

**PENYUSUNAN BUKU ELEKTRONIK BERBASIS MODEL VISUAL
PADA MATERI TERMODINAMIKA (BEb MoViT)**

SKRIPSI

*diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Fisika*



Disusun oleh:

Aldi Muhammad Lukman

1800640

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2022**

**PENYUSUNAN BUKU ELEKTRONIK BERBASIS MODEL VISUAL
PADA MATERI TERMODINAMIKA (BEb MoViT)**

SKRIPSI

Oleh

Aldi Muhammad Lukman

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan program studi Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Aldi Muhammad Lukman 2022

Universitas Pendidikan Indonesia

Juni 2022

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN

ALDI MUHAMMAD LUKMAN

1800640

**PENYUSUNAN BUKU ELEKTRONIK BERBASIS MODEL VISUAL
PADA MATERI TERMODINAMIKA (Beb MoViT)**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I,



Dr. Ika Mustika Sari, M.PFis.

NIP. 198308242009122004

Pembimbing II,

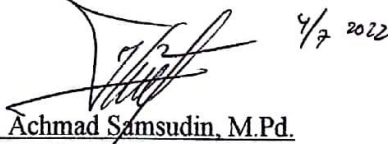


Dr. Parsaoran Siahaan, M.Pd.

NIP. 195803011980021002

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Pendidikan Fisika



4/7 2022

Dr. Achmad Samsudin, M.Pd.

NIP. 198310072008121004

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini, saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Penyusunan Buku Elektronik berbasis Model Visual pada Materi Termodinamika (BEb MoViT)**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juni 2022

Yang Membuat Pernyataan,

Aldi Muhammad Lukman

NIM. 1800640

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan ampunannya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Penyusunan Buku Elektronik berbasis Model Visual pada Materi Termodinamika (BEb MoViT)” dengan lancar. Shalawat serta salam juga semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, juga kepada keluarga dan sahabat-sahabatnya serta sampai kepada kita selaku umatnya hingga akhir jaman.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.), pada Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia. Dalam skripsi ini, penulis berusaha menyajikan hasil penyusunan buku elektronik berbasis model visual pada materi termodinamika (BEb MoViT). Hal tersebut disajikan dalam lima bab yang meliputi pendahuluan, kajian pustaka, metode penelitian, temuan dan pembahasan, serta simpulan dan rekomendasi.

Dengan tersusunnya skripsi ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak yang telah membantu dalam membimbing dan memberikan arahan dari pembimbing I dan II serta dukungan dan masukan dari berbagai pihak sehingga hambatan dan masalah yang muncul dapat teratasi.

Dalam penyusunan karya tulis ini, penulis menyadari bahwa karya tulis ini masih jauh dari kata sempurna, baik isi, teknik penyajian, maupun dalam susunan bahasa disebabkan keterbatasan pengetahuan dan pemahaman penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk memperbaiki karya tulis ilmiah lainnya. Kiranya semua kekurangan dan keterbatasan dari penulis dapat menjadi bahan kajian bagi penelitian selanjutnya.

Bandung, Juni 2022

Yang Membuat Pernyataan,

Aldi Muhammad Lukman

NIM. 1800640

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Allah SWT karena atas rahmat dan karuniannya serta rezeki dan hidayah yang diberikannya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul “Penyusunan Buku Elektronik berbasis Model Visual pada Materi Termodinamika (BEb MoViT)” dapat terselesaikan. Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa hambatan dan kesulitan banyak ditemui sejak saat tahap persiapan penelitian, pelaksanaan penelitian, hingga penyusunan skripsi ini, baik dari segi teknis pengumpulan data, pengolahan data, maupun teknis penulisan. Namun karena adanya bantuan, dorongan, dan doa dari berbagai pihak, akhirnya segala hambatan dapat teratasi sehingga skripsi ini dapat terwujud. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. M. Solehuddin, M.Pd., M.A. selaku Rektor Universitas Pendidikan Indonesia, beserta civitas akademika Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti studi hingga mendapatkan gelar sarjana di Universitas Pendidikan Indonesia.
2. Bapak Prof. Dr. Tatang Herman, M.Ed. selaku Dekan Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, penulis ucapkan terima kasih telah memberikan kesempatan untuk mengikuti studi hingga mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Pendidikan Fisika.
3. Bapak Dr. Taufik Ramalis, M.Si., selaku Ketua Departemen Pendidikan Fisika atas segala arahan positif, semangat, dan motivasi yang diberikan sejak pertama kali mengerjakan hingga mengantarkan penulis menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Achmad Samsudin, M.Si., selaku Ketua Program Pendidikan Fisika atas kesediaannya dihubungi kapan saja, memberi semangat, dan motivasi untuk fokus mengerjakan skripsi hingga mengantarkan penulis menyelesaikan skripsi ini.

5. Ibu Dr. Ika Mustika Sari, M.PFis. selaku dosen pembimbing I skripsi yang selalu meluangkan waktunya dalam kesibukannya untuk membimbing, mengarahkan, memberi masukan, petunjuk, sumbangan pikiran dan dorongan semangat dengan penuh ketulusan, keikhlasan, kesabaran, atas ilmu dan pengalaman yang beliau berikan sangat membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini dan yang telah memberikan motivasi, semangat dan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan studi.
6. Bapak Dr. Parsaoran Siahaan, M.Pd. selaku dosen pembimbing II skripsi dan dosen pembimbing akademik yang selalu meluangkan waktunya dalam kesibukannya untuk membimbing, mengarahkan, memberi masukan, petunjuk, sumbangan pikiran dan dorongan semangat dengan penuh ketulusan, keikhlasan, kesabaran, atas ilmu dan pengalaman yang beliau berikan sangat membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini dan yang telah memberikan motivasi, semangat dan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan studi.
7. Bapak Drs. Unang Purwana, M.Pd. selaku validator ahli yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, saran, dan rekomendasi selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Bapak Be Sugiharto, S.Pd. selaku validator ahli materi yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, saran, dan rekomendasi selama proses penyusunan skripsi ini.
9. Ibu Dr. Selly Feranie, S.Pd., M.Si. selaku validator ahli materi yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, saran, dan rekomendasi selama proses penyusunan skripsi ini.
10. Bapak Duden Saepuzaman, M.Pd., M.Si. selaku validator ahli konten yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, saran, dan rekomendasi selama proses penyusunan skripsi ini.
11. Ibu Dra. Heni Rusnayati, M.Si. selaku validator ahli konten yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, saran, dan rekomendasi selama proses penyusunan skripsi ini.

12. Bapak Dyna Purnama Alam, S. Pd., Gr. selaku validator ahli konten yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, saran, dan rekomendasi selama proses penyusunan skripsi ini.
13. Bapak Dr. Dadi Rusdiana, S.Pd, M.Si. selaku validator ahli media yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, saran, dan rekomendasi selama proses penyusunan skripsi ini.
14. Bapak Dr. Achmad Samsudin, M.Pd. selaku validator ahli media yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, saran, dan rekomendasi selama proses penyusunan skripsi ini.
15. Bapak Tedjo Indoko, S.Pd. selaku validator ahli yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, saran, dan rekomendasi selama proses penyusunan skripsi ini.
16. Seluruh Bapak, Ibu dosen dan Staf Departemen Pendidikan Fisika yang telah memberikan ilmu, bimbingan, motivasi, bantuan, informasi, serta pengertian selama penulis menjalankan.
17. Kepala sekolah, pendidik, dan staf SMA Darul Falah khususnya Bapak Fajar Pagun Saepudin, S.Pd. selaku pendidik mata pelajaran fisika kelas XI SMA Darul Falah Bandung yang telah membimbing sekaligus telah membantu dan memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian ini.
18. Siswa kelas XI MIPA 2 SMA Darul Falah Bandung yang telah bersedia menjadi pengguna awal buku elektronik dan mengisi tes uji rumpang serta memberikan penilaian terhadap buku elektronik pada tahap uji coba terbatas.
19. Kepada Sintia Indriani Melis dan Talitha Nabila Ali yang telah bersedia membantu menyebarkan angket studi pendahuluan mengenai penggunaan dan kebutuhan bahan ajar pada materi termodinamika di SMAN 1 Margahayu.
20. Kepada Hasna Asy-syifaa Setiani dan Fauziah Apriliani Nazmudin yang telah bersedia membantu menyebarkan angket studi pendahuluan mengenai penggunaan dan kebutuhan bahan ajar pada materi termodinamika di SMAN 6 Bandung.

21. Kepada Syafnah Aisyah dan Rini Andita yang telah bersedia membantu menyebarkan angket studi pendahuluan mengenai penggunaan dan kebutuhan bahan ajar pada materi termodinamika di SMA Pasundan 8 Bandung.
22. Kepada Sherlin Illene yang senantiasa membantu mengupload buku elektronik yang disusun dalam sebuah website, membantu dalam tata cara penulisan skripsi yang baik dan benar serta memberi dukungan, menghibur, dan memberi dorongan semangat mengerjakan skripsi saat rasa malas untuk menyelesaikan skripsi ini datang.
23. Himpunan Mahasiswa Fisika, yang telah menjadi wadah bagi penulis untuk mendapatkan pengalaman, serta telah memberi warna kehidupan perkuliahan penulis.
24. Rekan satu angkatan Huba-Huba 2018 yang telah saling menguatkan dan berjuang bersama-sama dari awal perkuliahan hingga saat ini.
25. Teman, sahabat, sekaligus keluarga GELAP, yaitu Marchelia Dwi Yanthi, Nabilla Ramadhania, Aldi Muhammad Lukman, Muhammad Hafizh Muliakoswara, Shandi Gusti Pramadina, Salma Rimadani, Erika Putri, Muhammad Panji Ramadhan Narang, Muhammad Azhar Raihan, Muhammad Husnan Fadhli, Dhiya Fathin, Vidya Al Zahra, dan Ratri Nur Fitriana yang sudah memberi motivasi, dukungan, bimbingan serta saling berbagi cerita, tawa, canda dan air mata, dan yang senantiasa selalu membersamai penulis hingga saat ini.
26. Kedua orang tua tercinta Bapak Yayat Hidayat dan Ibu Eli Wati, kakak tercinta Maya meisyah serta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan cinta, kasih sayang, perhatian moril dan material, semangat dan dukungan yang mengalir tiada henti, pengorbanan, nasihat yang sangat berarti serta doa yang tulus sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis skripsi ini.
27. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan karya tulis skripsi ini, semoga selalu diberikan kebahagiaan, kemudahan, rahmat, karunia, serta dilancarkan dalam segala urusan oleh Tuhan yang Maha Esa.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas segala kebaikan yang telah mereka berikan kepada penulis. Harapannya semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi semua pihak yang membutuhkan. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, sehingga segala macam kritik yang membangun sangat penulis harapkan sebagai proses perbaikan diri. Dengan demikian, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Penyusunan Buku Elektronik berbasis Model Visual pada Materi Termodinamika (BEb MoViT)

Aldi Muhammad Lukman^{1,*}, Ika Mustika Sari¹, Parsaoran Siahaan¹

¹*Departemen Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi No. 229, Bandung, 40154, Jawa Barat, Indonesia*

**E-mail: aldilukman18@upi.edu*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menyusun buku elektronik berbasis model visual pada materi termodinamika BEb MoViT. Penelitian dilatarbelakangi oleh kesulitan siswa saat memahami materi termodinamika yang bersifat abstrak, banyak rumus dan dinamis sehingga dibutuhkan suatu bahan ajar yang dapat menyajikan model-model dalam bentuk gambar, animasi dan simulasi virtual terkait konsep dan fenomena termodinamika agar lebih tergambar secara visual. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development (R & D)* dengan model pengembangan *ADDIE* yang terdiri dari tahap *Analysis, Design, Development, Implementation dan Evaluation*. Untuk mengetahui tingkat kelayakan buku elektronik dilakukan validasi terkait konten, media dan materi oleh 3 orang ahli dengan masing-masing terdiri dari 2 dosen dan 1 guru mata pelajaran fisika. Sedangkan untuk mengetahui tingkat keterbacaan dan respon siswa terhadap buku elektronik dilakukan uji coba terbatas kepada 30 siswa sebagai pengguna awal buku elektronik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa buku elektronik memperoleh nilai kelayakan konten sebesar 83,8% dan media sebesar 89,2% yang terqualifikasi sangat layak. Selain itu tidak ditemukan adanya miskonsepsi materi pada buku elektronik. Hasil tingkat keterbacaan buku elektronik yaitu sebesar 82,1% apabila dibandingkan dengan kriteria keterbacaan menurut Rankin & Culhane nilai tersebut termasuk kategori mandiri yang artinya siswa dapat menggunakan buku elektronik tanpa selalu bergantung pada guru. Selain itu secara keseluruhan siswa memberikan respon positif terhadap buku elektronik dan memberi tanggapan bahwa buku elektronik memiliki tampilan yang menarik serta memudahkan siswa dalam memahami materi termodinamika.

Kata Kunci: Buku Elektronik, Model, Termodinamika

Arrangement of Physics Electronic Book based on Visual Models in Thermodynamic Topics (BEb MoViT)

Aldi Muhammad Lukman^{1,*}, Ika Mustika Sari¹, Parsaoran Siahaan¹

¹Department of Physics Education, Faculty of Mathematics and Science Education, Indonesia University of Education, St. Dr. Setiabudhi No. 229, Bandung, 40154, West Java-Indonesia

**E-mail: aldimlukman18@upi.edu*

ABSTRACT

This research aims to compile a model-based physics electronic book on thermodynamics topics (BEb MoViT). The background of this research is the difficulty of students to understand thermodynamics topics which is abstract, has many formulas and is dynamic, so a teaching or learning materials is needed that can present models in the form of images, animations and virtual simulations related to thermodynamic concepts and phenomena to be more visually depicted. The research method used is Research and Development (R&D) with the ADDIE development model consisting of the Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation stages. To determine the feasibility level of electronic books, validation related to content, media, and materials was carried out by 3 experts, each consisting of 2 lecturers and 1 physics teacher. Meanwhile, to determine the level of readability and student response to electronic book, a limited trial was conducted to 30 students as early users of electronic book. The results of the study show that electronic books get a content worthiness value of 83.8% and media of 89.2% which are qualified very feasible. In addition, there were no misconceptions about the material in the electronic book. The result of the readability level of electronic books is 82.1% when compared to the readability criteria according to Rankin & Culhane, the value is included in the independent category, which means that students can use electronic books without always depending on the teacher. In addition, overall students gave a positive response to electronic books and responded that electronic books have an attractive appearance and make it easier for students to understand thermodynamic material.

Keywords: Electronic Book, Model, Thermodynamic

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
ABSTRAK.....	xi
ABSTRACT.....	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Definisi Operasional.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Struktur Organisasi Skripsi	7
BAB II	8
KAJIAN PUSTAKA.....	8
2.1 Buku Elektronik	8
2.1.1 Buku Elektronik sebagai Bahan Ajar.....	8
2.1.2 Manfaat Buku Elektronik dalam Pembelajaran	9
2.1.3 Keunggulan Buku Elektronik	11
2.1.4 Penilaian Kelayakan Buku Elektronik.....	13
2.2 Model Visual	14
2.2.1 Pengertian Model	14

2.2.2	Pemanfaatan Model dalam Pembelajaran	15
2.2.3	Model Visual berupa Gambar, Animasi dan Simulasi Virtual	16
2.3	Materi Termodinamika.....	19
2.3.1	Materi prasyarat	19
2.3.2	Sistem dan Lingkungan.....	24
2.3.3	Hukum Ke-Nol Termodinamika	27
2.3.4	Hukum I Termodinamika.....	28
2.3.5	Proses dan Siklus Termodinamika.....	39
2.3.6	Hukum II Termodinamika	43
BAB III.....		52
METODE PENELITIAN.....		52
3.1	Metode dan Desain Penelitian.....	52
3.2	Partisipan.....	52
3.3	Prosedur Penelitian.....	53
3.3.1	Tahap Analisis (<i>Analysis</i>).....	53
3.3.2	Tahap Perancangan (<i>Design</i>)	54
3.3.3	Tahap Pengembangan (<i>Development</i>)	55
3.3.4	Tahap Implementasi (<i>Implementation</i>).....	56
3.3.5	Tahap Evaluasi (<i>Evaluation</i>).....	57
3.4	Instrumen Penelitian.....	58
3.4.1	Angket (Kuesioner) Penggunaan dan Kebutuhan Bahan Ajar pada Materi Termodinamika	58
3.4.2	Lembar Validasi Konsepsi Materi	59
3.4.3	Lembar Validasi Konten	59
3.4.4	Lembar Validasi Media.....	60
3.4.5	Angket Respon Siswa terhadap Buku Elektronik	60

3.4.6	Tes Uji Rumpang	60
3.5	Teknik Pengumpulan Data	61
3.6	Teknik Analisis Data	62
3.6.1	Analisis Angket Penggunaan dan Kebutuhan Bahan Ajar	62
3.6.2	Validasi Konsepsi Materi.....	62
3.6.3	Validasi Media dan Konten.....	62
3.6.4	Tes Rumpang	63
3.6.5	Angket Respon Siswa	64
BAB IV	65
TEMUAN DAN PEMBAHASAN	65
4.1	Tahap Analisis	65
4.1.1	Analisis Literatur	65
4.1.2	Analisis Penggunaan dan Kebutuhan Bahan Ajar pada Materi Termodinamika.....	66
4.1.3	Analisis Kompetensi	69
4.2	Tahap Perancangan (<i>Design</i>).....	70
4.2.1	Penyusunan Draft Buku Elektronik	71
4.2.2	Penyusunan Model-Model	73
4.2.3	Penyusunan Storyboard dan flowchart	76
4.3	Tahap Pengembangan (<i>Development</i>).....	81
4.3.1	Pembuatan Produk Awal Buku Elektronik	81
4.3.2	Validasi produk.....	86
4.3.3	Revisi Awal Produk	96
4.4	Tahap Implementasi	104
4.4.1	Uji Rumpang.....	104
4.4.2	Respon Siswa terhadap Buku Elektronik.....	106

4.5 Tahap Evaluasi	109
BAB V	109
PENUTUP.....	109
5.1 Simpulan.....	109
5.2 Implikasi.....	110
5.3 Rekomendasi	110
DAFTAR PUSTAKA.....	111
LAMPIRAN.....	118

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Partisipan dan Job Description	52
Tabel 3.2 Aspek yang dinilai pada validasi konten	59
Tabel 3.3 Aspek yang dinilai pada validasi media	60
Tabel 3.4 Teknik pengumpulan data	61
Tabel 3.5 Kategori kelayakan berdasarkan kriteria Arikunto	63
Tabel 3.6 Tingkat keterbacaan menurut Rankin & Culhame	64
Tabel 3.7 Rating scale angket respon siswa	65
Tabel 3.8 Kategori analisis angket respon	65
Tabel 4.1 Kompetensi Inti pada materi termodinamika	69
Tabel 4.2 Kompetensi Dasar pada materi termodinamika	70
Tabel 4.3 Penyusunan draft buku elektronik	71
Tabel 4.4 Penyusunan model-model pada buku elektronik	74
Tabel 4.5 Penyusunan Storyboard dan flowchart	76
Tabel 4.6 Desain tampilan buku elektronik	82
Tabel 4.7 Hasil validasi konsepsi materi	87
Tabel 4.8 Hasil validasi konten	90
Tabel 4.9 Hasil validasi media	94
Tabel 4.10 Revisi awal produk (1)	96
Tabel 4.11 Revisi awal produk (2)	97
Tabel 4.12 Revisi awal produk (3)	98
Tabel 4.13 Revisi awal produk (4)	98
Tabel 4.14 Revisi awal produk (5)	99
Tabel 4.15 Revisi awal produk (6)	101
Tabel 4.16 Revisi awal produk (7)	102
Tabel 4.17 Revisi awal produk (8)	102
Tabel 4.18 Revisi awal produk (9)	103
Tabel 4.19 Hasil tes uji rumpang	104
Tabel 4.20 Hasil respon siswa terhadap buku elektronik	106
Tabel 4.21 Tanggapan siswa terhadap buku elektronik	108

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Termometer.....	19
Gambar 2.2 Balon yang diisi gas.....	20
Gambar 2.3 Molekul-molekul gas pada suatu wadah tertutup.....	21
Gambar 2.4 Sebuah molekul gas yang menumbuk dinding	22
Gambar 2.5 Asumsi gerak molekul-molekul pada suatu wadah tertutup	22
Gambar 2.6 Memanaskan zat cair	25
Gambar 2.7 Merebus air pada wadah terbuka.....	26
Gambar 2.8 Merebus air pada wadah tertutup	26
Gambar 2.9 Menyimpan air pada termos	27
Gambar 2.10 Bunyi Hukum ke-Nol Termodinamika.....	27
Gambar 2.11 Tabung berisi gas dengan ditutupi piston.....	29
Gambar 2.12 Perubahan posisi piston sebesar Δx	29
Gambar 2.13 Perubahan volume ruang pada tabung.....	30
Gambar 2.14 Proses ekspansi	31
Gambar 2.15 Proses kompresi	31
Gambar 2.16 Kurva usaha teratur.....	32
Gambar 2.17 Kurva usaha sembarang	32
Gambar 2.18 Menghangatkan tubuh dengan berdiang di depan tungku.....	35
Gambar 2.19 Menyalakan AC untuk mendinginkan ruangan	35
Gambar 2.20 Kalor bernilai positif.....	36
Gambar 2.21 Kalor bernilai negatif.....	36
Gambar 2.22 Kurva proses isokhorik	39
Gambar 2.23 Kurva proses isotermik	40
Gambar 2.24 Kurva proses isobarik.....	41
Gambar 2.25 Kurva proses adiabatik.....	41
Gambar 2.26 Siklus termodinamika.....	42
Gambar 2.27 Kendaraan motor dan mobil	43
Gambar 2.28 Diagram skematik mesin kalor.....	44

Gambar 2.29 Kulkas	45
Gambar 2.30 Diagram skematik mesin pendingin	46
Gambar 2.31 Jenis-jenis mobil dan kulkas.....	46
Gambar 2.32 Siklus Carnot.....	48
Gambar 3.1 Alur Penelitian yang dilakukan	58
Gambar 4.1 Membuat gambar ilustrasi menggunakan Adobe Illustrator	73
Gambar 4.2 Membuat animasi menggunakan Adobe Animate	73

DAFTAR LAMPIRAN

A.1 Lampiran Instrumen Angket Penggunaan dan Kebutuhan Bahan Ajar pada Materi Termodinamika.....	119
A.2 Lampiran Petunjuk Validasi Buku Elektronik.....	123
A.3 Lampiran Instrumen Validasi Konsepsi Materi.....	129
A.4 Lampiran Instrumen Validasi Konten	133
A.5 Lampiran Instrumen Validasi Media.....	137
A.6 Lampiran Tes Uji Rumpang	140
A.7 Lampiran Instrumen Angket Respon Siswa terhadap Buku Elektronik	142
B.1 Hasil Angket Penggunaan dan Kebutuhan Bahan Ajar pada Materi Termodinamika.	148
B.2 Hasil Instrumen Validasi Konsepsi Materi	152
B.3 Hasil Instrumen Validasi Konten	164
B.4 Hasil Instrumen Validasi Media.....	179
B.5 Hasil Tes Uji Rumpang (Bagian 1).....	191
B.6 Hasil Angket Respon Siswa terhadap Buku Elektronik	193
C.1 Surat Izin Penelitian.....	202
C.2 Surat Balasan Penelitian.....	203
D.1 Storyboard dan Flowcart Buku Elektronik	206
D.2 Tampilan Akhir Buku Elektronik	208
D.3 Hak Kekayaan Intelektual Buku Elektronik	219

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R. (2018). *The Development of Interactive Physics E-book in Rigid Body Equi-librium and Rotational Dynamics*. (Disertasi). Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat.
- Adegbija, M. V., & Falode, O. C. (2014). Effects of animation-based camstudio physics instruction on secondary school students' performance in Minna, Nigeria.
- Ahmad, N. J., Yakob, N., Bunyamin, M. A. H., Winarno, N., & Akmal, W. H. (2021). The effect of interactive computer animation and simulation on students' achievement and motivation in learning electrochemistry. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(3), 311-324.
- Amin, B. D., Nurhayati, N., Azis, A., & Swandi, A. (2019). Identifikasi Potensi Penggunaan Bahan Ajar Fisika Berbasis Simulasi Komputer yang Interaktif dengan Model Inkuiri Terbimbing pada Konsep Abstrak: Studi Literatur and Survey.
- Andini, F. F., Karim, S., & Danawan, A. (2021). Penyusunan E-book Interaktif pada Materi Momentum dan Impuls untuk Siswa SMA Kelas X. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 6(1), 132-140.
- Arfiana, M., & Ismayanti, E. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Menerapkan Rangkaian Digital Kombinasi Berbasis Mobile Learning Di SMK Negeri 3 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 233-239.
- Cahyadi, R. A. H. (2019). Pengembangan bahan ajar berbasis ADDIE model. *Halaqa: Islamic Education Journal*, 3(1), 35-42.

- Cheng, M-F dan Lin, J-L. (2015) Investigating the Relationship Between Students' Views of Scientific Models and Their Development of Models. *International Journal of Science Education*, 37, (15), 2453-2475.
- Constantinou, C. P., Nicolaou, C. T., & Papaevripidou, M. (2019). A framework for modeling-based learning, teaching, and assessment. *In Towards a Competence-Based View on Models and Modeling in Science Education* (pp. 39-58). Springer, Cham.
- Cox, A. J., Belloni, M., Dancy, M., & Christian, W. (2003). Teaching thermodynamics with Physlets® in introductory physics. *Physics Education*, 38(5), 433.
- Departemen Pendidikan Nasional. (2008). Panduan Pengembangan Bahan Ajar. [online]. Diakses dari <https://www.scribd.com/document/281485348/Panduan-Pengembangan-Bahan-Ajar>.
- Deswita, H., & Niati, B. (2018). Pengembangan Buku Ajar Bahasa Inggris Matematika berbasis Collaborative Learning untuk Mahasiswa Pendidikan Matematika. *Jurnal MathEdu (Mathematic Education Journal)*, 1(3), 118-126.
- Ebied, M. M., & Rahman, S. A. (2015). The Effect of Interactive E-book on Students' Achievement at Najran University in Computer in Education Course. *Journal of Education and Practice*, 71-82.
- Ernawati, I. (2017). Uji kelayakan media pembelajaran interaktif pada mata pelajaran administrasi server. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 2(2), 204-210.

- Eskawati, S. Y. Y. (2012). Pengembangan E-book Interaktif pada Materi Sifat Koligatif sebagai Sumber Belajar Siswa Kelas XII. *Unesa Journal of Chemical Education*, 1(2), 46-53.
- Febrianti, K. V., Bakri, F., & Nasbey, H. (2017). Pengembangan Modul Digital Fisika Berbasis Discovery Learning pada Pokok Bahasan Kinematika Gerak Lurus. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 2(2), 18-26.
- Frigg, R. dan Hartmann, S. "Models in Science", The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2020 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/spr2020/entries/models-science/>>.
- Halilah, H. F., Karim, S., & Ramalis, T. R. (2021). Rancang Bangun E-Book Interaktif pada Topik Hukum Gravitasi Newton untuk Siswa Sekolah Menengah Atas. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 6(1), 23-32.
- Huang, M., Gramoll, K., & Lai, F. C. (2004, June). Online interactive multimedia for engineering thermodynamics. *In 2004 Annual Conference* (pp. 9-962).
- Huang, Y. M., Liang, T. H., Su, Y. N., & Chen, N. S. (2012). Empowering Personalized Learning with an Interactive E-book Learning System for Elementary School Students. *Educational technology research and development*, 60(4), 703-722.
- Jenny, & Istiyati, S. (2017). Analisis Kebutuhan Pengembangan Bahan Ajar Evaluasi Pembelajaran di PGSD dengan Pendekatan Kontekstual. *Inovasi Pendidikan*, 266-279.
- Khaerunnisak, K. (2018). Peningkatan pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa melalui simulasi physic education technology (PhET). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 4(2).

- Kulkarni, V. D., & Tambade, P. S. (2013). Enhancing the learning of thermodynamics using computer assisted instructions at undergraduate level. *International Journal of Physics*.
- Kurnia, S. (2019). *Penyusunan Buku Elektronik Fisika SMA berbasis Pendekatan Saintifik pada Materi Suhu dan Kalor*. (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung. [online]. Diakses dari repository.upi.edu.
- Mawarni, S., & Muhtadi, A. (2017). Pengembangan digital book interaktif mata kuliah pengembangan multimedia pembelajaran interaktif untuk mahasiswa teknologi pendidikan. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 4(1), 84-96.
- Moutinho, S., Moura, R., dan Vasconcelos, C. (2017). Contributions of Contributions of Model-Based Learning to the Restructuring of Graduation Students' Mental Models on Natural Hazards. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(7)3043-3068.
- Mulop, N., Yusof, K. M., & Tasir, Z. (2012). A review on enhancing the teaching and learning of thermodynamics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 56, 703-712.
- Nengsi, S. (2015). Pengembangan Media Pembelajaran Animasi Pada Materi Fotosintesis untuk Siswa Kelas VIII MTsN Koto Nan Gadang. *BioCONCETTA*, 1(2), 39-48.
- Nurdiansah, D. (2021) *Visual Multimedia Supported Scientific Explanatory Text (VMS-SETEXT) untuk Memfasilitasi Pencapaian Model Mental Scientific Siswa SMA terkait Konsep-konsep Perpindahan Kalor*. (Tesis).

Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung. Diakses dari repository.upi.edu.

Permana, I. P. Y. S., & Purwaningsih, E. (2022). Penerapan Simulasi Virtual Pembelajaran Fisika Terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Siswa Materi Suhu dan Kalor di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(1), 17-34.

Permendikbud Republik Indonesia No 37 tahun 2018 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 24 tahun 2016 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran pada Kurikulum 2013 pada Pendidikan Dasar dan Menengah. [online]. Diakses dari <https://jdih.kemdikbud.go.id/arsip/Permendikbud%20Nomor%2037%20Tahun%202018.pdf>.

Perwira, A. (2022). *Pengembangan Modul berbasis Edmodo pada Materi Momentum dan Implus untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif Peserta Didik*. (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung. [online]. Diakses dari repository.upi.edu.

Prastowo, A. (2018). *Sumber Belajar & Pusat Sumber Belajar*. Jakarta: Prenadamedia Group.

Rizaldi, D. R., Jufri, A. W., & Jamaluddin, J. (2020). PhET: Simulasi interaktif dalam proses pembelajaran fisika. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(1), 10-14.

Ruddamayanti, R. (2019). Pemanfaatan Buku Digital dalam Meningkatkan Minat Baca. *Prosiding Seminar Nasional Program Pascasarjana Universitas PGRI Palembang*, 12(1), 1193-1202.

- Sadjati, I. M. (2012). Pengembangan Bahan Ajar. [online]. Diakses dari <http://repository.ut.ac.id/4157/1/IDIK4009-M1.pdf>
- Sari, I. M. (2021). *Pengembangan Pembelajaran Berbasis Model Berbantuan E-Book untuk Mengkonstruksi Model Mental pada Materi Suhu, Kalor dan Perambatan Kalor*. (Disertasi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung. Tidak dipublikasikan.
- Seel, N. (2017). Model-based Learning: a Synthesis of Theory and Research. *Educational Technology Research and Development*. doi: 10.1007/s11423-016-9507-9.
- Sekarani, T. S., Wiyono, K., & Muslim, M. (2021, December). Analisis Pemahaman Konsep Termodinamika Dengan CRI berbantuan CBT Siswa SMA Negeri 21 Palembang. *Seminar Nasional Pendidikan IPA Tahun 2021* (Vol. 1, No. 1).
- Sungkono, S. (2012). Pengembangan Instrumen Evaluasi Media Modul Pembelajaran. *Majalah Ilmiah Pembelajaran*, (2) 1-16. [Online] Tersedia: <https://journal.uny.ac.id/index.php/mip/issue/view/473>
- Suryani, N., Ruhimat, M., & Ningrum, E. (2015). Pengembangan Buku Teks Digital Interkatif untuk Pemahaman Konsep Geografi. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 46-58.
- Suyatna, A. (2019). Future Physics Learning Materials based on STEM Education: Analysis of teachers and students perceptions. *Journal of Physics: Conference Series* 1155(1). IOP Publishing.

- Tasker, R., & Dalton, R. (2006). Research into practice: visualisation of the molecular world using animations. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 141-159.
- Tregidgo, D., & Ratcliffe, M. (2000). The Use of Modelling for Improving Pupils' Learning about Cells. *School Science Review*, 81(296), 53-59.
- Upmeier zu Belzen, A., Driel, J. V., & Krüger, D. (2019). Introducing a framework for modeling competence. In *Towards a competence-based view on models and modeling in science education* (pp. 3-19). Springer, Cham.
- Wahono, R.S. (2012). Aspek dan Kriteria Penilaian Media Pembelajaran. [Online] Tersedia: <https://romisatriawahono.net/2006/06/21/aspek-dan-kriteria-penilaian-media-pembelajaran/>
- Zakiah, I. F., Karim, S., Efendi, R., & Feranie, S. (2021). Rancang Bangun E-book Interaktif pada Materi Gelombang Cahaya. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 6(1), 1-8.
- Zuhri, M. S., & Rizaleni, E. A. (2016). Pengembangan Media Lectora Inspire dengan Pendekatan Kontekstual pada Siswa SMA kelas X. *PYTHAGORAS: Journal of the Mathematics Education Study Program*, 5(2), 113-119.