

**PENGEMBANGAN E-MODUL ARMOD (*AUGMENTED
REALITY MOLECULAR DOCKING*) UNTUK
MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR ANALITIS
DAN LITERASI DIGITAL BIOINFORMATIKA**

TESIS

**Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memeroleh Gelar Magister Pendidikan**



Reza Dino Mahardika

1312821007



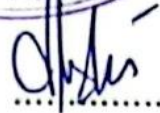
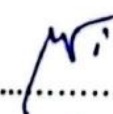



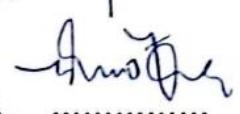
**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2025

PERSETUJUAN PANITIA UJIAN TESIS

PENGEMBANGAN E-MODUL ARMOD (*AUGMENTED REALITY MOLECULAR DOCKING*) UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR ANALITIS DAN LITERASI DIGITAL BIOINFORMATIKA

Nama : Reza Dino Mahardika
No. Reg : 1312821007

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab			
Dekan	: <u>Dr. Hadi Nasbey, M.Si</u> NIP. 197909162005011004		07/03 2025
Wakil Penanggung Jawab			
Wakil Dekan I	: <u>Dr. Meiliasari, S.Pd, M.Sc</u> NIP. 197905042009122002		07/03 2025
Ketua /	: <u>Dr. Rusdi, M.Biomed.</u> NIP.19650917 199203 1 001		06/03 2025
Pembimbing II			
Sekretaris /	: <u>Dr. Rizhal Hendi Ristanto, M.Pd.</u> NIP. 19850202 201504 1 003		06/03 2025
Penguji I			
Anggota			
Pembimbing I	: <u>Dr. Hanum Isfaeni, M.Si.</u> NIP. 19700415 200501 1 012		06/03 2025
Penguji II	: <u>Dr. Supriyatin, M.Si.</u> NIP. 19650707 199702 2 001		06/03 2025
Penguji III	: <u>Prof. Dr. Ratna Komala, M.Si.</u> NIP. 19640815 198903 2 002		06/03 2025

Dinyatakan lulus ujian tesis pada tanggal : 6 Februari 2025

**PENGEMBANGAN E-MODUL ARMOD (*AUGMENTED REALITY
MOLECULAR DOCKING*) UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR ANALITIS DAN LITERASI DIGITAL BIOINFORMATIKA**

REZA DINO MAHARDIKA

ABSTRAK

Keterampilan berpikir analitis dan literasi digital menjadi dua keterampilan yang sangat dibutuhkan pada era industri 4.0 dan pembelajaran abad 21. Peningkatan dua keterampilan tersebut dapat dilakukan pada pembelajaran bioinformatika yang menganalisis data biologi molekuler dalam jumlah besar yang tersimpan di *database* digital. Penelitian dan pengembangan bahan ajar inovatif dibutuhkan untuk memfasilitasi pembelajaran bioinformatika. Pengembangan bahan ajar E-Modul ARMOD yang dilengkapi dengan *augmented reality* dan fitur-fitur inovatif diharapkan dapat meningkatkan keterampilan berpikir analitis dan literasi digital bioinformatika. Penelitian ini menggunakan metode *Educational Design Research* (EDR) dengan Model ADDIE untuk mengembangkan E-Modul ARMOD. Hasil penelitian pengembangan menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan layak dengan rata-rata skor 0,91 dengan kriteria sangat tinggi. Produk yang dikembangkan menampilkan teknologi *augmented reality* dan fitur-fitur inovatif dengan mengoptimalkan prinsip multimedia dalam dunia pendidikan sehingga dapat secara komprehensif memvisualisasikan materi bioinformatika dan aplikasinya dalam desain obat baru secara *in silico* melalui metode *molecular docking*. Penerapan produk dalam pembelajaran *molecular docking* yang menjadi salah satu topik bioinformatika terbukti dapat meningkatkan berpikir analitis dan literasi digital. Hasil uji *one-way MANOVA* sebesar $0,02 < \alpha$ dan menunjukkan perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Implementasi E-Modul ARMOD sebagai bahan ajar dapat meningkatkan keterampilan berpikir analitis dan literasi digital bioinformatika.

Kata kunci : ARMOD, bahan ajar, berpikir analitis, bioinformatika, literasi digital

Intelligentia - Dignitas

DEVELOPMENT OF E-MODULE ARMOD (*AUGMENTED REALITY MOLECULAR DOCKING*) TO IMPROVE ANALYTICAL THINKING SKILLS AND DIGITAL LITERACY IN BIOINFORMATICS

REZA DINO MAHARDIKA

ABSTRACT

Improving these two skills can be done in bioinformatics learning which analyses large amounts of molecular biology data stored in digital databases. Research and development of innovative teaching materials is needed to facilitate bioinformatics learning. The development of E-Module ARMOD teaching materials equipped with augmented reality and innovative features is expected to improve analytical thinking skills and bioinformatics digital literacy. This research uses the *Educational Design Research* (EDR) method with the *ADDIE Model* to develop the ARMOD E-Module. The results of the development research showed that the developed product was feasible with an average score of 0.91 with very high criteria. The developed product features *augmented reality* technology and innovative features by optimising multimedia principles in education so that it can comprehensively visualise bioinformatics material and its application in the design of new drugs *in silico* through *molecular docking* methods. The application of the product in learning *molecular docking* topics can increase analytical thinking skills and digital literacy. The result of *one-way MANOVA* test was $0.02 < \alpha$ and showed significant difference between experimental and control class. Implementation of E-Module ARMOD as teaching material can improve analytical thinking skills and digital literacy of bioinformatics.

Keywords: Analytical thinking, ARMOD, bioinformatics, digital literacy, learning material

Intelligentia - Dignitas



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA

Kampus Universitas Negeri Jakarta, J. Rawamangun Muka, Jakarta 13220
Telp. (021) 4721340, Website : <http://www.ppsunj.org>, email: tu@ppsunj.org

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tesis yang saya susun sebagai syarat memperoleh gelar Magister dari Program Pascasarjana Universitas Negeri Jakarta merupakan hasil karya Saya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tesis yang Saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas dan sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian Tesis ini bukan hasil karya Saya sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang Saya sandang dan sanksi-sanksi lain sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Jakarta, 25 Februari 2025



Reza Dino Mahardika



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET 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 : Reza Dino Mahardika
NIM : 1312821007
Fakultas/Prodi : FMIPA/Pendidikan Biologi (S2)
Alamat email : rezadino15@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 ARMOD (Augmented Reality Molecular Docking)
untuk meningkatkan keterampilan Berpikir Analitis dan Literasi Digital
Bioinformatika

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, 10 Maret 2025

Penulis


(Reza Dino Mahardika)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan segala kemudahan sehingga penulis dapat menuntaskan tesis yang berjudul “Pengembangan E-Modul ARMOD (*Augmented Reality Molecular Docking*) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Analitis dan Literasi Digital Bioinformatika.” Salawat dan salam ditujukan untuk Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga, para sahabat, dan seluruh pengikutnya.

Proses penyusunan tesis ini dituntaskan dengan banyak dukungan dari berbagai pihak, maka dari itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. Hanum Isfaeni, M.Si selaku dosen pembimbing I dan Dr. Rusdi, M.Biomed selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan ilmu yang sangat berharga dalam membimbing penulis menuntaskan tesis ini.
2. Dr. Rizhal Hendi Ristanto, M.Pd, Prof. Dr. Ratna Komala, M.Si. dan Dr. Supriyatin, M.S. selaku dosen penguji I, II, dan III yang telah banyak memberi masukan terhadap penelitian yang telah dilakukan oleh penulis.
3. Prof. Dr. Diana Vivanti Sigit, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang selalu perhatian terhadap progres penulis dalam penyelesaian tesis.
4. Seluruh dosen rumpun biologi FMIPA, UNJ yang telah memberikan banyak ilmu dan pengalaman berharga selama perkuliahan.
5. Dr. Balqis, M.Pd., Dr. Fathul Zannah, M.Pd., dan Dr Irma Kartika Sari, M.Sc. Tech. selaku ahli media dan materi yang telah bersedia menilai kelayakan produk yang dikembangkan.
6. Dr. Eka Putri Azrai, M.Si., Daniar Setyo Rini, M.Pd., dan Rizky Priambodo, M.Si selaku ahli instrumen pendidikan yang telah menilai kelayakan instrumen yang digunakan penulis dalam penelitian pengembangan.
7. Bapak Kasanudin dan Ibu Chotimah selaku orang tua penulis yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan maksimal sampai saat ini.
8. Seluruh mahasiswa Magister Pendidikan Biologi angkatan 2021, 2022, dan 2023 yang telah banyak membantu penulis dalam perkuliahan dan penuntasan tesis.

9. Kepala lab dan seluruh PLP rumpun biologi yang sangat pengertian dan sangat mendukung penulis dalam penuntasan tesis
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menuntaskan penulisan tesis.

Kepada setiap pihak yang terlibat, penulis doakan semoga kebaikan yang telah dilakukan dibalas Allah SWT dengan pahala yang berlimpah. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi penelitian lain, pendidik, atau masyarakat luas demi kemajuan pendidikan di Indonesia.



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR ISI

	Halaman:
PERSETUJUAN PANITIA UJIAN TESIS	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
A. Latar Belakang Masalah	Error! Bookmark not defined.
B. Fokus Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
C. Perumusan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
D. Kegunaan Hasil Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II KAJIAN TEORETIK	Error! Bookmark not defined.
A. ADDIE sebagai Model Penelitian dan Pengembangan ARMOD.....	Error! Bookmark not defined.
B. Konsep Produk yang Dikembangkan	Error! Bookmark not defined.
C. Kerangka Teoretik.....	Error! Bookmark not defined.
D. Rancangan Produk.....	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
A. Tujuan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
B. Tempat dan Waktu Penelitian	Error! Bookmark not defined.
C. Karakteristik Produk yang Dikembangkan...	Error! Bookmark not defined.
D. Pendekatan dan Metode Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
E. Langkah-langkah Pengembangan Produk	Error! Bookmark not defined.
F. Teknik Pengumpulan Data.....	Error! Bookmark not defined.
G. Instrumen Penelitian	Error! Bookmark not defined.
H. Teknik Analisis Data.....	Error! Bookmark not defined.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN. **Error! Bookmark not defined.**

A. Hasil Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**

B. Pembahasan**Error! Bookmark not defined.**

BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN SARAN ... **Error! Bookmark not defined.**

A. Kesimpulan.....**Error! Bookmark not defined.**

B. Implikasi**Error! Bookmark not defined.**

C. Saran**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR PUSTAKA **Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN **Error! Bookmark not defined.**



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR TABEL

Tabel :	Halaman:
2.1 Rancangan E-Modul ARMOD.....	27
3.1 Alur waktu penelitian pengembangan E-Modul ARMOD.....	28
3.2 Desain penelitian.....	30
3.3 Instrumen-instrumen penelitian.....	33
3.4 Kisi-kisi asesmen kebutuhan mahasiswa dan dosen.....	34
3.5 Kisi-kisi instrumen uji kelayakan bahan ajar.....	35
3.6 Kisi-kisi instrumen asesmen respon.....	36
3.7 Kisi-kisi instrumen keterampilan berpikir analitis.....	37
3.8 Kisi-kisi instrumen keterampilan literasi digital.....	37
3.9 Intepretasi indeks validitas Aiken.....	38
4.1 Hasil validasi ahli instrumen uji keterampilan berpikir analitis.....	45
4.2 Hasil validasi ahli instrumen uji keterampilan literasi digital.....	46
4.3 Hasil uji validitas empirik uji keterampilan instrumen uji keterampilan berpikir analitis.....	47
4.4 Hasil uji validitas empirik uji keterampilan instrumen uji keterampilan literasi digital.....	47
4.5 Hasil uji kelayakan konten produk.....	49
4.6 Hasil asesmen respon uji coba kelompok kecil.....	50
4.7 Hasil uji deskriptif.....	53
4.8 Hasil uji VIF dan toleransi.....	58
4.9 Hasil <i>one-way MANOVA</i>	58
4.10 Hasil analisis formatif.....	59

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR GAMBAR

Gambar :	Halaman:
2.1 Konsep ADDIE	7
2.2. Kontinum realitas campuran, diadaptasi dari Milgram dan Kishino	13
2.3. Tahapan peran CADD pada pencarian molekul obat baru.....	17
2.4. Kompetensi literasi digital	22
4.1. Tingkat kesulitan bioinformatika bagi mahasiswa.....	42
4.2. Peta konsep bioinformatika E-Modul ARMOD	44
4.3 Contoh halaman E-Modul ARMOD	48
4.4 Diagram persentase peningkatan keterampilan berpikir analitis	52
4.5 Diagram persentase peningkatan keterampilan literasi digital	52
4.6 Diagram persentase peningkatan rata-rata keterampilan berpikir analitis tiap aspek	55
4.7 Diagram persentase peningkatan rata-rata keterampilan literasi digital tiap aspek	55
4.8 Hasil <i>Box Plot</i>	57
4.9 Hasil analisis <i>scatterplot</i>	58
4.10 Perbaikan halaman Quiz zone.....	61

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran :	Halaman:
1. Instrumen Asesmen Kebutuhan Peserta Didik.....	Error! Bookmark not defined.
2. Hasil Asesmen Kebutuhan Peserta Didik	Error! Bookmark not defined.
3. Instrumen Asesmen Kebutuhan Pendidik	Error! Bookmark not defined.
4. Hasil Asesmen Kebutuhan Pendidik.....	Error! Bookmark not defined.
5. Story Board E-Modul ARMOD	Error! Bookmark not defined.
6. Hasil Penilaian Validasi Konten E-Modul ARMOD.....	Error! Bookmark not defined.
7. Rubrik Validasi Instrumen uji keterampilan berpikir Analitis	Error! Bookmark not defined.
8. Perhitungan Uji Validitas Empirik Instrumen uji keterampilan berpikir Analitis	Error! Bookmark not defined.
9. Rubrik Validasi Instrumen uji keterampilan literasi Digital .	Error! Bookmark not defined.
10. Perhitungan Uji Validitas Empirik Instrumen uji keterampilan literasi Digital	Error! Bookmark not defined.
11. Instrumen Asesmen Respon Peserta Didik	Error! Bookmark not defined.
12. Hasil Asesmen Respon Peserta Didik	Error! Bookmark not defined.
13. Hasil Pretes Berpikir Analitis Kelomopok Besar.	Error! Bookmark not defined.
14. Hasil Pretes Literasi Digidit Kelomopok Besar.....	Error! Bookmark not defined.
15. Hasil Postes Berpikir Analitis Kelomopok Besar	Error! Bookmark not defined.
16. Hasil Postes Literasi Digital Kelomopok Besar...	Error! Bookmark not defined.
17. Hasil Pretes Berpikir Analitis Kelas Eksperimen	Error! Bookmark not defined.
18. Hasil Pretes Literasi Digital Kelas Eksperimen...	Error! Bookmark not defined.
19. Hasil Postes Berpikir Analitis Kelas Eksperimen	Error! Bookmark not defined.
20. Hasil Postes Literasi Digital Kelas Eksperimen ..	Error! Bookmark not defined.
21. Hasil Pretes Berpikir Analitis Kelas Kontrol	Error! Bookmark not defined.
22. Hasil Pretes Literasi Digital Kelas Kontrol	Error! Bookmark not defined.
23. Hasil Postes Berpikir Analitis Kelas Kontrol.....	Error! Bookmark not defined.

24. Hasil Postes Literasi Digital Kelas Kontrol	Error! Bookmark not defined.
25. Bukti Perhitungan Statistika Menggunakan Jamovi	Error! Bookmark not defined.
26. Surat Ahli Media dan Materi.....	Error! Bookmark not defined.
27. Tampilan E-Modul ARMOD	Error! Bookmark not defined.
Lampiran Dokumentasi Kegiatan.....	Error! Bookmark not defined.
29. Surat Keterangan Selesai Penelitian	Error! Bookmark not defined.
30. Hasil Uji Turnitin	Error! Bookmark not defined.
31. Daftar Riwayat Hidup	Error! Bookmark not defined.



Intelligentia - Dignitas

