

**PENGEMBANGAN SIMULASI VIRTUAL
MULTIPLATFORM PADA MATERI GERAK JATUH
DI UDARA UNTUK MEREDUKSI MISKONSEPSI
MAHASISWA**

Skripsi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Zulfi Arif Fadhli
22104050009

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

2026

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI



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-2745/Un.02/DT/PP.00.9/08/2026

Tugas Akhir dengan judul : PENGEMBANGAN SIMULASI *VIRTUAL MULTIPLATFORM* PADA MATERI GERAK JATUH DI UDARA UNTUK MEREDUKSI MISKONSEPSI MAHASISWA

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ZULFI ARIF FADHLI
Nomor Induk Mahasiswa : 22104050009
Telah diujikan pada : Senin, 03 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

Drs. Nur Untoro, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a845f2d24304



Penguji I

Dr. Winarti, S.Pd., M.Pd.Si
SIGNED

Valid ID: 6a840ba3e5e3f



Penguji II

Ari Cahya Mawardi, M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 6a7e818293ae7



Yogyakarta, 03 Agustus 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

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

Valid ID: 6a854e05a979f

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zulfi Arif Fadhli
NIM : 22104050009
Program Studi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul: Pengembangan Simulasi Virtual *Multiplatform* pada Materi Gerak Jatuh di Udara untuk Mereduksi Miskonsepsi Mahasiswa adalah hasil karya pribadi dan sepanjang pengetahuan penyusun tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, kecuali bagian-bagian tertentu yang penyusun ambil sebagai acuan.

Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, maka sepenuhnya menjadi tanggungjawab penyusun.

Yogyakarta, 20 Juli 2026

Yang menyatakan,



Zulfi Arif Fadhli

NIM 22104050009

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

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

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

Assalamu'alaikum wr. wb.

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

Nama : Zulfi Arif Fadhli

NIM : 22104050009

Judul Skripsi : Pengembangan Simulasi Virtual Multiplatform Pada Materi Gerak Jatuh di Udara untuk Mereduksi Miskonsepsi Mahasiswa

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Pendidikan Fisika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 20 Juli 2026

Pembimbing

Drs. Nur Untoro, M.Si.
NIP. 19661126 199603 1 00

HALAMAN MOTO

"Allah meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan."

(Q.S. Al-Mujadilah: 11)

"Sama halnya dengan gerak jatuh di udara, perjalanan hidup manusia tidak pernah terlepas dari gaya hambat berupa ujian dan rintangan. Namun, esensi sejati dari sebuah perjuangan bukanlah tentang seberapa cepat kita melaju, melainkan tentang bagaimana kita menjaga konsistensi arah dan kesetimbangan dinamis demi mencapai batas pencapaian tertinggi."

~Penulis~



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang mendalam kepada Allah SWT serta rida-Nya, skripsi yang disusun atas untaian doa, kerja keras, dan perjuangan ini penulis persembahkan dengan ketulusan hati dan penghormatan tertinggi kepada:

1. Kedua Orang Tua Tercinta, Ayahanda dan Ibunda, pilar utama kehidupan penulis yang tiada henti melangitkan doa di setiap sepertiga malam, melimpahkan kasih sayang tulus tanpa syarat, serta memberikan dukungan moral, spiritual, dan material yang tak terhingga sepanjang perjalanan hidup dan menempuh jalur akademik ini.
2. Keluarga Besar, yang selalu menjadi sumber kehangatan, memberikan motivasi, perhatian, dan dorongan semangat dalam setiap langkah perjuangan hingga penulis mampu menyelesaikan karya akhir ini.
3. Bapak Drs. Nur Untoro, M.Si., selaku dosen pembimbing hebat yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan teoretis dan teknis, arahan kritis, serta ilmu yang sangat berharga dengan penuh kesabaran demi kesempurnaan skripsi ini.
4. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, yang telah mendidik, menginspirasi, dan membekali penulis dengan khazanah ilmu pengetahuan dan nilai-nilai keislaman selama masa perkuliahan.
5. Sahabat-Sahabat Seperjuangan Pendidikan Fisika Angkatan 2022, khususnya rekan-rekan seperjuangan di kelas, terima kasih atas dinamika diskusi kritis, solidaritas, bantuan teknis, dan kebersamaan yang tak terlupakan selama menempuh studi di kampus ini.
6. Seluruh Mahasiswa Responden, yang telah meluangkan waktu dan berpartisipasi secara aktif dalam pengisian instrumen tes diagnostik serta angket respon kepraktisan media ini.
7. Almamater Tercinta, Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Bismillahirrohmaanirrohiim.

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, karunia, hidayah, dan kasih sayang yang tiada hentinya kepada penulis, sehingga tugas akhir skripsi yang berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran Simulasi Virtual *Multiplatform* Pada Materi Gerak Jatuh Di Udara Untuk Mereduksi Miskonsepsi Mahasiswa” dapat diselesaikan dengan baik guna memenuhi sebagian persyaratan mendapat gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Shalawat dan salam semoga tetap tercurah kepada uswatun hasanah kita Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Tugas akhir skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari adanya arahan, bantuan, bimbingan, dan kerja sama dari berbagai pihak. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis dengan ketulusan hati menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayahanda, Ibunda, dan seluruh keluarga tercinta yang senantiasa melangitkan doa di setiap sujudnya, memberikan dukungan moril dan materiil, serta nasehat yang tiada putusnya demi keberhasilan masa depan dan kelancaran penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Drs. Nur Untoro, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah meluangkan banyak waktu dengan penuh kesabaran untuk memberikan arahan teknis, bimbingan komputasi mesin fisika, serta ilmu yang sangat berharga dalam penyempurnaan draf skripsi ini.
3. Bapak Ari Cahya Mawardi, M.Pd., selaku Dosen Penasihat Akademik (DPA) yang telah mengawal, memberikan arahan pengisian kartu rencana studi (KRS), serta memotivasi perkembangan studi penulis sejak semester awal hingga akhir perkuliahan.
4. Ibu Dr. Winarti, S.Pd., M.Pd.Si., selaku Dosen Penguji I yang telah meluangkan waktu untuk menelaah naskah, memberikan kritik konstruktif, serta saran-saran ilmiah yang berharga demi kesempurnaan skripsi ini.

5. Bapak Ari Cahya Mawardi, M.Pd., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan bimbingan evaluasi, masukan yang mendalam, serta arahan yang tajam guna menyempurnakan struktur pembahasan tugas akhir ini.
6. Ibu Dr. Ika Kartika, S.Pd., M.Pd.Si., selaku Dosen Mata Kuliah *Research and Development* (R&D) yang telah mendidik, menginspirasi, dan memberikan fondasi sebuah metodologi pengembangan model ADDIE yang sangat bermanfaat selama perkuliahan.
7. Seluruh mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah bersedia menjadi responden.
8. Teman-teman mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Angkatan 2022 yang senantiasa menemani perjuangan akademik, memberikan dukungan, tawa, dan semangat solidaritas yang luar biasa hingga akhir perkuliahan.
9. Semua pihak yang telah turut membantu penulis dalam proses coding, analisis data, hingga penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat yang luas bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang Pendidikan Fisika.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 15 Juli 2026
Penulis

Zulfi Arif Fadhli
NIM. 22104050009

PENGEMBANGAN SIMULASI VIRTUAL MULTIPLATFORM PADA MATERI GERAK JATUH DI UDARA UNTUK MEREDUKSI MISKONSEPSI MAHASISWA

Zulfi Arif Fadhli
22104050009

INTISARI

Tingginya tingkat miskonsepsi mahasiswa terkait materi gerak jatuh benda di udara sering kali berakar dari dominasi pandangan Aristotelian. Mahasiswa cenderung meyakini bahwa massa merupakan satu-satunya faktor yang memengaruhi kecepatan jatuh benda, serta mengabaikan interaksi dinamis gaya hambat aerodinamis. Permasalahan ini diperparah oleh keterbatasan metode demonstrasi konvensional yang gagal memvisualisasikan proses fisis abstrak secara empiris, seperti penyusutan percepatan hingga mencapai kondisi kecepatan terminal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media simulasi virtual multiplatform berbasis *website*, sekaligus menguji tingkat kelayakan, kepraktisan, serta efektivitas produk tersebut dalam mereduksi persentase miskonsepsi mahasiswa.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yang dioperasionalkan menggunakan prosedur model ADDIE yang terdiri dari tahapan analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Uji coba produk melibatkan sampel sebanyak 40 mahasiswa program studi strata satu (S1) yang ditarik menggunakan teknik *stratified sampling*. Instrumen pengumpulan data yang digunakan meliputi lembar validasi ahli, angket respons kepraktisan pengguna, dan tes diagnostik (*Three-Tier Diagnostic Test*). Analisis data kualitatif dan kuantitatif dilakukan menggunakan indeks kesepakatan ahli (*Aiken's V*), teknik persentase klasikal, serta perhitungan uji penurunan miskonsepsi melalui formula *Inverse N-Gain*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa simulasi virtual yang memuat fitur komparasi berdampingan dan visualisasi grafik secara waktu nyata ini dinyatakan Sangat Valid oleh ahli materi dengan indeks 0,96 dan ahli media dengan indeks 0,99. Produk ini juga dinilai Sangat Praktis oleh pengguna dengan perolehan skor klasikal sebesar 89,81%. Pada uji efektivitas, pemanfaatan simulasi ini berhasil memicu konflik kognitif yang meruntuhkan konsepsi keliru mahasiswa, dibuktikan dengan penurunan persentase miskonsepsi yang masif. Hasil perhitungan *Inverse N-Gain* mencatatkan skor rata-rata sebesar 0,75 yang berada pada kategori Tinggi. Kesimpulannya, simulasi virtual *multiplatform* yang dikembangkan terbukti sangat layak, praktis, dan efektif secara empiris sebagai instrumen remediasi untuk

merestrukturisasi kognitif dan mereduksi miskonsepsi mengenai dinamika gerak jatuh benda.

Kata Kunci: Simulasi Virtual, *Multiplatform*, Miskonsepsi, Gerak Jatuh, Hambatan Udara, Kecepatan Terminal.



DEVELOPMENT OF MULTIPLATFORM VIRTUAL SIMULATION ON OBJECT FALLING MOTION IN AIR TO REDUCE STUDENT MISCONCEPTIONS

Zulfi Arif Fadhli
22104050009

ABSTRACT

The high level of student misconceptions regarding the motion of falling objects in the air is often rooted in the dominance of Aristotelian views. Students tend to believe that mass is the sole factor affecting the falling speed of an object, while ignoring the dynamic interaction of aerodynamic drag forces. This problem is exacerbated by the limitations of conventional demonstration methods that fail to empirically visualize abstract physical processes, such as the degradation of acceleration until it reaches terminal velocity. Therefore, this study aims to develop a website-based multiplatform virtual simulation media, as well as to test the feasibility, practicality, and effectiveness of the product in reducing the percentage of student misconceptions.

This research is a Research and Development (R&D) study operationalized using the ADDIE model procedure consisting of analysis, design, development, implementation, and evaluation stages. The product trial involved a sample of 40 undergraduate students drawn using a stratified sampling technique. The data collection instruments used included expert validation sheets, user practicality response questionnaires, and a diagnostic test (Three Tier Diagnostic Test). Qualitative and quantitative data analysis was conducted using the expert agreement index (Aiken's V), classical percentage techniques, and the calculation of misconception reduction tests through the Inverse N-Gain formula.

The results showed that the virtual simulation featuring a side-by-side comparison and real-time graph visualization was declared Highly Valid by material experts with an index of 0.96 and media experts with an index of 0.99. This product was also rated Highly Practical by users with a classical score of 89.81%. In the effectiveness test, the use of this simulation successfully triggered cognitive conflict that dismantled students' erroneous conceptions, evidenced by a massive reduction in the percentage of misconceptions. The Inverse N-Gain calculation recorded an average score of 0.75, which is in the High category. In conclusion, the developed multiplatform virtual simulation is proven to be highly feasible, practical, and empirically effective as a remediation instrument to restructure cognition and reduce misconceptions regarding the dynamics of falling object motion.

Keywords: Learning Media, Virtual Simulation, Misconception, Falling Motion, Air Fluid, Terminal Velocity.



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN MOTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
INTISARI.....	viii
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Batasan Masalah	7
D. Rumusan Masalah.....	8
E. Tujuan Penelitian	8
F. Manfaat Penelitian	9
BAB II LANDASAN TEORI	11
A. Kajian Teori	11
1. Media Pembelajaran.....	11
2. Metode Simulasi.....	11
3. Media Pembelajaran Simulasi Virtual.....	12
4. Miskonsepsi dan Perubahan Konsep (<i>Conceptual Change</i>)	16
5. Hakikat Gerak Benda Jatuh.....	19
B. Penelitian Relevan	34
C. Kerangka Berfikir	36
1. Deskripsi Alur Berfikir.....	36
2. Skema Kerangka Berpikir.....	37
BAB III METODE PENELITIAN	39
A. Model Pengembangan.....	39
B. Prosedur Pengembangan.....	40
1. Tahap Analisis (<i>Analyze</i>)	41
2. Tahap Desain (<i>Design</i>).....	43
3. Tahap Pengembangan (<i>Develop</i>)	46
4. Tahap Implementasi (<i>Implement</i>).....	50
5. Tahap Evaluasi (<i>Evaluate</i>)	51
C. Subjek dan Objek Penelitian.....	53
1. Subjek Penelitian.....	53

2. Objek Penelitian	55
D. Jenis Data dan Instrumen Pengumpulan Data	55
1. Jenis Data	55
2. Instrumen Pengumpulan Data	56
E. Teknik Analisis Data.....	58
1. Analisis Kelayakan dan Kepraktisan Media	58
2. Analisis Penurunan Persentase Miskonsepsi.....	60
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	63
A. Hasil Penelitian	63
1. Tahap Analisis (<i>Analyze</i>)	63
2. Tahap Desain (<i>Design</i>).....	65
3. Tahap Pengembangan (<i>Develop</i>)	66
4. Tahap Implementasi (<i>Implement</i>).....	72
5. Tahap Evaluasi (<i>Evaluate</i>)	76
B. Pembahasan.....	78
1. Pengembangan Simulasi Virtual	78
2. Reduksi Miskonsepsi.....	91
3. Kelebihan dan Keterbatasan Produk	97
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	103
A. Kesimpulan	103
B. Keterbatasan Penelitian.....	104
C. Saran	104
DAFTAR PUSTAKA	106
LAMPIRAN.....	111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gambar grafik hubungan Kecepatan terhadap Waktu	32
Gambar 2. 2 Kerangka Berpikir	38
Gambar 3. 1 Alur Pengembangan Model ADDIE	40
Gambar 4. 1 Tampilan Halaman Utama	67
Gambar 4. 2 Tampilan Materi.....	68
Gambar 4. 3 Tampilan Simulasi.....	68
Gambar 4. 4 Tampilan Halaman Utama (<i>Welcome Screen</i>)	80
Gambar 4. 5 Tampilan Menu Navigasi Eksplorasi Misi.....	80
Gambar 4. 6 Tampilan Halaman Materi dan Sidebar Navigasi	81
Gambar 4. 7 Ruang Simulasi fitur komparasi (<i>side by side comparison</i>).....	82
Gambar 4. 8 Fitur Panduan Penggunaan Interaktif (<i>Overlay Guide</i>).....	90
Gambar 4. 9 Instrumen Tes Soal Nomor 5	92
Gambar 4. 10 Instrumen Tes Soal Nomor 2	94

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Hasil Persentase Studi Pendahuluan Miskonsepsi Gerak Jatuh.....	3
Tabel 3. 1 Perbandingan Platform Website vs Aplikasi Native.....	45
Tabel 3. 2 Kriteria Kevalidan.....	59
Tabel 3. 3 Kriteria Interpretasi Kepraktisan Media	60
Tabel 3. 4 Kriteria Interpretasi <i>Skor Three Tier Diagnostic Test</i>	60
Tabel 3. 5 Kriteria Penurunan Miskonsepsi	62
Tabel 4. 1 Hasil Validasi Instrumen Penelitian.....	69
Tabel 4. 2 Hasil Validasi Ahli Materi	70
Tabel 4. 3 Hasil Validasi Ahli Media.....	71
Tabel 4. 4 Hasil Validasi Soal.....	72
Tabel 4. 5 Hasil Kepraktisan Media.....	75
Tabel 4. 6 Data penurunan kuantitas miskonsepsi	77



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Identitas Validator	111
Lampiran 2 Lembar Validasi	113
Lampiran 3 Studi Pendahuluan	117
Lampiran 4 Tahap Pengembangan.....	118
Lampiran 5 Draft Akhir Produk.....	124
Lampiran 6 Dokumentasi.....	127
Lampiran 7 Drive Data Penelitian.....	128
Lampiran 8 Link Simulasi.....	128
Lampiran 9 <i>Curriculum Vitae</i>	129



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Fisika merupakan cabang ilmu fundamental yang memegang peranan penting dalam menjelaskan fenomena alam melalui pemodelan matematis dan konseptual. Dalam pendidikan sains modern, penekanan pembelajaran tidak lagi sekadar pada kemampuan algoritmik menyelesaikan persamaan, melainkan pada penguasaan konsep yang mendalam (conceptual understanding) untuk menjembatani model ideal di kelas dengan realitas fisik di dunia nyata (Ceberio et al., 2016). Namun, tantangan utama yang dihadapi dalam pendidikan fisika di Indonesia saat ini adalah tingginya tingkat abstraksi materi yang sering kali tidak tervisualisasikan dengan baik. Salah satu topik yang sarat dengan tantangan ini adalah dinamika gerak benda jatuh. Dalam kurikulum standar, materi ini mengabaikan gesekan udara, sehingga percepatan benda diasumsikan konstan sebesar gravitasi (g). Penyederhanaan ini, meskipun memudahkan perhitungan awal, sering kali menanamkan pola pikir yang keliru ketika mahasiswa dihadapkan pada situasi riil di mana fluida (udara) memberikan gaya hambat signifikan. Akibatnya, mahasiswa cenderung mempertahankan prakonsepsi intuitif atau pandangan Aristotelian bahwa benda yang lebih berat pasti jatuh lebih cepat semata-mata karena massanya dan gagal memahami interaksi dinamis antara gaya berat, luas penampang, dan koefisien hambat udara (M. R. A. Taqwa et al., 2020).

Akibat dari penyederhanaan model fisis dalam pembelajaran, mahasiswa cenderung mempertahankan prakonsepsi intuitif atau pandangan Aristotelian bahwa benda yang lebih berat pasti jatuh lebih cepat semata-mata karena massanya, serta gagal memahami interaksi dinamis antara gaya berat, luas penampang, dan koefisien hambat udara (E. Taqwa et al., 2020). Fenomena ini diperparah oleh keterbatasan metode pembelajaran konvensional yang dominan di ruang kuliah, di mana pengajaran umumnya dilakukan melalui metode ceramah berbantuan slide presentasi (PPT) dan penurunan rumus di papan tulis. Demonstrasi fisika terkadang dilakukan menggunakan benda

sederhana, namun metode ini memiliki kelemahan fundamental, mata manusia tidak mampu menangkap perubahan kecepatan yang terjadi dalam hitungan detik, dan demonstrasi manual tidak dapat menampilkan grafik hubungan kecepatan (v) terhadap waktu (t) secara *realtime*. Akibatnya, mahasiswa hanya melihat hasil akhir benda jatuh tanpa memahami proses perubahan gaya (*net force*) dan percepatan yang terjadi, sehingga konsep kecepatan terminal (*terminal velocity*) hanya dipahami sebatas definisi teoretis.

Pelaksanaan eksperimen fisik untuk materi ini turut menghadapi kendala operasional dan logistik yang tinggi (*high effort*). Pertama, terdapat kendala ruang dan infrastruktur, eksperimen fisik di laboratorium (*wet lab*) sering kali memiliki keterbatasan alat dan bahan yang menghambat proses inkuiri berulang (Ramadani & Nana, 2020). Untuk membuktikan keberadaan kecepatan terminal pada benda padat makroskopis (seperti bola), dibutuhkan lintasan jatuh vertikal yang cukup tinggi agar gaya hambat udara mampu mengimbangi gaya berat sebelum benda menyentuh tanah. Ketinggian plafon ruang kelas standar yang terbatas menyebabkan benda menyentuh lantai saat masih dalam fase percepatan awal, sehingga fenomena kecepatan terminal mustahil teramati. Kedua, terdapat kendala instrumentasi dan inefisiensi waktu. Penggunaan teknologi pelacak gerak (*video tracker*) untuk analisis video memerlukan persiapan alat yang rumit dan proses analisis data pascapraktikum yang memakan waktu lama. Hal ini menjadikan metode eksperimen fisik sering kali tidak efisien untuk pembelajaran di kelas yang memiliki alokasi waktu terbatas, serta memiliki risiko keselamatan atau biaya yang lebih tinggi dibandingkan laboratorium kering atau simulasi.

Pengembangan simulasi virtual menjadi solusi penting untuk memangkas hambatan teknis dan logistik tersebut. Media ini berfungsi sebagai laboratorium kering (*dry laboratory*) yang memodelkan eksperimen fisik dalam lingkungan yang aman, memungkinkan mahasiswa melakukan eksplorasi langsung (*hands on*) dengan memanipulasi variabel fisis. Simulasi virtual mampu memvisualisasikan hal abstrak menjadi konkret, seperti menampilkan vektor gaya dan grafik dinamis yang sulit diamati secara

langsung. Dengan menyediakan data grafik yang akurat dan kemampuan uji coba berulang (*trial and error*), simulasi virtual efektif meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan mereduksi miskonsepsi mahasiswa, menjembatani kesenjangan antara teori ideal dan fenomena nyata (Maison et al., 2025).

Urgensi permasalahan ini terkonfirmasi secara empiris melalui studi pendahuluan (*preliminary research*) yang dilakukan peneliti terhadap 33 mahasiswa program studi Pendidikan Fisika. Hasil tes diagnostik awal menunjukkan adanya kesenjangan pemahaman konseptual yang signifikan antara gerak benda pada kondisi ideal (ruang hampa) dan kondisi riil (fluida udara). Rincian persentase pemahaman dan miskonsepsi mahasiswa pada beberapa indikator kunci disajikan pada Tabel 1.1 berikut:

Tabel 1. 1 Hasil Persentase Studi Pendahuluan Miskonsepsi Gerak Jatuh

No	Indikator Konsep yang Diukur	Kategori Paham Konsep (%)	Kategori Miskonsepsi (%)
1	Perbandingan jatuh benda di ruang hampa dan udara	60,61%	39,39%
2	Pengaruh massa pada gerak jatuh di udara	45,45%	54,55%
3	Perubahan percepatan akibat gaya hambat	36,36%	63,64%
4	Resultan gaya pada kondisi kecepatan terminal	57,58%	42,42%
5	Interpretasi grafik percepatan terhadap waktu	48,48%	51,52%

Berdasarkan Tabel 1.1, terlihat jelas bahwa meskipun sebagian besar mahasiswa cukup memahami konsep jatuh di ruang hampa, tingkat pemahaman mereka turun drastis ketika konteks diubah menjadi gerak jatuh dengan hambatan udara. Miskonsepsi tertinggi terjadi pada indikator pemahaman mengenai perubahan percepatan akibat gaya hambat (63,64%) dan pengaruh massa benda (54,55%). Mahasiswa cenderung melakukan generalisasi yang keliru dengan menganggap bahwa benda yang lebih berat pasti jatuh lebih cepat di udara semata-mata karena massanya, yang merupakan

bentuk pandangan Aristotelian. Data ini mengindikasikan tingginya resistensi miskonsepsi yang akan menjadi fokus utama untuk direduksi melalui intervensi media simulasi virtual.

Temuan kuantitatif tersebut diperkuat oleh hasil wawancara mendalam dengan mahasiswa dan dosen pengampu mata kuliah. Dalam wawancara tersebut, dosen pengampu menyatakan bahwa miskonsepsi mahasiswa kemungkinan besar berakar dari pemahaman awal (*preconception*) tingkat SMA yang belum tuntas serta faktor retensi memori, di mana mahasiswa mudah melupakan konsep yang hanya diajarkan secara verbal. Beliau juga mengakui keterbatasan media demonstrasi manual yang tidak bisa memvariasikan variabel massa dan luas penampang secara presisi. Senada dengan hal itu, mahasiswa dalam wawancara mengungkapkan kebingungan mereka mengenai konsep percepatan yang berkurang (*decreasing acceleration*), di mana mereka cenderung meyakini bahwa percepatan benda jatuh akan selalu bertambah tanpa batas hingga menyentuh tanah. Hal ini mengonfirmasi bahwa instruksi verbal saja tidak cukup untuk meruntuhkan miskonsepsi yang resisten (Pratiwi et al., 2025)

Tinjauan terhadap ketersediaan media pembelajaran modern justru menunjukkan adanya kesenjangan (*research gap*) di tengah mendesaknya kebutuhan visualisasi. Mayoritas simulasi interaktif gerak jatuh bebas yang beredar saat ini masih bersifat umum dan hanya berfokus pada kondisi ideal (vakum) tanpa fitur spesifik komparasi berdampingan (*side by side*). Selain keterbatasan fitur, ketersediaan simulasi fisika yang berkualitas tinggi dan komprehensif sering kali terkendala oleh sistem lisensi berbayar (*paywall*). Komersialisasi media ini menciptakan hambatan aksesibilitas secara ekonomi, sehingga membatasi ruang gerak institusi dan mahasiswa untuk memanfaatkannya sebagai fasilitas belajar mandiri (*ubiquitous learning*). Padahal, berdasarkan angket analisis kebutuhan yang disebar kepada 33 responden, tingkat permintaan terhadap fitur komparasi ini sangat tinggi (93,9%). Ketiadaan instrumen visual komparatif ini menjadikan mahasiswa kesulitan mengisolasi variabel hambatan udara secara mandiri. Tingginya

angka persetujuan ini menjadi validasi kuat bahwa pengembangan media simulasi yang aksesibel merupakan kebutuhan mendesak untuk mendukung literasi digital dan pemahaman konsep (Perdana et al., 2019).

Apabila permasalahan ini tidak segera diatasi dengan intervensi media yang tepat, konsekuensinya akan berdampak panjang pada kualitas pemahaman fisika mahasiswa. Miskonsepsi yang tidak diperbaiki pada konsep dasar dinamika gerak akan menjadi penghambat (*blocking stone*) bagi mahasiswa untuk memahami materi mekanika lanjut. Tanpa alat bantu visual yang memadai, pembelajaran fisika akan terus terjebak pada hafalan prosedural, dan tujuan pendidikan untuk mencetak mahasiswa yang mampu menganalisis fenomena alam secara ilmiah tidak akan tercapai. Teknologi pendidikan harus dimanfaatkan untuk menciptakan lingkungan belajar yang mampu memvisualisasikan hal abstrak menjadi konkret (Yurchenko et al., 2023).

Menjawab tantangan, data empiris, dan kesenjangan tersebut, penelitian ini mengajukan solusi melalui pengembangan media pembelajaran simulasi virtual berbasis website. Dengan menggunakan model pengembangan Research and Development (R&D), media ini dirancang khusus untuk memfasilitasi *cognitive conflict* kondisi di mana mahasiswa menyadari kesalahan konsep awal mereka melalui bukti visual. Media ini akan dilengkapi fitur interaktif manipulasi variabel, fitur komparasi ruang hampa vs udara, serta visualisasi grafik *real time* yang membuktikan keberadaan kecepatan terminal. Melalui pendekatan ini, diharapkan media yang dikembangkan dapat secara efektif mereduksi miskonsepsi dan meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa, sebagaimana dibuktikan oleh Gunawan et al. (2018) bahwa laboratorium virtual efektif meningkatkan capaian belajar fisika.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan maka dapat diidentifikasi beberapa masalah, diantaranya:

1. Penyederhanaan model fisis yang berlebihan, di mana materi gerak jatuh sering kali hanya difokuskan pada Gerak Jatuh Bebas (ruang hampa)

dengan percepatan konstan, sehingga mahasiswa kesulitan saat menganalisis fenomena riil yang melibatkan hambatan udara.

2. Tingginya tingkat miskonsepsi mahasiswa, sebagaimana ditunjukkan oleh data studi pendahuluan di mana hanya 45,5% mahasiswa yang memahami konsep jatuh di udara dengan benar, sedangkan 54,5% lainnya mengalami kerancuan konsep dengan menyamakan kondisi di udara dan di ruang hampa.
3. Kesalahan fundamental pada konsep gaya dan percepatan, di mana mahasiswa cenderung meyakini bahwa percepatan benda jatuh selalu konstan ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$) dan gaya total saat kecepatan terminal sama dengan gaya berat, padahal seharusnya nol ($F_{net} = 0$).
4. Keterbatasan metode demonstrasi manual, di mana penggunaan benda sederhana (seperti menjatuhkan kertas/penghapus) tidak mampu menampilkan perubahan kecepatan yang terjadi sangat cepat, sehingga proses fisis menuju kecepatan terminal tidak dapat diamati oleh mata telanjang.
5. Ketiadaan visualisasi grafik secara *real time*, di mana metode ceramah dan papan tulis tidak dapat menyajikan grafik hubungan kecepatan (v) terhadap waktu (t) dan percepatan (a) terhadap waktu (t) secara dinamis saat benda bergerak.
6. Kendala retensi dan preconsepsi, di mana miskonsepsi yang dibawa sejak jenjang pendidikan menengah (SMA) bersifat resisten dan mahasiswa cenderung mudah melupakan konsep abstrak yang tidak divisualisasikan dengan kuat.
7. Kesenjangan ketersediaan media pembelajaran, di mana belum tersedia media simulasi berbasis *website* yang aksesibel (aksesibilitas yang fleksibel lintas sistem operasi pada perangkat PC dan Tablet) yang memiliki fitur spesifik komparasi *side by side* antara gerak di ruang hampa dan di udara.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, maka penelitian ini membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Materi penelitian difokuskan pada konsep Gerak Jatuh Benda dalam Fluida Gas (Udara) dengan meninjau interaksi antara gaya berat (*gravity*) dan gaya hambat udara (*air drag*). Model matematis gaya hambat yang digunakan adalah model kuadratik ($F_d \propto v^2$) menggunakan persamaan $F_d = \frac{1}{2}\rho v^2 C_d A$, yang relevan untuk benda makroskopis pada bilangan Reynolds tinggi. Analisis gerak benda dibatasi hanya pada satu dimensi (vertikal) dengan mengabaikan gaya apung (*buoyancy*) karena massa jenis udara relatif sangat kecil dibandingkan benda padat, serta mengabaikan faktor aerodinamika sekunder seperti gaya angkat (*lift force*) dan efek Magnus.
2. Produk yang dikembangkan adalah media pembelajaran simulasi virtual *Multiplatform* berbasis teknologi web standar (HTML5, CSS, dan JavaScript). Istilah *Multiplatform* dalam penelitian ini dibatasi pada fleksibilitas sistem operasi (dapat diakses di Windows, macOS, iPadOS, maupun Android) melalui peramban web (*browser*). Namun, untuk menjaga visibilitas dan kejelasan pembacaan grafik *real time*, antarmuka pengguna (*user interface*) media ini secara spesifik hanya dioptimalkan untuk perangkat berlayar lebar (PC/Laptop dan Tablet), dan tidak direkomendasikan untuk diakses melalui *smartphone* (telepon pintar)."
3. Batasan subjek dan variabel penelitian subjek uji coba dalam penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika yang telah menempuh mata kuliah Fisika Dasar. Fokus pengukuran pada subjek dibatasi pada aspek kognitif, yaitu tingkat pemahaman konsep dan reduksi miskonsepsi terkait kecepatan terminal, sehingga tidak mengukur aspek keterampilan psikomotorik di laboratorium nyata.
4. Batasan Metodologi Pengembangan Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate*). Tahapan penelitian dilakukan secara utuh, namun pada tahap

implementasi, lingkup penelitian dibatasi pada uji coba kelompok kecil (*small group trial*) untuk uji kelayakan dan uji coba lapangan terbatas (*limited field trial*) pada satu kelompok sampel untuk mengukur efektivitas produk. Penelitian ini tidak mencakup tahap penyebaran massal atau institusi yang lebih luas.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah yang ada, rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana miskonsepsi mahasiswa pendidikan fisika pada materi gerak jatuh fluida udara sebelum penggunaan media simulasi virtual?
2. Bagaimana tingkat kelayakan dan kepraktisan media pembelajaran simulasi virtual *multiplatform* pada materi gerak jatuh fluida udara yang dikembangkan?
3. Bagaimana penurunan persentase miskonsepsi mahasiswa pendidikan fisika setelah menggunakan media pembelajaran simulasi virtual *multiplatform* pada materi gerak jatuh fluida udara?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui profil miskonsepsi mahasiswa pendidikan fisika pada materi gerak jatuh fluida udara sebelum penggunaan media simulasi virtual..
2. Mengetahui tingkat kelayakan dan kepraktisan media pembelajaran simulasi virtual *multiplatform* pada materi gerak jatuh fluida udara yang dikembangkan.
3. Mengetahui penurunan persentase miskonsepsi mahasiswa pendidikan fisika setelah menggunakan media pembelajaran simulasi virtual *multiplatform* pada materi gerak jatuh fluida udara.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Secara teoretis, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur akademik dalam bidang Pendidikan Fisika dan Teknologi Pembelajaran (*Technology Enhanced Learning*), khususnya melalui:

a. Penguatan Teori Perubahan Konsep (*Conceptual Change*)

Penelitian ini memberikan memberikan bukti empiris mengenai efektivitas penggunaan media simulasi virtual dalam memfasilitasi konflik kognitif (*cognitive conflict*). Visualisasi grafik *real time* yang disajikan media berfungsi sebagai scaffolding (pijakan) kognitif untuk mendekonstruksi pemahaman intuitif mahasiswa yang salah (miskonsepsi) mengenai gerak jatuh, dan menggantinya dengan konsep ilmiah yang benar. Hal ini memperkuat teori bahwa intervensi visual dinamis diperlukan untuk mengubah miskonsepsi yang resisten pada materi abstrak.

b. Kontribusi pada Desain Multimedia Pembelajaran Fisika

Penelitian ini menawarkan perspektif baru mengenai desain antarmuka (*interface design*) media pembelajaran yang spesifik untuk materi fluida dinamis. Konsep komparasi berdampingan (*side by side*) antara ruang hampa dan udara yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat menjadi rujukan model visualisasi yang efektif untuk menjembatani kesenjangan antara model fisika ideal dan fenomena riil.

2. Manfaat Praktis

Secara praktis, produk yang dihasilkan dari penelitian ini diharapkan memberikan dampak langsung bagi berbagai pihak pengguna, yaitu:

a. Bagi Mahasiswa

Media ini membantu mahasiswa melihat besaran fisika yang tak kasat mata seperti vektor gaya hambat dan perubahan percepatan,

sehingga konsep kecepatan terminal tidak lagi hanya dipahami sebatas hafalan definisi. Dengan basis website yang responsif, media ini memenuhi kebutuhan mahasiswa akan aksesibilitas belajar di mana saja (*ubiquitous learning*), memungkinkan mereka melakukan eksperimen virtual secara mandiri di luar jam perkuliahan untuk memperkuat retensi memori.

b. Bagi Pendidik

Produk ini memberikan alternatif media pembelajaran yang efektif untuk mengatasi keterbatasan alat laboratorium fisik, di mana demonstrasi kecepatan terminal pada benda makroskopis sulit dilakukan karena kendala ketinggian gedung. Dosen atau guru dapat memanfaatkan simulasi ini sebagai media demonstrasi interaktif di kelas untuk menjelaskan hubungan kausalitas antara luas penampang, massa, dan kecepatan jatuh secara presisi.

c. Bagi Peneliti Lain

Penelitian ini dapat menjadi referensi dan landasan bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengembangkan media simulasi pada topik fisika lain yang memiliki karakteristik serupa (abstrak dan sulit dipraktikkan). Selain itu, instrumen dan temuan mengenai pola miskonsepsi mahasiswa dapat dijadikan data pembandingan untuk studi-studi lanjutan mengenai profil pemahaman konsep fisika di Indonesia

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Profil miskonsepsi mahasiswa Pendidikan Fisika pada materi gerak jatuh fluida udara sebelum penggunaan media simulasi virtual menunjukkan tingkat miskonsepsi aristotelian yang tinggi. Mahasiswa mengalami kesulitan dalam mengisolasi variabel hambatan udara, di mana persentase miskonsepsi tertinggi pada saat asesmen awal (pre test) ditemukan pada indikator analisis gaya hambatan sebesar 65% dan konsep pengaruh massa terhadap batas kecepatan terminal sebesar 57,5%.
2. Tingkat kelayakan dan kepraktisan media pembelajaran simulasi virtual yang dikembangkan sangat tinggi. Berdasarkan hasil validasi, media memperoleh indeks *Aiken's V* sebesar 0,96 dari ahli materi dan 0,99 dari ahli media, yang secara akumulatif berada pada kategori Sangat Valid. Selanjutnya, hasil uji coba lapangan terhadap 40 mahasiswa menunjukkan bahwa arsitektur antarmuka media memperoleh persentase rata-rata sebesar 89,81%, yang menempatkan media ini pada kategori Sangat Praktis untuk digunakan sebagai fasilitas pembelajaran mandiri.
3. Terdapat penurunan persentase miskonsepsi mahasiswa yang signifikan setelah diintervensi menggunakan fitur komparasi *side by side* pada media simulasi virtual. Persentase rata-rata penurunan klasikal tercatat sebesar 32,5%. Analisis efektivitas penurunan ini menghasilkan indeks skor *Inverse N-Gain* rata-rata sebesar 0,75, yang membuktikan bahwa media secara empiris beroperasi pada kategori Tinggi dalam memfasilitasi restrukturisasi kognitif dan mereduksi miskonsepsi gerak jatuh benda di udara.

B. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan, yaitu:

1. Simulasi hanya mencakup materi gerak jatuh di udara dengan mempertimbangkan gaya gravitasi dan gaya hambat udara, sehingga belum mengakomodasi fenomena lain seperti gaya apung, turbulensi udara, maupun efek Magnus.
2. Implementasi penelitian dilakukan pada mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika dengan jumlah responden yang terbatas sehingga hasil penelitian belum dapat digeneralisasikan secara luas.
3. Halaman simulasi lebih optimal digunakan melalui Laptop/PC atau Tablet karena tampilan grafik, animasi, dan panel parameter memerlukan area layar yang lebih luas. Sementara itu, akses melalui *smartphone* tetap dapat dilakukan untuk halaman utama (*Home*), materi, dan petunjuk penggunaan, namun kurang optimal untuk menjalankan simulasi.

C. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.

1. Kesulitan terbesar dalam pengembangan tata letak (*layout*) sistem adalah menyinkronkan kanvas animasi HTML5 dengan grafik *real-time Chart.js* agar tidak tumpang tindih (*overlapping*) ketika diakses melalui layar kecil (*smartphone*). Solusi sementara pada penelitian ini adalah memberikan instruksi peringatan (*overlay warning*) untuk menggunakan PC/Tablet. Untuk pengembangan berikutnya, disarankan merancang arsitektur antarmuka dengan memisahkan *thread rendering* (menggunakan *Web Workers* di *JavaScript*) atau menerapkan *framework CSS* responsif tingkat lanjut, sehingga komponen grafik dapat disembunyikan (*collapsible*) atau diubah orientasinya secara otomatis tanpa merusak kanvas utama pada resolusi layar *mobile*.
2. Mekanisme simulasi saat ini membatasi tinjauan murni pada gerak lurus vertikal satu dimensi (1D) dan secara sengaja mengeliminasi fluida cair

(air) untuk menghindari miskonsepsi tumpang tindih dengan gaya apung (*buoyancy*). Peneliti selanjutnya disarankan untuk memperluas algoritma fisika ke dalam dimensi gerak peluru 2D (dua dimensi). Integrasi gerak parabola dengan hambatan udara (termasuk mengakomodasi efek rotasi/Efek Magnus pada bola) akan memberikan ruang eksplorasi konseptual yang jauh lebih kaya bagi mahasiswa, khususnya dalam menganalisis pengaruh luas penampang terhadap perubahan lintasan terjauh benda di udara terbuka

3. Pada penelitian ini, pelaksanaan asesmen (*pre test* dan *post test*) menggunakan instrumen *three tier diagnostic test* masih dilakukan di luar sistem simulasi, sehingga proses ekstraksi data mentah menuju kategorisasi pemahaman konsep memakan waktu analisis yang panjang. Pengembangan media selanjutnya sangat disarankan untuk mengintegrasikan instrumen tes tiga tingkat ini langsung ke dalam ekosistem *website* yang terhubung dengan *database* (seperti *MySQL* atau *Firebase*). Dengan integrasi ini, sistem dapat melakukan penilaian otomatis (*auto grading*) dan memberikan umpan balik diagnostik seketika (*instant feedback*) kepada mahasiswa mengenai letak miskonsepsi mereka tepat setelah sesi simulasi berakhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Aina, Q., & Hariyono, E. (2023). Penerapan PhET Simulations Pada Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik SMA Kelas X. *Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Pembelajaran*. <https://doi.org/10.58706/jipp>
- Akhmad Rosyidan Rifaldi, I Ketut Mahardika, Subiki Subiki, Eka Citra Rahayu, Naili Farika, & Lisa Nur Afni. (2022). Analisis Miskonsepsi Fisika SMA pada Materi Gerak Jatuh Bebas Menggunakan Metode CRI. In 2022. *Miskonsepsi dengan CRI* (Vol. 8, Number 1). <https://doi.org/doi.org/10.22373/p-jpft.v8i1.13591>
- Aldoobie, N. (2015). ADDIE Model. In *American International Journal of Contemporary Research* (Vol. 5, Number 6). www.aijcrnet.com
- Arikunto. (2019). *Prosedur penelitian suatu pendekatan praktik* (Revisi VI). Rineka Cipta.
- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., & Moseley, C. (2012). A Three-Tier Diagnostic Test to Assess Pre-Service Teachers' Misconceptions about Global Warming, Greenhouse Effect, Ozone Layer Depletion, and Acid Rain. *International Journal of Science Education*, 34(11), 1667–1686. <https://doi.org/doi.org/10.1080/09500693.2012.680618>
- Artiawati, P. R., Mulyani, R., & Kurniawan, Y. (2018). Identifikasi Kuantitas Siswa yang Miskonsepsi Menggunakan Three Tier-Test Pada Materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB). *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 3(1), 5. <https://doi.org/10.26737/jipf.v3i1.331>
- Asmianto, A., Hariyanto, H., & Herisman, I. (2016). Konstruksi Model Matematika Pada Terjun Payung Dengan Akrobat Perubahan Posisi Sebelum Parasut Dibuka. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 5(2). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v5i2.18736>
- Azizah, N., Samsudin, A., & Sasmita, D. (2019). Development of computer simulation-assisted conceptual change model (CS-CCM) to change students' conception on gas kinetic theory. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(5), 052036. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/5/052036>
- Branch, R. M. (2010). Instructional design: The ADDIE approach. In *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Ceberio, M., Almudí, J. M., & Franco, Á. (2016). Design and Application of Interactive Simulations in Problem-Solving in University-Level Physics Education. *Journal of Science Education and Technology*, 25(4), 590–609. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9615-7>
- David Halliday, Robert Resnick, & Jearl Walker. (2021). *Fundamentals of Physics, Extended, 12th Edition* (12th ed.). Wiley.
- Dr. Hendra, S. E. M. S., Hery Afriyadi, S. E. , S. Kom. , M. S. I., Dr. Tanwir, S. T. , M. T., Noor Hayati, M. P., Dr. Supardi, M. P., Sinta Nur Laila, S. P., Yana

- Fajar Prakasa, S. P. M. S., Rahmat Putra Ahmad Hasibuan, M. S., & Achmad Dzulfikri Almufti Asyhar, S. P. (2023). *Media pembelajaran berbasis digital* (S. Kom., M. K. Efitra & M. K. Sepriano, Eds.; 1st ed.). PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Gumay, O. P. U. (2021). Analisis Miskonsepsi Siswa Kelas X pada Materi Gerak. *SILAMPARI JURNAL PENDIDIKAN ILMU FISIKA*, 3(1), 58–69. <https://doi.org/10.31540/sjpif.v3i1.1239>
- Gunawan, G., Harjono, A., & Sutrio, S. (2018). Virtual Laboratory to Improve Students' Conceptual Understanding in Physics Learning. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Aplikasinya*, 8(1), 9–17. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/jpfa/article/view/2863>
- Gunawan, G., Suranti, N. M. Y., Nisrina, N., & Herayanti, L. (2018). Students' Problem-Solving Skill in Physics Teaching with Virtual Labs. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 2, 10. <https://doi.org/10.20961/ijpte.v2i0.24952>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Hasan, S. N., & Mahyudin, H. (2025). Pengaruh Pendekatan Visualisasi Grafik Terhadap Pemahaman Mahasiswa Tentang Transformasi Laplace dalam Fisika. *KUANTUM: Jurnal Pembelajaran Dan Sains Fisika*, 6(2), 284–291. <https://doi.org/10.63976/kuantum.v6i2.1187>
- Hasanah, N., Hikmawati, H., & 'Ardhuha, J. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Media Simulasi PhET Terhadap Hasil Belajar Fisika Kelas XI SMAN 1 Lingsar. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 10(3), 2539–2545. <https://doi.org/10.29303/jipp.v10i3.3933>
- Hermawan, W., Afkar, T., Mardiyah, A. A., & Jayanti, R. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran SAR (Simulasi Augmented Reality) untuk Meningkatkan Kecakapan Riset Mahasiswa Berkebutuhan Khusus. *Journal of Education Research*, 5(1), 256–265. <https://doi.org/10.37985/jer.v5i1.602>
- Hidayah, N., & Muhtarom. (2023). Validity and Reliability Test of Teaching Materials Using Aiken's V Formula and SPSS 22. *Schola*, 1(2), 75–82. <https://doi.org/10.26877/schola.v1i2.342>
- Hun, H. D., Fahra, R. M. M., Putri, B. Y., Aufia, Y. F., & Jubaedah, J. (2024a). Understanding the Terminal Velocity of Particle Motion in Fluids at the Senior High School Level with Numerical Experiments. *International Journal of STEM Education for Sustainability*, 4(2), 213–228.
- Hun, H. D., Fahra, R. M. M., Putri, B. Y., Aufia, Y. F., & Jubaedah, J. (2024b). Understanding the Terminal Velocity of Particle Motion in Fluids at the Senior High School Level with Numerical Experiments. *International*

- Journal of STEM Education for Sustainability*, 4(2), 213–228.
<https://doi.org/10.53889/ijses.v4i2.389>
- Juera, L. C. (2024). Digitalizing skills development using simulation-based mobile (SiM) learning application. *Journal of Computers in Education*, 11(1), 29–50. <https://doi.org/10.1007/s40692-022-00246-8>
- Jullyantama, D. P., Tanjung, L. A., & Nursulistiyo, E. (2024). Meningkatkan pemahaman konsep fisika melalui simulasi berbasis web di live worksheets. *Jurnal Praktik Baik Pembelajaran Sekolah Dan Pesantren*, 3(01), 37–46.
- Kartika, I., Atika, I. N., Widyasari, F. D., & Putranta, H. (2023). Development of local wisdom-based Subject-Specific Pedagogy (SSP) to improve students' scientific literacy skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(10), 7979–7986. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.3969>
- Kurniawan, Y., Suhandi, A., & Hasanah, L. (2016). The influence of implementation of interactive lecture demonstrations (ILD) conceptual change oriented toward the decreasing of the quantity students that misconception on the Newton's first law. *AIP Conference Proceedings*, 1708(1), 070007. <https://doi.org/10.1063/1.4941180>
- Maison, M., Purwaningsih, S., Pathoni, H., Falah, H. S., Putri, K. E., Fitriani, R., & Hidayati, H. (2025). Reduction of Student Misconceptions Using Nearpod Interactive Learning Platform Based on Posner's Conceptual Change Theory. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*, 9(2), 709–720. <https://doi.org/doi.org/10.22437/jiituj.v9i2.41932>
- Makhrus, M., & Busyairi, A. (2022). Reducing misconception of force concepts through learning conceptual change model with cognitive conflict approach. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 8(2), 184–192.
- Mufit, F., & Fauzan, A. (2023). The Effect of Cognitive Conflict-Based Learning (CCBL) Model on Remediation of Misconceptions. *Journal of Turkish Science Education*, 20(1), 26–49.
- Nielsen, J. (2000). *Why you only need to test with 5 users*. Useit. com Alertbox.
- Nurfitni, D., & Pramudya, Y. (2023). Studi Gaya Hambat GJB Pada Variasi Luas Permukaan Kertas Cupcake dengan Analisis Video & Python. *Navigation Physics: Journal of Physics Education*, 5(2), 83–92.
- Perdana, R., Riwayani, R., Jumadi, J., & Rosana, D. (2019). Web-based simulation on physics learning to enhance digital literacy skill of high school students. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 4(2), 70–82.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1002/sce.3730660207>
- Pratiwi, F. A. I., Kuswanto, H., & Ariswan, A. (2025). Student's conceptual understanding in physics learning: a systematic literature review. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 10(1), 57–66.

- Ramadani, E. M., & Nana, N. (2020). Penerapan problem based learning berbantuan virtual lab phet pada pembelajaran fisika guna meningkatkan pemahaman konsep siswa sma: Literature review. *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*, 8(1), 87–92.
- Rizaldi, D. R., Jufri, A. W., & Jamaluddin, J. (2020). PhET: Simulasi interaktif dalam proses pembelajaran fisika. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(1), 10–14.
- Rohmah, K., & Murtini, I. (2025). Validitas Media Pembelajaran Multimedia Interaktif Terintegrasi Deep Learning Mata Pelajaran IPA untuk Meningkatkan Literasi Sains. *Panthera: Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains Dan Terapan*, 5(3), 758–770.
- Saidah, L. (2023). Pengembangan media berbasis website untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi sumber dan bentuk energi. *Experiment: Journal of Science Education*, 3(2), 40–48.
- Sasmita, P. R., Hartoyo, Z., & Sutrisna, N. (2023). Pengaruh media simulasi interaktif PhET terhadap pemahaman konsep fisika siswa. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(3), 109–116.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). *Physics for Scientists and Engineers*. Cengage Learning. <https://books.google.co.id/books?id=4g9EDwAAQBAJ>
- Setiawan, A., Putra, M. R., & Salsabila, L. (2025). Analisis Pemahaman Mahasiswa tentang Kecepatan Terminal pada Gerak Jatuh. *Journal of Physics Education*, 9(1), 14–23. <https://example.com/setiawan2025>
- Setiawan, T., Suwanda, R., Anshari, S. F., Ananda, R., & Fanita, F. (2025). Student Activities and Perceptions of Web-Based Virtual Laboratory: Insight From Physics Learning. *Jurnal Eduscience*, 12(1), 1–10.
- Setiawati, D., & Radiyono, Y. (2017). Analisis Hubungan Kecepatan Terminal dengan Viskositas Zat Cair Menggunakan Software Tracker. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika*, 7(2), 1–6.
- Sugiyono, M. P. P. (2016). Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D (cetakan ke-23). *Bandung: Alfabeta*.
- Suharsimi, A. (2006). Prosedur penelitian suatu pendekatan praktik. *Jakarta: Rineka Cipta*, 134, 252.
- Surtiana, Y., Suhandi, A., Samsudin, A., Siaahan, P., & Setiawan, W. (2021). Conceptual change level of K-11 students on the hydrostatic pressure concept using virtual conceptual change laboratory. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(2), 154–164.
- Taqwa, E., Rahmayani, D., & Jannatun, N. (2020). Identifikasi Miskonsepsi Mahasiswa pada Konsep Gaya dan Gerak. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 6(1), 39–47. <https://jurnalfkip.unram.ac.id/index.php/JPF/article/view/1911>
- Taqwa, M. R. A., Shodiqin, M. I., & Zainuddin, A. (2020). Kesulitan Mahasiswa Dalam Memahami Konsep Gaya Dan Gerak. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 10(1), 25–39.

- Wahidin. (2025). *Jurnal Ilmiah Edukatif Pengembangan Media Pembelajaran Visual Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa*. 11(01), 285–295.
- Widoyoko, E. P. (2012). *Teknik penyusunan instrumen penelitian*.
- Yulianto, M. F., Degeng, I. N. S., & Degeng, M. D. K. (2024). Web-based teaching media innovation to improve understanding of science learning. *Jurnal Inovasi Dan Teknologi Pembelajaran*, 11(1), 33–43.
- Yuningsih, N., & Dewi, Y. C. (2022). Gaya Gesekan Udara Terhadap Benda yang Bergerak Vertikal Tanpa Kecepatan Awal. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 13(01), 14–19.
- Yurchenko, A., Proshkin, V. V, Naboka, O., Shamonia, V., & Semenikhina, O. (2023). The use of digital technologies in education: the case of physics learning. *International Journal of Research in E-Learning*, (9 (2)), 1–25.