multiple explanatory models*, and (3) *Connecting scientific models to concrete experiences*. Melalui indikator ini, peneliti dapat mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan peserta didik dalam pemahaman konseptual, sehingga membantu peserta didik memahami aspek mana yang perlu ditingkatkan dalam kemampuan.

2.1.8 Dinamika Rotasi

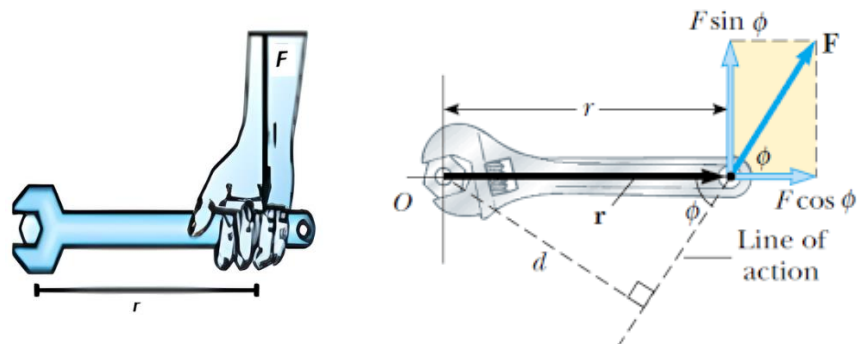
Kajian fundamental fisika terkait fenomena gerak dan penyebab suatu materi bergerak dibedakan menjadi dua, yaitu kinematika dan dinamika (Nikat dkk., 2022). Kinematika mempelajari gerak suatu benda tanpa memperhatikan faktor penyebabnya, dan dinamika yang mengkaji penyebab suatu benda bergerak, seperti gaya dan efeknya pada benda. Suatu benda dapat bergerak disebabkan adanya faktor gaya yang menyebabkan benda tersebut bergerak.

Sebuah benda dapat bergerak dalam berbagai jenis, seperti bergerak lurus, jatuh, memantul ataupun bergerak berotasi. Namun, faktor yang menyebabkan sebuah benda berotasi berbeda dengan yang menyebabkan

benda bergerak linear. Keduanya disebabkan oleh faktor gaya yang berbeda. Gaya yang menyebabkan benda bergerak rotasi tersebut menjadi pembahasan dalam topik dinamika rotasi. Dinamika rotasi merupakan cabang dari dinamika yang mempelajari pergerakan benda berputar serta penyebabnya. Untuk memahami gerak rotasi secara dinamika, ada dua aspek yang perlu diperhatikan, yaitu penyebab gerak benda (momen gaya atau torsi) dan karakteristik benda (momen inersia). Berikut penjelasan dari dua aspek tersebut:

1. Momen Gaya atau Torsi

Momen gaya atau disebut juga dengan torsi (τ) adalah gaya pada sumbu putar yang dapat menyebabkan benda bergerak melingkar atau berputar. Kaitannya dengan prinsip kerja momen gaya, terdapat beberapa besaran yang bekerja dalam momen gaya diantaranya yaitu sumbu rotasi, garis kerja gaya dan lengan gaya.



Gambar 1. Momen Gaya

Sumber: <https://url-shortener.me/741D>

Sumbu rotasi merupakan suatu kedudukan yang tidak berubah saat benda mengalami gerak rotasi. Garis kerja gaya adalah perpanjangan dari gaya yang diberikan, dan lengan gaya adalah jarak tegak lurus dari sumbu rotasi ke garis kerja gaya. Ketiga besaran tersebut dirumuskan menjadi satu persamaan torsi, dimana torsi adalah jarak dikalikan gaya (Giancoli, 2014).

$$\tau = r \times F_{\perp}$$

Hal ini memberikan hasil yang sama ketika $F_{\perp} = F \sin \theta$ dan $r_{\perp} = r \sin \theta$.

$$\tau = r F \sin \theta$$

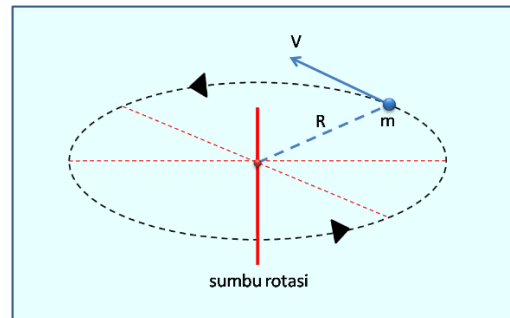
τ adalah torsi atau momen gaya (Nm). r adalah lengan gaya (m). F adalah gaya yang diberikan tegak lurus dengan lengan gaya (N). jika gaya yang bekerja pada lengan gaya tidak tegak lurus, maka komponen tersebut tidak menghasilkan torsi karena arahnya sejajar dengan sumbu rotasi (lengan tuasnya nol) dan besarnya torsinya adalah:

$$\tau = r F \cos \theta$$

Torsi τ juga termasuk besaran vektor, yang memiliki besar dan arah. Bedanya, arah torsi hanya dua, searah atau berlawanan arah jarum jam. Kedua arah torsi ini cukup dibedakan dengan memberikan tanda positif (berlawanan dengan perputaran arah jarum jam), atau negatif (searah dengan perputaran arah jarum jam).

2. Momen Inersia

Momen merupakan efek yang menyebabkan perubahan keadaan. Momen inersia didefinisikan sebagai kelembaman suatu benda untuk berputar pada porosnya. Besar momen inersia bergantung pada massa (m) dan posisi sumbu putar benda (r). Besaran mr^2 ini mewakili inersia rotasi partikel (Giancoli, 2014:208).



Gambar 2. Momen Inersia

Sumber: <https://url-shortener.me/741M>

Momen inersia dirumuskan dengan:

$$I = mr^2$$

Kedua aspek yang menjadi penyebab suatu benda bergerak benda bergerak rotasi yaitu momen gaya atau torsi dan momen inersia, akan menjadi konsep yang diterapkan dalam pembuatan proyek pukang pada penelitian ini. Momen gaya bekerja pada saat pukang mulai berputar, dimana momen gaya menjadi sebab dari pukang berputar. Kecenderungan suatu benda untuk terus berputar merupakan interpretasi dari momen inersia yang bekerja pada pukang. Kedua konsep tersebut saling berkaitan satu sama lain dalam proyek permainan pukang.

2.2 Kerangka Pemikiran

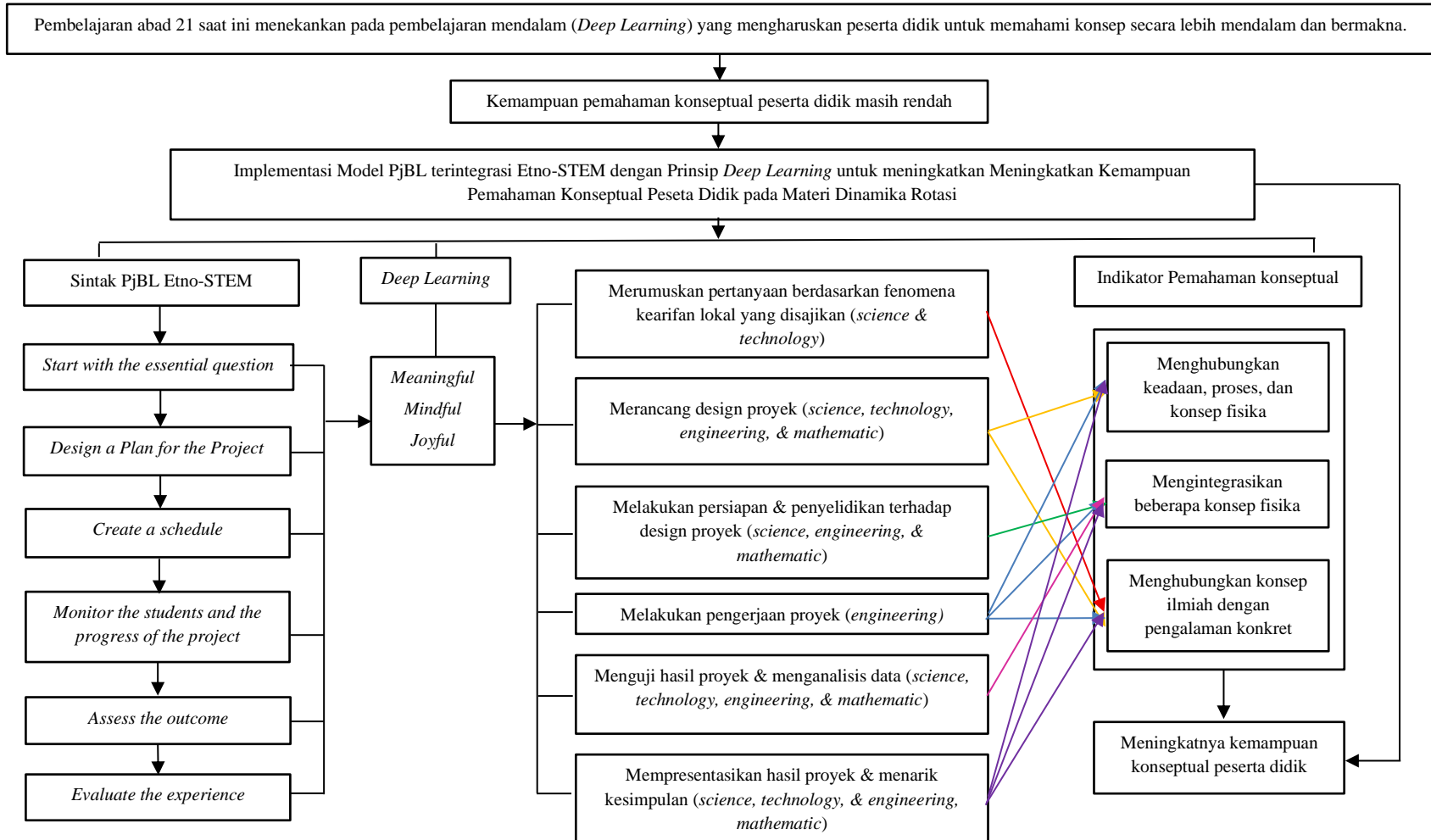
Pembelajaran abad 21 saat ini menekankan pada pembelajaran mendalam (*Deep Learning*) yang mengharuskan peserta didik untuk memahami konsep secara lebih mendalam dan bermakna. Kemampuan pemahaman konseptual menjadi salah satu kemampuan yang sangat penting untuk dikembangkan, mengingat pembelajaran abad 21 menuntut peserta didik tidak hanya menguasai pengetahuan faktual, tetapi juga mampu berpikir

kritis dan memahami konsep secara mendalam untuk solusi kreatif dan efektif. Kenyataannya kemampuan pemahaman konseptual peserta didik masih rendah.

Salah satu model pembelajaran yang dapat diterapkan untuk meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik adalah model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning*. Melalui 6 tahap PjBL, peserta didik dilatih dengan pembelajaran berbasis proyek melalui indikator kemampuan pemahaman konseptual yang tersebar disetiap tahapan pembelajarannya. Pendekatan etno-STEM yang mengintegrasikan kearifan lokal dengan prinsip *Deep Learning* melibatkan 4 indikator STEM yang memberikan pengalaman belajar lebih bermakna kepada peserta didik, melalui kegiatan merancang desain, memanfaatkan teknologi, mengasah kemampuan kognitif, dan mengaplikasikan pengetahuan dengan berinteraksi langsung dengan kearifan lokal yang dikaitkan dengan konsep sains.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan variabel bebas (X) pada penelitian ini adalah model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning*, sedangkan variabel terikat (Y) dalam penelitian ini adalah kemampuan pemahaman konseptual peserta didik.

Hubungan antara kedua variabel tersebut dapat diilustrasikan seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Bagan Kerangka Pemikiran

2.3 Anggapan Dasar

1. Populasi memiliki kemampuan awal yang sama.
2. Pengalaman belajar dengan model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning* pada materi dinamika rotasi belum pernah diberikan sebelumnya.
3. Faktor-faktor lain di luar penelitian tidak diperhitungkan.

2.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

H_1 : Implementasi model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning* efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konseptual peserta didik sebelum dan sesudah diajarkan

III. METODE PENELITIAN

3.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2025/2026 di SMA Negeri 1 Kota Agung yang terletak di Jl. Bhayangkara No. 77, Kelurahan Kuripan, Kecamatan Kota Agung Kabupaten Tanggamus, Lampung.

3.2 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas XI SMAN 1 Kota Agung. Pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *Purposive Sampling*, dengan melihat rata-rata hasil belajar peserta didik kelas XI dan fasilitas yang mendukung seperti sinyal internet yang baik. Penelitian ini mengambil sampel dua kelas, yaitu kelas XI A sebagai kelas eksperimen dan kelas XI B sebagai kelas kontrol.

3.3 Variabel Penelitian

Penelitian ini terdiri atas dua variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Adapun variabel bebas (X) pada penelitian ini adalah model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning*, sedangkan variabel terikat (Y) dalam penelitian ini adalah kemampuan pemahaman konseptual peserta didik.

3.4 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Quasi Experiment Design* dengan desain penelitian *Non-Equivalent Control Group Design*. Penelitian ini menggunakan dua kelas, yakni satu kelompok eksperimen diberi perlakuan pembelajaran dengan model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning* dan satu kelompok kontrol menggunakan model *Direct Instruction* yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Desain penelitian *Non-Equivalent Control Group Design*

Kelas	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
Eksperimen	O₁	X₁	O₂
Kontrol	O₃	X₂	O₄

Keterangan:

O_1 = *Pretest* kemampuan pemahaman konseptual kelas eksperimen

O_2 = *Posttest* kemampuan pemahaman konseptual kelas eksperimen

O_3 = *Pretest* kemampuan pemahaman konseptual kelas kontrol

O_4 = *Posttest* kemampuan pemahaman konseptual kelas kontrol

X_1 = Pembelajaran menggunakan model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning*

X_2 = Pembelajaran menggunakan model pembelajaran *Direct Instruction*

Secara rinci tahapan dari desain penelitian diuraikan seperti terlihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Desain Penelitian Kelas Eksperimen

O_1 (Pretest)	X_1 (Treatment kelas Eksperimen)	Indikator DCU	O_2 (Posttest)
(1)	(2)	(3)	(4)
Kemampuan DCU rendah	<p>Tahap (1) <i>Start with the essential question</i></p> <p>Guru memberikan permasalahan kontekstual yang ditampilkan melalui video berupa fenomena kearifan lokal permainan pukang (gasing) kepada peserta didik. Peserta didik diarahkan untuk mengamati dan mengidentifikasi permasalahan yang ada pada video fenomena kearifan lokal dan mulai berdiskusi untuk menjawab pertanyaan yang didasarkan atas pengalaman mereka yang dijadikan sebagai rumusan masalah dalam proyek.</p>	Menghubungkan konsep ilmiah dengan pengalaman konkret.	Kemampuan Pemahaman Konseptual meningkat.
	<p>Tahap (2) <i>Design a Plan for the Project</i></p> <p>Setelah mengawali dengan merumuskan pertanyaan, guru membagikan LKPD terkait prosedur dalam pembuatan proyek. selanjutnya yaitu, peserta didik bekerjasama dalam kelompok untuk merancang design proyek. Peserta didik mulai mendesain dan memperkirakan bentuk dan ukuran yang dibuat serta pemilihan barang yang akan digunakan. Guru membimbing dalam mempertimbangkan pemilihan bentuk dan ukuran design proyek dan mengarahkan untuk menghubungkannya dengan konsep fisika.</p>	<p>a. Menghubungkan keadaan, proses, dan konsep fisika.</p> <p>b. Menghubungkan konsep ilmiah dengan pengalaman konkret.</p>	

Sambungan Tabel 7.

(1)	(2)	(3)	(4)
	<p>Tahap (3) <i>Create a schedule</i></p> <p>Peserta didik mulai melakukan persiapan alat & bahan pembuatan proyek dan melakukan penyelidikan dengan mencari informasi terkait materi melalui sumber-sumber belajar yang relevan dengan prinsip kerja momen gaya dan momen inersia.</p>	<p>a. Mengintegrasikan beberapa konsep fisika.</p>	
	<p>Tahap (4) <i>Monitor the students and the progress of the project</i></p> <p>Peserta didik melakukan pengerjaan proyek sesuai panduan LKPD, mendiskusikan setiap masalah yang muncul selama penyelesaian proyek dengan guru. Guru memonitor progres pengerjaan proyek peserta didik.</p>	<p>a. Menghubungkan keadaan, proses, dan konsep fisika. b. Mengintegrasikan beberapa konsep fisika. c. Menghubungkan konsep ilmiah dengan pengalaman konkret.</p>	
	<p>Tahap (5) <i>Assess the outcome</i></p> <p>Peserta didik menguji hasil dengan melakukan percobaan dari proyek, mencatat hasil percobaan dan menganalisis data yang kemudian dibandingkan dengan teori serta mendiskusikan hasil percobaan. Kemudian dilanjutkan dengan menarik kesimpulan. Guru membimbing dalam menentukan variabel yang diukur dan memantik peserta didik dengan mengingatkan dengan prinsip kerja momen gaya dan momen inersia.</p>	<p>Mengintegrasikan beberapa konsep fisika.</p>	
	<p>Tahap 6 (<i>Evaluate the experience</i>)</p> <p>Peserta didik mempersentasikan hasil proyek yang telah mereka buat di</p>	<p>a. Menghubungkan keadaan, proses, dan konsep fisika. b. Mengintegrasikan</p>	

Sambungan Tabel 7.

(1)	(2)	(3)	(4)
	depan kelas, serta merefleksi proses pembelajaran dan pembentukan pemahaman mereka terkait konsep momen gaya/torsi dan momen inersia. Guru memberikan umpan balik dan mengulas kembali kesimpulan berdasarkan konsep materi dinamika rotasi yang dikaitkan dengan hasil proyek yang telah dibuat.	beberapa konsep fisika. c. Menghubungkan konsep ilmiah dengan pengalaman konkret.	

Keterangan :

O₁ : *Pretest* Kelas Eksperimen

O₂ : *Posttest* Kelas Eksperimen

X₁ : *Treatment* Menggunakan Model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning*

Tabel 8. Desain Penelitian Kelas Kontrol

O ₃ (<i>Pretest</i>)	X ₂ (<i>Treatment</i> kelas Kontrol)	O ₄ (<i>Posttest</i>)
Kemampuan DCU rendah.	Fase 1 Orientasi/menyampaikan tujuan Peserta didik mengamati video animasi terkait penerapan materi dinamika rotasi yang ditampilkan guru. Dilanjutkan dengan Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan prosedur kegiatan pembelajaran.	Kemampuan Pemahaman Konseptual meningkat.
	Fase 2 Presentasi/Demonstrasi Guru menyampaikan materi pembelajaran mengenai dinamika rotasi. Peserta didik menyimak penjelasan materi yang diberikan guru, kemudian peserta didik diberi kesempatan untuk bertanya terkait informasi materi yang belum dipahami atau sebaliknya.	
	Fase 3 Latihan terbimbing Guru memberikan instruksi kepada peserta didik untuk mengerjakan LKPD Peserta didik melakukan percobaan dan menganalisis data dari hasil percobaan.	

Sambungan Tabel 8.

(1)	(2)	(3)
	Fase 4 Mengecek pemahaman dan memberikan umpan balik	
	Peserta didik mempresentasikan hasil percobaan yang telah dilakukan Guru memeriksa hasil percobaan yang telah dilakukan dari hasil LKPD dan memberikan umpan balik.	
	Fase 5 Latihan mandiri	
	Guru memberikan tugas lanjutan untuk memperdalam pengetahuan terkait materi dinamika rotasi.	

Keterangan:

O_1 : *Pretest* Kelas Kontrol

O_2 : *Posttest* Kelas Kontrol

X_1 : *Treatment* Menggunakan *Direct Instruction*

3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap, yaitu sebagai berikut.

1. Tahap Persiapan Penelitian
 - a. Meminta izin kepada kepala SMAN 1 Kota Agung untuk melaksanakan penelitian.
 - b. Melakukan wawancara dengan guru fisika dan menyebarkan angket kepada peserta didik SMAN 1 Kota Agung untuk menggali informasi mengenai permasalahan yang dihadapi oleh peserta didik dalam pembelajaran.
 - c. Menentukan sampel penelitian.
 - d. Menyiapkan modul dan instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian.

2. Tahap Pelaksanaan Penelitian

Tabel 9. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Peneliti memberikan <i>pretest</i> untuk mengukur kemampuan pemahaman konseptual awal peserta didik.	Peneliti memberikan <i>pretest</i> untuk mengukur kemampuan pemahaman konseptual awal peserta didik.
Peneliti memberikan perlakuan menggunakan model PjBL terintegrasi STEM dengan prinsip <i>Deep Learning</i> .	Peneliti memberikan perlakuan menggunakan model <i>Direct Instruction</i> .
Peneliti memberikan <i>posttest</i> kepada peserta didik.	Peneliti memberikan <i>posttest</i> kepada peserta didik.

3. Tahap Akhir Penelitian

- a. Mengolah data hasil *Pretest* dan *Posttest* serta instrumen pendukung lainnya.
- b. Membandingkan hasil analisis data instrumen tes sebelum diberi perlakuan dan setelah diberi perlakuan untuk melihat apakah terdapat perbedaan kemampuan pemahaman konseptual peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- c. Menarik kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh dari analisis data.

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen tes yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa soal test *Pretest* dan *Posttest* untuk mengukur kemampuan pemahaman konseptual mendalam peserta didik sebelum diberi perlakuan dan sesudah diberi perlakuan. Lembar soal tes kemampuan pemahaman konseptual dengan indikator: (1) menghubungkan keadaan, proses, dan model/konsep penjelasan fisika, (2) mengintegrasikan beberapa model/konsep penjelasan fisika, (3) menghubungkan model/konsep ilmiah dengan pengalaman konkret, dibuat dengan kisi-kisi berdasarkan capaian pembelajaran (CP)

pada materi dinamika rotasi dan indikator kemampuan pemahaman konseptual.

3.7 Analisis Instrumen

Sebelum instrumen diterapkan pada sampel penelitian, instrumen harus diuji terlebih dahulu dengan menggunakan program IBM SPSS *Statistics 23* untuk menggunakan uji validitas dan uji reliabilitas. Hal tersebut untuk memastikan bahwa instrumen yang digunakan valid dan reliabel.

3.7.1 Uji Validitas

Uji validitas merupakan suatu prosedur yang digunakan untuk memastikan valid atau tidaknya suatu instrumen yang digunakan. Validitas instrumen dalam penelitian ini diuji dengan memanfaatkan metode *Pearson Correlation*. Jika $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ maka instrumen dinyatakan valid, tetapi jika $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka instrumen dinyatakan tidak valid.

Dasar pengambilan keputusan dalam uji validitas instrumen yaitu:

1. Jika nilai Sig. $< 0,05$ dengan *Pearson Correlation* positif, maka instrumen dikatakan valid.
2. Jika nilai Sig. $< 0,05$ dengan *Pearson Correlation* negatif, maka instrumen dikatakan tidak valid.
3. Jika nilai Sig. $> 0,05$, maka instrumen dikatakan tidak valid.

3.7.2 Uji Reliabilitas Instrumen

Reliabilitas adalah uji yang digunakan untuk mengukur tingkat stabilitas dan konsistensi skor yang dicapai apabila instrumen digunakan secara berulang-ulang. Instrumen dikatakan reliabel apabila instrumen tersebut

konsisten menghasilkan hasil yang sama ketika diujikan pada subjek yang sama dalam waktu yang berbeda. Uji reliabilitas dilakukan dengan membandingkan nilai *Cronbach's Alpha* dengan tingkat atau taraf signifikan yang digunakan. Interpretasi pengujian reliabilitas instrumen disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Interpretasi Reliabilitas instrumen

Interval r_{11}	Kategori
$\leq 0,20$	Sangat Rendah
0,20 – 0,40	Rendah
0,40 – 0,70	Sedang
0,70 – 0,90	Tinggi
0,90 – 1,00	Sangat Tinggi

(Rosidin, 2017)

3.8 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengumpulan data hasil belajar peserta didik yang dilakukan dengan teknik tes. Tes yang digunakan berupa lembar tes soal *Pretest* dan *Posttest*. Pemberian tes dilakukan sebanyak empat kali, yaitu dua kali pada kelas eksperimen sebelum dan sesudah mendapat perlakuan dan dua kali pada kelas kontrol sebelum dan sesudah mendapat perlakuan. Tes yang diberikan berupa soal uraian yang disesuaikan dengan topik pembelajaran dinamika rotasi. Berdasarkan hasil *Pretest* dan *Posttest*, maka diperoleh data yang selanjutnya digunakan untuk mengukur kemampuan pemahaman konseptual peserta didik. Penilaian ini menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai Hasil Belajar} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100$$

3.9 Teknik Analisis Data

3.9.1 Uji *N-gain*

Uji *Normalized Gain* (*N-gain*) digunakan untuk mengukur efektivitas penerapan metode atau perlakuan dari suatu penelitian. Uji ini dilakukan untuk membandingkan nilai sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Dalam penelitian ini data diambil dari hasil *Pretest* dan *Posttest* terkait peningkatan kemampuan pemahaman konseptual. Untuk membandingkan *gain* dari keduanya, maka digunakan rumus *N-gain* sebagai berikut:

$$N - gain = \frac{Skor_{posttest} - Skor_{pretest}}{Skor_{maksimum} - Skor_{pretest}}$$

Adapun kriteria interpretasi *N-gain* dapat dilihat pada Tabel 11:

Tabel 11. Kriteria *N-gain*

Batasan	Kriteria
$N - gain > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq N - gain \leq 0,7$	Sedang
$N - gain < 0,3$	Rendah

(Husein *et al.*, 2017)

3.9.2 Uji Normalitas

Uji normalitas data digunakan sebagai alat untuk memastikan apakah data yang berasal dari sampel berdistribusi normal atau tidak. Pengujian normalitas ini menjadi dasar dalam menentukan langkah pengujian hipotesis dengan rumusan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

Penelitian ini menggunakan metode *Shapiro Wilk* sebagai dasar pengambilan keputusan uji normalitas. keputusan diambil berdasarkan nilai signifikansi sebagai berikut:

- a. Jika nilai Sig. atau nilai probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima. Nilai tersebut menunjukkan bahwa data berdistribusi secara normal.
- b. Jika nilai Sig. atau nilai probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak. Nilai tersebut menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal.

3.9.3 Pengujian Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui varians beberapa data dari sampel memiliki varian data yang homogen atau tidak. Dasar dalam pengambilan keputusan dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Dasar Pengambilan Keputusan Homogenitas

Interval	Kriteria
$sig. \geq 0,05$	Homogen
$sig. < 0,05$	Tidak Homogen

(Sugiyono, 2013)

3.10 Pengujian Hipotesis

3.10.1 Uji *Independent Sampel t-Test*

Uji *Independent Sampel t-Test* digunakan untuk mengetahui efektif atau tidaknya model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning* dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konseptual peserta didik. Adapun hipotesis yang diuji sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan pemahaman konseptual peserta didik sebelum dan sesudah diajarkan model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning*.

H_1 : Terdapat perbedaan peningkatan kemampuan pemahaman konseptual peserta didik sebelum dan sesudah diajarkan model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning*.

Pedoman pengambilan keputusan berdasarkan nilai *sig.* atau signifikansi:

- a. Jika nilai *sig.* $\geq 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.
- b. Jika nilai *sig.* $< 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

3.10.2 Uji *Effect Size* dengan ANCOVA

Untuk mengetahui besarnya pengaruh suatu variabel atau perlakuan pada variabel lain yaitu dengan menggunakan uji *Effect Size*. Perbedaan pencapaian antara kelas eksperimen dan kelas kontrol diukur menggunakan *Effect Size*, yang dalam penelitian ini diuji melalui metode ANCOVA. ANCOVA merupakan teknik statistik yang digunakan untuk melihat bagaimana pengaruh suatu perlakuan terhadap variabel terikat dengan mengontrol variabel lain. Interpretasi *Effect Size* dengan ANCOVA disajikan dalam Tabel 13 berikut ini:

Tabel 13. Interpretasi *Effect Size* dengan ANCOVA

Nilai <i>Partial Eta Square</i>	Interpretasi
$0,14 \leq d$	Besar
$0,06 \leq d \leq 0,14$	Sedang
$0,01 \leq d \leq 0,06$	Kecil

(Cohen dkk., 1998)

Uji ANCOVA digunakan sebagai alat untuk menguji hipotesis. Hipotesis yang diuji dalam penelitian ini adalah:

H_0 : Implementasi model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning* tidak efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konseptual peserta didik sebelum dan sesudah diajarkan

H_1 : Implementasi model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip

Deep Learning efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konseptual peserta didik sebelum dan sesudah diajarkan

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan, dapat ditarik simpulan sebagai berikut: Terdapat pengaruh penerapan model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning* dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konseptual peserta didik pada materi dinamika rotasi. Besarnya pengaruh model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning* dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konseptual peserta didik ditunjukkan dengan nilai *effect size* sebesar 0,584 dengan kategori besar. Selain itu, hasil uji *Independent Sample T-test* diperoleh nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,000. Sehingga, implementasi model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning* efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konseptual peserta didik pada materi dinamika rotasi.

5.2 Saran

Berdasarkan simpulan penelitian, saran yang diberikan sebagai berikut:

1. Implementasi model PjBL terintegrasi etno-STEM dengan prinsip *Deep Learning* dapat menjadi salah satu alternatif inovasi pembelajaran yang efektif bagi guru dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konseptual peserta didik.
2. Kepada peneliti selanjutnya, sebaiknya dapat lebih memperluas cakupan penelitian dengan melibatkan lebih dari satu sekolah serta menerapkan model pembelajaran ini pada berbagai materi fisika lainnya agar hasil penelitian memiliki tingkat generalisasi yang lebih kuat dan representatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, Ariyani, F., Achmad, A., & Nurulsari, N. (2020). Designing an Inquiry-based STEM Learning strategy as a Powerful Alternative Solution to Enhance Students' 21st-century Skills: A Preliminary Research. *Journal of Physics: Conference Series*, 1155, 012087.
- Amri, M. S., Sudjimat, D. A., & Nurhadi, D. (2020). Mengkombinasikan Project-Based Learning dengan STEM untuk Meningkatkan Hasil Belajar Teknikal dan Karakter Kerja Siswa SMK. *Jurnal Teknologi, Kejuruan, Dan Pengajarannya*, 43(1), 41–50.
- Ariyanto, A., Utama, & Markhamah. (2022). Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) untuk Penguatan Karater Kemandirian. *Jurnal Ilmiah Mitra Swara Ganesha*, 9(2), 101–116.
- Aryanto, S., Amelia, D., Maharbid, D. A., Gumala, Y., & Gildore, P. J. E. (2025). Pembelajaran Literasi dan Numerasi melalui Deep Learning: Pendekatan Transformasional di Sekolah Dasar. *Journal of Professional Elementary Education (JP EE)*, 4(1), 49–57.
- Ausubel, D. P. (1969). A cognitive theory of school learning. *Psychology in the Schools*, 6(4), 331-335.
- Ausubel, D. P., & Fitzgerald, D. (1961). Meaningful Learning and Retention: Intrapersonal Cognitive Variables. *American Educational Research Association*, 31(5), 500–510.
- Awaludin, A., Ruhiat, Y., & Anriani, N. (2024). Improving Learning Outcomes through STEM Learning Model and Self-Efficacy. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 9(3), 1175–1180.
- Badriah. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Pada Materi Elastisitas Dan Hukum Hooke Di SMA Negeri 1 Syamtalira Bayu. *Jurnal Dedikasi Pendidikan*, 6(2), 463–472.
- Claudia, L. F. (2017). Pemahaman Konseptual dan Keterampilan Prosedural Siswa Kelas VIII Melalui Media Flash Player. *Posiding SI MaNIs (Seminar Nasional Integrasi Matematika Dan Nilai Islami)*, 1(1), 26–31.

- Dewi, I., Hasratuddin, Andriani, A., & Siregar, N. (2025). Perancangan Pembelajaran Matematika Menggunakan Pendekatan Deep Learning. *Jurnal Fibonacci : Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 106–115.
- Elisa, Mardiyah, A., & Ariaji, R. (2017). Penerapan Pemahaman Konsep Fisika dan Aktivitas Mahasiswa Melalui PhET Simulation. *PeTeKa (Jurnal Penelitian Tindakan Kelas Dan Pengembangan Pembelajaran)*, 1(1), 15–20.
- Fahmi. (2022). Model Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL) Untuk Meningkatkan Kompetensi Larutan Elektrolit Pada Peserta Didik Kelas X MIPA-6 SMA Negeri 1 Pekalongan Semester 2 Tahun Pelajaran 2018-2019. *Dwjaloka Jurnal Pendidikan Dasar & Menengah*, 3(1), 91–104.
- Fahri, M. R. S. (2025). Pendidikan Inovatif di Abad 21: Mewujudkan Pembelajaran yang Bermakna dan Berkelanjutan. *Jurnal Pendidikan Dasar, Menengah & Kejujuran*, 1(3), 33–38.
- Fitriani, A., & Santiani. (2025). Analisis Literatur: Pendekatan Pembelajaran Deep Learning dalam Pendidikan. *Jurnal Ilmiah Nusantara (JINU)*, 2(3), 50–57.
- Gazali, Y. R. (2016). Pembelajaran Matematika yang Bermakna. *Math Didactic: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(3), 181–190.
- Giancoli, D. C. (2014). *Physics: Principles with Applications seventh edition*. United States America; Pearson Education.
- Ginanjar, G. G., & Efendi, R. (2014). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Penugasan. *Wahana Pendidikan Fisika*, 1(3).
- Hartono, Y. D., Damayanti, D. Z., Mahmud, A. Z., Laely, S. N., Sulasmi, & Juwaedi. (2025). Penerapan Mindful Learning pada Pembelajaran IPAS. *Jurnal Ilmiah Research Student*, 2(2), 973–985.
- Hartoyo, & Al Murtaqi, M. R. (2025). Strategi Pendidikan Berbasis Deep Learning dan Psikologi Peserta Didik: Menuju Pendidikan Berkualitas. *Pedagogia: Jurnal Keguruan Dan Kependidikan*, 1(02), 20–27.
- Haryanti, A., & Sarwi, S. (2025). Analisis Penerapan PjBL-STEM Terhadap Pemahaman Konsep Siklus Air dan Kreativitas Siswa Kelas V. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(02).
- Husein, S., Herayanti, L., & Gunawan, G. (2017). The effect of using interactive multimedia on students' mastery of concepts and critical thinking skills on temperature and heat material. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 1(3), 221.

- ilyas, Rahmi, M., Muchsin, & safrijal. (2026). Deep Learning through a STEM-Integrated Project-Based Learning Model for Enhancing Students' Creativity. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 12(1).
- Isnaniah, N., & Masniah. (2022). Pembelajaran Fisika Berbasis Etno-STEM melalui Permainan Tradisional Kalimantan Selatan. *Al Kawnu: Science and Local Wisdom Journal*, 02(01), 116–121.
- Lestari, R., Sumarno, & Gimin. (2025). Efektivitas Penggunaan Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Peningkatan Keaktifan Belajar Siswa dan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 25(1), 90–103.
- Lukmanulhakim, Miranda, D., Amalia, A., Ramadhani, A., Perdina, S., & Sabila, D. K. (2025). Mengenal Deep Learning : Konsep Dasar Dan Aplikasinya Dalam Pendidikan Understanding. *ARSY : Aplikasi Riset Kepada Masyarakat*, 6(2), 437–442.
- Mantau, B. A. K., & Talango, S. R. (2023). Pengintegrasian Keterampilan Abad 21 Dalam Proses Pembelajaran (Literature Review). *Irfani: Jurnal Pendidikan Islam*, 19(1), 86–107.
- Martawijaya, M. A., Rahmadhanningsih, S., Swandi, A., Hasyim, M., & Sujiono, E. H. (2023). Jurnal Pendidikan IPA Indonesia The Effect of Applying The Ethno-STEM Project Based Learning Model on Students' Higher Order Thinking Skill and Misconception of Physics Topics Related to Lake Tempe, Indonesia. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(1), 1–13.
- Mundzir, M. (2024). Implementasi pendidikan karakter berbasis kearifan lokal dalam Membentuk Generasi Berintegritas. *Aktivisme : Jurnal Ilmu Pendidikan, Politik Dan Sosial Indonesia*, 1(1), 16–28.
- Nababan, D., Marpaung, A. K., & Koresy, A. (2023). Strategi Pembelajaran Project Based Learning (PjBL). *Pediaqu : Jurnal Pendidikan Sosial Dan Humaniora*, 2(2), 706–719.
- Naibaho, N., Pangaribuan, L. R., & Gultom, S. P. (2025). Analisis Penggunaan Project Based Learning Terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Siswa Pada Materi Statistik di Kelas XI. *Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Sosial (JIPSI)*, 4(3).
- Nasution, S. L. S., & Setyaningrum, W. (2024). Enhancing Higher-Order Thinking and Conceptual Understanding through STEM-PjBL: A Comprehensive Assessment of Its Impact on Education. *Indonesian Journal of Educational Research and Review*, 7(3), 656–666.

- Nikat, R. F., Algiranto, Loupatty, M., & Henukh, A. (2022). Pemahaman Konsep Dinamika dan Kinematika Berdasarkan Conceptual Knowledge Melalui Aplikasi Game Quizizz. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 10(2), 218–230.
- Nurul, A., Iskandar, S., Amalia, M., & Naziha, P. F. (2025). Konsep dan Implementasi Pendekatan Deep Learning di Sekolah Dasar. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(2), 1661–1672.
- Nuryati, & Fauziati, E. (2021). Pendekatan Konstruktivisme dalam Pembelajaran Tematik Terpadu di SD Negeri Sumogawe 01 Kab . Semarang. *Papeda*, 3(2), 86–95.
- Nusfiah, K. (2024). Model Pembelajaran Project-Based Learning (PjBL) melalui Video Project dalam Meningkatkan Kreativitas dan Keterampilan Peserta Didik. *Journal of Islamic Education*, 2(1), 16–21.
- Oktaya, I., & Panggabean, E. M. (2022). Ketepatan dan Efektivitas Penggunaan Teori Belajar dalam Pembelajaran Matematika dengan Model Project Based Learning pada Kurikulum Merdeka Belajar. *Journal of Mathematics in Teaching and Learning*, 01(1), 10–14.
- Olusegun, B. S. (2015). Constructivism Learning Theory : A Paradigm for Teaching and Learning. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 5(6), 66–70.
- Piaget, J. (1972). *Psychology and epistemology: Towards a theory of knowledge*. New York. Basic Book.
- Pratimi, R. (2024). Pendekatan Konstruktivisme dalam Kebijakan Pembelajaran Berbasis Proyek : Transformasi Pendidikan Menuju Kreativitas dan Kolaborasi. *Jejaring Administrasi Publik*, 16(2), 76–87.
- Putri, C. R., Abdurrahman, A., & Herlina, K. (2025). Integrating seaweed ethnoscience with STEM-PjBL in renewable energy learning: Could this approach develop creativity and entrepreneurial skills ? *Indonesian Journal of Sciene and Mathematics Education*, 08(March), 187–198.
- Radiusman. (2020). Studi Literasi: Pemahaman Konsep Anak Pada Pembelajaran Matematika. *FIBONACCI: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 6(1), 1–8.
- Rahayuningsih, S., & Pantiwati, Y. (2025). Efektivitas Project-Based Learning dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Bangun Datar 2D Matematika di Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 18(2), 95–104.
- Rahmatillah, W., Maryamah, Jayatri, T., Isnata, R., Wulandari, S., & Siltawani, A. (2025). Penerapan Model PjBL Terhadap Keaktifan Belajar Siswa Mata

- Pelajaran IPAS Kelas 6 SDN 60 Kota Jambi. *Jurnal Kompetensi Guru Indonesia*, 1(1), 15–21.
- Rofi'ah, U. A., Muslimin, Hidayati, N., Salamah, U., & Rohman, K. S. (2025). Pembelajaran STEAM Berbasis Kearifan Lokal dalam Meningkatkan Kemampuan Problem Solving Anak : Studi Kasus di RA Hidayatul Islamiyah Tuban. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 9(5), 1249–1260.
- Rosidin, U. (2017). *Evaluasi dan Asesmen Pembelajaran*. Media Akademi.
- Rosidin, U., Suyatna, A., & Abdurrahman, A. (2019). A Combined HOTS-Based Assessment/STEM Learning Model to Improve Secondary Students' Thinking Skills : A Development and Evaluation Study. *Journal for the Edecoration of Gifted Young*, 7(2), 435–448.
- Salasabilla, A. S., Wakhidah, N., Arum, W. F., Hidayati, S., & Indayati, T. (2025). Analisis Tingkat Pemahaman Konsep Siswa Pada Pembelajaran IPA. *Edu-Sains*, 14(1), 7–15.
- Salsabila, N. H. (2017). Proses Kognitif dalam Pembelajaran Bermakna. *Konferensi Nasional Penelitian Matematika Dan Pembelajarannya II*, 434–443.
- Sasmita, P. R., & Hartoyo, Z. (2020). Pengaruh Pendekatan Pembelajaran STEM Project Based Learning Terhadap Pemahaman Konsep Fisika Siswa. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, 2(2), 136–148.
- Satria, I. S. E., & Yafterson, R. B. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Untuk Meningkatkan Aktivitas Belajar Peserta Didik di SMA Negeri 15 Padang. *Charta Educa: Jurnal Kajian Pendidikan*, 1(1), 44–53.
- Setiawan, W. (2024). *Psikologi Pendidikan: Teori dan Praktik*. Ponorogo. Wadegroup.id.
- Shen, J., Liu, O. L., & Chang, H. Y. (2015). Assessing Students' Deep Conceptual Understanding in Physical Sciences: an Example on Sinking and Floating. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 57–70.
- Storina, R. (2022). Implementasi Model PjBL - STEM terhadap Kreativitas Siswa pada Mata Pelajaran IPA di SMP Negeri 5 Batam. *Biodidak*, 2(2), 87–93.
- Sudarmin, Febu, R., Noswowati, M., & Sumarni, W. (2017). Development of Ethnoscience Approach in The Module Theme Substance Additives to Improve the Cognitive Learning Outcome and Student's Entrepreneurship. *Journal of Physics: Conference Series*, 824, 012024.

- Sudirman, Burhanuddin, & Fitriani. (2024). *Teori-Teori Belajar dan Pembelajaran "Neurosains dan Multiple intelligence"*. Banyumas. Pena Persada.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung. Alfabeta.
- Sumanti, V., Amprasto, & Suhandoko, A. D. J. (2025). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis STEM - Project Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Dan Keterampilan Kolaborasi Siswa SD. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 6(1), 130–155.
- Suwandi, Putri, R., & Sulastri. (2024). Inovasi Pendidikan dengan Menggunakan Model Deep Learning di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan Dan Politik (JPKP)*, 2(2), 69–77.
- Syafa'atun, & Nurlaela. (2022). Analisis Pemahaman Konsep dan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Pada Mata Kuliah Kalkulus Dasar. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(19), 430–436.
- Utami, P. Iokita I. G. A. (2016). Teori konstruktivisme dan teori sosiokultural: aplikasi dalam pengajaran bahasa inggris. *PRASI*, 11(01), 4–11.
- Vygotsky, L., & Cole, M. (2018). *Lev Vygotsky: Learning and social constructivism* (2nd ed.). United Kingdom. SAGE Publications Inc.
- Wijaya, A. A., Haryati, T., & Wuryandi, E. (2025). Implementasi Pendekatan Deep Learning dalam Peningkatan Kualitas Pembelajaran di SDN 1 Wulung, Randublatung, Blora. *Indonesian Research Journal on Education*, 5(1), 451–457.
- Wijaya, E. Y., Sudjimat, D. A., & Nyoto, A. (2016). Transformasi Pendidikan Abad 21 Sebagai Tuntutan Pengembangan Sumber Daya Manusia di Era Global. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika*, 1, 263–278.
- Yanti, R. A., & Novaliyosi. (2023). Systematic Literature Review : Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) terhadap Skill yang dikembangkan dalam Tingkatan Satuan Pendidikan. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(03), 2191–2207.
- Yasifa, A., Hasibuan, N. H., Siregar, P. A., Zakiyah, S., & Anas, N. (2023). Implementasi Pembelajaran STEM pada Materi Ekosistem terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Journal on Education*, 05(04), 11385–11396.