

**PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF
TERMODINAMIKA BERBASIS MULTIPLE REPRESENTASI
BERBANTUAN SCAFFOLDING UNTUK MENINGKATKAN
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA**

TESIS

Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Magister Pendidikan



IDA ROOSYIDAH ADDAWIYAH

NIM 1310822004

**PROGRAM MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2025

**PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF TERMODINAMIKA
BERBASIS MULTIPLE REPRESENTASI BERBANTUAN
SCAFFOLDING UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS SISWA SMA**

IDA ROOSYIDAH ADDAWIYAH

ABSTRAK

Salah satu keterampilan penting abad ke-21 yang perlu dikembangkan dalam dunia pendidikan adalah keterampilan berpikir kritis. Namun, berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa di Indonesia masih tergolong rendah, yang kemungkinan disebabkan oleh proses pembelajaran yang kurang tepat, termasuk penggunaan bahan ajar dan media pembelajaran yang belum optimal. E-modul sebagai media pembelajaran berbasis digital dapat menjadi solusi inovatif karena memungkinkan penyajian materi secara interaktif dan fleksibel. Dengan desain yang tepat, e-modul mampu mendukung pemahaman konsep secara mendalam, terutama jika dikembangkan dengan pendekatan multipel representasi dan didukung scaffolding sebagai strategi untuk memandu siswa dalam proses belajar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penerapan e-modul interaktif termodinamika berbasis multipel representasi berbantuan scaffolding dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dan mengetahui kelayakan e-modul. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *research and development* (RnD) dengan model ADDIE. Subjek penelitian yakni siswa fase f (kelas xi) disalah satu SMA di bekasi dengan sampel sebanyak 31 siswa. Dalam penelitian ini instrumen pengumpulan data menggunakan beberapa instrumen seperti lembar kelayakan ahli media dan materi, lembar *pretest* dan *posttest*, dan lembar kuesioner regulasi diri. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata kelayakan media memperoleh skor 82%, sedangkan materi pada skor 81%. Hasil uji gain didapatkan capaian peningkatan keterampilan berpikir kritis sebesar 0.7 dengan kategori sedang.

Kata Kunci : E-Modul, Termodinamika, Multiple Representasi, *Scaffolding*, Keterampilan Berpikir Kritis.

**DEVELOPMENT OF INTERACTIVE E-MODULES OF
THERMODYNAMICS BASED ON MULTIPLE REPRESENTATIONS
ASSISTED BY SCAFFOLDING TO IMPROVE CRITICAL THINKING
SKILLS OF HIGH SCHOOL STUDENTS**

IDA ROOSYIDAH ADDAWIYAH

ABSTRACT

One of the important 21st century skills that need to be developed in education is critical thinking skills. However, various research results show that students' critical thinking skills in Indonesia are still relatively low, which may be caused by inappropriate learning processes, including the use of teaching materials and learning media that are not optimal. E-modules as digital-based learning media can be an innovative solution because it allows the presentation of material interactively and flexibly. With the right design, e-modules are able to support in-depth understanding of concepts, especially if developed with a multiple representation approach and supported by scaffolding as a strategy to guide students in the learning process. The purpose of this study was to determine the application of interactive e-modules of thermodynamics based on multiple representations assisted by scaffolding in improving students' critical thinking skills and to determine the feasibility of e-modules. The research method used in this study is research and development (RnD) with the ADDIE model. The research subjects were phase f students (class xi) in one of the high schools in Bekasi with a sample of 31 students. In this study, data collection instruments used several instruments such as media and material expert feasibility sheets, pretest and posttest sheets, and self-regulation questionnaires. The results showed that the average media feasibility score was 82%, while the material score was 81%. The gain test results showed an increase in critical thinking skills of 0.7 in the moderate category.

Keywords: E-Module, Thermodynamic, Multiple Representation, Scaffolding, Critical Thinking Skills.

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN TESIS

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF TERMODINAMIKA BERBASIS MULTIPEL REPRESENTASI BERBANTUAN SCAFFOLDING UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA

Nama : Ida Roosyidah Addawiyah
No. Reg : 1310822004

Nama

Tanda Tangan Tanggal

Penanggung Jawab

Dekan : Dr. Hadi Nasbey, S.Pd., M.Si
NIP. 19790916 200501 1 004



13/08 2025

Wakil Penanggung Jawab

Wakil Dekan I : Dr. Meilisari, S.Pd., M.Sc
NIP. 19790504 200912 2 002

13/08 2025

Ketua Sidang : Dr. Bambang Heru Iswanto, M.Si
NIP. 19680401 199403 1 002

14/08 2025

Sekretaris : Dr. Hadi Nasbey, S.Pd., M.Si
NIP. 19790916 200501 1 004

25/07 2025

Pembimbing I : Prof. Dr. I Made Astra, M.Si
NIP. 19581212 198403 1 004

25/07 2025

Pembimbing II : Prof. Dr. Esmar Budi S.Si., MT
NIP. 19720728 199903 1 002

30/07 2025

Penguji I : Dr. Firmanul Catur Wibowo, M.Pd
NIP. 19870426 201903 1 009

23/07 2025

Dinyatakan lulus ujian tesis pada tanggal : 01 / 07 / 2025

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Ida Roosyidah Addawiyah
NIM : 1310822004
Tempat/Tanggal Lahir : Bekasi, 31 Desember 1998
Program : Magister
Program Studi : Pendidikan Fisika

Dengan ini menyatakan bahwa tesis yang berjudul "PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF TERMODINAMIKA BERBASIS MULTIPLE REPRESENTASI BERBANTUAN SCAFFOLDING UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA" merupakan karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiat dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dalam keadaan sadar dan tanpa ada unsur paksaan dari siapapun. Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Pascasarjana Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 4 Mei 2025



Ida Roosyidah Addawiyah
NIM. 1310822004

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Ida Roosyidah Addawiyah
NIM : 1310822004
Fakultas/Prodi : FMIPA / Pendidikan Fisika
Alamat email : rsyaddawiyah@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☐ Skripsi ☒ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Pengembangan E-Modul Interaktif Termodinamika Berbasis Multipel Representasi Berbantuan Scaffolding untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 13 Agustus 2025

Penulis

(Ida Roosyidah A)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahiim.

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, atas izin dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan tesis ini tidak akan terwujud tanpa adanya doa, bantuan serta dorongan yang telah diberikan dari beberapa pihak. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu dalam penyelesaian tesis ini, karena tesis ini bukan semata-mata hasil kerja keras penulis sendiri. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Prof. Dr. I Made Astra, M.Si. Selaku pembimbing I yang telah membimbing, mengarahkan, memberi masukan serta mendukung peneliti untuk menyelesaikan tesis ini;
2. Prof. Dr. Esmar Budi, MT. Selaku pembimbing II yang telah membimbing, mengarahkan, memberi masukan serta mendukung peneliti untuk menyelesaikan tesis ini;
3. Seluruh dosen dan karyawan program studi S2 Pendidikan Fisika Universitas Negeri Jakarta atas ilmu, masukan, dan motivasi yang diberikan selama masa studi;
4. Kepala SMAN 17 Bekasi beserta dewan guru dan peserta didik atas kesediaannya membantu dan memfasilitasi kepada penulis selama penelitian.
5. Ayahanda tercinta Alm. Ubaidillah dan Ibunda terkasih Edah Jubaedah yang selalu menjadi garda terdepan memberikan doa dan dukungan, serta para saudara, sahabat yang selalu memberikan support.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan berkah-Nya. Akhirnya penulis berharap hasil penelitian ini dapat memberikan sumbangan ilmu pengetahuan dalam meningkatkan mutu pendidikan.

Jakarta, 4 Mei 2025

Ida Roosyidah Addawiyah
NIM. 1310822004

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PANITIA UJIAN TESIS	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Fokus Penelitian.....	8
C. Perumusan Masalah	8
D. Tujuan Penelitian.....	8
E. Manfaat Penelitian	9
BAB II KAJIAN TEORETIK.....	10
A. Deskripsi Konseptual.....	10
1. Karakteristik Materi Termodinamika	10
2. E-Modul Interaktif	24
3. Multipel Representasi	31
4. <i>Scaffolding</i>	34
5. Keterampilan Berpikir Kritis	37
6. Model ADDIE.....	42
B. Kerangka Berpikir	46
C. Penelitian yang Relevan.....	49
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	60
A. Tujuan Operasional Penelitian.....	60
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	60

1. Tempat Penelitian	60
2. Waktu Penelitian.....	60
C. Metode Penelitian	60
D. Prosedur dan Tahapan Penelitian	61
1. Prosedur Penelitian	61
2. Tahapan Penelitian.....	62
E. Instrumen Pengumpulan Data	69
1. Kuesioner Analisis Kebutuhan	69
2. Kuesioner Uji Penilaian	70
3. Instrumen Penilaian Keterampilan Berpikir Kritis	72
4. Instrumen Tanggapan Siswa dan Guru	73
F. Teknik Pengumpulan Data	74
G. Teknik Analisis Data	75
H. Karakteristik Media yang Dikembangkan	82
1. Spesifikasi Media yang Dikembangkan	82
2. Spesifikasi Penggunaan Media	82
I. Desain Media	83
1. Komponen Utama	83
2. Desain Tampilan	84
3. Alur Penggunaan Media	89
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	93
A. Pengembangan Media	93
1. Karakteristik E-Modul Interaktif	93
B. Hasil Penilaian oleh Ahli	103
1. Hasil Penilaian oleh Ahli Media	103
2. Hasil Penilaian oleh Ahli Materi	107
C. Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Menggunakan Media E-Modul Interaktif	110
D. Hasil Tanggapan Produk oleh Pengguna.....	119
1. Hasil Tanggapan Produk oleh Siswa	119
2. Hasil Tanggapan Produk oleh Guru.....	122

E. Pembahasan.....	125
1. Karakteristik E-Modul Interaktif	125
2. Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Melalui E-Modul Interaktif Termodinamika Berbasis Multipel Representasi Berbantuan Scaffolding..	130
3. Tanggapan Siswa dan Guru terhadap E-Modul Interaktif	138
4. Persamaan, Kelebihan dan Kekurangan E-Modul Interaktif	139
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	142
A. Kesimpulan.....	142
B. Implikasi	143
C. Saran	144
DAFTAR PUSTAKA	145
DAFTAR LAMPIRAN.....	160
Lampiran 1 Desain Produk.....	160
A. Desain Media/Alat (Mockup)	160
Lampiran 2 Instrumen Penelitian	160
A. Kuesioner Analisis Kebutuhan Siswa.....	160
B. Kuesioner Analisis Kebutuhan Guru	160
C. Kuesioner Penilaian Ahli Materi.....	160
D. Kuesioner Penilaian Ahli Media.....	161
E. Rubrik Penilaian Ahli Materi	161
F. Rubrik Penilaian Ahli Media.....	161
G. Kisi-Kisi Instrumen Keterampilan Berpikir Kritis Siswa.....	161
H. Rubrik Penilaian Soal Tes Keterampilan Berpikir Kritis Siswa.....	162
I. Kuesioner Regulasi Diri Siswa.....	162
J. Kuesioner Tanggapan Siswa	162
K. Kuesioner Tanggapan Guru	162
L. Modul Ajar	163
Lampiran 3 Data Hasil Penelitian.....	164
A. Hasil Penilaian oleh Ahli Materi.....	164
B. Hasil Penilaian oleh Ahli Media	164
C. Perhitungan Data Hasil Penilaian oleh Ahli Materi.....	164

D. Perhitungan Data Hasil Penilaian oleh Ahli Media	165
E. Hasil Validasi Soal Oleh Ahli	165
F. Hasil Tanggapan Siswa	165
G. Hasil Tanggapan Guru	166
H. Perhitungan Data Tanggapan Siswa	166
I. Data Nilai Pretest dan Posttest Siswa.....	166
J. Data Skor Tanggapan Regulasi Diri Siswa	167
K. Data Nilai Pretest Siswa Per Indikator.....	167
L. Data Nilai Posttest Siswa Per Indikator	167
M. Data Skor Tanggapan Regulasi Diri Siswa Per Subskala	168
N. Hasil Uji Gain	168
O. Hasil Uji Gain Berdasarkan Indikator.....	168
P. Hasil Data Uji Coba Instrumen	169
Q. Lembar Jawaban Pretest Siswa.....	169
R. Lembar Jawaban Posttest Siswa.....	169
S. Surat Permohonan Penelitian.....	170
T. Surat Keterangan Penelitian	170
U. Buku Petunjuk Penggunaan E-Modul.....	170
V. Dokumen Kegiatan.	171
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	173

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik hubungan P-V proses isobarik	16
Gambar 2. 2 Grafik hubungan P-V proses isokhorik.....	17
Gambar 2. 3 Grafik hubungan P-V proses isothermal	18
Gambar 2. 4 Grafik hubungan P-V proses Adiabatik	19
Gambar 2. 5 Grafik siklus carnot	21
Gambar 2. 6 Taksonomi Fungsi Pembelajaran Multipel Reprsntasi	33
Gambar 2. 7 Tahapan Model ADDIE	44
Gambar 2. 8 Alur Kerangka Berpikir.....	49
Gambar 3. 1 Prosedur penelitian.....	62
Gambar 3. 2 Tahapan penelitian pengembangan dengan model ADDIE.	63
Gambar 3. 3 Diagram hasil analisis kebutuhan secara garis besar siswa.....	65
Gambar 3. 4 Diagram hasil analisis kebutuhan secara garis besar pendidik	66
Gambar 3. 5 Diagram hasil analisis kebutuhan secara garis besar pendidik	67
Gambar 3. 6 (a) Halaman muka, (b) Transisi Layar, (c) Menu Utama.....	85
Gambar 3. 7 (a) Tentang E-Modul, (b) Mind Mapping	86
Gambar 3. 8 (a-h) Halaman Materi.	88
Gambar 3. 9 Alur Penggunaan E-modul	90
Gambar 4. 1 Alur Proses Pembuatan E-modul Interaktif Termodinamika.....	94
Gambar 4. 2 Tampilan Awal.....	96
Gambar 4. 3 Tampilan Menu Utama.....	96
Gambar 4. 4 Bagian Menu Utama (a) Tentang E-Modul, (b) CP&TP, (c) <i>Mind Mapping</i> , (d) Materi, (e) Evaluasi, (f) Bank Soal, (g) Glosarium, (h) Pengembang.	99
Gambar 4. 5 (a) (b) Multipel Representasi dalam E-modul.....	101
Gambar 4. 6 <i>Scaffolding</i> dalam E-modul.....	102
Gambar 4. 7 Contoh Layar Ketika Tombol <i>Scaffolding</i> diklik.....	103
Gambar 4. 8 Diagram Batang Nilai Rata-Rata Pretest, Posttest, dan Skor Gain <g> Keterampilan Berpikir Kritis Siswa	111

Gambar 4. 9 Diagram Batang Perbandingan Rata-Rata <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan Skor Gain $\langle g \rangle$	112
Gambar 4. 10 Diagram Batang Perbandingan Skor Gain $\langle g \rangle$ Per Aspek	114
Gambar 4. 11 Diagram Batang Rata - Rata Skor Indikator Regulasi Diri Siswa Saat <i>Prestudy</i> dan <i>Poststudy</i>	115
Gambar 4. 12 Diagram Batang Rata-Rata N Gain Score Regulasi Diri Siswa...	116
Gambar 4. 13 Diagram Batang Rata-Rata N Gain Score $\langle g \rangle$ Per Subskala	116
Gambar 4. 14 Diagram Batang Nilai Rata-Rata N Gain Score Keterampilan Berpikir Kritis	118
Gambar 4. 15 Diagram Batang Tanggapan Guru Terhadap E-Modul	124
Gambar 4. 16 Diagram Batang Tanggapan Siswa Terhadap E-Modul	121
Gambar 4. 17 (a), (b) Lembar jawaban siswa pada indikator interpretasi	132

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tuntutan Kurikulum, CP, dan TP	23
Tabel 2. 2 Aspek – Aspek Berpikir Kritis Facione	40
Tabel 2. 3 Indikator Keterampilan Berpikir Kritis dalam Penelitian	41
Tabel 2. 4 Level Kemampuan Berpikir Kritis.....	42
Tabel 2. 5 Langkah-Langkah Pengembangan ADDIE	44
Tabel 3. 1 Skala Likert untuk Penilaian Ahli (Sugiyono, 2010).....	68
Tabel 3. 2 Kisi-Kisi Instrumen Analisis Kebutuhan Siswa	69
Tabel 3. 3 Kisi-Kisi Instrumen Analisis Kebutuhan Guru	69
Tabel 3. 4 Kisi-kisi Instrumen Penilaian oleh Ahli Media.....	70
Tabel 3. 5 Kisi-kisi Instrumen Penilaian oleh Ahli Materi	71
Tabel 3. 6 Kisi-Kisi Instrumen Tes KBK materi Termodinamika.....	72
Tabel 3. 7 Teknik Pengambilan Data	74
Tabel 3. 8 Kriteria Pengujian Validitas.....	76
Tabel 3. 9 Derajat Realibilitas.....	77
Tabel 3. 10 Interpretasi Kriteria Daya Pembeda.....	77
Tabel 3. 11 Interpretasi Tingkat Kesukaran	78
Tabel 3. 12 Kriteria Nilai <i>N-Gain</i> (Hake, R. R, 1999).....	79
Tabel 3. 13 Interpretasi dari efektifitas nilai gain ternormalisasi (g) (Nasir, 2016)	80
Tabel 3. 14 Interpretasi Penilaian Kelayakan	80
Tabel 3. 15 Kisi-Kisi Kuesioner Tanggapan Siswa	81
Tabel 3. 16 Skala Nilai.....	81
Tabel 3. 17 Interpretasi Skala	82
Tabel 3. 18 Komponen Utama E-Modul.....	83
Tabel 4. 1 Menu Utama pada SMARTthermo dan pembahasannya.....	97
Tabel 4. 2 Hasil Penilaian Media oleh Ahli Media.....	104
Tabel 4. 3 Perbaikan E-Modul Interaktif Sesuai Saran Ahli Media	106
Tabel 4. 4 Hasil Penilaian Materi oleh Ahli Materi	107

Tabel 4. 5 Perbaikan E-Modul Sesuai Saran Ahli Materi.....	109
Tabel 4. 6 Rata-Rata Nilai Gain Ternormalisasi.....	112
Tabel 4. 7 Rata-Rata N-Gain Ternormalisasi Seluruh Indikator KBK	119
Tabel 4. 8 Hasil Tanggapan Guru Terhadap Produk E-Modul Interaktif.	122
Tabel 4. 9 Hasil Tanggapan Siswa Terhadap Produk E-Modul Interaktif.....	120

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Desain Produk.....	160
Lampiran 2 Instrumen Penelitian	160