PENGEMBANGAN MODUL PBL-STEM FISIKA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA/MA

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1

Mikelis Ovani Salus
22104050013

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA
2026

HALAMAN PENGESAHAN

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 513056 Fax. (0274) 586117 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2911/Un.02/DT/PP.00.9/08/2026

Tugas Akhir dengan judul : PENGEMBANGAN MODUL PBL-STEM FISIKA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA/MA

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MIKELIS OVANI SALUS
Nomor Induk Mahasiswa : 22104050013
Telah diujikan pada : Kamis, 06 Agustus 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

Dr. Ika Kartika, S.Pd., M.Pd.Si.
SIGNED

Penguji I

Joko Purwanto, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Penguji II

Nita Nurwulandari, M.Pd.
SIGNED

Yogyakarta, 06 Agustus 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Sigit Purnama, S.Pd.I., M.Pd.
SIGNED

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

1/1 24/08/2026

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Assalamualaikum Wr.Wb

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mikelis Ovani Salus

NIM : 22104050013

Program Studi : Pendidikan Fisika

Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana yang berjudul "Pengembangan Modul PBL-STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA/MA" merupakan karya hasil tulisan saya sendiri. Adapun bagian-bagian yang saya kutip dari hasil karya tulisan orang lain sebagai bahan acuan telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika dalam penulisan ilmiah, serta disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, maka sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi dan digunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 30 Juli 2026

Yang menyatakan.



Mikelis Ovani Salus

22104050013

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Permohonan Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp : Satu Bandel Skripsi

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Di Tempat

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Mikelis Ovani Salus

NIM 22104050013

Prodi/Smt : Pendidikan Fisika/8

Judul Skripsi : Pengembangan Modul PBL-STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA/MA.

Sudah dapat diajukan kembali kepada program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelas Sarjana Strata Satu dalam Pendidikan Sains.

Dengan ini kami mengharapkan agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera di munaqosyahkan. Atas Perhatiannya kami ucapkan terima kasih

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 28 Juli 2026
Pembimbing

Dr. Ika Kartika, S.Pd., M.Pd.Si.
NIP. 19800415 200912 2 001

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

Akan selalu ada jalan menuju sebuah kesuksesan bagi siapapun, selama orang tersebut mau berusaha dan bekerja keras untuk memaksimalkan kemampuan yang ia miliki

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga akhirnya bisa menyelesaikan tugas akhir (skripsi) ini dengan sebaik-baiknya. Dengan penuh rasa Syukur dan Bahagia, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini, yaitu :

Diri saya sendiri, Mikelis Ovani Salus
Kedua orang tua saya, alm. Bapak Bernadus Jehamun dan
Ibu Lusia Kamung Serta ,
Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pengembangan Modul Fisika PBL-STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA/MA" dengan baik.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Fisika. Selama proses penyusunannya, penulis memperoleh banyak bimbingan, bantuan, dukungan, serta motivasi dari berbagai pihak. Berkat dukungan tersebut, berbagai kendala yang dihadapi dapat dilalui sehingga skripsi ini dapat diselesaikan sesuai dengan harapan.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, selama proses penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, alm. Bapak Bernadus Jehamun dan Ibu Lusia Kamung yang selalu mendukung dari sisi manapun, doa dan segala perjuangannya yang tidak pernah berhenti sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya.
2. Ibu Ika Kartika ,S.Pd., M.Pd.Si sebagai Dosen Pembimbing skripsi yang telah membimbing dengan penuh semangat, ketulusan, kesabaran serta arahan yang sangat bermanfaat dalam penyusunan skripsi ini.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

3. Bapak Joko Purwanto, S.Si., M.Sc selaku Dosen Penguji I dan Ibu Nira Nurwulandari, M Pd.selaku Dosen Penguji II.
4. Ibu Mardiastuti Gumong selaku guru Fisika MAN 4 Bantul yang telah membantu dalam proses penelitian serta para siswa kelas X1 F1 dan F2 MAN 4 Bantul yang telah membantu jalannya penelitian ini.
5. Seluruh Dosen Program Studi Pendidikan Fisika yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis dengan penuh ketulusan.
6. Teman-teman terbaik selama di pendidikan fisika Afifah, Rahma, Linda, A'yun, dan Sofi yang tidak pernah menganggap saingan satu sama lain dan selalu mendukung, membersamai dengan semangatnya.
7. Seseorang yang selalu memberikan dukungan, semangat, serta motivasi Timoti Malvino Angelo Purnama terima kasih atas kesabaran, perhatian, dan pengertiannya dalam menemani setiap proses, mulai dari tahap penyusunan hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
8. Sudara tersayang yang selalu mendukung serta selalu memberikan doa kaka Atik, kaka Viki, dan Ompi yang selalu menyayangi dan juga memberi dukungan selama penulis berada di tanah rantau untuk melanjutkan studi.
9. Sahabat seperjuangan vanessa, Riani, dan jeje yang selalu memberi semangat dan membantu selama proses penelitian.
10. Teman-teman Anaganta 22 yang selalu *support* satu sama lain dan semoga tidak pernah terputus tali silaturrahmi, selalu kompak satu sama lain.
11. Semua pihak yang turut mendukung dan mendoakan yang terbaik untuk penulis yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

12. Dan terakhir kepada diri saya sendiri, Mikelis Ovani Salus yang telah bertahan dan berusaha sebaik-baiknya dalam menyelesaikan tugas akhir ini hingga memperoleh gelar Sarjana dengan penuh kebanggaan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan doa selama proses penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap saran dan kritik yang membangun sebagai bahan evaluasi dan perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik sebagai referensi dalam pengembangan ilmu pengetahuan maupun sebagai bahan pertimbangan bagi penelitian selanjutnya dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Yogyakarta, 19 Mei 2026



Mikelis Ovani Salus
22104050013

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PENGEMBANGAN MODUL PBL-STEM FISIKA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA/MA

Mikelis Ovani Salus
22104050013

INTISARI

Pengembangan modul fisika dengan pendekatan PBL-STEM diharapkan dapat menjadi alternatif bahan ajar dalam memenuhi kebutuhan siswa. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui karateristik modul pembelajaran dengan model PBL-STEM yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan karateristik siswa; (2) mengetahui kelayakan modul dengan model PBL-STEM berdasarkan penilaian para ahli materi dan media; (3) Mengetahui kepraktisan model PBL-STEM berdasarkan penilaian para ahli materi, media, dan guru; serta (4) mengetahui keefektifan modul dengan model PBL-STEM dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model pengembangan 4D yang meliputi tahap define, design, develop, dan disseminate. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, angket, dokumentasi, dan tes. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi, lembar validasi instrumen, lembar validasi soal berpikir kritis, lembar penilaian kelayakan modul oleh ahli materi, ahli media, dan guru fisika, angket respons siswa, serta soal pretest dan posttest kemampuan berpikir kritis. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif, sedangkan peningkatan kemampuan berpikir kritis dianalisis menggunakan N-Gain. Uji coba produk dilaksanakan pada salah satu MAN di Yogyakarta dengan melibatkan siswa kelas XI.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan memiliki karakteristik berupa bahan ajar yang mengintegrasikan unsur PBL-STEM dalam penyampaian materi, serta dilengkapi dengan materi, aktivitas, dan soal evaluasi.Modul memperoleh skor rata-rata 4,67 dari ahli materi dengan kategori sangat layak, skor 4,71 dari ahli media dengan kategori sangat layak, dan skor 4,89 dari guru fisika dengan kategori sangat layak. Respons siswa terhadap penggunaan modul memperoleh persentase sebesar 93,52% dengan kategori sangat baik, yang menunjukkan bahwa modul mudah dipahami, menarik, dan membantu proses pembelajaran. Hasil analisis peningkatan kemampuan berpikir kritis berdasarkan nilai N-Gain sebesar 0,61 berada pada kategori sedang, yang menunjukkan bahwa penggunaan modul PBL-STEM mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa secara efektif. Dengan demikian, modul pembelajaran PBL-STEM yang dikembangkan dinyatakan valid, praktis, dan efektif digunakan sebagai bahan ajar fisika pada materi Hukum Newton untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA/MA.

Kata kunci: modul, PBL-STEM, berpikir kritis, Hukum Newton.

DEVELOPMENT OF A PBL-STEM PHYSICS MODULE TO IMPROVE THE CRITICAL THINKING SKILLS OF SENIOR HIGH SCHOOL STUDENTS

Mikelis Ovani Salus
22104050013

ABSTRACK

The development of a physics module using the Problem-Based Learning integrated with Science, Technology, Engineering, and Mathematics (PBL-STEM) approach is expected to serve as an alternative teaching material to meet students' learning needs. This study aimed to: (1) determine the characteristics of the developed PBL-STEM learning module in accordance with students' needs and characteristics; (2) determine the feasibility of the PBL-STEM module based on the assessments of subject matter and media experts; (3) determine the practicality of the PBL-STEM module based on assessments from subject matter experts, media experts, and physics teachers; and (4) determine the effectiveness of the PBL-STEM module in improving students' critical thinking skills.

This study employed a Research and Development (R&D) method using the 4D development model, which consists of the Define, Design, Develop, and Disseminate stages. Data were collected through observation, interviews, questionnaires, documentation, and tests. The research instruments included instrument validation sheets, critical thinking test validation sheets, module feasibility assessment sheets completed by subject matter experts, media experts, and physics teachers, student response questionnaires, as well as pretest and posttest questions measuring critical thinking skills. The data were analyzed using descriptive quantitative and qualitative techniques, while the improvement in students' critical thinking skills was analyzed using the N-Gain test. The product trial was conducted at one of the Islamic senior high schools (MAN) in Yogyakarta, involving eleventh-grade students.

The results showed that the developed module has the characteristics of teaching material that integrates PBL-STEM elements into the presentation of learning materials and is complemented by learning activities and evaluation questions. The module obtained an average score of 4.67 from the subject matter expert, categorized as very feasible, 4.71 from the media expert, categorized as very feasible, and 4.89 from the physics teacher, also categorized as very feasible. Students' responses to the use of the module reached 93.52%, categorized as very good, indicating that the module was easy to understand, interesting, and helpful in supporting the learning process. The analysis of students' improvement in critical thinking skills showed an N-Gain score of 0.61, which falls into the moderate category. These findings indicate that the use of the PBL-STEM module was effective in improving students' critical thinking skills. Therefore, the developed PBL-STEM learning module can be considered valid, practical, and effective for

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

use as physics teaching material on Newton's Laws to improve the critical thinking skills of senior high school students.

Keywords: module, PBL-STEM, critical thinking skills, Newton's Laws.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN ..... **iii**
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI ..... **iv**
MOTTO ..... **v**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **vi**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
INTISARI ..... **x**
ABSTRACK ..... **xi**
DAFTAR ISI ..... **xiii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xvi**
BAB I PENDAHULUAN **1**
A. Latar Belakang 1
B. Identifikasi Masalah 11
C. Batasan Masalah 13
D. Rumusan Masalah 13
E. Tujuan penelitian 14
F. Spesifikasi Modul yang Dikembangkan 14
G. Manfaat Penelitian 15
H. Keterbatasan Pengembangan 16
BAB II KAJIAN PUSTAKA **17**
A. Deskripsi Teori 17
1. Pembelajaran Fisika 17
2. Modul 20
3. Model PBL-STEM 28
4. Keterpaduan PBL dengan STEM 41
5. Berpikir Kritis 42
B. Tinjauan Materi Hukum Newton 46
1. Hukum 1 Newton (Hukum Kelembaman) 46
2. Hukum ll Newton 46

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

3. Hukum III Newton 52
C. Penelitian yang Relevan 57
D. Kerangka Berpikir 61
BAB III METODE PENELITIAN 64
A. Model Pengembangan 64
B. Prosedur Pengembangan 65
c) Uji Coba Luas 72
C. Uji Coba Produk 73
1. Desain Uji Coba 73
2. Subjek Coba 75
3. Jenis Data 75
D. Teknik Analisis Data 80
BAB IV 88
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN **88**
BAB V **141**
KESIMPULAN DAN SARAN 141
DAFTAR PUSTAKA 144
LAMPIRAN 151
Lampiran 1. Surat Izin Penelitian 152
Lampiran 2. Validasi dan Penilaian 153
Lampiran 3. Respon Peserta Didik 168
Lampiran 4. Kisi-Kisi Soal *Pretest-Posttest* Berpikir Kritis 171
Lampiran 5 Beberapa Bagian Modul 190
Lampiran 6 Dokumentasi Penelitian 198

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sintaks Problem Based Learning 32
Tabel 2.2 Indikator Berpikir Kritis Ennis 1985..... 44
Tabel 2.3 Indikator Berpikir Kritis Ennis 2011..... 45
Tabel 2.4 Penelitian yang relevan 60
Tabel 3.1 Pola One-Group Pretest-Posttest Design 75
Tabel 3.2 Kategori Validitas Perhitungan V Aiken 81
Tabel 3.3 Kriteria penilaian..... 82
Tabel 3.4 Kategori Penilaian Kelayakan Produk 83
Tabel 3.5 Kategori Gain Score..... 84
Tabel 3.6 Respon siswa Berdasarkan Skala Guttman 86
Tabel 3.7 Kriteria Respon Siswa..... 87
Tabel 4.1 Kritik dan Saran Validator..... 95
Tabel 4.2 Hasil Penilaian produk 95
Tabel 4.3 Hasil Penilaian produk Guru Fisika 97
Tabel 4.4 Hasil uji Coba Terbatas 97
Tabel 4.5 Hasil Perolehan *N Gain*..... 98

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengaruh gaya pada percepatan untuk massa konstan 47
Gambar 2.2 Pengaruh massa pada percepatan untuk gaya konstan 47
Gambar 2.3 Gaya normal pada bidang miring 49
Gambar 2.4 Gaya normal pada bidang datar dengan gaya tarik yang membentuk sudut θ 50
Gambar 2.5 Gaya normal pada bidang datar dengan gaya dorong yang membentuk sudut θ..... 50
Gambar 2.6 Pasangan gaya aksi-reaksi 52
Gambar 2.7 Pasangan gaya aksi-reaksi 53
Gambar 2.8 Benda dalam keadaan diam 54
Gambar 2.9 Benda bergerak ke atas 54
Gambar 2.10 Benda bergerak ke bawah..... 55
Gambar 2.11. Dua benda yang dihubungkan melalui katrol dengan kedua benda menggantung 56
Gambar 2.12 Dua benda yang dihubungkan melalui katrol dengan salah satu benda menggantung..... 57
Gambar 2.13 Kerangka berpikir..... 63
Gambar 3.1 Alur Penelitian Pengembangan 65
Gambar 4.1 Sampul Depan modul 90
Gambar 4.2 Ilustrasi Awal Penjelasan Materi 92

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan saat ini diharapkan dapat menghasilkan SDM yang memiliki kemampuan komunikasi dan kolaborasi yang kuat, ahli dalam menggunakan teknologi, keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta kemampuan untuk memcahkan masalah (Miller & Northern, 2011). Kualitas sumber daya manusia dapat ditingkatkan melalui peningkatan pendidikan yang tercermin dari proses pembelajaran (Akihary & Apituley, 2022). Pendidikan merupakan aspek penting dalam upaya membangun bangsa dan mempersiapkan generasi penerus yang dapat berpartisipasi aktif dalam memenuhi kebutuhan masyarakat global dan perkembangan abad 21 (Komara, 2018).

Transformasi pendidikan abad ke-21 menuntut siswa untuk tidak hanya menguasai pengetahuan konseptual saja, tetapi juga keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan kemampuan kolaboratif yang teritegrasi dengan pemanfaatan teknologi. Harapan ini tercermin dalam berbagai kebijakan nasional, termasuk Kurikulum Merdeka yang menekankan pada pendekatan pembelajaran berbasis proyek, eksplorasi, dan pengalaman nyata. Melalui pendekatan tersebut, siswa didorong untuk aktif mengkaji berbagai permasalahan, menganalisis informasi yang diperoleh, serta menarik kesimpulan secara logis dan sistematis. Proses pembelajaran yang demikian memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan kemampuan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

berpikir kritis. Pada dasarnya, keterampilan berpikir kritis ini dapat dilatihkan melalui semua disiplin ilmu, salah satunya melalui pembelajaran fisika. Namun, realitanya menunjukan bahwa pembelajaran fisika di sekolah menengah masih menghadapi tantangan yang signifikan, lebih khusus dalam hal berpikir kritis.

Berpikir kritis merupakan kemampuan berpikir logis untuk dapat membuat suatu keputusan yang masuk akal dari apa yang diyakini dan yang telah dilakukan (Ennis, 1996). Berpikir kritis dalam fisika adalah kemampuan untuk memahami, menganalisis, mengevaluasi, dan memecahkan masalah fisika secara logis dan sistematis berdasarkan konsep, huku, serta bukti ilmiah. Dalam fisika, berpikir kritis tidak hanya sekadar menghafal rumus, tetapi bagaimana menggunakan konsep untuk menjelaskan fenomena nyata. Salah satu pokok bahasan dalam fisika yang sangat fundamental adalah materi Hukum Newton yang menjelaskan hubungan antara gaya, massa, dan gerak benda, serta menjadi dasar dalam memahami berbagai fenomena alam maupun penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan hasil penelitian oleh Erna Sulistiya (2023), di SMK Yayasan Pemuda Indonesia (YPI) pada materi hukum newton untuk siswa yang memperoleh nilai dibawah KKM sebesar 56%, sedangkan siswa yang memperoleh nilai diatas KKM sebesar 44% dari jumlah seluruh siswa, menunjukan bahwa kemampuan berpikir kritis mereka masih jauh di bawah standar kompetensi minimum.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Temuan tersebut sejalan dengan hasil studi pendahuluan yang dilakukan peneliti, yaitu kemampuan berpikir kritis siswa di MAN 4 Bantul masih tergolong rendah. Hal tersebut dapat dilihat dari tes kemampuan berpikir kritis yang terdiri dari 10 butir soal pilihan ganda. Hasil tes menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa dimana perolehan nilai dibawah KKM sebesar 60%, sedangkan siswa yang memperoleh nilai diatas KKM sebesar 40%. Diperoleh bahwa capaian pada setiap indikator masih berada pada kategori rendah. Indikator *basic support* memperoleh persentase sebesar 40%, *inference* sebesar 53,3%, *advanced clarification* sebesar 46,6%, dan *strategies and tactics* sebesar 43,3%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar siswa masih mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi permasalahan, memberikan alasan yang tepat, menarik kesimpulan berdasarkan bukti, menjelaskan konsep secara mendalam, maupun menentukan strategi penyelesaian masalah yang sesuai.

Kesulitan siswa dalam memahami Hukum Newton berkaitan dengan karakteristik materi yang abstrak dan sarat dengan simbol matematis, serta metode pembelajaran yang masih dominan berpusat pada guru. Penelitian sebelumnya menunjukan bahwa pendekatan ceramah dan hafalan tidak efektif dalam meningkatkan kemapuan berpikir kritis yang mendalam, bahkan sering menimbulkan miskonsepsi yang persisten (Zemansky & Sears, 2002). Oleh karena itu, dibutuhkan strategi pembelajaran yang mampu mengaitkan konsep fisika dengan konteks dunia nyata secara

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

langsung dan bermakna. Salah satu pendekatan yang dinilai mampu untuk menjawab tantangan ini adalah penerapan *Problem Based Learning* (PBL).

Model *Problem Based Learning* (PBL) cocok digunakan untuk pembelajaran yang menuntut kemampuan berpikir kritis siswa dalam memecahkan permasalahan kontekstual. PBL adalah model mengajar yang mengutamakan masalah sebagai fokus untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah, berkomunikasi, materi dan pengaturan diri (Eggen & Kauchak, 2012). Model *problem based learning* merupakan suatu model yang dapat diadaptasi oleh guru menjadi lebih menarik sehingga proses belajar mengajar terpusat pada siswa dan guru menjadi fasilitator dalam memperoleh pengetahuannya (Savery, 2006).

Problem Based Learning (PBL) memiliki keunggulan dalam melatih kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah, namun dalam implementasinya sering menghadapi berbagai keterbatasan, seperti kebutuhan waktu pembelajaran yang relatif lama, tuntutan kesiapan guru yang tinggi, serta kurangnya struktur yang jelas dalam mengintegrasikan konsep lintas disiplin. Beberapa penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa penerapan PBL secara mandiri cenderung berfokus pada penyelesaian masalah kontekstual tanpa secara eksplisit mengaitkan unsur sains, teknologi, teknik, dan matematika secara terpadu, sehingga kemampuan berpikir kritis dan keterampilan abad ke-21 belum berkembang secara optimal (Rahmawati & Suyitno, 2020). Oleh karena itu, pendekatan STEM diperlukan untuk melengkapi kelemahan PBL dengan memberikan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

kerangka interdisipliner yang sistematis, sehingga proses pemecahan masalah tidak hanya bersifat kontekstual, tetapi juga berbasis integrasi konsep dan aplikasi teknologi secara bermakna dalam pembelajaran sains.

Pendekatan STEM memberikan kerangka sistematis untuk mendorong siswa berpikir dan bertindak seperti ilmuwan dan insinyur. *Problem Based Learning* (PBL) memungkinkan siswa untuk belajar dalam konteks masalah dunia nyata, yang sejalan dengan pendekatan STEM yang menekankan aplikasi praktis ilmu pengetahuan dan teknologi. Dengan demikian, model PBL terintegrasi STEM tidak hanya mempersiapkan siswa dengan pengetahuan yang kuat diberbagai disiplin ilmu, tetapi juga membentuk keterampilan dan sikap yang diperlukan untuk menghadapi tantangan kompleks dalam konteks nyata. Melalui pendekatan STEM, kretivitas siswa dikembangkan agar mampu memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari serta dapat bernalar, berpikir kritis, logis, dan sistematis.

Empat disiplin ilmu STEM adalah Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika. Sains memungkinkan kita untuk mengembangkan minat dan pemahaman tentang dunia kehidupan, materi, dan fisik serta mengembangkan keterampilan kolaborasi, penelitian, penyelidikan kritis, dan eksperimen, teknologi mencangkup berbagai bidang yang melibatkan penerapan pengetahuan, keterampilan, dan berpikir komputasi untuk memperluas kemampuan manusia dan membantu memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia, *engineering* adalah keterampilan dan pengetahuan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

untuk mendesain dan mengkonstruksi mesin atau peralatan dan proses yang bermanfaat untuk memecahkan masalah dunia nyata, dan matematika membekali kita dengan keterampilan yang diperlukan untuk menafsirkan dan menganalisis informasi, menyederhanakan dan menyelesaikan masalah, menilai risiko, membuat keputusan berdasarkan informasi dan memahami lebih lanjut dunia di sekitar kita melalui pemodelan masalah abstrak dan konkret (*Departmen of Education and Skills,* 2011).

Pendekatan STEM dalam kerangka *Next Generation Science Standards* (NGSS) menekankan pembelajaran tiga dimensi *(Three-Dimensional Learning),* salah satunya yaitu *Scientific and Engineering Practices* yang berfokus pada bagaimana siswa menggunakan pengetahuan ilmiah secara aktif dalam konteks pemecahan masalah nyata (NGSS Lead States, 2013). Pada materi Hukum Newton, dimensi ini tercermin ketika siswa tidak hanya menghafal persamaan gaya, massa, dan percepatan, tetapi terlibat langsung dalam proses ilmiah seperti mengamati fenomena gerak, mengajukan pertanyaan, serta merumuskan hipotesis tentang hubungan antara gaya dan perubahan gerak benda (Hestenes, Wells, & Swackhamer, 1992). Melalui kegiatan merencanakan dan melakukan eksperimen misalnya percobaan gerak troli dengan variasi massa dan besar gaya siswa mengumpulkan dan menganalisis data untuk membuktikan Hukum I, II, dan III Newton secara empiris (Serway & Jewett, 2014). Selanjutnya, siswa dilatih menyusun argumen ilmiah berbasis data, berdiskusi, serta menarik

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

kesimpulan secara logis, yang sejalan dengan tujuan pembelajaran sains berbasis praktik dalam NGSS (Bybee, 2014).

Dimensi kedua dalam kerangka *Three-Dimensional Learning* menurut NGSS adalah *Crosscutting Concepts*, yaitu konsep lintas disiplin yang berfungsi sebagai alat berpikir untuk menghubungkan berbagai domain ilmu pengetahuan, seperti pola, persamaan dan keberagaman, sebab dan akibat, kuantitas, energi dan materi, struktur dan fungsi, serta stabilitas dan perubahan (NGSS *Lead States,* 2013). Pada pembelajaran Hukum Newton, konsep lintas sektor ini membantu siswa memahami fenomena gerak secara lebih mendalam dan terpadu. Misalnya, konsep sebab dan akibat terlihat jelas ketika siswa menganalisis bagaimana gaya sebagai penyebab menghasilkan perubahan kecepatan atau arah gerak benda sebagai akibat, sebagaimana dijelaskan dalam Hukum II Newton (Serway & Jewett, 2014). Konsep pola dan kuantitas muncul saat siswa mengamati keteraturan hubungan matematis antara gaya, massa, dan percepatan, yang memungkinkan mereka mengenali pola kuantitatif dalam fenomena gerak (Hestenes *et al*., 1992).

Dimensi ketiga dalam pembelajaran sains tiga dimensi menurut NGSS adalah *Disciplinary Core Ideas* (DCI), yaitu dimensi yang menekankan pemahaman terhadap konsep-konsep inti dalam suatu disiplin ilmu sebagai fondasi pembelajaran sains yang bermakna. Dimensi ini mengarahkan peserta didik untuk membangun pemahaman berdasarkan ide-ide pokok disiplin ilmu, bukan sekadar menghafal fakta atau rumus yang

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

terpisah-pisah, sehingga pengetahuan yang diperoleh menjadi lebih terstruktur dan mudah diterapkan dalam berbagai konteks (NGSS *Lead States,* 2013). Pada materi Hukum Newton dalam bidang ilmu fisika, *Disciplinary Core Ideas* tercermin melalui pemahaman mendalam tentang konsep inti gaya dan interaksi, gerak, serta hubungan antara gaya, massa, dan percepatan. Siswa diarahkan untuk memahami bahwa perubahan gerak suatu benda tidak terjadi secara acak, melainkan merupakan hasil dari interaksi gaya yang bekerja pada benda tersebut, sebagaimana dijelaskan dalam Hukum I, II, dan III Newton (Serway & Jewett, 2014). Melalui pendekatan ini, siswa tidak hanya mengetahui persamaan *F=ma*, tetapi juga memahami makna fisik dari persamaan tersebut dalam menjelaskan berbagai fenomena, seperti gerak kendaraan, gaya gesek, dan interaksi antar benda dalam kehidupan sehari-hari.

Pada pembelajaran menggunakan STEM, apabila dipetakan dengan *three dimensional learning* mengacu pada saat praktik pembelajaran. Komponen *practice* dapat mengkaji alat dan teknis yang digunakan, teknologi, rekayasa, dan matematika. Komponen *crosscutting concept* meliputi pada pembahasan materi pembelajaran. Sedangkan pada komponen *core ideas* mempresentasikan STEM itu sendiri, dimana sains tidak hanya dimaknai pada sains tradisional tetapi terbagi menjadi empat komponen, diantaranya: 1) ilmu hayati serta 2) Ilmu Bumi dan Antariksa (dikaitkan pada kontekstual suatu materi yang terjadi di alam). 3) Ilmu fisika (dapat dikaitkan pada persamaan fisika dan matematis dari suatu

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

fenomena kejadian). 4) rekayasa teknologi dan sains terapan (dapat dikaitkan pada teknologi yang digunakan dalam pembelajaran) (Afriana *et al*., 2016).

Modul ajar berbasis PBL-STEM sangat penting untuk dikembangkan karena menantang siswa untuk belajar bagaimana bekerja sama dalam kelompok, meningkatkan rasa ingin tahu, merumuskan masalah, kemudian memecahkan masalah tersebut (Marsitin & sesanti, 2021). Dalam integrasi ini, *Problem Based learning* (PBL) berfungsi sebagai model pembelajaran yang menyajikan permasalahan kontekstual sebagai titik awal pembelajaran, sedangkan pendekatan STEM berperan untuk mengintegrasikan konsep sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam merancang serta menerapkan solusi terhadap permasalahan tersebut. Sinergi keduanya menjadikan pembelajaran fisika, khususnya materi Hukum Newton, tidak hanya bisa dipahami secara intuitif tapi juga dapat mendorong siswa untuk berpikir kritis melalui proses menganalisis, mengevaluasi, dan menarik kesimpulan secara logis dalam pemecahan masalah nyata. Dengan demikian, integrasi PBL-STEM memberikan fondasi yang kuat dalam membentuk kemampuan berpikir kritis yang sistematis, reflektif, dan juga aplikatif.

Namun keberhasilan pendekatan PBL-STEM dan 3 DL sangat bergantung pada tersedianya media ajar yang sesuai. Modul pembelajaran menjadi salah satu media yang tepat untuk mendukung pelaksanaan pembelajaran tersebut. Modul yang baik harus dirancang dengan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

pendekatan *self-instructional,* kontekstual, sistematis, serta sesuai dengan karakteristik siswa. Sayangnya, modul-modul fisika yang tersedia saat ini belum memenuhi harapan tersebut. Berdasarkan hasil wawancara di MAN 4 Bantul, siswa menyatakan bahwa modul yang digunakan tidak menarik, terlalu banyak rumus, tidak kontekstual, dan minim visualisasi atau aktivitas praktik. Hal ini berdampak langsung terhadap motivasi belajar dan kemampuan berpikir kritis mereka.

Guru menggunakan modul sebagai pembelajaran untuk menciptakan proses belajar yang lebih terstruktur dan mandiri. Dengan modul yang dirancang secara efektif, guru bisa berperan sebagai fasilitator yang fokus untuk membimbing siswa secara individual, dengan demikian, guru dapat mengalihkan waktu maupun energi untuk fokus pada interaksi di dalam kelas, memberikan perhatian secara individual kepada siswa, serta berinovasi dalam metode pembelajaran. Penggunaan modul di dalam kegiatan belajar mengajar tidak hanya memandang aktivitas guru semata, melainkan juga melibatkan siswa secara aktif dalam belajar. Menurut pendapat dari Mulyasa (2009) siswa mempunyai kesempatan melatih diri belajar secara mandiri, siswa dapat mengekspresikan cara belajar yang sesuai dengan kemampuan dan minatnya dan siswa berkesempatan menguji kemampuan diri sendiri dengan mengerjakan latihan yang disediakan di dalam modul.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika di SMA, khususnya dalam mengembangkan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

kemampuan berpikir kritis siswa pada materi dasar seperti Hukum Newton. Penelitian juga relevan dengan Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran yang berbasis proyek dan eksperimen. Melalui pengembangan modul PBL-STEM, modul ini diharapkan mampu menjadi jembatan antara konsep abstrak dan konteks nyata, serta mendorong siswa untuk menganalisis, mengevaluasi, dan menyimpulkan informasi secara logis dan sistematis. Modul semacam ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep, tetapi juga membentuk siswa yang berpikir kritis, kreatif, dan mampu menerapkan ilmu dalam menyelesaikan masalah dengan penerapannya dalam konteks nyata.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diidentifikasi permasalahan-permasalahan sebagai berikut:

1. Pembelajaran fisika masih berfokus pada teori dan belum mengaitkan dengan kehidupan sehari-hari pada materi Hukum Newton, sehingga kemampuan berpikir kritis siswa belum berkembang secara optimal dalam menganalisis dan menjelaskan fenomena yang terjadi.
2. Kurangnya kemampuan berpikir kritis siswa pada materi Hukum Newton, dimana siswa yang memperoleh nilai dibawah KKM sebesar 60%, sedangkan siswa yang memperoleh nilai diatas KKM sebesar 40% dengan perolehan untuk Indikator *basic support* memperoleh persentase sebesar 40%, *inference* sebesar 53,3%, *advanced clarification* sebesar

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

46,6%, dan *strategies and tactics* sebesar 43,3%. setiap indikator diantarnya.

3. Konsep Hukum Newton seharusnya dapat dipahami secara utuh dan teritegrasi dengan fenomena fisis nyata, namun sifatnya yang abstrak dan matematis membuat siswa cendrung menghafal rumus tanpa memahami makna fisinya, menyebabkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam menganalisis dan menjelaskan fenomena menjadi kurang berkembang.
4. Model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) telah terbukti efektif dalam menghubungkan konsep akademik dengan konteks kehidupan sehari-hari, namun penerapannya dalam pembelajaran fisika masih terbatas dan belum optimal, menyebabkan siswa kurang mampu melihat relevansi materi dengan pengalaman hidup sehari-hari.
5. Pendekatan STEM diharapkan mampu memberikan pengalaman belajar lintas disiplin yang aplikatif dan kontekstual, realitanya pembelajaran fisika di sekolah masih berjalan terpisah dan belum teritegrasi dengan teknologi, teknik, dan matematika secara bermakna.
6. Pengembangan bahan ajar secara inovatif seperti modul berbasis PBL-STEM dengan prinsip *Three-Dimensional Learning* (3DL) sangat dibutuhkan untuk mendukung kemampuan berpikir kritis dan keterampilan ilmiah, namun belum tersedia modul yang secara khusus dirancang dengan integrasi ketiga pendekatan tersebut untuk pembelajaran fisika.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

7. Modul ajar yang digunakan dapat mendukung pembelajaran aktif dan reflektif melalui visualisasi, tetapi modul yang digunakan di sekolah masih bersifat teoritis, minim elemen interaktif, dan kurang menyediakan pengalaman belajar yang eksploratif.
8. Media pembelajaran yang tepat seperti modul berbasis PBL-STEM-3DL dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika secara bermakna dan aplikatif, namun ketiadaan sumber belajar semacam itu justru menjadi hambatan dalam menciptakan pembelajaran yang relevan dan mendalam bagi siswa.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka peneliti membatasi masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Materi yang dikaji terbatas pada hukum Newton yang mencangkup Hukum Newton I, II, III, serta penerapannya dalam konteks kehidupan sehari-hari.
2. Teori berpikir kritis yang digunakan pada penelitian ini merujuk pada teori milik Ennis 2011 yaitu pada indikator *basic support, inference*, *advanced clarification* , dan *strategies and tactics*

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karateristik modul pembelajaran dengan model PBL-STEM yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan karateristik siswa?

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

2. Bagaimana kelayakan modul dengan model PBL-STEM berdasarkan penilaian para ahli materi, media, dan guru?
3. Bagaimana kepraktisan modul dengan model PBL-STEM untuk digunakan oleh guru dan siswa dalam proses pembelajaran?
4. Bagaimana keefektifan modul dengan model PBL-STEM dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

E. Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karateristik modul pembelajaran dengan model PBL-STEM yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan karateristik siswa.
2. Mengetahui kelayakan modul dengan model PBL-STEM berdasarkan penilaian para ahli materi dan media.
3. Mengetahui kepraktisan model PBL-STEM berdasarkan penilaian para ahli materi, media, dan guru.
4. Mengetahui keefektifan modul dengan model PBL-STEM dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

F. Spesifikasi Modul yang Dikembangkan

Produk yang dikembangkan dalam penelitian pengembangan ini adalah modul STEM, dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Produk berupa materi Hukum Newton untuk kelas XII dengan mengaitkan model PBL-STEM.
2. Modul disajikan dalam dua bentuk, yaitu cetak (*print out*) dan digital (format PDF). Bentuk ini dipilih agar modul fleksibel digunakan baik

dalam pembelajaran tatap muka maupun pembelajaran tatap muka maupun pembelajaran jarak jauh. Modul dirancang agar dapat digunakan secara mandiri oleh siswa maupun dipandu oleh guru di dalam kelas.

3. Soal-soal pada latihan modul memuat tentang soal berpikir kritis Hukum Newton.
4. Modul ini terbagi menjadi tiga bagian yaitu pembuka, bagian inti, dan penutup. Bagian pembuka terdiri dari sampul depan, kata pengantar, petunjuk penggunaan modul, daftar isi, pendahuluan, dan penjelasan singkat terkait PBL-STEM. Bagian inti terdiri dari materi Hukum Newton serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari yang dikaitkan dengan PBL-STEM. Sedangkan untuk bagian penutup adalah kunci jawaban, uji kompetensi, glosarium, daftar pustaka, profil penulis, dan sampul belakang.

G. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi:

1. Bagi siswa, membantu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan minat belajar siswa terhadap materi Hukum Newton.
2. Bagi pendidik, menjadi alternatif bahan ajar yang mendukung implementasi pembelajaran dengan pendekatan STEM dalam pembelajaran dengan pendekatan STEM dalam pembelajaran fisika sehingga meningkatkan berpikir kritis siswa.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

3. Bagi pendidikan, memberikan konstribusi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dan hasil belajar siswa melalui pemanfaatan modul yang dikembangkan.
4. Bagi peneliti lain, menjadi refrensi dan dasar bagi penelitian lanjutan yang berkaitan dengan pengembangan bahan ajar berbasis STEM atau pengembangan modul pada materi lain.
5. Bagi pengembangan kurikulum, memberikan masukan dalam pengembangan kurikulum yang mendorong integrasi pendekatan STEM dalam proses pembelajaran.

H. Keterbatasan Pengembangan

Penelitian pengembangan modul STEM ini merupakan penelitian *Research and Development* (R&D) dengan model 4D yang dibatasi pada tahap *develop* (pengembangan) yaitu pada tahap uji coba luas. Pada penelitian pengembangan ini peneliti hanya bertujuan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa setelah menggunakan modul Hukum Newton dengan model PBL-STEM.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, penelitian ini menghasilkan modul pembelajaran fisika berbasis *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) pada materi Hukum Newton untuk meningkatkan berpikit kritis siswa di MAN 4 Bantul, dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakteristik modul pembelajaran PBL-STEM yang dikembangkan telah sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik siswa**.** Modul yang dikembangkan memuat komponen pembelajaran yang lengkap, meliputi bagian pembuka, inti, dan penutup serta dirancang berdasarkan sintaks *Problem Based Learning* yang terintegrasi dengan pendekatan STEM. Modul menyajikan permasalahan kontekstual yang dekat dengan kehidupan sehari-hari, aktivitas pemecahan masalah, kegiatan eksperimen, serta latihan soal yang berorientasi pada pengembangan kemampuan berpikir kritis. Karakteristik tersebut memungkinkan siswa belajar secara aktif, mandiri, dan terlibat langsung dalam proses pembelajaran.
2. Modul pembelajaran PBL-STEM yang dikembangkan dinyatakan layak berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media. Hasil validasi menunjukkan bahwa modul memperoleh persentase kelayakan sebesar 88% dari ahli materi dan 92% dari ahli media dengan kategori valid dan layak digunakan setelah dilakukan revisi sesuai saran validator. Selain itu, hasil penilaian produk

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

memperoleh skor rata-rata sebesar 3,19 dengan kategori baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa modul telah memenuhi aspek kelayakan isi, penyajian, kebahasaan, penyajian PBL, penyajian STEM, serta indikator kemampuan berpikir kritis.

3. Modul pembelajaran PBL-STEM yang dikembangkan memenuhi aspek kepraktisan berdasarkan penilaian ahli, guru, dan respon siswa. Hasil penilaian guru fisika memperoleh skor rata-rata sebesar 4,63 dengan kategori sangat baik. Selain itu, hasil uji coba terbatas menunjukkan rata-rata respon siswa sebesar 0,91 dengan kategori setuju. Hasil tersebut menunjukkan bahwa modul mudah digunakan, memiliki tampilan yang menarik, materi yang mudah dipahami, serta mampu membantu siswa dalam mengikuti proses pembelajaran berbasis PBL-STEM.
4. Modul pembelajaran PBL-STEM yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hasil uji coba luas menunjukkan peningkatan nilai rata-rata siswa dari 52,34 pada pretest menjadi 83,95 pada posttest dengan nilai *N-Gain* sebesar 0,70 yang termasuk dalam kategori tinggi. Selain peningkatan hasil tes, terjadi perubahan pada kemampuan berpikir kritis siswa, terutama dalam memahami permasalahan (interpretasi), menganalisis hubungan antar konsep (analisis), mengevaluasi informasi (evaluasi), menarik kesimpulan berdasarkan bukti (inferensi), dan memberikan penjelasan ilmiah (eksplanasi). Temuan tersebut menunjukkan bahwa modul PBL-STEM mampu menciptakan pembelajaran yang aktif,

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

kontekstual, dan berpusat pada siswa sehingga efektif dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis pada materi Hukum Newton.

Secara keseluruhan, modul pembelajaran fisika berbasis PBL-STEM yang dikembangkan telah memenuhi kriteria valid, berkualitas, mendapatkan respon positif dari peserta didik, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, sehingga layak digunakan sebagai salah satu bahan ajar dalam pembelajaran fisika pada materi Hukum Newton.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, peneliti memberikan beberapa saran sebagai berikut.

1. Guru sebaiknya menggunakan berbagai sumber belajar, tidak hanya mengandalkan buku paket yang disediakan sekolah.
2. Guru sebaiknya memberikan pertanyaan yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari agar siswa lebih mudah memahami materi yang dipelajari.
3. Guru dapat menghubungkan materi fisika dengan sekitarnya sehingga pembelajaran menjadi lebih dekat dengan pengalaman dan kehidupan sehari-hari siswa.
4. Penggunaan modul PBL-STEM diharapkan dapat diterapkan oleh lebih banyak guru. Dengan demikian, proses pembelajaran dapat menjadi lebih menarik, inovatif, meningkatkan keaktifan siswa, serta membantu meningkatkan kemampuan literasi sains mereka.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR PUSTAKA

Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Project based learning integrated to STEM to enhance elementary school's students scientific literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, 5*(2), 261–267.

Agustina, D., Sesunan, F., & Ertikanto, C. (2017). Pengaruh model pembelajaran berbasis masalah terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika, 5*(1), 1–12.

Akihary, F., & Apituley, A. (2022). Peningkatan kualitas sumber daya manusia melalui pendidikan. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan, 7*(1), 45–58.

Akmal, A., Sumliyah, S., & Titi, T. (2025). Pengembangan modul pembelajaran matematika berbasis STEM untuk meningkatkan pemahaman konsep matematis siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika, 12*(1), 78–92.

An Nabil, A., Zainuddin, Z., & Hakim, L. (2022). Analisis indeks Aiken untuk validasi instrumen penelitian pendidikan. *Jurnal Evaluasi Pendidikan, 15*(2), 112–125.

Antika, R. (2023). Pengembangan modul fisika berbasis STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika, 11*(1), 34–45.

Arends, R. I. (2012). *Learning to teach* (9th ed.). McGraw-Hill.

Ariyana, Y., Pudjiastuti, A., & Bestary, R. (2019). *Buku pegangan pembelajaran berorientasi pada keterampilan berpikir tingkat tinggi*. Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Ariyatun, A., & Octavianelis, D. F. (2020). Pengaruh model pembelajaran STEM-PBL terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia, 8*(1), 98–108.

Arsyad, A. (2019). *Media pembelajaran*. RajaGrafindo Persada.

Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F., & Prime, G. M. (2012). Supporting STEM education in secondary science contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 6*(2), 85–125.

Bala, E. (2021). Komunikasi dalam pembelajaran berbasis masalah. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran, 14*(1), 33–42.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA

Batu, M. A., & Rahmatsyah, S. (2026). Pengembangan modul PBL-STEM fisika untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika, 8*(1), 45–58.

Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E instructional model: Personal reflections and contemporary implications. *Science and Children, 51*(8), 10–13.

Departemen Pendidikan Nasional. (2003). *Kurikulum 2004: Standar kompetensi mata pelajaran fisika SMA/MA*. Departemen Pendidikan Nasional.

Departemen Pendidikan Nasional. (2008). *Pengembangan bahan ajar*. Departemen Pendidikan Nasional.

Department of Education and Skills. (2011). *STEM in the primary school*. Government of Ireland.

Devi, P. K., Supriatna, A., & Rahayu, S. (2018). Penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Indonesia, 7*(2), 145–156.

Eggen, P., & Kauchak, D. (2012). *Strategi dan model pembelajaran: Mengajarkan konten dan keterampilan berpikir*. Indeks.

Ejiwale, J. A. (2013). Barriers to successful implementation of STEM education. *Journal of Education and Learning, 7*(2), 63–74.

Ekici, E. (2016). Why do students find physics difficult? *Journal of Education and Practice, 7*(12), 98–105.

Ennis, R. H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. *Educational Leadership, 43*(2), 44–48.

Ennis, R. H. (1996). *Critical thinking*. Prentice Hall.

Ennis, R. H. (2011). *The nature of critical thinking: An outline of critical thinking dispositions and abilities*. University of Illinois.

Ergin, I. (2012). Constructivist approach in physics education. *International Journal of Physics & Chemistry Education, 4*(1), 1–15.

Festiyed, F., Djamas, D., & Pilendia, D. (2018). Analisis kebutuhan pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM. *Jurnal Eksakta Pendidikan, 2*(1), 11–18.

Filsaime, D. K. (2008). *Menguak rahasia berpikir kritis dan kreatif*. Prestasi Pustaka.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Fitriani, A. (2019). Pengaruh modul berbasis PBL terhadap hasil belajar dan keterampilan berpikir tingkat tinggi. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi, 5*(1), 88–96.

Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). McGraw-Hill.

Geary, D. C. (1995). Reflections of evolution and culture in children's cognition: Implications for mathematical development and instruction. *American Psychologist, 50*(1), 24–37.

Gerace, W. J., & Beatty, I. D. (2005). Teaching physics with a constructivist approach. *The Physics Teacher, 43*(6), 365–371.

Hadad, H., Huda, M., & Samsudin, A. (2025). Analisis kebutuhan bahan ajar fisika berbasis kontekstual. *Jurnal Pendidikan Fisika, 13*(1), 22–35.

Hamdani. (2011). *Strategi belajar mengajar*. Pustaka Setia.

Handriani, S., & Subhan, M. (2020). Persepsi siswa terhadap kesulitan belajar fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains, 3*(2), 67–74.

Hanover Research. (2011). *STEM education and workforce development*. Hanover Research.

Harta, I., Tenggara, W., & Kartasura, S. (2014). Kelebihan dan kelemahan modul pembelajaran. *Jurnal Pendidikan, 4*(1), 56–68.

Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The Physics Teacher, 30*(3), 141–158.

Hosnan, M. (2014). *Pendekatan saintifik dan kontekstual dalam pembelajaran abad 21*. Ghalia Indonesia.

Huda, H. (2024). *Pengembangan modul IPA terpadu berbasis problem based learning materi gerak untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VIII-P MTsN 4 Jombang* (Skripsi). UIN Sayyid Ali Rahmatullah.

Hulu, P., Zebua, R., & Waruwu, F. (2025). Efektivitas modul berbasis PBL terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan, 9*(2), 101–115.

Husna, P. A. (2023). *Pengembangan e-modul dalam problem based learning fisika pada materi energi terbarukan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik SMA* (Skripsi). UIN Sunan Kalijaga.

Jang, H. (2016). Identifying 21st century STEM competencies using workplace data. *Journal of Science Education and Technology, 25*(2), 284–301.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Johnson, E. B. (2002). *Contextual teaching and learning: What it is and why it's here to stay*. Corwin Press.

Kartika, I., Aroyandini, E. N., Maulana, S., & Fatimah, S. (2022). Analisis prinsip konstruktivisme dalam pembelajaran fisika berbasis Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics (STEAM). *Jurnal Pembangunan Pendidikan: Fondasi dan Aplikasi*, *10*(1), 23-33.

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2021). *Kurikulum Merdeka: Pembelajaran berdiferensiasi*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

Komara, E. (2018). Peran pendidikan dalam membangun sumber daya manusia. *Jurnal Pendidikan, 6*(1), 1–10.

Kurniawan, A., Setiawan, B., & Suhandi, A. (2025). Pengembangan instrumen tes kemampuan berpikir kreatif fisika. *Jurnal Evaluasi Pendidikan, 18*(1), 45–58.

Lestari, D., & Muchlas, M. (2021). Pengembangan e-modul fisika berbasis STEM. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi, 8*(2), 120–135.

Mahmudah, I., Zulirfan, Z., & Rahmad, M. (2022). Analisis kesulitan belajar fisika siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika, 10*(1), 34–45.

Marsitin, R., & Sesanti, N. R. (2021). Pengembangan modul berbasis PBL-STEM untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. *Jurnal Pendidikan Matematika, 9*(2), 112–125.

Meltzer, D. E. (2002). The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: A possible "hidden variable" in diagnostic pretest scores. *American Journal of Physics, 70*(12), 1259–1268.

Miller, C., & Northern, C. (2011). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass.

Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K–12 STEM education. Dalam *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices*. Purdue University Press.

Muharomah, F. (2017). *Pengembangan modul fisika berbasis STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa* (Skripsi). Universitas Negeri Semarang.

Mulyasa, E. (2009). *Implementasi Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Bumi Aksara.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Mulyatiningsih, E. (2011). *Metode penelitian terapan bidang pendidikan*. Alfabeta.

NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. The National Academies Press.

Nieveen, N. (1999). Prototyping to reach product quality. Dalam J. van den Akker, R. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen, & T. Plomp (Eds.), *Design approaches and tools in education and training*. Springer.

Nurjanah, S. (2018). Persepsi siswa terhadap pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan, 5*(2), 78–89.

Plomp, T. (2013). Educational design research: An introduction. Dalam T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research*. SLO.

Putri, N. E., Sujadi, I., & Pramudya, I. (2020). Pengaruh model PBL-STEM terhadap kemampuan berpikir kritis. *Jurnal Pendidikan Sains, 8*(2), 145–158.

Putri, N. N., Hidayat, A., & Susilowati, E. (2018). Kelebihan dan kekurangan model *problem based learning*. *Jurnal Pendidikan, 6*(3), 89–102.

Putri, S. A. (2021). Persepsi siswa terhadap pelajaran fisika di SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika, 9*(1), 23–32.

Rahmawati, A., & Suyitno, A. (2020). Analisis implementasi *problem based learning* dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia, 16*(1), 45–56.

Rahmawati, D., Puspita, I., & Sari, N. (2023). Validasi modul fisika berbasis STEM dengan dua validator media. *Jurnal Teknologi Pendidikan, 12*(1), 67–80.

Redish, E. F. (2004). *Teaching physics with the Physics Suite*. Wiley.

Retnawati, H. (2016). *Analisis kuantitatif instrumen penelitian*. Parama Publishing.

Rizky, F., & Nuha, U. (2021). Pengembangan modul fisika berbasis *problem based learning* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis. *Jurnal Pendidikan Fisika, 9*(2), 78–89.

Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher, 71*(8), 1–5.

Rusmono. (2012). *Strategi pembelajaran dengan problem based learning*. Ghalia Indonesia.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Saleha, S. (2019). Pendekatan STEM dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan, 7*(2), 56–68.

Salfia, N. (2021). Kriteria modul pembelajaran yang berkualitas. *Jurnal Pendidikan Indonesia, 10*(1), 34–45.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher, 68*(4), 20–26.

Sanjaya, W. (2016). *Strategi pembelajaran berorientasi standar proses pendidikan*. Kencana.

Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 1*(1), 9–20.

Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2014). *Physics for scientists and engineers* (9th ed.). Cengage Learning.

Silitonga, R. A. (2025). *Pengembangan modul ajar terintegrasi STEAM-PBL pada materi fluida dinamis untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis* (Skripsi). UIN Sunan Kalijaga.

Sugiyono. (2009). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

Sugiyono. (2017). *Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

Sugiyono. (2022). *Metode penelitian dan pengembangan (Research and Development)*. Alfabeta.

Suharyani, S., Santosa, M., & Sutrisno, S. (2023). Berpikir kritis: Konsep dan implementasi dalam pendidikan. *Jurnal Pendidikan, 11*(2), 88–102.

Sulistiya, E. (2023). *Analisis kemampuan berpikir kritis siswa pada materi hukum Newton* (Skripsi). UIN Sunan Kalijaga.

Sungar, N. (2006). Problem-based learning in physics education. *Journal of Turkish Science Education, 3*(1), 18–26.

Supahar. (2018). Pengembangan instrumen asesmen kinerja literasi sains berbasis STEM. *Jurnal Penelitian Pendidikan, 9*(2), 112–125.

Susanti, W. (2021). Kolaborasi dalam pembelajaran berbasis masalah. *Jurnal Pendidikan Indonesia, 9*(1), 45–56.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children*. Indiana University.

Trianto. (2010). *Model pembelajaran terpadu: Konsep, strategi, dan implementasinya dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Bumi Aksara.

Trianto. (2017). *Mendesain model pembelajaran inovatif-progresif: Konsep, landasan, dan implementasinya pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Kencana.

Triwigunae, L., Prasetyo, Z. K., & Widodo, A. (2025). Pengembangan instrumen HOTS untuk pendidikan vokasi. *Jurnal Pendidikan Vokasi, 15*(1), 34–47.

Vasquez, J. A., Sneider, C., & Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3–8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Heinemann.

Warimun, S. (2012). Pengertian dan hakikat pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan, 3*(1), 12–22.

Waruwu, T. (2024). Tahapan disseminasi dalam model pengembangan 4D. *Jurnal Metodologi Penelitian, 8*(1), 23–35.

Widodo, S. (2012). *Teknik analisis data penelitian*. Pustaka Pelajar.

Widodo, S., Hadi, S., & Suparman, U. (2023). Analisis data dengan skala Guttman. *Jurnal Penelitian Pendidikan, 10*(2), 67–78.

Widoyoko, E. P. (2012). *Teknik penyusunan instrumen penelitian*. Pustaka Pelajar.

Widoyoko, E. P. (2014). *Penilaian hasil pembelajaran di sekolah*. Pustaka Pelajar.

Zamroni, & Mahfudz, M. (2009). *Peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa melalui model pembelajaran*. Pustaka Pelajar.

Zemansky, M. W., & Sears, F. W. (2002). *Fisika universitas*. Erlangga.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA