

**PENENTUAN MATERI SISTEM PERNAPASAN UNTUK *PLAYER* PADA
GAME BIOMORPH MENGGUNAKAN METODE MOORA**

SKRIPSI

Oleh :

ILHAM ROMADHON ALI UMRI
NIM. 210605110093



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

**PENENTUAN MATERI SISTEM PERNAPASAN UNTUK *PLAYER* PADA
GAME BIOMORPH MENGGUNAKAN METODE MOORA**

SKRIPSI

Diajukan kepada:
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Oleh :
ILHAM ROMADHON ALI UMRI
NIM. 210605110093

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENENTUAN MATERI SISTEM PERNAPASAN UNTUK *PLAYER* PADA
GAME BIOMORPH MENGGUNAKAN METODE MOORA

SKRIPSI

Oleh :

ILHAM ROMADHON ALI UMRI
NIM. 210605110093

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 19 Juni 2025

Pembimbing I,



Hani Nurhayati, M.T
NIP. 19780625 200801 2 006

Pembimbing II,



Dr. M. Imamudin, Lc., M.A
NIP. 19740602 200901 1 010

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Iqbal Kurniawan, M.MT., IPU
NIP. 19771020 200912 1 001

iii

HALAMAN PENGESAHAN

PENENTUAN MATERI SISTEM PERNAPASAN UNTUK *PLAYER* PADA
GAME BIOMORPH MENGGUNAKAN METODE MOORA

SKRIPSI

Oleh :
ILHAM ROMADHON ALI UMRI
NIM. 210605110093

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal: 19 Juni 2025

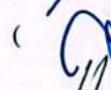
Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji : Dr. Ir. Fresy Nugroho, ST., MT, IPM
NIP. 19710722 201101 1 001

Anggota Penguji I : Ahmad Fahmi Karami, M.Kom
NIP. 198709092020121001

Anggota Penguji II : Hani Nurhayati, M.T
NIP. 19780625 200801 2 006

Anggota Penguji III : Dr. M. Imamudin, Lc., M.A
NIP. 19740602 200901 1 010

()
()
()
()

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang




Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT., IPU
NIP. 19771020 200912 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ilham Romadhon Ali Umri

NIM : 210605110093

Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika

Judul Skripsi : Penentuan Materi Sistem Pernapasan Untuk *Player*
Pada *Game Biomorph* Menggunakan Metode
Moora

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini merupakan hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 25 Juni 2025

Yang membuat pernyataan,



Ilham Romadhon Ali Umri

NIM.210605110093

MOTTO

Di dunia ini, yang penting adalah hasil akhir

-Gun Park-

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil alamin, segala puji bagi Allah Yang Maha Esa atas limpahan karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat merampungkan tugas akhir ini. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'alaihi wasallam, sang pembawa cahaya yang menuntun umat manusia dari kegelapan menuju cahaya Islam yang mulia.

Karya ini penulis persembahkan teruntuk kedua orang tuaku tercinta. Aba dan Umi, terimakasih tiada terhingga penulis sampaikan atas segala cinta kasih, arahan, dukungan dan apapun yang telah diberikan. Terimakasih atas segala doa dan ridho yang selalu mengiringi langkah penulis dalam mewujudkan mimpi. Teruntuk laki-laki hebat sekaligus panutan ku dalam menjalani hidup ini, terimakasih atas segala usaha, keringat dan selalu menjadi tempat diskusi terbaik ketika penulis kesusahan dalam membaca peta kehidupan. Teruntuk wanita mulia ku, terimakasih atas doa mu yang selalu engkau panjatkan, sehingga selama proses hidup ini berlangsung penulis selalu diiringi hal-hal baik. MasyaAllah, banyak orang diluar sana yang begitu bangga atas diriku, dan sering kali menjadikan role model terlebih didalam keluarga besar, namun ketahuilah bukan aku yang hebat, melainkan didikan dan doa Aba dan Umi yang mampu membentuk diri ini menjadi sebaik-baiknya manusia. Kebanggaan tiada tara karna menjadi anak pertama yang dididik dan tumbuh beriringan dengan Aba dan Umi. Terimakasih untuk semua hal apapun itu Aba, Umi.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr wb.

Segala puji dan syukur penulis haturkan ke hadirat Allah SWT atas segala berkah dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menuntaskan penyusunan skripsi dengan judul " Penentuan Materi Sistem Pernapasan untuk *Player* pada *Game Biomorph* Menggunakan Metode MOORA " secara lancar dan sesuai dengan waktu yang ditentukan.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang telah berkontribusi memberikan bimbingan, motivasi, serta dukungan baik secara moral maupun material. Oleh karena itu, penulis bermaksud menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. H.M. Zainuddin, MA., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Sri Hariani, M.Si., selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT., IPU, selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Hani Nurhayati, M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak dukungan dan bimbingan dalam penulisan skripsi ini.
5. Dr. M. Imamudin Lc, MA selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak dukungan dan bimbingan dalam penulisan skripsi ini
6. Dr. Ir. Fresy Nugroho, ST., MT, IPM selaku Ketua Penguji yang telah memberikan banyak saran untuk menyelesaikan skripsi ini.

7. Ahmad Fahmi Karami, M.Kom selaku dosen penguji II yang telah menguji serta memberikan masukan dalam penulisan skripsi ini.
8. Seluruh Dosen dan Jajaran Staf Program Studi Teknik Informatika yang telah memberikan banyak bantuan dalam skripsi ini.
9. Kedua orang tua, Aba Moh Umar dan Umi Siti Nurul Lailis Saadah serta kakak saya Irhamni dan adik saya Firly serta tante Indah dan om Zainul yang telah memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman Angkatan 2021 Teknik Informatika “ASTER” yang telah memberikan banyak bantuan baik material maupun dukungan intelektual.
11. Kepada teman seperjuangan yang telah menghibur dan menemani penulis dalam membuat skripsi ini atas nama Gilang Maulana Jauza dan Ferdy Adriansyah Hadhinata
12. Seorang wanita spesial dan sangat penting bagi penulis yaitu Laila Nur Fatimah dengan kehadirannya menemani penulis dari semester 2 hingga sekarang dan kedepannya
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, termasuk responden yang telah memberikan kontribusi, saran, dan dukungan dalam perjalanan penulisan skripsi ini.

Malang, 25 Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	Error! Bookmark not defined.
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
المخلص	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pernyataan Masalah	7
1.3 Batasan Masalah	7
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II STUDI PUSTAKA	9
2.1 Penelitian Terkait	9
2.2 <i>Game</i> Edukasi	14
2.3 Sistem Pernapasan.....	15
2.4 <i>Decision Support System</i>	16
2.5 MOORA.....	17
2.6 <i>System Usability Scale</i>	20
2.7 <i>Finite State Machine (FSM)</i>	22
BAB III DESAIN & RANCANGAN <i>GAME</i>	24
3.1 Desain Perancangan <i>Game</i>	24
3.2 Rancangan <i>Game</i> dan Deskripsi <i>Game</i>	25
3.3 Skenario <i>Game</i>	28
3.4 Implementasi Metode MOORA dalam <i>Game</i>	34
3.4.1 Skala Penilaian	35
3.4.2 Perhitungan Metode Moora.....	38
3.5 Rancangan Pengujian Sistem	44
3.5.1 Rancangan Pengujian Validasi Ahli <i>Game</i>	44
3.5.2 Rancangan Pengujian Validasi Ahli Materi.....	45
3.5.3 Rancangan Pengujian Sistem SUS (<i>System Usability Scale</i>).....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Pembahasan <i>Game</i>	49
4.2 Implementasi Sistem	53
4.3 Pengujian <i>Usability</i>	62
4.4 Pengujian Validasi Ahli	69
4.4.1 Validasi Ahli Materi.....	70

4.4.2 Validasi Ahli <i>Game</i>	91
4.5 Integrasi Islam	96
4.5.1 <i>Muamalah Ma'a Allah</i>	97
4.5.2 <i>Muamalah Ma'a An-Nas</i>	99
4.5.3 <i>Muamalah Ma'a al-Alam</i>	101
BAB V KESIMPULAN & SARAN	103
5.1 Kesimpulan	103
5.2 Saran	104
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram State.....	22
Gambar 3.1 Desain Perancangan Game.....	24
Gambar 3.2 Finite State Machine NPC Guru	29
Gambar 3.3 Finite State Machine NPC Musuh.....	30
Gambar 3.4 Finite State Machine NPC Teman Sekelas	31
Gambar 3.5 Skenario Game	32
Gambar 3.6 Flowchart Metode MOORA	40
Gambar 4.1 Player Memasuki Game 2D	51
Gambar 4.2 Hidung.....	52
Gambar 4.3 Paru-paru	52
Gambar 4.4 Faring	52
Gambar 4.5 Buku	52
Gambar 4.6 Player mencari Objek.....	52
Gambar 4.7 Scene Pertanyaan	52
Gambar 4.8 Player mencari Buku	53
Gambar 4.9 Scene Hasil Pre-test.....	53
Gambar 4.10 Hasil Rekomendasi.....	63
Gambar 4.11 Diagram Distribusi Responden	66
Gambar 4.12 Penilaian Skor SUS	66
Gambar 4.13 Hasil Akhir Skor SUS	69
Gambar 4.14 Surat Persetujuan Validasi Ahi Materi.....	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	13
Tabel 3.1 Storyboard.....	32
Tabel 3.2 Konversi Kriteria Waktu.....	36
Tabel 3.3 Konversi Kriteria Skor.....	36
Tabel 3.4 Konversi Kriteria Tingkat Kesulitan.....	36
Tabel 3.5 Bobot Kriteria	37
Tabel 3.6 Data Alternatif	38
Tabel 3.7 Matriks Keputusan Sebelum di Konversi	41
Tabel 3.8 Matriks Keputusan Setelah di Konversi	41
Tabel 3.9 Hasil Skor Optimasi dan Ranking	43
Tabel 3.10 Kriteria Hasil Validasi (Wildan & Rusdiyani, 2023).....	45
Tabel 3.11 Pertanyaan SUS	47
Tabel 4.1 Pernyataan SUS	63
Tabel 4.2 Responden Pengujian Usability	64
Tabel 4.3 Hasil Skor Responden SUS	67
Tabel 4.4 Pertanyaan Validasi Ahli Materi.....	79
Tabel 4.5 Perbandingan Perangkingan	82
Tabel 4.6 Rekapitulasi Jumlah Responden dan Validitas Data	91
Tabel 4.7 Revisi dari Ahli Game	92
Tabel 4.8 Pertanyaan Validasi Ahli Game.....	93
Tabel 4.9 Skor Hasil Kuesioner Validasi Ahli Game	95
Tabel 4.10 Jumlah Skor Para Ahli	95

ABSTRAK

Umri, Ilham Romadhon Ali. 2025. **Penentuan Materi Sistem Pernapasan untuk *Player* pada *Game Biomorph* Menggunakan Metode MOORA**. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Hani Nurhayati, M.T (II) Dr. M. Imamudin Lc, MA.

Kata kunci: Sistem Pernapasan, *Game* Edukasi, MOORA, *Biomorph*, Media Pembelajaran, *System Usability Scale*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *Game* edukasi *Biomorph* sebagai media pembelajaran interaktif yang dapat menyesuaikan urutan materi sistem pernapasan berdasarkan kemampuan siswa. *Game* ini menggunakan metode MOORA (*Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis*) untuk menganalisis hasil *pretest* siswa berdasarkan tiga kriteria utama: skor, waktu pengerjaan, dan tingkat kesulitan soal. Hasil analisis tersebut digunakan untuk memberikan rekomendasi subbab materi yang perlu dipelajari ulang, meliputi: fungsi sistem pernapasan, struktur dan organ pernapasan, serta gangguan sistem pernapasan. *Game* dikembangkan menggunakan *Unity* dan diuji melalui validasi ahli dan uji kelayakan sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merekomendasikan materi secara adaptif dan sesuai dengan pendekatan ahli, pada validasi ahli *Game* mendapatkan 79,11% pada validasi ahli materi mendapatkan 88,33% dan 75,33% berdasarkan pengujian *Usability* menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS). Dengan demikian, *Biomorph* dinilai layak digunakan sebagai media pembelajaran yang menarik dan efektif untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi sistem pernapasan.

ABSTRACT

Umri, Ilham Romadhon Ali. 2025. **Determination of Respiratory System Material for Players in the *Biomorph Game* Using the MOORA Method.** Undergraduate Thesis. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology, *State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang*. Supervisors: (I) Hani Nurhayati, M.T (II) Dr. M. Imamudin Lc, MA.

Keywords: Respiratory System, Educational *Game*, MOORA, *Biomorph*, Learning Media, System Usability Scale.

This study aims to develop *Biomorph* educational *Game* as an interactive learning media that can customize the sequence of respiratory system materials based on students' abilities. This *Game* uses the MOORA (Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis) method to analyze student pretest results based on three main criteria: score, processing time, and question difficulty level. The results of the analysis are used to provide recommendations for subchapters that need to be relearned, including: respiratory system functions, respiratory structures and organs, and respiratory system disorders. The *Game* was developed using Unity and tested through expert validation and system feasibility test. The test results show that the system is able to recommend material adaptively and in accordance with the expert's approach, on *Game* expert validation getting 79.11% on material expert validation getting 88.33% and 75.33% based on Usability testing using the System Usability Scale (SUS) method. Thus, *Biomorph* is considered feasible to use as an interesting and effective learning media to improve student understanding of respiratory system material.

الملخص

عمري، إلهام رمضان علي. 2025. تحديد مواد الجهاز التنفسي للاعبين في اللعبة *Biomorph* استخدام الطريقة *MOORA*. الرسالة الجامعية. برنامج دراسة هندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا، الجامعة الإسلامية الحكومية، مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرف: (أولاً) هاني نورهاياني، ماجستير (ثانياً) الدكتور محمد إمام الدين ماجستير

الكلمات المفتاحية: الجهاز التنفسي، لعبة تعليمية، لعبة تعليمية، مورا، الشكل الحيوي، وسائط التعلم، مقياس قابلية استخدام النظام.

تهدف هذه الدراسة إلى تطوير لعبة بيومورف التعليمية كوسيلة تعليمية تفاعلية للتعلم يمكنها ضبط تسلسل مادة الجهاز التنفسي بناءً على قدرات الطلاب. وتستخدم هذه اللعبة طريقة *MOORA* (التحسين متعدد الأهداف على أساس تحليل النسب) لتحليل نتائج الاختبار المسبق للطلاب بناءً على ثلاثة معايير رئيسية: الدرجات وزمن المعالجة ومستوى صعوبة الأسئلة. تُستخدم نتائج التحليل لتقديم توصيات للفصول الفرعية التي تحتاج إلى إعادة تعلمها، بما في ذلك: وظائف الجهاز التنفسي، وهياكل الجهاز التنفسي وأعضائه، واضطرابات الجهاز التنفسي. تم تطوير اللعبة باستخدام *Unity* واختبارها من خلال التحقق من صحة الخبراء واختبار جدوى النظام. تُظهر نتائج الاختبار أن النظام قادر على التوصية بالمواد بشكل تكييفي ووفقاً لنهج الخبراء، حيث حصل على نسبة 79.11% في التحقق من صحة الخبراء في اللعبة على نسبة 79.11% في التحقق من صحة الخبراء في المواد على نسبة 88.33% و 75.33% بناءً على اختبار قابلية الاستخدام باستخدام طريقة مقياس قابلية استخدام النظام. (*SUS*) وبالتالي، تعتبر لعبة *Biomorph* مجدية للاستخدام كوسيلة تعليمية شيقة وفعالة لتحسين فهم الطلاب لمواد الجهاز التنفسي.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan memiliki peran yang sangat penting dalam membentuk karakter dan peradaban suatu bangsa. Pendidikan memberikan kepada generasi muda pengetahuan, keterampilan, dan prinsip moral yang penting untuk hidup. Pendidikan tidak hanya berfungsi untuk meningkatkan kemampuan intelektual seseorang, tetapi juga mencakup aspek sosial, emosional, dan spiritual. Akibatnya, pendidikan merupakan dasar penting untuk menghasilkan orang yang cerdas, kritis, dan berkarakter (Irawati et al., 2021). Untuk mencapai tujuan tersebut, sistem pendidikan memerlukan kerangka yang terstruktur dan terarah. Oleh karena itu, pendidikan di Indonesia harus sesuai dengan kurikulum yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Kurikulum membantu mengajar dan menetapkan kompetensi dasar yang harus dimiliki siswa. Kurikulum merdeka yang saat ini diterapkan, bertujuan untuk membuat pembelajaran lebih integratif dan berfokus pada pengembangan karakter (Cholilah et al., 2023). Siswa diharapkan dalam Kurikulum merdeka tidak hanya memahami materi pelajaran, tetapi juga memiliki sikap dan Skor yang positif dan dapat menerapkan pelajaran dalam kehidupan sehari-hari.

Mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam adalah komponen penting dari kurikulum Merdeka yang diajarkan di SMP (Irawan et al., 2023). Berbagai konsep dasar tentang alam, tubuh manusia, kehidupan, dan fenomena yang terjadi di lingkungan sekitar adalah bagian dari mata pelajaran IPA. Siswa dididik untuk

berpikir ilmiah, melakukan pengamatan, percobaan, dan menganalisis sistem tubuh manusia.

Pembelajaran IPA pada tingkat Sekolah Menengah Pertama memegang peranan penting dalam memperkenalkan konsep dasar mengenai tubuh manusia dan fungsinya. Salah satu topik yang menjadi bagian dari mata pelajaran IPA adalah sistem pernapasan. Sistem pernapasan yang bertanggung jawab atas proses pertukaran gas seperti mengambil oksigen dan mengeluarkan karbon dioksida (Setya Nugroho et al., 2021). Materi ini mencakup berbagai konsep yang kompleks, seperti struktur dan fungsi organ pernapasan, hingga proses pernapasan. Siswa sering kali mengalami kesulitan dalam memahami bagaimana organ-organ tersebut bekerja secara bersamaan dalam tubuh manusia, terutama karena materi ini bersifat abstrak dan tidak mudah divisualisasikan hanya melalui pembelajaran berbasis teks. Dalam sistem pernapasan manusia seringkali sulit. Ini terutama karena kekompleksan dan abstraknya (Handayani, 2021). Selain aspek ilmiah, materi tentang sistem pernapasan juga dapat dihubungkan dengan ajaran agama, terutama dalam Islam. Al-Qur'an menekankan pentingnya merenungi tanda-tanda kebesaran Allah dalam penciptaan manusia. Salah satu ayat yang dapat dikaitkan dengan sistem pernapasan adalah:

ثُمَّ سَوَّاهُ وَنَفَخَ فِيهِ مِنْ رُوحِهِ ۗ وَجَعَلَ لَكُمُ السَّمْعَ وَالْأَبْصَارَ وَالْأَفْئِدَةَ ۗ قَلِيلًا مَّا تَشْكُرُونَ ﴿٩﴾

"Kemudian Dia menyempurnakan dan meniupkan ke dalam (tubuh)nya roh (ciptaan)-Nya dan Dia menjadikan bagi kamu pendengaran, penglihatan dan hati; (tetapi) kamu sedikit sekali bersyukur." (Q.S. As-Sajdah: 9).

Maksud dari menyempurnakan ciptaan-Nya adalah Allah menciptakan ciptaan manusia dari air mani, kemudian dimasukkan ke dalam rahim, lalu

dijadikan tulang dan daging hingga sempurna tubuhnya. Lalu Allah mengirim malaikat untuk meniupkan ruh ke dalam jasad dan menjadikan baginya pendengaran, penglihatan, dan hati akan tetapi hanya sedikit yang bersyukur kepada Allah (Tafsir *As-Sa'* di halaman 653).

Ayat ini menunjukkan bahwa Allah memberikan kehidupan kepada manusia melalui "tiupan" roh-Nya ke dalam tubuh, yang juga mencakup kemampuan kita untuk bernapas. Ayat ini menunjukkan bahwa Allah memberikan kehidupan melalui tiupan roh ke dalam tubuh manusia. Hal ini juga mencakup kemampuan bernapas yang menjadi tanda kehidupan. Dengan memahami sistem pernapasan, kita dapat mensyukuri nikmat yang telah Allah berikan (Sibarani, 2021). Dengan adanya kemampuan bernapas, manusia bisa melakukan berbagai aktivitas sehari-hari dan mempertahankan kehidupan. Namun, banyak dari kita sering kali lalai untuk menyadari bahwa proses sederhana ini adalah salah satu bentuk nikmat besar yang diberikan oleh Allah. Sesungguhnya, manusia dianugerahi kemampuan untuk mencari ilmu dengan berbagai cara, mulai dari kecil hingga akhir hayat. Dalam Islam, kewajiban menuntut ilmu ditegaskan dalam sebuah hadis yang menyebutkan Menuntut ilmu wajib bagi setiap muslim, sebagaimana hadis berikut ini:

طَلَبُ الْعِلْمِ فَرِيضَةٌ عَلَى كُلِّ مُسْلِمٍ

"Menuntut ilmu itu wajib atas setiap Muslim" (HR. Ibnu Majah no. 224, dari sahabat Anas bin Malik radhiyallahu 'anhu, dishahihkan Al Albani dalam Shahiih al-Jaami'ish Shaghiir no. 3913).

Tafsir hadis ini oleh para ulama menyatakan bahwa kewajiban menuntut ilmu mencakup ilmu agama dan ilmu yang bersifat umum, selama tujuannya adalah untuk mendekatkan diri kepada Allah dan memberikan manfaat bagi sesama. Imam

Al-Ghazali dalam Kitab *Ihya' Ulumuddin* menyebut bahwa ilmu yang bermanfaat adalah ilmu yang membawa perubahan perilaku, baik dalam urusan ibadah maupun muamalah dengan sesama manusia (Imam Abu Hamid Muhammad bin Muhammad al-Ghazali.). Hadis ini menunjukkan bahwa mencari dan menyampaikan ilmu, termasuk melalui inovasi seperti pengembangan *Game* edukasi, adalah bagian dari amal sosial dan tanggung jawab terhadap sesama.

Pendidikan di tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) memiliki peran penting dalam membentuk pemahaman siswa terhadap konsep-konsep dasar, termasuk dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Salah satu materi IPA yang krusial adalah sistem pernapasan, yang mencakup konsep kompleks seperti fungsi organ, struktur, dan gangguan pernapasan. Namun, dalam praktiknya, metode pengajaran di kelas sering kali tidak memperhitungkan perbedaan tingkat pemahaman siswa, menyebabkan sebagian siswa kesulitan menguasai materi abstrak seperti sistem pernapasan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang adaptif, yang dapat menyesuaikan urutan materi sesuai kebutuhan individu siswa agar proses belajar lebih efektif (Dewi et al., 2021).

Permasalahan utama dalam pembelajaran sistem pernapasan adalah bagaimana menentukan urutan materi yang paling sesuai dengan kebutuhan individu siswa. Setiap siswa memiliki tingkat pemahaman yang berbeda, dipengaruhi oleh kemampuan mereka dalam menjawab soal, waktu yang dibutuhkan, dan tingkat kesulitan soal. Pendekatan sederhana seperti hanya menghitung jumlah jawaban benar tidak cukup untuk menentukan prioritas materi yang perlu dipelajari, karena pendekatan ini mengabaikan faktor-faktor lain seperti

efisiensi waktu dan kompleksitas kognitif soal. Misalnya, seorang siswa mungkin menjawab banyak soal dengan benar tetapi membutuhkan waktu lama, atau gagal memahami soal dengan tingkat kesulitan tinggi, yang menunjukkan kelemahan pada aspek tertentu dari materi. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu mengintegrasikan beberapa kriteria secara objektif untuk menentukan materi yang paling relevan bagi setiap siswa.

MOORA digunakan sebagai metode untuk menyelesaikan masalah pengambilan keputusan dengan banyak kriteria. Metode ini diperkenalkan oleh Brauers dan Zavadskas pada tahun 2006 (Amanda et al., 2021). dipilih karena kemampuannya untuk mengevaluasi beberapa alternatif berdasarkan kriteria yang beragam secara simultan (Amanda et al., 2021). Dalam konteks penelitian ini, MOORA akan menganalisis tiga kriteria utama: Skor (berdasarkan jumlah jawaban benar), waktu (efisiensi dalam menyelesaikan soal), dan tingkat kesulitan (level kognitif soal). Ketiga kriteria ini dinormalisasi untuk menghasilkan peringkat materi yang objektif, memastikan bahwa materi dengan pemahaman terendah diprioritaskan untuk dipelajari. Berbeda dengan pendekatan sederhana seperti mengurutkan berdasarkan jawaban benar saja, MOORA memungkinkan penilaian yang lebih holistik, mengakomodasi bobot relatif dari setiap kriteria dan mengurangi bias subjektif dalam pengambilan keputusan (Pinem et al., 2020).

Penggunaan MOORA dalam penelitian ini bukan hanya untuk menentukan materi, tetapi juga untuk memastikan bahwa proses pembelajaran disesuaikan dengan kebutuhan individu siswa. Sistem ini akan mengevaluasi hasil *pre-test* siswa, mengidentifikasi subbab materi sistem pernapasan (misalnya, fungsi sistem

pernapasan, struktur organ, atau gangguan pernapasan) yang memiliki skor terendah berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Hasil evaluasi ini kemudian digunakan untuk merekomendasikan urutan pembelajaran yang optimal, memungkinkan siswa untuk fokus pada aspek yang paling sulit bagi mereka sebelum melangkah ke materi yang lebih kompleks. Sebagai media penerapan, penelitian ini menggunakan *Game* edukasi berbasis *mobile* bernama *Biomorph*. *Game* ini dirancang untuk menyajikan materi sistem pernapasan secara interaktif melalui kuis dan materi edukatif, dengan tujuan meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses belajar (Nurmalita et al., 2021). Namun, *Game Biomorph* hanyalah alat untuk mengimplementasikan sistem pendukung keputusan berbasis MOORA, bukan fokus utama penelitian. Dalam *Game* ini, siswa akan mengerjakan kuis untuk setiap subbab materi, dan skor yang dihasilkan berdasarkan Skor, waktu, dan tingkat kesulitan akan diproses oleh algoritma MOORA untuk menentukan rekomendasi materi. Setelah itu, *Game* akan menampilkan hasil rekomendasi dan menyediakan konten pembelajaran yang relevan untuk membantu siswa memahami materi yang direkomendasikan (Khairani et al., 2021).

Dengan pendekatan ini, penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sistem pembelajaran yang lebih personal dan efektif. MOORA memungkinkan pengambilan keputusan yang berbasis data, memastikan bahwa setiap siswa mendapatkan urutan materi yang sesuai dengan kelemahan mereka. Sementara itu, *Game Biomorph* berfungsi sebagai wadah yang menarik dan interaktif untuk menerapkan sistem tersebut, sehingga proses belajar menjadi lebih menyenangkan dan bermakna (Rakian et al., 2022).

1.2 Pernyataan Masalah

Bagaimana mengimplementasikan metode MOORA pada *Game* edukasi untuk memberikan rekomendasi subbab materi sistem pernapasan berdasarkan hasil *pretest player*.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, Adapun batasan masalah yang ditetapkan sebagai berikut:

- a. Studi Kasus yang digunakan adalah materi sistem pernapasan
- b. Materi yang digunakan pada penelitian ini diambil dari buku IPA Kurikulum Merdeka
- c. *Game* edukasi *single player* berbasis *mobile*
- d. *Game* dikembangkan menggunakan *software unity*

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan media pembelajaran berbasis *Game* edukasi untuk memberikan penyesuain urutan belajar materi sistem pernapasan sesuai dengan kemampuan *player*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

- a. Memberikan alternatif belajar yang menyenangkan menggunakan media pembelajaran *Game* edukasi.

- b. Penelitian ini diharapkan dapat membantu mempelajari sistem pernapasan untuk *player* dan memberikan penilaian terhadap kemampuannya.

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Penelitian yang dilakukan oleh Adha, (2024) dalam bidang sepak bola virtual, khususnya dalam *Game Fantasy Premier League* (FPL), bertujuan membantu *player* memilih pemain optimal menggunakan metode MOORA (*Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis*). *Player* dapat menyusun tim dengan memilih pemain dari berbagai klub di Liga Premier Inggris berdasarkan performa, statistik, dan harga pemain, namun kompleksitas dalam menentukan pilihan terbaik membuat sistem rekomendasi berbasis MOORA menjadi relevan. Data yang digunakan mencakup parameter performa pemain seperti jumlah gol, assist, *clean sheet*, jumlah kartu, serta harga pemain di FPL. Bobot diberikan pada setiap kriteria sesuai kepentingan pengguna, kemudian metode MOORA diterapkan untuk menentukan pemain yang paling sesuai dengan kebutuhan tim. Dengan sistem rekomendasi ini, pemain FPL dapat memperoleh saran akurat dalam pemilihan pemain, sehingga meningkatkan performa tim dalam kompetisi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode MOORA mampu memberikan rekomendasi optimal berdasarkan analisis perbandingan multi-kriteria. Implementasi metode ini dalam sistem pendukung keputusan di FPL dapat mempermudah *player* menentukan strategi lebih baik, sehingga dapat bersaing lebih efektif dalam permainan. Oleh karena itu, penggunaan teknologi optimasi berbasis MOORA dapat menjadi solusi

signifikan dalam membantu *player* FPL mengambil keputusan lebih objektif dan sistematis.

Penelitian yang dilakukan oleh Sibarani, (2021) dalam pengembangan media pembelajaran berbasis *Game education* menggunakan Construct 2 bertujuan untuk mendukung proses pembelajaran siswa pada materi Sistem Pernapasan Manusia di kelas VIII. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah model pengembangan Borg and Gall yang terdiri dari 10 langkah, namun disederhanakan menjadi 7 tahap, yaitu penelitian dan pengumpulan data, perencanaan pengembangan, pengembangan tahap awal, uji coba terbatas, revisi hasil uji coba terbatas, uji coba skala lebih luas, serta revisi hasil uji coba skala lebih luas. Validasi terhadap media pembelajaran dilakukan oleh ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa, dengan hasil persentase berturut-turut sebesar 85,18%, 94,79%, dan 93,75%, yang semuanya masuk dalam kategori sangat layak. Selain itu, uji coba dilakukan pada dua skala, yaitu skala kecil dengan 15 responden yang memperoleh persentase rata-rata sebesar 81,92% serta skala besar dengan 29 responden dari kelas VIII E dan VIII F yang memperoleh persentase rata-rata masing-masing sebesar 83,95% dan 81,80%, dengan kriteria sangat menarik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *Game education* berbasis Construct 2 layak dan menarik untuk digunakan sebagai media pembelajaran dalam materi Sistem Pernapasan Manusia.

Penelitian yang dilakukan oleh Putra, (2022) dalam pengembangan *Game* balap ini bertujuan untuk menyarankan kendaraan yang sesuai dengan performa *player* menggunakan metode MOORA (*Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis*). Dalam penelitian ini, data yang digunakan mencakup berbagai

kriteria kendaraan, seperti jarak tempuh, efisiensi bahan bakar, kecepatan, dan kelincahan, yang diperoleh dari permainan sebelumnya. Bobot diberikan pada setiap kriteria tersebut, kemudian metode MOORA digunakan untuk menentukan kendaraan yang paling sesuai dengan keterampilan *player*. Dari hasil pengujian, metode ini mampu memberikan rekomendasi kendaraan yang optimal, sehingga meningkatkan pengalaman bermain. Selain itu, uji kegunaan dengan *System Usability Scale* (SUS) menghasilkan skor 82,4, yang masuk dalam kategori Sangat Baik.

Penelitian ini dilakukan Nurvitasari & Mintohari, (2024) di kelas V sekolah dasar dengan tujuan untuk meningkatkan pemahaman serta hasil belajar peserta didik dalam pembelajaran IPA pada materi sistem pernapasan manusia menggunakan metode pengembangan ADDIE. Media yang dikembangkan dalam penelitian ini divalidasi oleh ahli dengan hasil kevalidan media sebesar 93,33% dan kevalidan materi sebesar 96,92%. Selain itu, hasil angket kepraktisan menunjukkan tingkat penerimaan yang tinggi, dengan persentase 93,33% dari peserta didik dan 95,38% dari guru. Berdasarkan analisis ketuntasan belajar, diperoleh persentase sebesar 87,78%, sedangkan perhitungan skor N-Gain menunjukkan Skor 0,7 yang termasuk dalam kategori peningkatan tinggi. Hasil uji statistik nonparametrik Wilcoxon menghasilkan Skor signifikansi $0,000 < 0,05$, yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara Skor *pretest* dan *posttest*. Berdasarkan temuan ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan media *Game* ludo berbasis *QR Code* “*Lucode*” sangat layak digunakan sebagai alat bantu pembelajaran untuk

meningkatkan pemahaman peserta didik pada materi sistem pernapasan manusia di kelas V sekolah dasar.

Prasetyo & Amin, (2022) melakukan penelitian yang bertujuan untuk merekomendasikan karakter *hero Tank* terbaik dalam *Game Mobile Legends* bagi *player* baru menggunakan metode MOORA. Pada penelitian ini, perhitungan dilakukan berdasarkan atribut dari masing-masing *hero*, seperti kemampuan bertahan, serangan, dan mobilitas. Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup atribut dari berbagai *hero Tank* yang tersedia dalam *Game*. Skor atribut masing-masing *hero* kemudian dihitung dan diurutkan menggunakan metode MOORA. Atribut kriteria yang digunakan meliputi kemampuan pertahanan, serangan, dan mobilitas *hero*. Hasil dari penelitian ini adalah sistem pendukung keputusan yang memberikan rekomendasi *hero Tank* terbaik, dengan Khufra sebagai *hero* yang paling direkomendasikan berdasarkan perhitungan MOORA dengan Skor akhir 10.87841. Sebaliknya, *hero* yang paling tidak direkomendasikan adalah Hilda dengan Skor akhir -2.4623.

Simorangkir & Andika, (2021) melakukan penelitian yang bertujuan untuk membantu proses penyeleksian peserta Olimpiade Catur di SMA Negeri 1 Tanjung Morawa dengan menggunakan metode ROC dan MOORA. Masalah utama yang dihadapi pihak sekolah adalah penyeleksian peserta olimpiade yang sebelumnya hanya didasarkan pada satu kriteria, yaitu ketelitian siswa, sehingga menyebabkan keputusan yang kurang akurat. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini mempertimbangkan lebih banyak kriteria dalam proses seleksi, yaitu ketelitian, keterampilan, strategi, prestasi, kelas, waktu, dan ukuran. Data dari masing-masing

kriteria tersebut kemudian diberi bobot menggunakan metode ROC (Rank Order Centroid) dan diolah dengan metode MOORA untuk menentukan peringkat calon peserta olimpiade. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pendukung keputusan yang dibangun mampu memberikan hasil seleksi yang lebih objektif dan akurat. Dari hasil analisis, peserta yang paling layak untuk mengikuti Olimpiade Catur berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan adalah Andre (A22), dengan Skor tertinggi sebesar 0,244. Hal ini membuktikan bahwa penerapan metode ROC dan MOORA tidak hanya membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih efektif, tetapi juga memberikan solusi yang lebih tepat dalam memilih kandidat yang memiliki kemampuan terbaik.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan	Hasil Penelitian
1	Adha, (2024)	Rekomendasi Pemilihan <i>Player</i> Pada <i>Game</i> Fantasy Premier League Fantasy Premier League	Menggunakan Metode MOORA	Untuk Pemilihan <i>Player</i>	Memilih <i>player</i> yang optimal
2	Sibarani, (2021)	Pengembangan <i>Game</i> Education Berbasis Construct 2 pada Materi Sistem Pernapasan pada Manusia Kelas VIII	Materi Sistem Pernapasan	Menggunakan Metode model pengembangan Borg and Gall	<i>Gamenya</i> layak untuk menjadi media pembelajaran sistem pernapasan
3	Putra, (2022)	Pemilihan Jenis Mobil pada <i>Game</i> "Moonlight Drive" Menggunakan Metode MOORA Berdasarkan Kemampuan <i>Player</i>	Menggunakan Metode MOORA	Untuk penentuan mobil pada <i>Game</i> Moonlight Drive	Membantu memilih kendaraan di <i>Game</i> yang optimal
4	Nurvitasari & Mintohari, (2024)	Pengembangan Media <i>Game</i> Ludo Berbasis Qr Code "Lucode" Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pada Materi Sistem Pernapasan	Materi Sistem Pernapasan	menggunakan metode pengembangan ADDIE	Untuk membuat alat bantu pembelajaran untuk siswa agar mampu memahami materi

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan	Hasil Penelitian
		Manusia Di Kelas V Sekolah Dasar			
5	Prasetyo & Amin, (2022)	Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan <i>Hero Tank Mobile Legends</i> Terbaik dengan Metode Moora	Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Metode MOORA	Untuk memilih <i>hero Tank</i> terbaik di <i>mobile legends</i>	Mengetahui <i>hero Tank</i> terbaik di <i>Game mobile legend</i>
6	Simorangkir & Andika, (2021)	Analisis Penerapan MOORA Dalam Penyeleksian Peserta Olimpiade Catur dengan Metode Pembobotan Rank Order Centroid	Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Metode MOORA	Untuk menyeleksi peserta olimpiade catur	Untuk menyeleksi peserta olimpiade catur
Usulan Skripsi					
9	Penentuan Materi Sistem Pernapasan Untuk <i>Player</i> Pada <i>Game Biomorph</i> Menggunakan Metode MOORA		Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Metode MOORA	Untuk memberi saran subbab materi sistem pernapasan	Rekomendasi untuk memberi saran materi sistem pernapasan berdasarkan kemampuan <i>player</i> dengan menggunakan metode MOORA

2.2 Game Edukasi

Game edukasi merupakan salah satu inovasi dalam dunia pendidikan yang menggabungkan unsur-unsur permainan dengan tujuan pembelajaran. Menurut (Erlis Nurhayati, 2020) *Game* edukasi adalah media pembelajaran yang memungkinkan siswa belajar sambil bermain melalui simulasi, tantangan, dan interaksi. *Game* edukasi dirancang tidak hanya untuk menghibur, tetapi juga untuk menyampaikan pengetahuan, meningkatkan keterampilan, serta mengembangkan sikap yang positif terhadap pembelajaran (Rizanti & Jufri, 2023). Penggunaan

Game dalam pendidikan bertujuan untuk menciptakan lingkungan belajar yang menyenangkan, interaktif, dan mendorong motivasi siswa.

Media pembelajaran membantu guru menyampaikan materi dalam kegiatan pembelajaran. Namun, banyak sekolah dasar masih menggunakan media audio visual, alat peraga, dan benda-benda di sekitar untuk mengajar. Akibatnya, siswa mudah bosan saat belajar (Pradana, 2019). Dengan teknologi saat ini, dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang menarik, seperti pembelajaran *Game* edukasi. Studi ini bertujuan untuk menentukan tingkat validitas pendapat ahli mengenai produk pengembangan *Game* edukasi dengan tujuan meningkatkan hasil belajar (Ririn Windawati, 2021). *Game* edukasi merupakan salah satu inovasi dalam dunia pendidikan yang menggabungkan unsur-unsur permainan dengan tujuan pembelajaran.

2.3 Sistem Pernapasan

Sistem pernapasan manusia merupakan salah satu sistem vital yang berfungsi untuk menyediakan oksigen bagi tubuh dan membuang karbon dioksida hasil dari metabolisme. Secara umum, sistem pernapasan terdiri dari saluran pernapasan atas (hidung, faring, dan laring) dan saluran pernapasan bawah (trakea, bronkus, bronkiolus, dan paru-paru). Organ utama dalam sistem ini adalah paru-paru, di mana pertukaran gas terjadi melalui alveoli. Penyerapan oksigen ke dalam darah dan pengeluaran karbon dioksida melalui alveoli merupakan proses krusial bagi kelangsungan hidup (Aji et al., 2019).

Sistem pernapasan manusia bekerja berdasarkan prinsip ventilasi dan respirasi. Ventilasi adalah proses pergerakan udara masuk dan keluar dari paru-

paru, sedangkan respirasi adalah pertukaran gas antara udara di alveolus dengan darah di kapiler paru-paru (Widmaier, E. P., Raff, H., & Strang, 2020). Oksigen yang diambil melalui inhalasi akan dibawa oleh darah menuju jaringan tubuh untuk digunakan dalam produksi energi melalui respirasi seluler, sementara karbon dioksida yang dihasilkan dari metabolisme dikeluarkan melalui proses ekshalasi (Umi, 2022).

Setiap organ dalam sistem pernapasan memiliki peran spesifik. Hidung berfungsi sebagai pintu masuk udara dan memiliki rambut-rambut halus serta lapisan mukosa yang berfungsi menyaring debu dan partikel asing (Alfiana, 2021). Udara kemudian mengalir ke faring, laring, dan trakea. Trakea bercabang menjadi bronkus yang masuk ke paru-paru dan terbagi lagi menjadi bronkiolus yang lebih kecil, yang berakhir di alveolus. Alveolus inilah tempat pertukaran gas terjadi (Ritonga & Kartikawati, 2022).

2.4 *Decision Support System*

Decision Support System (DSS) merupakan sistem berbasis komputer yang digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam suatu organisasi atau institusi. DSS mengintegrasikan berbagai sumber data, model analisis, dan teknik kecerdasan buatan untuk memberikan rekomendasi dalam pengambilan keputusan (Megawaty & Ulfa, 2020). DSS umumnya digunakan dalam situasi kompleks dan tidak terstruktur di mana pengambil keputusan membutuhkan dukungan berbasis data dan analisis *Decision Support System* (DSS) adalah sistem berbasis komputer yang dirancang untuk membantu pengambilan keputusan dalam suatu organisasi atau institusi. DSS mengintegrasikan berbagai sumber data, model analisis, serta

teknologi kecerdasan buatan untuk menyediakan *Informasi* yang mendukung proses pengambilan keputusan yang kompleks dan tidak terstruktur. DSS bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas keputusan dengan memberikan rekomendasi berbasis data yang lebih akurat dan sistematis. Penerapan DSS tidak hanya terbatas pada dunia bisnis dan pemerintahan, tetapi juga merambah ke industri hiburan seperti *Game* (Azzufar, 2023).

2.5 MOORA

Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis merupakan salah satu metode optimasi multi-kriteria (Brauers & Zavadskas, 2006). Metode ini dirancang untuk menyelesaikan permasalahan pengambilan keputusan multi-kriteria dengan cara yang sederhana namun efektif. Metode MOORA telah banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti manajemen (Lumbantoruan & Harianja, 2020), teknik industri (Pinem et al., 2020), ekonomi (Harahap et al., 2023), dan teknik lainnya.

MOORA digunakan untuk menilai dan menentukan alternatif terbaik di antara beberapa pilihan yang melibatkan kriteria beragam (Ardianto & Rusliyawati, 2024). Metode ini telah mendapatkan perhatian luas karena kemudahan dan efisiensinya dalam menyederhanakan masalah pengambilan keputusan yang kompleks (Ajeng Lestari et al., 2024). Langkah-langkah dalam metode MOORA meliputi normalisasi data, menghitung rasio untuk setiap kriteria, dan memberikan peringkat untuk menentukan alternatif yang optimal berdasarkan hasil perhitungan tersebut. Salah satu keunggulan metode MOORA adalah kemampuannya untuk menangani kriteria keuntungan (*benefit*) dan biaya (*cost*) secara terpisah, sehingga

hasilnya lebih obyektif (Apriana et al., 2024). Melalui proses normalisasi, metode ini mengurangi bias subjektif, memungkinkan keputusan yang lebih rasional. Selain itu, MOORA menawarkan kecepatan penghitungan yang lebih tinggi dibandingkan beberapa metode lain seperti AHP atau TOPSIS, menjadikannya pilihan ideal untuk masalah pengambilan keputusan yang memerlukan analisis yang cepat. Keunggulan inilah yang membuat metode MOORA populer dalam bidang industri, ekonomi, serta manajemen proyek, di mana berbagai faktor harus dipertimbangkan untuk menentukan pilihan terbaik (A. Kurniawan et al., 2024).

Selain itu, MOORA telah banyak digunakan dalam konteks pendidikan, terutama dalam pemilihan program studi dan penentuan prioritas pembelajaran, di mana metode ini membantu menghasilkan keputusan yang lebih objektif dan akurat berdasarkan data akademik dan preferensi siswa (Zaitun et al., 2019). Secara umum, metode MOORA diakui sebagai salah satu metode yang efisien dan mudah diimplementasikan dalam pengambilan keputusan multi-kriteria. Keunggulannya terletak pada kemampuannya untuk menghasilkan hasil yang jelas dan tepat tanpa memerlukan perhitungan yang rumit, sehingga cocok digunakan dalam berbagai konteks yang membutuhkan analisis optimasi.

Metode MOORA pasti melewati tahap-tahap tertentu karena hasil akhir dari setiap alternatif dievaluasi sebagai perbedaan antara kriteria biaya total (*cost*) dan manfaat (*benefit*). Proses analisis MOORA saat ini adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan Skor matriks keputusan agar atribut yang digunakan dapat diidentifikasi.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Keterangan :

X : Matriks yang berisi Skor alternatif terhadap kriteria

m : Jumlah alternatif

n : Jumlah kriteria

X_{ij} : Skor alternatif ke- i terhadap kriteria ke- j

- b. Hitung normalisasi matriksnya

Menurut Breures, akar kuadrat dari jumlah kuadrat dan setiap opsi untuk setiap atribut adalah pilihan terbaik untuk denominator atau penyebut.

Selanjutnya, dirumuskan sebagai berikut:

$$X^*_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (2.2)$$

Keterangan :

X_{ij} : Matriks keputusan pada alternatif ke- i terhadap kriteria ke- j .

i : Alternatif

j : Kriteria

m : Jumlah Alternatif

X^*_{ij} : Matriks normalisasi pada alternatif ke- i terhadap kriteria ke- j

- c. Menentukan Skor Optimalisasi

Dalam optimalisasi multi-objek, kinerja yang dinormalisasi ditambahkan saat maksimalisasi (untuk atribut yang menguntungkan) dan dikurangi saat minimalisasi (untuk atribut yang tidak menguntungkan):

$$y^*_i = \sum_{j=1}^g x^*_{ij} - \sum_{j=g+1}^n x^*_{ij} \quad (2.3)$$

Keterangan :

X^*_{ij} : Matriks normalisasi pada alternatif ke- i terhadap kriteria ke- j

j : Kriteria

g : Jumlah Kriteria dengan kriteria *benefit*

$g + 1$: Kriteria dengan kriteria *cost*

n : Jumlah kriteria

y^*_i : Skor optimasi pada alternatif i

Namun beberapa kasus satu kriteria dianggap lebih penting daripada yang lainnya, maka masing-masing kriteria akan dikalikan dengan bobot yang sesuai, dengan W_j merupakan bobot dari kriteria ke- j .

$$y_i = \sum_{j=1}^g w_j x^*_{ij} - \sum_{i=g+1}^n w_j x^*_{ij} \quad (2.4)$$

Keterangan :

X^*_{ij} : Matriks normalisasi pada alternatif ke- i terhadap kriteria ke- j

j : Kriteria

g : Jumlah Kriteria dengan kriteria *benefit*

$g + 1$: Kriteria dengan kriteria *cost*

n : Jumlah kriteria

y^*_i : Skor optimasi pada alternatif i

- d. Langkah terakhir, menentukan perangkian, dilakukan dengan mengurutkan Skor optimasi masing-masing alternatif dari yang tertinggi ke yang terendah. Alternatif dengan Skor optimasi tertinggi dianggap sebagai yang terbaik.

2.6 System Usability Scale

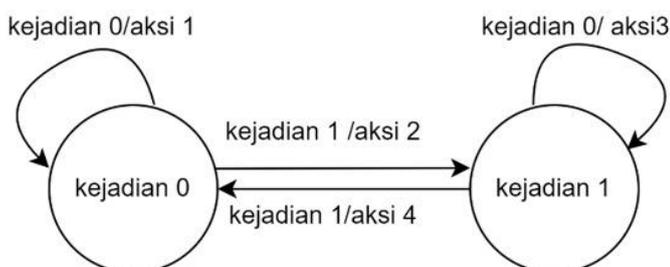
System Usability Scale (SUS) adalah metode evaluasi sederhana dan cepat yang digunakan untuk menilai tingkat kegunaan (*usability*) dari sebuah sistem, aplikasi, atau perangkat lunak (Vlachogianni & Tselios, 2022). Metode ini dikembangkan oleh John Brooke pada tahun 1986 dan telah menjadi salah satu alat

standar untuk mengukur pengalaman pengguna (*user experience*). SUS menggunakan pendekatan kuesioner yang terdiri dari 10 pernyataan yang dirancang untuk mengumpulkan tanggapan pengguna mengenai kemudahan penggunaan sistem yang diuji. Setiap pernyataan diSkor menggunakan skala Likert 5 poin, yang berkisar dari "Sangat Tidak Setuju" hingga "Sangat Setuju." Pertanyaan-pertanyaan tersebut dirancang untuk mengevaluasi berbagai aspek seperti kemudahan belajar (*learnability*), efisiensi penggunaan, kemudahan diingat kembali, frekuensi terjadinya kesalahan, serta tingkat kepuasan pengguna. Hasil dari penilaian ini memberikan pandangan umum mengenai seberapa mudah atau sulit sebuah sistem untuk digunakan, berdasarkan persepsi subjektif pengguna (Setiyawati & Bangkalang, 2022).

Metode SUS ini sangat bermanfaat karena dapat diterapkan pada berbagai jenis produk dan sistem, mulai dari perangkat lunak hingga situs web, aplikasi *mobile*, dan perangkat keras. SUS memungkinkan evaluasi secara keseluruhan tentang kualitas *usability*, tanpa perlu melakukan pengujian pengguna yang rumit. Meskipun sederhana, SUS memberikan hasil yang valid dan reliabel serta telah terbukti efektif dalam berbagai penelitian dan industri (Pal & Vanijja, 2020). Skor SUS dihitung dengan menjumlahkan skor tiap pernyataan yang telah dinormalisasi dan dikonversi ke skala 0 hingga 100. Skor rata-rata SUS yang lebih tinggi dari 68 biasanya dianggap menunjukkan tingkat *Usability* yang baik, sedangkan skor yang lebih rendah menunjukkan bahwa sistem tersebut masih memerlukan perbaikan (Putnam et al., 2020).

2.7 *Finite State Machine (FSM)*

Finite State Machine (FSM) merupakan salah satu metode dalam ilmu komputer yang digunakan untuk memodelkan perilaku sistem yang dapat berada dalam sejumlah keadaan (*state*) tertentu dan berpindah antar *state* berdasarkan input atau kondisi tertentu. FSM sangat umum digunakan dalam pengembangan *Game* karena memungkinkan perancang *Game* untuk mengatur logika perilaku karakter atau objek secara terstruktur dan efisien. Dalam implementasinya, FSM terdiri dari tiga komponen utama: *state* (keadaan), *event* (kejadian atau pemicu), dan *transition* (transisi atau perpindahan antar *state*). Setiap *state* merepresentasikan kondisi spesifik seperti "berjalan", "menyerang", atau "diam", dan sistem akan berpindah antar *state* ketika event tertentu terjadi (Astuti et al., 2022).



Gambar 2.1 Diagram *State*

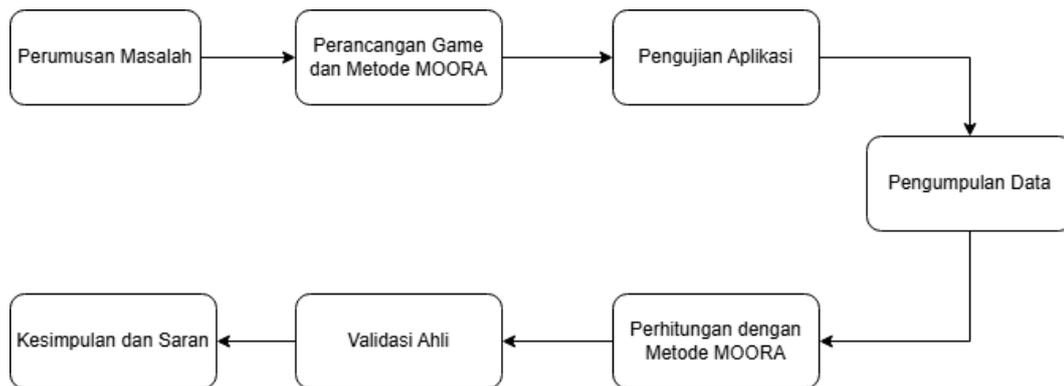
Dalam pengembangan *Game*, FSM memegang peranan penting dalam mengatur alur logika permainan serta interaksi antar elemen *Game*. Misalnya, dalam *Game* edukasi, karakter utama dapat memiliki *state* seperti "menjawab soal", "berpikir", atau "memberi respon", yang masing-masing dikontrol oleh kondisi atau masukan dari *player*. Dengan FSM, perilaku tersebut dapat dirancang secara modular, memudahkan proses *debugging* dan pengembangan lebih lanjut. Selain

itu, penggunaan FSM juga dapat meningkatkan performa *Game* karena hanya satu *state* yang aktif pada satu waktu, sehingga sistem lebih ringan dan efisien dalam memproses logika permainan (Antonius Fernando et al., 2023).

BAB III

DESAIN & RANCANGAN *GAME*

3.1 Desain Perancangan *Game*



Gambar 3.1 Desain Perancangan *Game*

Desain penelitian ini mengungkap pendekatan pengembangan media pembelajaran berbasis *Game* edukasi yang dinamakan *Biomorph*, dengan materi utama sistem pernapasan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pemahaman siswa tentang materi sistem pernapasan melalui pendekatan berbasis data. Dalam implementasinya, *Game* ini dilengkapi sistem pendukung keputusan menggunakan metode MOORA, yang berperan dalam menganalisis hasil jawaban siswa dan merekomendasikan materi sistem pernapasan yang perlu dipelajari kembali.

Penelitian diawali dengan analisis kebutuhan untuk mengetahui tantangan yang dihadapi siswa dalam memahami sistem pernapasan, serta mengevaluasi keterbatasan media belajar yang tersedia. Berdasarkan temuan tersebut, dilakukan tahap perancangan *Game* yang mencakup desain visual, alur permainan,

penyusunan soal, dan skema evaluasi berbasis tiga kriteria: skor, waktu, dan tingkat kesulitan. Kriteria ini selanjutnya dikonversi menjadi data kuantitatif untuk keperluan penghitungan MOORA.

Setelah proses pengembangan selesai, dilakukan uji coba *Game* kepada pengguna (siswa), di mana mereka bermain dan menyelesaikan kuis di dalam *Game*. Jawaban yang dikumpulkan akan diproses oleh sistem untuk menghasilkan rekomendasi subbab yang belum dikuasai, yang kemudian ditampilkan dalam bentuk materi pembelajaran. Data hasil interaksi ini dianalisis untuk menilai sejauh mana *Game* mampu mengarahkan siswa pada materi yang sesuai dengan kebutuhan belajarnya.

Pada tahap akhir, dilakukan evaluasi terhadap fungsionalitas *Game* dan keakuratan sistem rekomendasi dengan melibatkan validator ahli. Hasil dari keseluruhan proses ini menjadi dasar dalam penarikan kesimpulan, serta digunakan untuk menyusun saran pengembangan agar *Biomorph* dapat dioptimalkan sebagai media pembelajaran adaptif yang mendukung pemahaman konsep sistem pernapasan secara menyenangkan dan terarah.

3.2 Rancangan *Game* dan Deskripsi *Game*

a. Rancangan *Game*

Rancangan *Game Biomorph* dibuat dengan mempertimbangkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran yang menyenangkan. Desain *Game* terdiri dari beberapa komponen utama sebagai berikut:

1. Tampilan *Game 3D* dan *2D*:

- *Player* akan mulai dalam tampilan *3D* untuk mengeksplorasi lingkungan sekolah dan berinteraksi dengan NPC guru.
- Setelah memulai kuis, permainan berganti ke mode *2D* di mana *player* mencari objek berbentuk organ tubuh dalam labirin.

2. Interaksi NPC:

- Setiap ruang kelas dijaga oleh NPC guru. *Player* dapat berinteraksi menggunakan tombol interaksi untuk memulai kuis dan mendapatkan instruksi pembelajaran.

3. Mekanisme Kuis dan Sistem Rekomendasi:

- *Player* menjawab soal-soal *pretest* berdasarkan subbab sistem pernapasan.
- Skor, waktu, dan tingkat kesulitan digunakan sebagai parameter dalam metode MOORA untuk menghitung subbab yang perlu dipelajari kembali.

4. Materi Edukasi Visual:

- Setelah evaluasi, sistem akan menampilkan materi agar siswa dapat memahami kembali subbab yang belum dikuasai.

5. Elemen *Game*:

- *Player* harus menghindari musuh dalam *Game 2D*, mengumpulkan item, dan menyelesaikan semua pertanyaan sebelum memperoleh hasil dan rekomendasi belajar.

- *Player* memiliki 3 nyawa, dan jika habis, permainan akan dimulai ulang dari awal *Game 2D*.

Dengan desain ini, *Biomorph* mengajak siswa untuk belajar secara aktif, berlatih berpikir kritis, dan merefleksikan hasil belajarnya secara langsung melalui sistem rekomendasi berbasis data. *Game* ini juga diharapkan mampu meningkatkan motivasi belajar siswa melalui pendekatan gamifikasi yang menyenangkan dan efektif

b. Deskripsi *Game*

Game Biomorph adalah *Game* edukasi berbasis *mobile* yang dirancang untuk membantu siswa dalam memahami materi sistem pernapasan pada jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP). *Game* ini mengusung genre edukasi, yang menggabungkan elemen naratif dan interaksi tiga dan dua dimensi untuk memperkuat pengalaman belajar. Secara umum, *Biomorph* menampilkan latar sekolah sebagai dunia permainan, di mana *player* berperan sebagai seorang siswa yang menjelajahi ruang kelas untuk mempelajari sistem tubuh manusia. Dalam *Game* ini, *player* akan berinteraksi dengan NPC (guru) untuk mengakses tantangan pembelajaran berupa kuis dan pencarian objek berbentuk organ. Setiap kuis terdiri dari tiga subbab dan setiap subbab ada 5 soal. Tiga subbab tersebut ialah: fungsi sistem pernapasan, struktur organ pernapasan, dan gangguan pada sistem pernapasan

Setelah menjawab semua pertanyaan, *Game* akan menggunakan metode MOORA (*Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio*

Analysis) untuk menentukan subbab mana yang paling perlu dipelajari kembali oleh *player* berdasarkan Skor, waktu pengerjaan, dan tingkat kesulitan soal. Materi yang direkomendasikan kemudian disajikan melalui materi edukatif yang sesuai dengan hasil evaluasi.

Tujuan utama dari *Game* ini adalah:

- Membantu siswa mengenali kelemahan pemahaman mereka terhadap materi sistem pernapasan.
- Memberikan rekomendasi belajar yang bersifat personal berdasarkan hasil kuis.
- Menyediakan media belajar yang menyenangkan, interaktif, dan adaptif.

Game ini tidak hanya berfungsi sebagai alat hiburan, tetapi juga sebagai media pembelajaran digital yang mendukung pembelajaran kontekstual, sekaligus menciptakan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan bermakna.

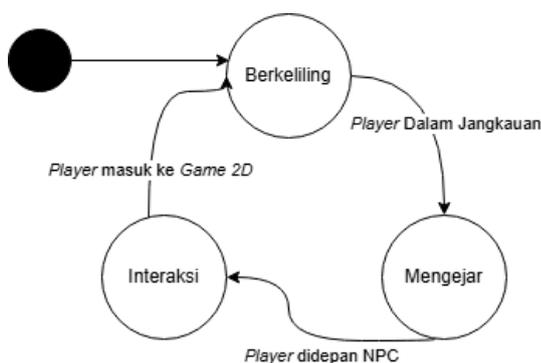
3.3 Skenario *Game*

Skenario dalam *Game Biomorph* divisualisasikan pada gambar 3.5, dimulai ketika *player* memasuki tampilan awal berupa menu utama, yang terdiri dari tiga pilihan utama: *Setting*, *Tutorial*, dan *Start*. Tombol *Setting* memungkinkan *player* menyesuaikan suara atau tampilan, sedangkan *Tutorial* memberikan panduan singkat tentang cara bermain. *Player* dapat memulai permainan dengan menekan tombol *Start*, atau keluar dari permainan dengan menekan tombol *Quit*.

Setelah memilih *Start*, *player* akan diarahkan ke lingkungan *3D* yang merepresentasikan lorong sekolah. Di sini, *player* dapat menggerakkan karakter

untuk menjelajah ruang kelas. Ketika *player* mendekati salah satu ruang kelas dan terdeteksi berada dalam jarak interaksi, maka akan terjadi interaksi dengan NPC guru, yang memiliki sistem perilaku berbasis *Finite State Machine* (FSM).

Untuk mengatur alur permainan secara sistematis dan merespons berbagai aksi *player*, *Game Biomorph* menerapkan *Finite State Machine* (FSM) sebagai dasar pengendali logika antar *state*. FSM digunakan untuk mendefinisikan keadaan (*state*) yang dilalui oleh sistem. Sistem akan berpindah dari satu *state* ke *state* lainnya berdasarkan input dari *player* atau kondisi tertentu yang telah ditentukan. Gambar 3.2, 3.3 dan 3.4 berikut menjelaskan secara visual bagaimana FSM para NPC digunakan untuk mengatur alur *Game* secara modular dan efisien.



Gambar 3.2 *Finite State Machine* NPC Guru

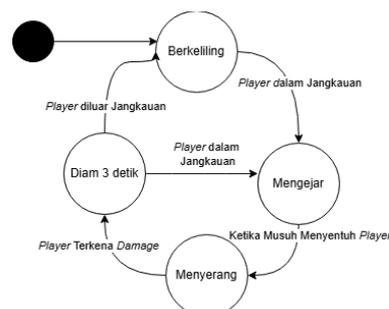
NPC guru dalam *Game* ini dirancang dengan pendekatan FSM, di mana setiap NPC berada dalam kondisi tertentu dan akan berpindah ke kondisi berikutnya berdasarkan aksi atau keberadaan *player*. Secara umum, terdapat beberapa *state* dalam FSM NPC, yaitu:

1. Berkeliling: NPC dalam keadaan berkeliling di dalam kelas.
2. Mengejar: Ketika *player* berada dalam radius tertentu, NPC mengejar *player*.

3. Interaksi: Jika NPC didepan *player* maka *player* bisa menekan tombol interaksi dan masuk ke *Game 2D*.

Dengan pendekatan FSM ini, *Game* mampu menyimulasikan interaksi dinamis antara *player* dan karakter dalam *Game*, menciptakan alur yang realistis dan terstruktur.

Setelah interaksi dengan NPC terjadi, sistem akan memunculkan mini *Game* maze *2D*, di mana *player* harus mencari tiga objek berbentuk objek. *Player* juga harus menghindari musuh berbentuk virus (NPC) dan *player* hanya memiliki tiga nyawa. Jika nyawa *player* habis, permainan maze diulang.



Gambar 3.3 *Finite State Machine* NPC Musuh

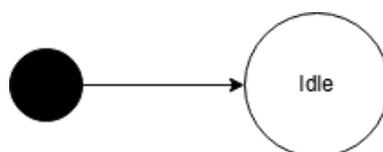
Sama seperti NPC guru, NPC musuh dalam *Game* ini juga dirancang dengan pendekatan FSM, di mana setiap NPC berada dalam kondisi tertentu dan akan berpindah ke kondisi berikutnya berdasarkan aksi atau keberadaan *player*. Secara umum, terdapat beberapa *state* dalam FSM NPC, yaitu:

1. Berkeliling: NPC dalam keadaan berkeliling di dalam *maze*.
2. Mengejar: Ketika *player* berada dalam radius tertentu, NPC mengejar *player*.
3. Menyerang: Jika NPC berhasil menyentuh *player* maka *player* akan terkena *damage* dan nyawanya hilang setiap tersentuh NPC.

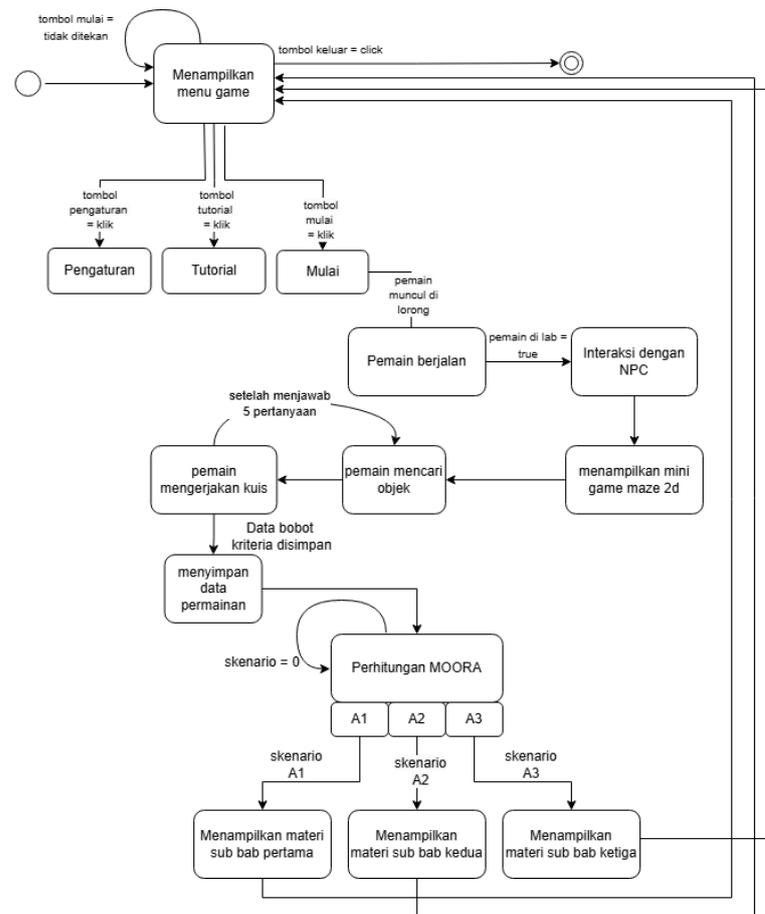
4. Diam : Setelah memberikan *damage* maka musuh akan diam 3 detik. Jika *player* dalam jangkauan maka musuh akan mengejar lagi dan jika *player* diluar jangkauan maka musuh akan berkeliling.

Setelah semua objek ditemukan, *player* akan diarahkan ke sesi kuis, di mana lima soal diberikan berdasarkan tiga subbab sistem pernapasan. Jawaban *player* akan dievaluasi berdasarkan nilai, waktu pengerjaan, dan tingkat kesulitan. Data ini kemudian diproses menggunakan metode MOORA untuk menentukan materi yang paling perlu dipelajari ulang. Dari hasil perhitungan, sistem akan memunculkan satu dari tiga skenario pembelajaran: A1, A2, atau A3, sesuai subbab yang paling lemah dikuasai. Materi pembelajaran kemudian disajikan dalam bentuk materi animasi yang sesuai dengan hasil analisis.

Dalam *Game* ini juga ditambahkan NPC yang berada di dalam kelas dan ditampilkan dalam keadaan idle. NPC tersebut berperan sebagai siswa-siswa lain yang sedang duduk di bangku mereka tanpa melakukan interaksi langsung dengan pemain. Keberadaan NPC ini bertujuan untuk memperkuat suasana pembelajaran dan menciptakan lingkungan kelas yang terasa lebih hidup dan realistis. Meskipun tidak berperan aktif dalam alur permainan, NPC yang idle ini menjadi bagian dari desain lingkungan yang imersif, sehingga pemain merasa berada di ruang kelas sungguhan saat menjalani proses belajar di dalam *Game*. FSM NPC teman sekelas bisa dilihat di gambar 3.4.



Gambar 3.4 *Finite State Machine* NPC Teman Sekelas

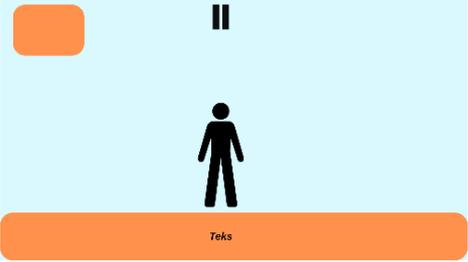
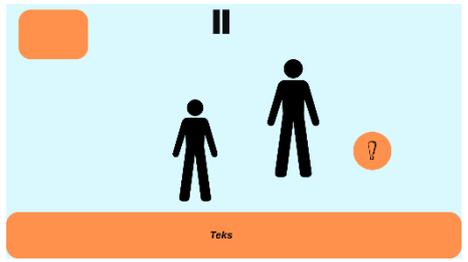
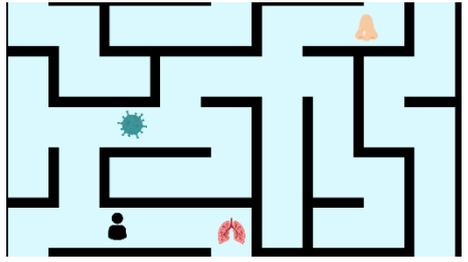
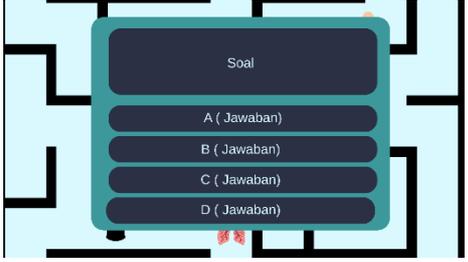
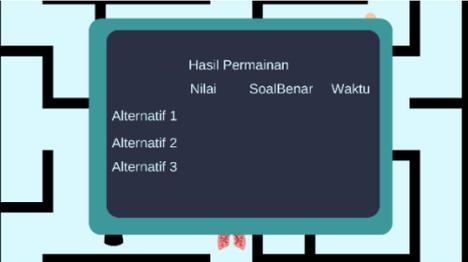


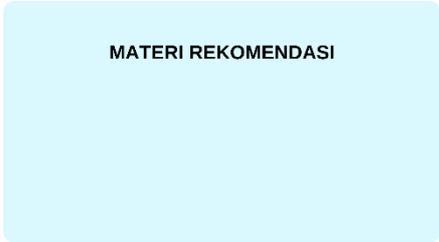
Gambar 3.5 Skenario Game

Setelah skenario permainan dijelaskan, alur ini kemudian divisualisasikan bentuk *storyboard* dalam tabel 3.1 untuk memberikan gambaran urutan tampilan *Game* berdasarkan peristiwa yang dialami pemain. *Storyboard* yang saya gunakan dalam perancangan ini dibuat dalam bentuk sketsa.

Tabel 3.1 *Storyboard*

No	Gambar	Keterangan
1		Menu utama ada 5 yaitu: <i>start</i> , <i>Setting</i> , <i>Tutorial</i> , <i>Quit</i> dan <i>Info</i> . <i>Player</i> harus klik <i>button start</i> untuk memulai permainan

No	Gambar	Keterangan
2		<p>Setelah <i>button start</i> di klik maka kita akan mulai bermain menggunakan karakter seorang murid yang akan muncul di latar tempat yaitu area sekolah</p>
3		<p>Kita akan menggerakkan karakter kita untuk masuk kedalam kelas dan bertemu seorang guru (NPC) dan akan muncul <i>button interact</i></p>
4		<p>Setelah berinteraksi <i>player</i> akan bermain <i>Game 2D</i> yang dimana <i>player</i> harus mencari objek berbentuk organ</p>
5		<p>Setelah menemukan objek maka <i>player</i> dapat mengerjakan pertanyaan</p>
6		<p>Setelah mengerjakan semua pertanyaan dari semua subbab maka akan ditampilkan hasil dan disimpulkan materi mana yang kurang dimengerti.</p>
7		<p><i>Player</i> akan mempelajari ulang materi yang direkomendasikan</p>

No	Gambar	Keterangan
		oleh sistem dan kurang dimengerti

Dengan pendekatan ini, *storyboard* tidak hanya menjadi panduan visual bagi tim pengembang, tetapi juga memperkuat integrasi antara alur *Game*, desain sistem, dan strategi pembelajaran berbasis interaktif. Setiap tahapan dalam *Game* terhubung secara logis dan edukatif, menjadikan *Biomorph* sebagai media belajar yang menyenangkan sekaligus efektif.

3.4 Implementasi Metode MOORA dalam *Game*

Metode *Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis* (MOORA) adalah pendekatan optimasi multi-kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi alternatif berdasarkan berbagai kriteria secara simultan (Brauers & Zavadskas, 2006). Metode ini dipilih karena kemampuannya dalam menangani masalah pengambilan keputusan yang kompleks dengan cara sederhana dan efektif, terutama dalam konteks pendidikan seperti penentuan urutan materi pembelajaran. Dalam *Game* edukasi "*Biomorph*", metode MOORA diterapkan untuk memberikan rekomendasi subbab materi sistem pernapasan yang perlu dipelajari ulang berdasarkan hasil *pretest Player*. Rekomendasi subbab materi diperoleh dari hasil perhitungan metode MOORA, yang menganalisis data *pretest Player* dan membandingkan performa mereka pada setiap subbab.

3.4.1 Skala Penilaian

Skala penilaian dalam penelitian ini menggunakan kriteria, alternatif, dan bobot. Untuk data kriteria didasarkan pada tiga kriteria utama yaitu: skor, waktu, dan tingkat kesulitan. Kriteria skor mencerminkan jumlah jawaban benar yang diperoleh *Player*, di mana setiap jawaban benar memberikan poin tertentu berdasarkan tingkatan pemahaman. Kriteria waktu mengukur efisiensi *Player* dalam menyelesaikan soal, dengan bobot yang lebih tinggi diberikan pada waktu penyelesaian yang lebih cepat. Kriteria tingkat kesulitan ditentukan berdasarkan level kognitif soal dengan bobot yang bervariasi sesuai kompleksitas soal. Ketiga kriteria ini dikonversi ke dalam skala angka 1–5 untuk mempermudah proses perhitungan dalam metode MOORA, dan masing-masing diberi bobot menggunakan metode *Rank Order Centroid* (ROC) untuk memastikan analisis yang objektif dan proporsional antar kriteria. Untuk alternatif sendiri dibagi menjadi 3 alternatif yang dimana setiap alternatif mempresentasikan subbab pada materi sistem pernapasan.

Sub kriteria dalam penelitian ini menggunakan petunjuk dari validasi ahli materi yaitu Bapak Moh Junaidi, S.P selaku guru di sekolah SMP Negeri 1 Pademawu, Ibu Fauzatul Jannah S.Pd selaku guru di sekolah MTsN 1 Pamekasan, dan Ibu Nur Shofiyah S.Pd.,Gr selaku guru dari MTsN 2 Tuban serta penggunaan ROC sebagai metode pembobotan dalam sistem pengambilan keputusan multikriteria didukung oleh penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa ROC merupakan metode sederhana namun efektif dalam menghasilkan bobot yang

konsisten terhadap urutan preferensi (Hikmah, 2023). Dengan demikian, pendekatan ini memungkinkan sistem memberikan rekomendasi pembelajaran yang lebih adil dan berdasarkan performa aktual *Player*.

Tabel 3.2 Konversi Kriteria Waktu

Kriteria Waktu (detik)	Konversi
277 – 345 s	5
208 – 276 s	4
139 – 207 s	3
70 – 138 s	2
1 – 69 s	1

Tabel 3.2 diatas tentang bobot kriteria waktu dalam konteks penilaian pada *Game*. Kriteria ini digunakan untuk mengukur seberapa cepat peserta menyelesaikan soal-soal dalam *Game*. Nilai waktu diberikan berdasarkan interval waktu yang digunakan peserta untuk menyelesaikan pertanyaan untuk penilaian waktu mengerjakan soal-soal yaitu semakin cepat maka akan semakin baik.

Tabel 3.3 Konversi Kriteria Skor

Kriteria Skor	Konversi
1 - 10	5
11 - 20	4
21 - 30	3
31 - 40	2
41 - 50	1

Tabel 3.3 diatas dibagi menjadi lima tingkatan berdasarkan hasil yang diperoleh dari menjawab soal-soal. Kriteria skor ini digunakan untuk mengukur seberapa baik atau buruk pemahaman peserta dalam menjawab soal *pre-test* dan memahami materi tersebut.

Tabel 3.4 Konversi Kriteria Tingkat Kesulitan

Kriteria Tingkat Kesulitan	Konversi
1 – 3 (C5)	5
4 – 6 (C4)	4
7 – 9 (C3)	3
10 – 12 (C2)	2
13 – 15 (C1)	1

Tabel 3.4 diatas menjelaskan kalau pada *Game "Biomorph"* ini mempunyai lima tingkatan uji kognitif yaitu C1, C2, C3, C4, dan C5. Setiap tingkatan diberikan tingkat kesulitan yang berbeda dan setiap nilai uji kognitif memiliki bobot tersendiri. Nilai akhir kesulitan didapatkan dari jumlah jawaban benar dan salah yang kemudian dikalikan dengan bobot kesulitan yang telah ditentukan.

Tabel 3.5 Bobot Kriteria

Kode	Nama Kriteria	ROC	Bobot	Kategori
C1	Skor	$\frac{1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}}{3}$	0.61	<i>Cost</i>
C2	Tingkat Kesulitan	$\frac{0 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}}{3}$	0.27	<i>Cost</i>
C3	Waktu	$\frac{1}{3}$	0.1	<i>Benefit</i>

Pada Tabel 3.5 adalah tabel *Rank Order Centroid* (ROC). ROC dipilih karena metode ini sederhana, objektif, dan efektif dalam mengkonversi peringkat kepentingan kriteria menjadi bobot numerik, sehingga mengurangi bias subjektif dan memastikan distribusi bobot yang seimbang berdasarkan prioritas kriteria. Peneliti melakukan observasi kepada guru untuk menentukan prioritas kriteria dan dari hasil observasi maka disimpulkan bahwa skor memiliki prioritas paling tinggi kemudian disusul oleh tingkat kesulitan dan yang terakhir adalah waktu.

Dalam penelitian ini, terdapat tiga kriteria utama yang digunakan, yaitu skor, tingkat kesulitan, dan waktu. Kriteria skor diperoleh dari hasil pengerjaan soal *pre-test* oleh pemain. Skor ini dihitung berdasarkan total poin yang diperoleh dalam satu subbab materi. Kriteria ini termasuk dalam kategori *cost*, karena semakin tinggi

skornya, maka menunjukkan pemahaman yang semakin baik, sehingga materi tersebut cenderung tidak diprioritaskan untuk dipelajari ulang. Selain itu, kriteria tingkat kesulitan juga dikategorikan sebagai *cost*, karena menggambarkan tingkat keberhasilan pemain dalam menyelesaikan soal dengan tingkat kesulitan tertentu. Jika pemain dapat menyelesaikan soal dengan tingkat kesulitan tinggi, maka materi tersebut dianggap telah dikuasai dengan baik dan tidak perlu menjadi fokus pembelajaran lanjutan. Sementara itu, kriteria waktu merujuk pada durasi pengerjaan *pre-test* untuk masing-masing subbab materi. Kriteria ini bersifat *benefit*, karena semakin lama waktu yang dibutuhkan pemain untuk menyelesaikan soal, maka semakin besar kemungkinan pemain belum memahami materi tersebut secara menyeluruh. Oleh karena itu, waktu pengerjaan yang lebih lama mendukung terpilihnya materi tersebut sebagai prioritas dalam pembelajaran selanjutnya.

Tabel 3.6 Data Alternatif

No	Alternatif	Keterangan
1	A1	Fungsi Dari Sistem Pernapasan
2	A2	Struktur dan Organ Pernapasan
3	A3	Gangguan Sistem Pernapasan

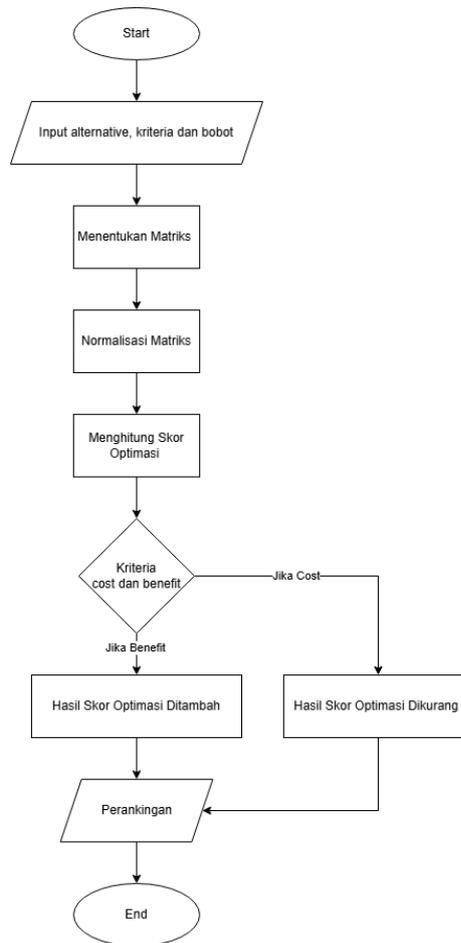
Selain menggunakan data kriteria di penelitian ini juga menggunakan data alternatif. Alternatif yang digunakan berupa subbab materi pada materi sistem pernapasan pada tabel 3.6 diatas. Disini ada 3 alternatif yaitu alternatif A1 dengan sub materi fungsi dari sistem pernapasan, alternatif A2 yaitu struktur dan organ pernapasan dan alternatif A3 yaitu gangguan sistem pernapasan.

3.4.2 Perhitungan Metode Moora

Proses perhitungan dengan metode MOORA (*Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis*) dimulai dengan mengumpulkan data input berupa

alternatif, kriteria, dan bobot yang akan dievaluasi. Data ini kemudian disusun ke dalam matriks keputusan, di mana setiap baris mewakili alternatif dan setiap kolom mewakili kriteria beserta nilainya. Setelah matriks terbentuk, langkah selanjutnya adalah normalisasi matriks untuk menyamakan skala nilai antar kriteria yang berbeda, sehingga perbandingan menjadi lebih objektif.

Setelah normalisasi, dilakukan perhitungan skor optimasi dengan mempertimbangkan jenis kriteria, yaitu kriteria *benefit* (keuntungan) dan *cost* (biaya). Untuk kriteria *benefit*, nilai skor optimasi akan ditambahkan karena semakin tinggi nilai semakin baik, sedangkan untuk kriteria *cost*, nilai skor optimasi dikurangkan karena semakin rendah nilai semakin menguntungkan. Hasil dari penjumlahan dan pengurangan ini kemudian digunakan untuk menentukan nilai preferensi setiap alternatif. Alternatif dengan nilai preferensi tertinggi menandakan bahwa alternatif tersebut merupakan solusi terbaik berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Proses ini diakhiri dengan pemeringkatan alternatif berdasarkan nilai preferensi yang dihasilkan. Dengan demikian, metode MOORA memberikan solusi optimasi yang efektif dengan mempertimbangkan berbagai kriteria secara terstruktur dan sistematis. Gambar 3.7 merupakan *Flowchart* yang menggambarkan alur proses pengambilan keputusan dalam sistem rekomendasi subbab materi menggunakan metode MOORA (*Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis*) di dalam *Game Biomorph*.



Gambar 3.6 Flowchart Metode MOORA

a. Input Permainan oleh *Player*

Implementasi MOORA dalam *Game* dimulai dengan input permainan *Player*. *Player* berinteraksi dengan NPC guru dalam *Game* "*Biomorph*" dan memasuki sesi kuis 2D, di mana mereka menjawab soal-soal dari tiga subbab materi sistem pernapasan:

- A1: Fungsi dari Sistem Pernapasan
- A2: Struktur dan Organ Pernapasan
- A3: Gangguan Sistem Pernapasan

Setiap jawaban *Player* akan menghasilkan input nilai matriks yang terdiri dari tiga kriteria:

- Skor (C1): Jumlah jawaban benar.
- Tingkat Kesulitan (C2): Durasi penyelesaian soal (dalam detik).
- Waktu (C3): Level kognitif soal berdasarkan Taksonomi Bloom (C1–C5).

Tabel 3.7 Matriks Keputusan Sebelum di Konversi

Alternatif	Skor (C1)	Tingkat Kesulitan (C2)	Waktu(C3)
A1	22	10	320 detik
A2	36	12	200 detik
A3	44	13	280 detik

b. Menentukan Matriks

Pada tabel 3.7 Setelah memperoleh data mentah dari hasil *pretest* yang dilakukan *player* maka akan dikonversi ke dalam skala bobot yang telah ditentukan untuk memudahkan perhitungan pada tabel 3.8.

Tabel 3.8 Matriks Keputusan Setelah di Konversi

	Skor (C1)	Tingkat Kesulitan (C2)	Waktu(C3)
A1	3	2	5
A2	2	2	4
A3	1	1	5
	<i>Cost</i>	<i>Cost</i>	<i>Benefit</i>

$$X = \begin{bmatrix} 3 & 2 & 5 \\ 2 & 2 & 4 \\ 1 & 1 & 5 \end{bmatrix}$$

c. Hitung Normalisasi Matriksnya

- Kriteria C1

$$X^*_{1,1} = \frac{3}{\sqrt{3^2+2^2+1^2}} = \frac{3}{\sqrt{14}} = 0.80$$

$$X^*_{2,1} = \frac{2}{\sqrt{3^2+2^2+1^2}} = \frac{2}{\sqrt{14}} = 0.53$$

$$X^*_{3,1} = \frac{1}{\sqrt{3^2+2^2+1^2}} = \frac{1}{\sqrt{14}} = 0.26$$

- Kriteria C2

$$X^*_{1,1} = \frac{2}{\sqrt{2^2+2^2+1^2}} = \frac{2}{\sqrt{9}} = 0.66$$

$$X^*_{2,1} = \frac{2}{\sqrt{2^2+2^2+1^2}} = \frac{2}{\sqrt{9}} = 0.66$$

$$X^*_{3,1} = \frac{1}{\sqrt{2^2+2^2+1^2}} = \frac{1}{\sqrt{9}} = 0.33$$

- Kriteria C3

$$X^*_{1,1} = \frac{5}{\sqrt{5^2+4^2+5^2}} = \frac{5}{\sqrt{66}} = 0.61$$

$$X^*_{2,1} = \frac{4}{\sqrt{5^2+4^2+5^2}} = \frac{4}{\sqrt{66}} = 0.49$$

$$X^*_{3,1} = \frac{5}{\sqrt{5^2+4^2+5^2}} = \frac{5}{\sqrt{66}} = 0.61$$

$$X = \begin{bmatrix} 0.80 & 0.66 & 0.61 \\ 0.53 & 0.66 & 0.49 \\ 0.26 & 0.33 & 0.61 \end{bmatrix}$$

d. Menghitung Skor optimasi

- Untuk Alternatif 1

$$y_i = (0.1 * 0.61) - ((0.61 * 0.80) + (0.27 * 0.66))$$

$$y_i = 0.061 - (0.489 + 0.18)$$

$$y_i = 0.061 - 0.669$$

$$y_i = -0.61$$

- Untuk Alternatif 2

$$y_i = (0.1 * 0.49) - ((0.61 * 0.53) + (0.27 * 0.66))$$

$$y_i = 0.049 - (0.326 + 0.18)$$

$$y_i = 0.049 - 0.506$$

$$y_i = -0.46$$

- Untuk Alternatif 3

$$y_i = (0.1 * 0.61) - ((0.61 * 0.26) + (0.27 * 0.33))$$

$$y_i = 0.061 - (0.163 + 0.09)$$

$$y_i = 0.061 - 0.2530$$

$$y_i = -0.19$$

- e. Perangkingan dan Rekomendasi

Alternatif dengan skor optimasi tertinggi direkomendasikan sebagai materi yang paling perlu dipelajari ulang oleh *Player*. Contoh hasil perangkingan bisa dilihat dari tabel 3.9:

Tabel 3.9 Hasil Skor Optimasi dan Ranking

Alternatif	Skor Optimasi	Ranking
A1	-0.61	1
A2	-0.46	2
A3	-0.19	3

Alternatif A1 (Fungsi Sistem Pernapasan) menempati posisi pertama dengan skor preferensi terendah, yaitu -0.61. Skor ini menunjukkan bahwa *Player* mengalami kesulitan paling besar dalam materi ini, dengan banyak jawaban salah, waktu pengerjaan yang lama, dan tingkat kesulitan soal yang tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa *Player* perlu mempelajari ulang konsep dasar seperti mekanisme pertukaran oksigen dan karbon dioksida, serta fungsi utama sistem pernapasan secara mendalam.

Alternatif A2 (Struktur dan Organ Pernapasan) berada di peringkat kedua dengan skor -0.46. Skor ini mencerminkan bahwa *Player* sudah memiliki pemahaman sebagian, tetapi masih kesulitan dalam beberapa aspek, seperti mengidentifikasi bagian-bagian saluran pernapasan atau memahami peran alveolus

dalam pertukaran gas. *Player* mungkin membutuhkan penjelasan tambahan melalui ilustrasi interaktif atau latihan soal yang lebih terfokus untuk memperkuat pemahamannya.

Alternatif A3 (Gangguan Sistem Pernapasan) menempati peringkat terakhir dengan skor -0.19, yang merupakan nilai tertinggi di antara ketiga alternatif. Skor ini mengindikasikan bahwa *Player* sudah cukup menguasai materi ini, dengan kemampuan menjawab soal secara cepat dan akurat. *Player* mungkin hanya melakukan sedikit kesalahan pada soal-soal tingkat tinggi (seperti analisis penyebab asma atau bronkitis), sehingga tidak memerlukan pembelajaran ulang yang intensif. Namun, *Game* tetap dapat menyediakan tantangan lanjutan untuk menguji pemahaman lebih dalam. Dengan demikian, sistem akan merekomendasikan subbab materi sistem pernapasan sebagai berikut: Fungsi Sistem Pernapasan (A1) sebagai prioritas utama.

3.5 Rancangan Pengujian Sistem

Pada penelitian ini, pengujian sistem akan dilakukan melalui dua tahap pengujian. Pengujian pertama dilakukan oleh ahli materi dan sebagai subjek uji coba. Tahap-tahap pengujian yang direncanakan meliputi beberapa aspek penting:

3.5.1 Rancangan Pengujian Validasi Ahli *Game*

Dalam uji coba pertama, tujuan adalah untuk menentukan tingkat kesesuaian materi ajar, efektivitas teknik pembelajaran yang digunakan, dan relevansi materi. Untuk mencapai tujuan ini, penilaian diberikan menggunakan skala Likert 5-poin, yang terdiri dari lima pilihan jawaban, yang masing-masing menunjukkan Skor dari

Sangat Setuju (Skor 5), Setuju (4), Netral (3), Tidak Setuju (2), Sangat Tidak Setuju (1). Pengujian ini melibatkan komunitas *Game* di kota Malang yaitu *Game Developer* Malang. Data yang diperoleh dari hitung menggunakan rumus berikut (Wildan & Rusdiyani, 2023).

$$\text{Formula Indeks \%} = \frac{\text{Skor total penilaian}}{\text{Skor likert tertinggi} \times \text{jumlah responden}} \times 100\% \quad (3.1)$$

Data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis dengan mengacu pada indikator kelayakan media atau *Game*. Hasil persentase dari penilaian akan dibandingkan dengan standar kriteria yang telah ditetapkan pada tabel 3.10 berikut :

Tabel 3.10 Kriteria Hasil Validasi (Wildan & Rusdiyani, 2023)

Presentase	Kategori
81% – 100%	Sangat layak
61% – 80 %	Layak
41% – 60%	Kurang layak
21% – 40%	Tidak layak

3.5.2 Rancangan Pengujian Validasi Ahli Materi

Pengujian tahap awal dilakukan untuk menilai kesesuaian isi materi sistem pernapasan yang disajikan dalam *Game* dengan standar kurikulum yang berlaku. Proses validasi mencakup beberapa aspek penting, seperti struktur pembagian subbab, pemberian bobot nilai pada soal, durasi pengerjaan, tingkat kompleksitas soal, serta bentuk soal yang digunakan. Penilaian ini dilakukan oleh ahli materi, dalam hal ini adalah guru mata pelajaran, untuk memastikan bahwa konten edukatif yang disajikan dalam *Game Biomorph* telah sesuai dan layak digunakan dalam proses pembelajaran.

3.5.3 Rancangan Pengujian Sistem SUS (*System Usability Scale*)

Pengujian *Usability* dilakukan untuk mengukur tingkat efektivitas suatu sistem dari perspektif pengguna. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah *System Usability Scale* (SUS), sebuah instrumen evaluasi yang telah terbukti andal, sederhana, dan efisien dalam menilai kemudahan penggunaan suatu sistem. Dikembangkan oleh John Brooke pada tahun 1986, SUS menjadi populer karena kemampuannya memberikan hasil yang akurat dengan metode yang praktis dan ekonomis (E. Kurniawan et al., 2022).

Metode *System Usability Scale* (SUS) digunakan dalam penelitian ini untuk mengukur tingkat kemudahan penggunaan atau *Usability* dari *Game* edukasi "*Biomorph*". Setelah memainkan *Game*, para *player* diminta untuk mengisi kuesioner yang terdiri dari 10 pernyataan yang dirancang untuk menilai pengalaman mereka dalam berinteraksi dengan *Game* tersebut. Setiap pernyataan tercantum di tabel 3.11 mencakup berbagai aspek *usability*, seperti kemudahan navigasi, tampilan antarmuka, dan kenyamanan dalam penggunaan fitur-fitur *Game*. Kuesioner ini menggunakan skala Likert 5 poin, di mana 1 berarti "Sangat Tidak Setuju" dan 5 berarti "Sangat Setuju". Melalui pengumpulan data dari kuesioner ini, akan diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengalaman dan kepuasan *player* terhadap sistem *Game* yang dikembangkan. Dalam penelitian ini, kuesioner SUS akan disebarakan melalui *Google Form* kepada siswa kelas VIII SMP/MTs sebagai responden. Setelah data terkumpul, skor SUS akan dianalisis untuk menilai sejauh mana *Game* edukasi "*Biomorph*" dinilai mudah dan efektif oleh pengguna. Semakin tinggi skor yang diperoleh, semakin

baik pula penilaian terhadap sistem tersebut. Hasil pengujian ini akan menjadi acuan dalam mengevaluasi keefektifan *Game "Biomorph "* sebagai media pembelajaran. Dengan demikian, SUS memberikan pendekatan kuantitatif yang objektif untuk mengukur kemudahan penggunaan sistem berdasarkan pengalaman langsung pengguna.

Tabel 3.11 Pertanyaan SUS

No	Pernyataan
1	Saya berpikir akan memainkan <i>Game</i> ini lagi
2	Saya merasa <i>Game</i> ini rumit untuk dimainkan
3	Saya merasa <i>Game</i> ini mudah untuk digunakan
4	Saya membutuhkan bantuan dari orang lain atau teknisi dalam memainkan <i>Game</i> ini
5	Saya merasa fitur-fitur <i>Game</i> ini berjalan semestinya
6	Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten (tidak serasi) pada <i>Game</i> ini
7	Saya merasa orang lain akan memahami cara menggunakan <i>Game</i> ini dengan cepat
8	Saya merasa <i>Game</i> ini membingungkan
9	Saya merasa tidak ada hambatan dalam memainkan <i>Game</i> ini
10	Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu sebelum memainkan <i>Game</i> ini

Untuk menghitung skor SUS, pertama-tama dilakukan penilaian pada setiap pernyataan dalam kuesioner. Skor untuk pernyataan bernomor ganjil dihitung dengan mengurangkan 1 dari Skor yang diberikan, sedangkan skor untuk pernyataan genap dihitung dengan mengurangkan Skor tersebut dari 5. Kemudian, semua skor ini dijumlahkan untuk mendapatkan Total Skor SUS. Total skor ini dikalikan dengan 2.5 untuk mengkonversinya ke skala 0 hingga 100, sehingga mendapatkan skor SUS setiap responden. Jika ada beberapa responden, rata-rata skor SUS dihitung dengan membagi total skor dari semua responden dengan jumlah responden, menggunakan rumus berikut (E. Kurniawan et al., 2022):

$$\text{Skor rata-rata SUS} : \sum_{k=1}^N \frac{\text{Skor SUS Responden}_k}{N} \quad (3.2)$$

Keterangan :

Skor Rata-Rata SUS : Merupakan skor rata-rata *Usability* (kemudahan penggunaan) yang diperoleh dari seluruh responden.

$\sum_{k=1}^N$: Skor SUS Responden k : Ini adalah jumlah total skor SUS dari seluruh responden, di mana setiap Skor SUS Responden k . k adalah Skor SUS yang diperoleh oleh responden ke- $k = 1$.

N : Jumlah total responden yang mengikuti pengujian SUS.

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem pemilihan materi belajar pada *Game* edukasi "*Biomorph*" berfungsi sesuai yang diharapkan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan rancangan implementasi metode MOORA untuk menentukan materi sistem pernapasan bagi *player* dalam *Game* edukasi *Biomorph*.

4.1 Pembahasan *Game*

Game Biomorph adalah sebuah *Game* edukasi interaktif yang dirancang untuk membantu *player* memahami konsep biologi, khususnya mengenai sistem tubuh manusia seperti sistem pernapasan. *Game* ini menggabungkan elemen pembelajaran dengan mekanik permainan yang menarik, sehingga *player* dapat belajar dengan cara yang menyenangkan dan tidak membosankan. Melalui berbagai tantangan dan kuis interaktif, *player* diajak untuk menguji pemahaman mereka tentang fungsi, struktur, serta gangguan pada masing-masing sistem tubuh. Dengan pendekatan berbasis *Game*, proses belajar terasa lebih dinamis, melibatkan, dan relevan bagi pelajar.

Selain itu, *Biomorph* menggunakan metode MOORA (*Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis*) untuk menentukan materi rekomendasi yang perlu dipelajari lebih lanjut. Metode ini memungkinkan *Game* untuk menganalisis hasil kuis *player* berdasarkan kriteria skor, kesulitan, dan waktu penyelesaian, sehingga *player* mendapatkan saran yang lebih spesifik mengenai subbab mana yang perlu diperkuat. Dengan demikian, *Game* ini tidak hanya menguji pengetahuan, tetapi juga membantu *player* untuk fokus pada bagian yang masih kurang dikuasai. Kombinasi antara pembelajaran berbasis *Game* dan metode

MOORA menjadikan *Biomorph* sebagai media edukasi yang efektif dan inovatif, sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di era digital. *Game Biomorph* dikembangkan khusus untuk dijalankan pada perangkat Android *mobile* dan tidak mendukung perangkat iOS (iPhone) maupun PC/laptop. Awalnya *Game* ini dirancang untuk platform PC, namun setelah mempertimbangkan target pengguna, yaitu siswa SMP kelas VIII, diputuskan untuk memindahkan platform ke *mobile*.

Hal ini disebabkan karena tidak semua siswa memiliki akses terhadap laptop atau komputer, dan tidak semua sekolah dilengkapi dengan fasilitas laboratorium komputer yang memadai. Sementara itu, penggunaan *smartphone* Android lebih umum dan terjangkau bagi siswa. *Game* ini dapat dijalankan di berbagai jenis perangkat Android, mulai dari kelas *low-end* hingga *high-end*, sehingga memastikan aksesibilitas yang lebih luas bagi pengguna dengan spesifikasi perangkat yang beragam. Rekomendasi materi setelah *Gameplay* awalnya direncanakan dalam bentuk video edukasi. Namun, penggunaan video edukasi berpotensi membuat *Game* menjadi lebih berat dan kurang optimal untuk dijalankan pada perangkat *low-end*. Oleh karena itu, materi subbab sistem pernapasan disajikan dalam bentuk *text slide* seperti *powerpoint*, agar *Game* tetap ringan dan dapat berjalan secara optimal pada perangkat dengan spesifikasi rendah maupun tinggi.

Game Biomorph membutuhkan perangkat dengan sistem operasi minimal Android 7, RAM setidaknya 2 GB, dan ruang penyimpanan internal sebesar 16 GB. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan di SMP Negeri 1 Pademawu maupun MTsN 1 Pamekasan dan MTsN 2 Tuban, ditemukan bahwa beberapa siswa masih

menggunakan smartphone berspesifikasi rendah, seperti Android 9 dengan RAM 2 GB dan penyimpanan internal 16 GB. Namun demikian, *Game Biomorph* tetap dapat dijalankan dengan lancar pada perangkat tersebut. Keragaman perangkat pengguna menjadi salah satu faktor yang diperhatikan dalam proses uji coba sistem. Observasi di lapangan menunjukkan bahwa perangkat yang digunakan mencakup berbagai merek populer seperti Realme, Samsung, Vivo, Oppo, Poco, Xiaomi, dan Infinix, dengan klasifikasi perangkat mulai dari kelas bawah (*low-end*), menengah (*mid-range*), hingga kelas atas (*high-end*).

Pada tahap ini membahas tampilan *Game* ini membahas penerapan antarmuka permainan berdasarkan desain yang telah diuraikan pada bab sebelumnya. Antarmuka permainan *Biomorph* mencakup beberapa halaman, yaitu: antarmuka menu utama, antarmuka menu *Setting*, antarmuka menu *Info*, antarmuka *Tutorial*, antarmuka *Game 3D*, antarmuka *Game 2D*, antarmuka soal *pre-test*, antarmuka hasil rekomendasi materi, dan antarmuka materi.

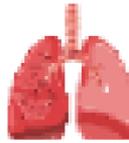


Gambar 4.1 *Player* Memasuki *Game 2D*

Pada Gambar 4.1 merupakan tampilan awal ketika *player* memasuki *Game 2D*, pada *Game 2D* *player* mempunyai 3 nyawa yang dilambangkan dengan objek berbentuk hati di atas kiri serta mempunyai quest yaitu mencari objek dan menyelesaikan setiap soal pada objek tersebut.



Gambar 4.2
Hidung



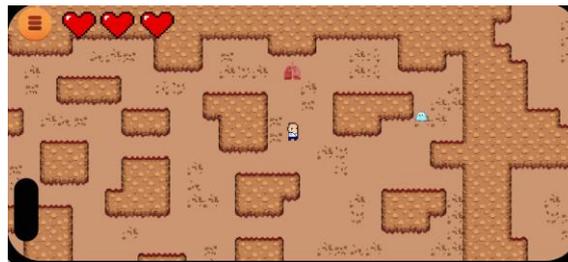
Gambar 4.3 Paru-
paru



Gambar 4.4 Faring

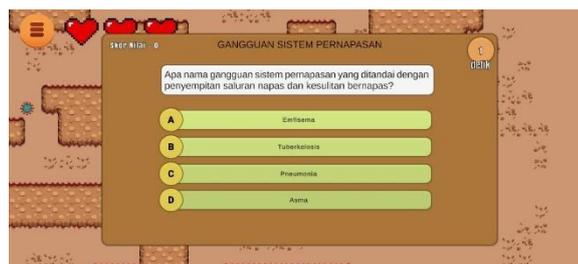


Gambar 4.5 Buku



Gambar 4.6 *Player* mencari Objek

Gambar 4.6 merupakan tampilan ketika *player* mencari objek berbentuk organ seperti hidung pada gambar 4.2, paru-paru pada gambar 4.3, dan faring pada gambar 4.4 serta *player* juga harus menghindari musuh yang berkeliling di dalam *maze*, ketika *player* menyentuh objek tersebut maka akan muncul pertanyaan.



Gambar 4.7 *Scene* Pertanyaan

Pada gambar 4.7 terdapat pertanyaan dan jawabannya yang memiliki opsi A, B, C, dan D. Setiap *player* diberikan waktu untuk menjawab setiap soal yang ditampilkan. Waktu akan berjalan maju pada saat *player* memasuki *scene*

pertanyaan. *Player* harus mencari semua objek organ yang mewakili subbab dan objek buku yang mewakili hasil *pretest*.



Gambar 4.8 *Player* mencari Buku

Gambar 4.8 diperlihatkan setelah semua objek berhasil ditemukan dan setiap pertanyaan pada objek telah terjawab oleh *player* maka *player* harus mencari buku seperti pada gambar 4.5 untuk mengetahui hasil *pre-test* dia.



Gambar 4.9 *Scene* Hasil *Pre-test*

Ketika *player* menyentuh objek buku maka *scene* pada gambar 4.9 akan menampilkan hasil *pre-test* yang telah dikerjakan oleh *player*, pada *scene* ini juga ada button yang berbentuk hidung dan rekomendasi materi dari metode moora. *Player* harus menekan button berbentuk hidung agar *scene* rekomendasi materi muncul.

4.2 Implementasi Sistem

Setelah seluruh pertanyaan dalam *Game "Biomorph "* berhasil dijawab, sistem mulai diimplementasikan untuk merekomendasikan subbab yang perlu

dipelajari kembali. Pada tahap ini, perhitungan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya mulai diterapkan guna menghasilkan peringkat bab berdasarkan tingkat pemahaman siswa. Sistem ini dirancang secara khusus untuk menganalisis hasil evaluasi pembelajaran dan menentukan materi ajar yang paling sesuai dengan kebutuhan serta kemampuan siswa.

Perhitungan metode MOORA diterapkan menggunakan bahasa pemrograman C# pada platform aplikasi Unity. Tahapan perhitungan akan dilakukan pada tahap awal dan kemudian diintegrasikan ke dalam program melalui beberapa langkah sistematis berikut. Implementasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa proses pemilihan alternatif dapat berjalan secara optimal dan efisien pada *Game* yang dikembangkan.

Pengujian ini dilaksanakan untuk menguji bagaimana sistem perhitungan data pertanyaan menggunakan metode MOORA yang ada dalam *Game* seperti pada bab 3. Ada 3 kriteria yang digunakan untuk menentukan rekomendasi materi sistem pernapasan, yaitu Skor, tingkat kesulitan, dan waktu.

a. Konversi Bobot Kriteria.

Pseudocode 4.1 Konversi Bobot Kriteria

```
// Konversi Skor
Digunakan untuk mengubah nilai skor menjadi angka
konversi dengan skala 1 sampai 5:

Jika skor antara 0 sampai 10, maka akan dikonversi
menjadi 5
Jika skor antara 11 sampai 20, maka akan dikonversi
menjadi 4
Jika skor antara 21 sampai 30, maka akan dikonversi
menjadi 3
Jika skor antara 31 sampai 40, maka akan dikonversi
menjadi 2
Jika skor antara 41 sampai 50, maka akan dikonversi
menjadi 1
```

```

Jika tidak termasuk dalam rentang di atas, maka tetap
akan dikonversi menjadi 1

// Konversi Tingkat Kesulitan
Digunakan untuk mengubah tingkat kesulitan menjadi
angka konversi:
Jika kesulitan antara 0 sampai 3, maka akan dikonversi
menjadi 5
Jika kesulitan antara 4 sampai 6, maka akan dikonversi
menjadi 4
Jika kesulitan antara 7 sampai 9, maka akan dikonversi
menjadi 3
Jika kesulitan antara 10 sampai 12, maka akan
dikonversi menjadi 2
Jika kesulitan antara 13 sampai 15, maka akan
dikonversi menjadi 1
Jika tidak termasuk dalam rentang di atas, maka tetap
akan dikonversi menjadi 1

// Konversi Waktu
Digunakan untuk mengubah lama waktu bermain menjadi
nilai konversi:
Jika waktu lebih dari atau sama dengan 277 detik, maka
akan dikonversi menjadi 5
Jika waktu antara 208 sampai 276 detik, maka akan
dikonversi menjadi 4
Jika waktu antara 139 sampai 207 detik, maka akan
dikonversi menjadi 3
Jika waktu antara 70 sampai 138 detik, maka akan
dikonversi menjadi 2
Jika waktu antara 1 sampai 69 detik, maka akan
dikonversi menjadi 1
Jika tidak termasuk dalam rentang di atas, maka tetap
akan dikonversi menjadi 1

```

Kode *Pseudocode* 4.1 tersebut adalah langkah awal dalam proses perhitungan menggunakan metode MOORA sebelum mengisi matriks keputusan. Data mentah yang diperoleh dari *player* akan dikonversi terlebih dahulu agar lebih mudah diproses. Data mentah ini berasal dari hasil kuis yang diselesaikan *player* dalam *Game* edukasi *Biomorph*, meliputi skor jawaban benar, tingkat kesulitan soal, dan waktu penyelesaian. Proses konversi ini bertujuan untuk mempermudah

perhitungan dengan metode MOORA, sehingga peringkat akhir dapat ditentukan secara lebih akurat.

b. Menentukan Matriks Keputusan

Pseudocode 4.2 Menentukan Matriks Keputusan

```

Fungsi KonversiNilaiSemuaAlternatif

Masukkan tiga nilai skor, waktu, dan kesulitan untuk
masing-masing alternatif:
- skor1, waktu1, kesulitan1
- skor2, waktu2, kesulitan2
- skor3, waktu3, kesulitan3

// Konversi nilai alternatif pertama (A1)
Ambil skor dari alternatif 1, lalu ubah nilainya
menggunakan fungsi konversi skor. Simpan hasilnya
sebagai skor1Konv

Ambil waktu dari alternatif 1, lalu ubah nilainya
menggunakan fungsi konversi waktu. Simpan hasilnya
sebagai waktu1Konv

Ambil kesulitan dari alternatif 1, lalu ubah nilainya
menggunakan fungsi konversi kesulitan. Simpan hasilnya
sebagai kesulitan1Konv

Tampilkan hasil konversi A1:
- skor1Konv
- waktu1Konv
- kesulitan1Konv

// Konversi nilai alternatif kedua (A2)
Ambil skor dari alternatif 2, lalu ubah nilainya
menggunakan fungsi konversi skor. Simpan hasilnya
sebagai skor2Konv

Ambil waktu dari alternatif 2, lalu ubah nilainya
menggunakan fungsi konversi waktu. Simpan hasilnya
sebagai waktu2Konv

Ambil kesulitan dari alternatif 2, lalu ubah nilainya
menggunakan fungsi konversi kesulitan. Simpan hasilnya
sebagai kesulitan2Konv

Tampilkan hasil konversi A2:
- skor2Konv
- waktu2Konv
- kesulitan2Konv

// Konversi nilai alternatif ketiga (A3)

```

```
Ambil skor dari alternatif 3, lalu ubah nilainya
menggunakan fungsi konversi skor. Simpan hasilnya
sebagai skor3Konv
```

```
Ambil waktu dari alternatif 3, lalu ubah nilainya
menggunakan fungsi konversi waktu. Simpan hasilnya
sebagai waktu3Konv
```

```
Ambil kesulitan dari alternatif 3, lalu ubah nilainya
menggunakan fungsi konversi kesulitan. Simpan hasilnya
sebagai kesulitan3Konv
```

```
Tampilkan hasil konversi A3:
```

- skor3Konv
- waktu3Konv
- kesulitan3Konv

```
Akhiri Fungsi
```

Kode *Pseudocode* 4.2 diatas bertujuan untuk memanggil matriks keputusan yang telah dikonversi menjadi bobot yang lebih sederhana setelah melalui proses konversi pada *Pseudocode* 4.1. Matriks keputusan yang telah disederhanakan inilah yang kemudian akan diproses lebih lanjut pada tahap perhitungan berikutnya menggunakan metode MOORA.

c. Normalisasi Matriks Keputusan

Pseudocode 4.3 Normalisasi Matriks Keputusan

```
Fungsi NormalisasiMOORA
```

```
Normalisasi Skor:
```

```
Hitung jumlah kuadrat dari ketiga skor (skor1,
skor2, skor3) yang telah dikonversi.
```

```
Ambil akar dari jumlah kuadrat tadi untuk
mendapatkan faktor normalisasi skor.
```

```
Bagi masing-masing skor (skor1, skor2, skor3)
dengan faktor normalisasi agar menjadi skor yang
sudah dinormalisasi.
```

```
Tampilkan nilai hasil normalisasi skor ke layar.
```

```

Normalisasi Kesulitan:

Hitung jumlah kuadrat dari ketiga nilai kesulitan
(kesulitan1, kesulitan2, kesulitan3) yang telah
dikonversi.

Ambil akar dari jumlah kuadrat tadi untuk
mendapatkan faktor normalisasi kesulitan.

Bagi masing-masing nilai kesulitan (kesulitan1,
kesulitan2, kesulitan3) dengan faktor normalisasi
agar menjadi nilai kesulitan yang sudah
dinormalisasi.

Tampilkan nilai hasil normalisasi kesulitan ke layar.

Normalisasi Waktu:

Hitung jumlah kuadrat dari ketiga nilai waktu
(waktu1, waktu2, waktu3) yang telah dikonversi.

Ambil akar dari jumlah kuadrat tadi untuk
mendapatkan faktor normalisasi waktu.

Bagi masing-masing waktu (waktu1, waktu2, waktu3)
dengan faktor normalisasi agar menjadi waktu yang
sudah dinormalisasi.

Tampilkan nilai hasil normalisasi waktu ke layar.

Akhiri Fungsi

```

Kode *Pseudocode* 4.3 di atas merupakan bagian dari proses normalisasi dalam metode MOORA (*Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis*) yang diterapkan pada *Unity* menggunakan bahasa pemrograman *C#*. Normalisasi merupakan tahap penting dalam metode MOORA, karena bertujuan untuk mengonversi data mentah menjadi Skor yang terstandarisasi sehingga mempermudah perbandingan antar kriteria dalam proses pengambilan keputusan. Melalui normalisasi, data dengan skala berbeda dapat diselaraskan agar dapat diolah secara matematis pada tahap perhitungan selanjutnya.

d. Bobot Kriteria

Pseudocode 4.4 Bobot Kriteria

```
Tentukan bobot untuk kriteria skor, yaitu 0.61, dan
simpan sebagai bSkor

Tentukan bobot untuk kriteria kesulitan, yaitu 0.28,
dan simpan sebagai bKesulitan

Tentukan bobot untuk kriteria waktu, yaitu 0.1, dan
simpan sebagai bWaktu
```

Kode *Pseudocode 4.4* di atas mendefinisikan tiga variabel bertipe float yang digunakan untuk menyimpan bobot dari masing-masing kriteria dalam metode MOORA: bSkor, bKesulitan, dan bWaktu. Variabel bSkor memiliki Skor 0.61, menunjukkan bahwa skor merupakan kriteria terpenting dengan bobot 61%. Variabel bKesulitan berSkor 0.28, menandakan bahwa tingkat kesulitan memiliki bobot 28%, sedangkan bWaktu berSkor 0.1, menunjukkan bobot 10% sebagai faktor efisiensi. Skor bobot ini diperoleh melalui metode ROC (Rank Order Centroid), yang digunakan untuk menentukan bobot berdasarkan urutan prioritas kriteria.

e. Menghitung Skor Optimasi

Pseudocode 4.5 Menghitung Skor Optimasi

```
// Hitung nilai Optimum untuk setiap subbab

    Hitung opt1 sebagai (bWaktu × waktu1Norm)
    dikurangi dengan ((bSkor × skor1Norm) ditambah
    (bKesulitan × kesulitan1Norm))

    Hitung opt2 sebagai (bWaktu × waktu2Norm)
    dikurangi dengan ((bSkor × skor2Norm) ditambah
    (bKesulitan × kesulitan2Norm))
```

```

Hitung opt3 sebagai (bWaktu × waktu3Norm)
dikurangi dengan ((bSkor × skor3Norm) ditambah
(bKesulitan × kesulitan3Norm))

```

Kode *Pseudocode* 4.5 di atas bertujuan menghitung Skor optimum untuk setiap subbab dalam metode MOORA pada *Game* edukasi "*Biomorph*". Terdapat tiga variabel hasil perhitungan yang didefinisikan, yaitu opt1, opt2, dan opt3. Masing-masing variabel ini mewakili Skor optimum dari tiga subbab yang berbeda. Perhitungan dilakukan dengan mengalikan bobot waktu (bWaktu) dengan Skor normalisasi waktu pada subbab terkait (waktu1Norm, waktu2Norm, waktu3Norm), kemudian dikurangi dengan hasil penjumlahan antara bobot skor (bSkor) dikali Skor normalisasi skor serta bobot kesulitan (bKesulitan) dikali Skor normalisasi kesulitan pada subbab yang sama. Rumus tersebut mengikuti prinsip metode MOORA, di mana faktor keuntungan (waktu) dikurangi dengan faktor biaya (skor dan kesulitan) untuk mendapatkan Skor akhir. Hasil akhir dari perhitungan ini akan digunakan untuk menentukan subbab yang memiliki Skor optimal berdasarkan kombinasi bobot dari kriteria waktu, skor, dan kesulitan.

f. Menentukan Ranking dan Rekomendasi Subbab

Pseudocode 4.6 Hasil Perangkingan dan Rekomendasi Subab

```

// Tampilkan hasil opt ke Debug

    Tampilkan nilai opt1 sebagai hasil perhitungan
    untuk Subbab 1

    Tampilkan nilai opt2 sebagai hasil perhitungan
    untuk Subbab 2

```

```

    Tampilkan nilai opt3 sebagai hasil perhitungan
    untuk Subbab 3

// Cari opt terbesar

    Buat daftar berisi ketiga nilai: opt1, opt2, dan
    opt3

    Mulai pencarian dari nilai pertama sebagai nilai
    terkecil sementara (minOpt)

    Periksa setiap nilai berikutnya:

    Jika ada nilai yang lebih kecil dari minOpt,
    jadikan nilai itu sebagai minOpt

    Simpan posisi (index) dari nilai terkecil tersebut
    sebagai minIndex

    Setelah pencarian selesai, tampilkan nilai minOpt
    sebagai nilai opt terkecil

// Tentukan subbab rekomendasi

    Jika nilai terkecil ada di posisi pertama, pilih
    subbab: "Fungsi dari Sistem Pernapasan"

    Jika di posisi kedua, pilih subbab: "Struktur dan
    Organ Pernapasan"

    Jika di posisi ketiga, pilih subbab: "Gangguan
    Sistem Pernapasan"

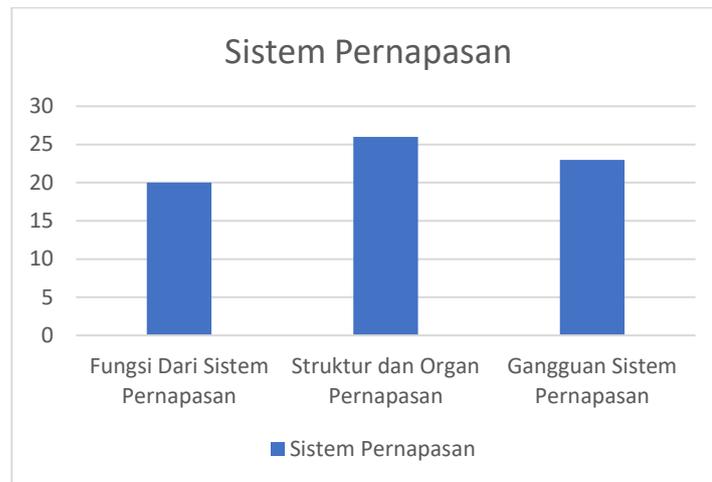
    Tampilkan subbab yang dipilih sebagai materi yang
    direkomendasikan untuk dipelajari

```

Kode *Pseudocode* 4.6 di atas adalah proses perangkingan dan rekomendasi subbab dalam *Game* edukasi "*Biomorph*" berbasis metode MOORA. Tujuannya adalah memberikan saran kepada *player* mengenai materi yang perlu dipelajari lebih lanjut berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya.

4.3 Pengujian *Usability*

Pengujian *Game Biomorph* dilaksanakan di lingkungan pendidikan, yaitu di MTsN dan SMP dengan melibatkan siswa kelas VIII. Hasil uji coba menunjukkan adanya perbedaan hasil pada tiap siswa dan sekolah, yang menandakan bahwa sistem mampu menyesuaikan rekomendasi materi sesuai dengan kemampuan individu *player*. Pada gambar ditampilkan sebuah diagram batang yang menunjukkan jumlah siswa yang memperoleh rekomendasi subbab pada materi sistem pernapasan. Gambar 4.10 menampilkan diagram hasil rekomendasi subbab materi sistem pernapasan yang diperoleh dari proses penghitungan menggunakan metode MOORA. Diagram ini menunjukkan perbandingan skor optimasi dari ketiga alternatif subbab, yaitu A1 (Fungsi Sistem Pernapasan), A2 (Struktur dan Organ Pernapasan), dan A3 (Gangguan Sistem Pernapasan). Setiap batang pada diagram mewakili nilai skor optimasi masing-masing subbab berdasarkan hasil *pre-test player*. Semakin rendah skor optimasi suatu subbab, maka semakin besar kemungkinan bahwa subbab tersebut belum dikuasai oleh *player* dan perlu dipelajari ulang. Dalam contoh hasil yang ditampilkan, subbab A1 memiliki skor paling rendah, menunjukkan bahwa *player* mengalami kesulitan dalam memahami fungsi dasar dari sistem pernapasan. Sementara itu, subbab A3 memiliki skor tertinggi, yang menandakan bahwa materi tentang gangguan sistem pernapasan sudah cukup dikuasai. Diagram ini mempermudah visualisasi hasil analisis MOORA, sehingga sistem dapat merekomendasikan materi secara lebih akurat dan mudah dipahami oleh *player* maupun guru.



Gambar 4.10 Hasil Rekomendasi

Evaluasi *Usability* pada *Game* dilakukan dengan menggunakan seperangkat pertanyaan yang dikelompokkan berdasarkan lima aspek utama, yaitu *Learnability* (kemudahan dipelajari), *Efficiency* (efisiensi penggunaan), *Memorability* (kemudahan diingat), *Error* (kesalahan yang mungkin terjadi), dan *Satisfaction* (kepuasan pengguna). Kategorisasi ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai aspek-aspek apa saja yang perlu ditingkatkan atau dipertahankan dalam pengembangan *Game*, sehingga pengalaman pengguna dapat semakin optimal. Berikut merupakan daftar pertanyaan SUS yang telah diklasifikasikan sesuai dengan masing-masing komponennya pada tabel 4.1 (Nurhayati et al., 2017).

Tabel 4.1 Pernyataan SUS

No	Pernyataan	Komponen	Positif/Negatif
Q1	Saya berpikir akan memainkan <i>Game</i> " <i>Biomorph</i> " lagi	<i>Satisfaction</i>	Positif
Q2	Saya merasa <i>Game</i> " <i>Biomorph</i> " rumit untuk dimainkan	<i>Efficiency</i>	Negatif
Q3	Saya merasa <i>Game</i> " <i>Biomorph</i> " mudah untuk digunakan	<i>Learnability</i>	Positif
Q4	Saya membutuhkan bantuan dari orang lain atau teknisi dalam memainkan <i>Game</i> " <i>Biomorph</i> "	<i>Error</i>	Negatif

No	Pernyataan	Komponen	Positif/Negatif
Q5	Saya merasa fitur-fitur <i>Game "Biomorph "</i> berjalan sesuai fungsinya	<i>Efficiency</i>	Positif
Q6	Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten (tidak serasi) pada <i>Game "Biomorph "</i>	<i>Error</i>	Negatif
Q7	Saya merasa orang lain akan memahami cara menggunakan <i>Game "Biomorph "</i> dengan cepat	<i>Learnability</i>	Positif
Q8	Saya merasa <i>Game "Biomorph "</i> membingungkan	<i>Errors</i>	Negatif
Q9	Saya merasa tidak ada hambatan dalam memainkan <i>Game "Biomorph "</i>	<i>Efficiency</i>	Positif
Q10	Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu sebelum memainkan <i>Game</i> ini	<i>Memorability</i>	Negatif

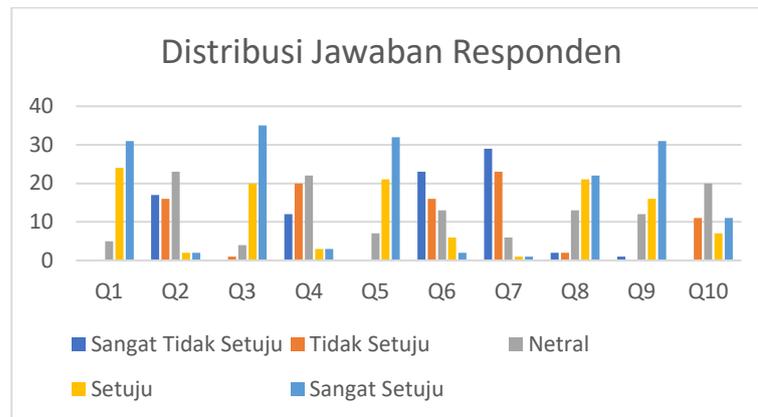
Metode SUS (*System Usability Scale*) dipilih karena mampu memberikan gambaran kuantitatif mengenai pengalaman pengguna melalui serangkaian pertanyaan standar yang mencakup aspek kemudahan penggunaan, interaksi, serta kepuasan pengguna saat memainkan *Game*. Dalam proses pengujian, siswa diminta untuk memainkan *Game Biomorph* dan memberikan penilaian berdasarkan pengalaman mereka melalui kuesioner SUS via *Google Form* dengan sistem likert 1 – 5 dengan keterangan sangat tidak setuju hingga sangat setuju. Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis untuk mendapatkan skor keseluruhan yang menunjukkan tingkat kelayakan dan kepuasan pengguna terhadap *Game* tersebut. Hasil pengujian ini ditampilkan dalam bentuk tabel 4.2 yang diharapkan dapat memberikan masukan berharga untuk penyempurnaan *Game*, sehingga lebih sesuai dengan kebutuhan belajar siswa pada jenjang pendidikan kelas VIII.

Tabel 4.2 Responden Pengujian *Usability*

No	Pertanyaan	Kategori	Sangat Setuju	Setuju	Netral	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
Q1	Saya berpikir akan memainkan <i>Game "Biomorph "</i> lagi	Positif	31	24	5	0	0
Q2	Saya merasa <i>Game "Biomorph "</i> rumit untuk dimainkan	Negatif	2	2	23	16	17
Q3	Saya merasa <i>Game "Biomorph "</i> mudah untuk digunakan	Positif	35	20	4	1	0

No	Pertanyaan	Kategori	Sangat Setuju	Setuju	Netral	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
Q4	Saya membutuhkan bantuan dari orang lain atau teknisi dalam memainkan <i>Game "Biomorph "</i>	Negatif	3	3	22	20	12
Q5	Saya merasa fitur-fitur <i>Game "Biomorph "</i> berjalan sesuai fungsinya	Positif	32	21	7	0	0
Q6	Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten (tidak serasi) pada <i>Game "Biomorph "</i>	Negatif	2	6	13	16	23
Q7	Saya merasa orang lain akan memahami cara menggunakan <i>Game "Biomorph "</i> dengan cepat	Positif	29	23	6	1	1
Q8	Saya merasa <i>Game "Biomorph "</i> membingungkan	Negatif	2	2	13	21	22
Q9	Saya merasa tidak ada hambatan dalam memainkan <i>Game "Biomorph "</i>	Positif	31	16	12	0	1
Q10	Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu sebelum memainkan <i>Game</i> ini	Negatif	11	7	20	11	11

Gambar 4.11 menampilkan data yang diperoleh dari para responden. Untuk menghitung Skor SUS, dilakukan pengolahan data dengan ketentuan bahwa skor pada nomor ganjil dikurangi 1 sedangkan pada nomor genap dihitung dengan cara mengurangkan skornya dari angka 5. Hasil akhir dari skor SUS didapatkan dengan menjumlahkan seluruh skor pertanyaan yang telah disesuaikan, kemudian dikalikan dengan faktor 2,5.

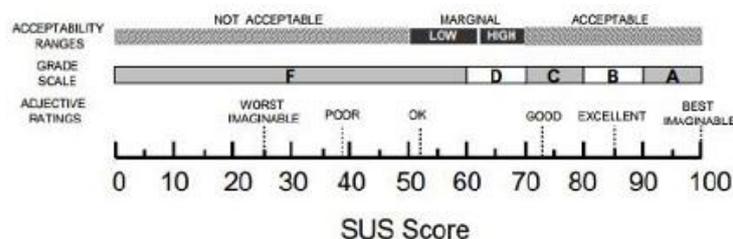


Gambar 4.11 Diagram Distribusi Responden

Perhitungan dilakukan menggunakan rumus 4.1 untuk masing-masing responden secara individual. Selanjutnya, untuk memperoleh Skor secara keseluruhan, dilakukan pengambilan rata-rata dengan membagi total skor yang diperoleh dengan jumlah responden yang berpartisipasi dalam pengujian.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (4.1)$$

Skor rata-rata SUS dihitung dengan rumus $\bar{x} = \sum x / n$, di mana \bar{x} merupakan skor rata-rata, $\sum x$ adalah total keseluruhan skor SUS, dan n menunjukkan jumlah responden. Skor akhir tersebut kemudian dianalisis berdasarkan interpretasi tingkat kelayakan yang ditampilkan pada gambar 4.12 berikut.



Gambar 4.12 Penilaian Skor SUS

Pengumpulan data dilakukan terlebih dahulu sebelum proses perhitungan dimulai. Pengujian *Usability* telah dilaksanakan terhadap 60 siswa dari jenjang SMP/MTs, melibatkan MTsN 2 Tuban, MTsN 1 Pamekasan, serta SMPN 1 Pademawu. Penilaian menggunakan skala 1 hingga 5 untuk setiap pertanyaan dalam kuesioner. Adapun hasil pengujian SUS pada *Game "Biomorph"* disajikan dalam tabel 4.3 berikut sebagai rekapitulasi dari tanggapan para responden.

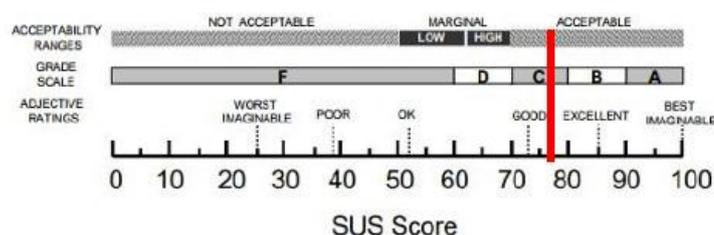
Tabel 4.3 Hasil Skor Responden SUS

Responden	Total Skor Responden	Skor SUS (Skor Responden x 2.5)
R1	28	70
R2	30	75
R3	33	82,5
R4	29	72,5
R5	36	90
R6	30	75
R7	35	87,5
R8	28	70
R9	31	77,5
R10	31	77,5
R11	31	77,5
R12	33	82,5
R13	28	70
R14	30	75
R15	24	60
R16	32	80
R17	29	72,5
R18	25	62,5
R19	27	67,5
R20	30	75
R21	24	60
R22	32	80
R23	34	85
R24	28	70
R25	29	72,5
R26	34	85
R27	31	77,5
R28	29	72,5
R29	28	70
R30	27	67,5
R31	31	77,5
R32	27	67,5

Responden	Total Skor Responden	Skor SUS (Skor Responden x 2.5)
R33	29	72,5
R34	29	72,5
R35	32	80
R36	29	72,5
R37	32	80
R38	28	70
R39	29	72,5
R40	36	90
R41	34	85
R42	27	67,5
R43	30	75
R44	38	95
R45	32	80
R46	35	87,5
R47	32	80
R48	33	82,5
R49	27	67,5
R50	24	60
R51	24	60
R52	33	82,5
R53	31	77,5
R54	31	77,5
R55	33	82,5
R56	24	60
R57	27	67,5
R58	33	82,5
R59	32	80
R60	30	75
Rata-rata Skor SUS		75,333

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS), diperoleh skor akhir sebesar 75,33, yang menunjukkan bahwa *Game Biomorph* tergolong memiliki tingkat kegunaan yang cukup baik. Terdapat beberapa responden yang memberikan skor cukup rendah, dengan Skor terendah mencapai 60. Hal ini bisa mengindikasikan bahwa sebagian siswa mengalami kendala saat menggunakan *Game*, yang mungkin disebabkan oleh aspek antarmuka pengguna, navigasi, atau kurangnya kejelasan pada fitur tertentu. Meskipun tidak

semua pengguna merasa puas secara maksimal, Skor rata-rata 75,33 masih dapat diterima dalam standar kelayakan SUS dan dikategorikan dalam tingkat "acceptable" dengan grade scale C, yang berarti *Game* tetap layak digunakan namun memerlukan beberapa penyempurnaan untuk meningkatkan pengalaman pengguna secara keseluruhan.



Gambar 4.13 Hasil Akhir Skor SUS

Pada gambar 4.13 memperlihatkan skor SUS Dengan perolehan 75,33 yang masuk dalam kategori dapat diterima (acceptable), masih terdapat potensi untuk melakukan penyempurnaan dalam pengembangan *Game* edukasi *Biomorph*. Skor ini berada di titik transisi menuju kategori baik "Good" sehingga bisa menjadi dorongan untuk memperbaiki elemen-elemen yang dirasa belum optimal menurut pengalaman pengguna.

4.4 Pengujian Validasi Ahli

Pelaksanaan validasi ahli dalam pengembangan *Game* edukasi '*Biomorph*' dilaksanakan dalam dua bentuk penilaian, yakni validasi konten oleh tenaga pengajar tingkat SMP/MTsN, serta validasi teknis oleh praktisi dari komunitas *Game Developer* Malang (GDM). Validasi dari pihak guru dilakukan untuk mengevaluasi kelayakan materi yang disajikan dalam *Game*, memastikan kesesuaiannya dengan kompetensi dasar yang tercantum dalam kurikulum, serta

menilai sejauh mana materi tersebut dapat diterima dan dipahami dengan baik oleh siswa sebagai pengguna utama. Sementara itu, validasi dari pihak pengembang *Game* bertujuan untuk menilai aspek teknis dan interaktif dari permainan, termasuk desain antarmuka, mekanisme permainan, serta kesesuaian fitur dengan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.

4.4.1 Validasi Ahli Materi

Sebelum materi dimasukkan ke dalam *Game*, terlebih dahulu dilakukan proses validasi oleh ahli materi. Langkah ini penting agar setiap pertanyaan yang digunakan dalam pembelajaran sudah sesuai dengan kurikulum yang berlaku serta akurat secara isi. Validasi dilakukan oleh guru mata pelajaran IPA dari tiga sekolah, yaitu MTsN 2 Tuban oleh Ibu Nur Shofiyah, S. Pd., MTsN 1 Pamekasan oleh Ibu Faizatul Jannah, S. Pd, dan SMPN 1 Pademawu oleh Bapak Moh. Junaidi, S. Pd. Dengan adanya validasi sejak awal, pengembang dapat memastikan bahwa *Informasi* yang disampaikan dalam *Game* tidak menyesatkan dan telah disesuaikan dengan tingkat pemahaman siswa. Selain itu, validasi ini juga bertujuan untuk memastikan bahwa gaya bahasa, penyajian materi, serta ilustrasi yang digunakan dapat dipahami dengan mudah oleh siswa tingkat SMP dan MTs, sehingga materi dapat diterapkan ke dalam *Game* secara efektif. Bukti Persetujuan dari ke tiga guru ini dapat ditemukan pada halaman lampiran. Sebagai bentuk validasi terhadap kelayakan isi materi dalam *Game Biomorph* , penelitian ini melibatkan seorang guru mata pelajaran IPA jenjang SMP Negeri 1 Pademawu, MTsN 1 Pamekasan dan MTsN 2 Tuban sebagai ahli materi. Validasi dilakukan untuk memastikan bahwa isi materi, tingkat kesulitan soal, serta struktur subbab telah sesuai dengan

kurikulum Merdeka dan karakteristik peserta didik. Proses validasi dituangkan dalam bentuk lembar penilaian dan disertai dengan surat pernyataan validasi yang telah ditandatangani oleh ahli. Dokumen ini digunakan sebagai dasar pertimbangan bahwa konten dalam *Game* dapat dipertanggungjawabkan secara akademik dan sesuai standar pendidikan. Di bawah ini akan diberikan 1 contoh surat validasi ahli materi dan untuk lebih lengkapnya bisa di cek di lampiran.

LEMBAR PERSETUJUAN VALIDASI AHLI MATERI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moh. Junaidi, SP.
 NIP : 196910172021211001
 Instansi : SMP Negeri 1 Pademawu

Menyatakan bahwa saya telah melakukan telaah dan validasi terhadap:

1. Pembagian Sub-bab materi sistem peredaran darah dalam *game* "BioMorph"
 - a. Fungsi Dari Sistem Pernapasan
 - b. Struktur dan Organ Pernapasan
 - c. Gangguan Sistem Pernapasan
2. Instrumen Soal
 - Materi : IPA Kelas VIII
 - Topik : Sistem Pernapasan
 - Jumlah Soal : 15
 - Soal : Pilihan Ganda

Sub-bab 1 : Fungsi dari sistem pernapasan

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	<p>Apa fungsi utama sistem pernapasan pada manusia?</p> <p>a. Mengedarkan darah ke seluruh tubuh b. Menyaring kotoran dari udara c. Menukar oksigen dan karbon dioksida d. Mencerna makanan</p>	C	C1
2.	<p>Mengapa paru-paru disebut sebagai organ utama dalam sistem pernapasan?</p> <p>a. Karena paru-paru menyimpan udara cadangan b. Karena paru-paru adalah tempat pertukaran gas antara oksigen dan karbon dioksida c. Karena paru-paru mengatur suhu udara yang masuk d. Karena paru-paru menghasilkan lendir untuk melindungi saluran napas</p>	B	C2

Gambar 4.14 Surat Persetujuan Validasi Ahli Materi

3.	<p>Jika seseorang berada di dataran tinggi dengan kadar oksigen rendah, bagaimana tubuh menyesuaikan fungsi sistem pernapasannya?</p> <p>a. Mengurangi laju pernapasan untuk menghemat energi b. Meningkatkan frekuensi pernapasan untuk mendapatkan lebih banyak oksigen c. Menghentikan pernapasan untuk menjaga tekanan udara d. Menyaring udara lebih banyak melalui hidung</p>	B	C3
4.	<p>Seorang pasien mengalami gangguan emfisema, yang menyebabkan rusaknya dinding alveolus. Bagaimana kondisi ini memengaruhi fungsi sistem pernapasan?</p> <p>a. Mengurangi kemampuan paru-paru untuk menyaring debu b. Meningkatkan produksi karbon dioksida di paru-paru c. Mengurangi luas permukaan untuk pertukaran gas d. Menyebabkan peningkatan tekanan udara di paru-paru</p>	C	C4
5.	<p>Berdasarkan fungsi sistem pernapasan, manakah dari berikut yang paling efektif untuk meningkatkan efisiensi pertukaran gas di paru-paru pada atlet?</p> <p>a. Berlatih pernapasan dalam untuk meningkatkan kapasitas paru-paru b. Menggunakan masker oksigen selama latihan c. Mengurangi aktivitas fisik untuk menjaga cadangan oksigen d. Mengonsumsi suplemen untuk meningkatkan produksi sel darah merah</p>	A	C5

Sub-bab 2 : Struktur dan Organ Pernapasan

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Apa organ utama dalam sistem pernapasan manusia?	B	C1

	<ul style="list-style-type: none"> a. Jantung b. Paru-paru c. Hati d. Lambung 		
2.	<p>Apa peran alveolus dalam struktur sistem pernapasan?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Menyaring kotoran dari udara yang masuk b. Menjadi tempat pertukaran gas antara udara dan darah c. Mengatur tekanan udara di paru-paru d. Menghasilkan lendir untuk melindungi saluran napas 	B	C2
3.	<p>Jika seseorang menghirup udara berdebu, organ pernapasan mana yang paling berperan untuk menyaring kotoran tersebut?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Trakea b. Bronkus c. Rongga hidung d. Alveolus 	C	C3
4.	<p>Seorang pasien didiagnosis dengan penyumbatan pada bronkus akibat lendir berlebih. Bagaimana kondisi ini memengaruhi struktur dan fungsi sistem pernapasan?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Mengurangi luas permukaan alveolus untuk pertukaran gas b. Menghambat aliran udara ke paru-paru sehingga pernapasan terganggu c. Menyebabkan kerusakan permanen pada dinding trakea d. Meningkatkan produksi oksigen di paru-paru 	B	C4
5.	<p>Berdasarkan struktur sistem pernapasan, manakah tindakan yang paling efektif untuk menjaga kesehatan paru-paru pada seseorang yang tinggal di daerah berpolusi tinggi?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Menggunakan masker untuk menyaring partikel polutan b. Mengonsumsi suplemen untuk memperkuat alveolus c. Melatih pernapasan dalam untuk meningkatkan kapasitas bronkus d. Menghindari aktivitas fisik untuk mengurangi 	A	C5

paparan udara		
---------------	--	--

Sub-bab 3 : Gangguan Sistem Pernapasan

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	<p>Apa nama gangguan sistem pernapasan yang ditandai dengan penyempitan saluran napas dan kesulitan bernapas?</p> <p>a. Emfisema b. Tuberkulosis c. Pneumonia d. Asma</p>	D	C1
2.	<p>Mengapa infeksi pneumonia dapat mengganggu fungsi paru-paru?</p> <p>a. Karena menyebabkan penyumbatan pada trakea b. Karena menyebabkan peradangan dan penumpukan cairan di alveolus c. Karena merusak silia di rongga hidung d. Karena meningkatkan produksi karbon dioksida</p>	B	C2
3.	<p>Seseorang yang menderita pneumonia disarankan untuk banyak istirahat. Mengapa tindakan ini penting untuk mendukung pemulihan?</p> <p>a. Mengurangi kebutuhan oksigen tubuh sehingga paru-paru bekerja lebih ringan b. Meningkatkan produksi lendir untuk melindungi paru-paru c. Mengurangi risiko penyebaran infeksi ke organ lain d. Mempercepat regenerasi alveolus yang rusak</p>	A	C3
4.	<p>Seorang pasien dengan bronkitis kronis sering terpapar asap rokok, sedangkan pasien lain dengan emfisema tidak merokok namun memiliki riwayat paparan polusi udara jangka panjang. Apa perbedaan utama dalam dampak gangguan mereka pada sistem pernapasan?</p> <p>a. Bronkitis menyebabkan kerusakan alveolus, sedangkan emfisema menyebabkan peradangan bronkus b. Bronkitis menyebabkan produksi lendir</p>	B	C4

	berlebih, sedangkan emfisema merusak dinding alveolus c. Bronkitis meningkatkan kapasitas paru-paru, sedangkan emfisema menyempitkan saluran napas d. Bronkitis dan emfisema memiliki dampak yang sama pada paru-paru		
5.	Di daerah dengan tingkat polusi tinggi, manakah strategi yang paling efektif untuk mengurangi risiko gangguan pernapasan seperti bronkitis atau pneumonia? a. Mengonsumsi suplemen untuk meningkatkan imunitas paru-paru b. Menggunakan alat pelembap udara di rumah c. Memakai masker pelindung saat berada di luar ruangan d. Melakukan latihan pernapasan setiap hari	C	C5

3. Kriteria Penilaian:

Terdapat 3 kriteria penilaian yaitu nilai, tingkat kesulitan, dan waktu

a. Nilai

Tipe soal	Nilai
Pengetahuan	2
Pemahaman	6
Penerapan	10
Analisis	14
Evaluasi	18
Total	50

b. Tingkat kesulitan

Berdasarkan level kognitif

Tipe soal	Nilai
Pengetahuan (C1)	1
Pemahaman (C2)	2
Penerapan (C3)	3
Analisis (C4)	4
Evaluasi (C5)	5
Total	15

c. Waktu

Dinilai berdasarkan waktu pemain menjawab pertanyaan

Kriteria tersebut akan diterapkan kedalam metode MOORA sebagai berikut.

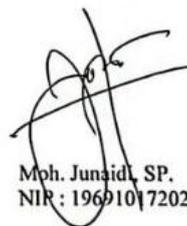
No.	kode	Skala Penilaian	Prioritas	Bobot
1.	C1 (Nilai)	41 – 50	5	0.04
2.		31 – 40	4	0.09
3.		21 – 30	3	0.16
4.		11 – 20	2	0.26
5.		1 – 10	1	0.46
6.	C2 (Tingkat kesulitan)	13 – 15 poin	5	0.04
7.		10 – 12 poin	4	0.09
8.		7 – 9 poin	3	0.16
9.		4 – 6 poin	2	0.26
10.		1 – 3 poin	1	0.46
11.	C3 (Waktu)	1 – 69 detik	5	0.04
12.		70 – 138 detik	4	0.09
13.		139 – 207 detik	3	0.16
14.		208 – 276 detik	2	0.26
15.		277 – 345 detik	1	0.46

Dengan ini, saya menyatakan bahwa instrumen soal, kriteria penilaian, dan pembagian sub-bab dalam game Biomorph telah sesuai dan layak digunakan untuk keperluan penelitian.

Demikian surat persetujuan ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pamekasan, Mei 2025

Validator Ahli Materi,
Guru Mata Pelajaran IPA



Mph. Junaid, SP.
NIP: 196910172021211001

Pertanyaan dalam *Game* diambil dari subbab materi sistem pernapasan (fungsi, struktur dan organ, serta gangguan pernapasan) dan diklasifikasikan berdasarkan tingkat kognitif Taksonomi Bloom yang direvisi. Pertanyaan ditampilkan saat *Player* berinteraksi dengan NPC guru dalam *Game* "*Biomorph*".

Penjelasan Tingkat Kognitif (C1 hingga C5)

Tingkat kognitif merujuk pada Taksonomi Bloom yang direvisi (Gunawan & Palupi, 2016) , sebagai berikut:

C1 - Mengingat: Mengingat fakta atau definisi, misalnya menyebutkan fungsi sistem pernapasan.

C2 - Memahami: Menjelaskan konsep atau hubungan, seperti mengapa oksigen diperlukan.

C3 - Menerapkan: Menggunakan pengetahuan dalam konteks baru, seperti menghubungkan olahraga dengan kebutuhan oksigen.

C4 - Menganalisis: Memecah *Informasi* dan menganalisis hubungan, seperti penyebab gangguan pernapasan.

C5 - Mengevaluasi: Membuat penilaian berdasarkan kriteria, seperti memilih solusi kesehatan

Soal dalam tabel berikut menggunakan C1 hingga C5 untuk siswa SMP, dengan bobot tingkat kesulitan untuk perhitungan MOORA.

Peran validasi oleh guru sebagai ahli materi juga sangat krusial dalam mengoreksi pertanyaan-pertanyaan yang belum memenuhi standar pembelajaran sesuai kurikulum. Koreksi ini mencakup aspek isi, struktur bahasa, hingga tingkat kesulitan soal. Hasil validasi dapat dilihat pada tabel pertanyaan 4.4.

Tabel 4.4 menyajikan daftar butir pertanyaan serta kunci jawaban yang digunakan dalam proses validasi oleh ahli materi terhadap konten edukatif dalam *Game Biomorph* . Validasi ini bertujuan untuk menilai kesesuaian dan kelayakan materi sistem pernapasan yang digunakan dalam *Game* dengan standar kurikulum

tingkat SMP. Pertanyaan-pertanyaan tersebut disusun untuk mengevaluasi berbagai aspek penting, seperti kesesuaian isi materi dengan kompetensi dasar yang ada di kurikulum Merdeka, ketepatan dan kejelasan bahasa yang digunakan, serta relevansi antara bentuk soal dan subbab materi yang disajikan. Selain itu pertanyaan disesuaikan dengan materi sistem pernapasan yaitu subbab fungsi sistem pernapasan, struktur organ, dan gangguan pernapasan. Semua pertanyaan dalam tabel ini menggunakan level kognitif C1–C5 yang ditentukan oleh ahli materi. Hasil dari validasi ini memberikan jaminan bahwa materi yang disampaikan dalam *Game Biomorph* sudah sesuai, layak digunakan sebagai media pembelajaran, dan mampu mendukung proses pembelajaran siswa secara efektif.

Tabel 4.4 Pertanyaan Validasi Ahli Materi

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
Fungsi Sistem Pernapasan			
1.	<p>Apa fungsi utama sistem pernapasan pada manusia?</p> <p>a. Mengedarkan darah ke seluruh tubuh b. Menyaring kotoran dari udara c. Menukar oksigen dan karbon dioksida d. Mencerna makanan</p>	C	C1
2.	<p>Mengapa paru-paru disebut sebagai organ utama dalam sistem pernapasan?</p> <p>a. Karena paru-paru menyimpan udara cadangan b. Karena paru-paru adalah tempat pertukaran gas antara oksigen dan karbon dioksida c. Karena paru-paru mengatur suhu udara yang masuk d. Karena paru-paru menghasilkan lendir untuk melindungi saluran napas</p>	B	C2
3.	<p>Jika seseorang berada di dataran tinggi dengan kadar oksigen rendah, bagaimana tubuh menyesuaikan fungsi sistem pernapasannya?</p> <p>a. Mengurangi laju pernapasan untuk menghemat energi b. Meningkatkan frekuensi pernapasan untuk mendapatkan lebih banyak oksigen c. Menghentikan pernapasan untuk menjaga tekanan udara d. Menyaring udara lebih banyak melalui hidung</p>	B	C3

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
4.	Seorang pasien mengalami gangguan emfisema, yang menyebabkan rusaknya dinding alveolus. Bagaimana kondisi ini memengaruhi fungsi sistem pernapasan? a. Mengurangi kemampuan paru-paru untuk menyaring debu b. Meningkatkan produksi karbon dioksida di paru-paru c. Mengurangi luas permukaan untuk pertukaran gas d. Menyebabkan peningkatan tekanan udara di paru-paru	C	C4
5.	Berdasarkan fungsi sistem pernapasan, manakah dari berikut yang paling efektif untuk meningkatkan efisiensi pertukaran gas di paru-paru pada atlet? a. Berlatih pernapasan dalam untuk meningkatkan kapasitas paru-paru b. Menggunakan masker oksigen selama latihan c. Mengurangi aktivitas fisik untuk menjaga cadangan oksigen d. Mengonsumsi suplemen untuk meningkatkan produksi sel darah merah	A	C5
Struktur dan Organ Pernapasan			
1.	Apa organ utama dalam sistem pernapasan manusia? a. Jantung b. Paru-paru c. Hati d. Lambung	B	C1
2.	Apa peran alveolus dalam struktur sistem pernapasan? a. Menyaring kotoran dari udara yang masuk b. Menjadi tempat pertukaran gas antara udara dan darah c. Mengatur tekanan udara di paru-paru d. Menghasilkan lendir untuk melindungi saluran napas	B	C2
3.	Jika seseorang menghirup udara berdebu, organ pernapasan mana yang paling berperan untuk menyaring kotoran tersebut? a. Trakea b. Bronkus c. Rongga hidung d. Alveolus	C	C3
4.	Seorang pasien didiagnosis dengan penyumbatan pada bronkus akibat lendir berlebih. Bagaimana kondisi ini memengaruhi struktur dan fungsi sistem pernapasan? a. Mengurangi luas permukaan alveolus untuk pertukaran gas b. Menghambat aliran udara ke paru-paru sehingga pernapasan terganggu c. Menyebabkan kerusakan permanen pada dinding trakea d. Meningkatkan produksi oksigen di paru-paru	B	C4

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
5.	Berdasarkan struktur sistem pernapasan, manakah tindakan yang paling efektif untuk menjaga kesehatan paru-paru pada seseorang yang tinggal di daerah berpolusi tinggi? a. Menggunakan masker untuk menyaring partikel polutan b. Mengonsumsi suplemen untuk memperkuat alveolus c. Melatih pernapasan dalam untuk meningkatkan kapasitas bronkus d. Menghindari aktivitas fisik untuk mengurangi paparan udara	A	C5
Gangguan Sistem Pernapasan			
1.	Apa nama gangguan sistem pernapasan yang ditandai dengan penyempitan saluran napas dan kesulitan bernapas? a. Emfisema b. Tuberkulosis c. Pneumonia d. Asma	D	C1
2.	Mengapa infeksi pneumonia dapat mengganggu fungsi paru-paru? a. Karena menyebabkan penyumbatan pada trakea b. Karena menyebabkan peradangan dan penumpukan cairan di alveolus c. Karena merusak silia di rongga hidung d. Karena meningkatkan produksi karbon dioksida	B	C2
3.	Seseorang yang menderita pneumonia disarankan untuk banyak istirahat. Mengapa tindakan ini penting untuk mendukung pemulihan? a. Mengurangi kebutuhan oksigen tubuh sehingga paru-paru bekerja lebih ringan b. Meningkatkan produksi lendir untuk melindungi paru-paru c. Mengurangi risiko penyebaran infeksi ke organ lain d. Mempercepat regenerasi alveolus yang rusak	A	C3
4.	Seorang pasien dengan bronkitis kronis sering terpapar asap rokok, sedangkan pasien lain dengan emfisema tidak merokok namun memiliki riwayat paparan polusi udara jangka panjang. Apa perbedaan utama dalam dampak gangguan mereka pada sistem pernapasan? a. Bronkitis menyebabkan kerusakan alveolus, sedangkan emfisema menyebabkan peradangan bronkus b. Bronkitis menyebabkan produksi lendir berlebih, sedangkan emfisema merusak dinding alveolus c. Bronkitis meningkatkan kapasitas paru-paru, sedangkan emfisema menyempitkan saluran napas d. Bronkitis dan emfisema memiliki dampak yang sama pada paru-paru	B	C4

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
5.	<p>Di daerah dengan tingkat polusi tinggi, manakah strategi yang paling efektif untuk mengurangi risiko gangguan pernapasan seperti bronkitis atau pneumonia?</p> <p>a. Mengonsumsi suplemen untuk meningkatkan imunitas paru-paru b. Menggunakan alat pelembap udara di rumah c. Memakai masker pelindung saat berada di luar ruangan d. Melakukan latihan pernapasan setiap hari</p>	C	C5

Untuk membuktikan kesesuaian antara hasil perhitungan ahli materi dengan hasil perhitungan sistem menggunakan metode MOORA, maka dilakukan dua pendekatan evaluasi secara paralel. Ahli materi melakukan pendekatan konvensional dengan melihat skor terendah sedangkan sistem melakukan perhitungan otomatis menggunakan algoritma MOORA yang telah ditanamkan dalam program dengan melakukan perhitungan 3 kriteria. Hasil dari kedua metode ini kemudian dibandingkan untuk menguji validitas sistem yang disajikan pada tabel 4.5. Apabila hasil rekomendasi subbab dari sistem identik atau sejalan dengan pendekatan konvensional dari ahli materi, maka hal ini membuktikan bahwa sistem telah bekerja secara akurat dan sesuai dengan pendekatan konseptual MOORA.

Tabel 4.5 Perbandingan Perangkingan

No.	Alternatif	C1	C2	C3	Perbandingan Perangkingan		
					Sistem	Ahli Materi	Keterangan
1.	A1	36	11	110	Materi 2	Materi 2	Valid
	A2	20	6	113			
	A3	36	11	129			
2.	A1	26	8	265	Materi 2	Materi 2	Valid
	A2	20	6	174			
	A3	36	11	362			

No.	Alternatif	C1	C2	C3	Perbandingan Perangkingan		
					Sistem	Ahli Materi	Keterangan
3.	A1	8	3	27	Materi 1	Materi 1	Valid
	A2	20	6	12			
	A3	8	3	187			
4.	A1	36	11	9	Materi 1	Materi 1	Valid
	A2	50	15	13			
	A3	50	15	17			
5.	A1	36	11	122	Materi 3	Materi 3	Valid
	A2	34	10	161			
	A3	30	9	108			
6.	A1	36	11	115	Materi 2	Materi 3	Tidak Valid
	A2	20	6	101			
	A3	18	6	108			
7.	A1	18	6	36	Materi 1	Materi 1	Valid
	A2	30	9	36			
	A3	32	10	41			
8.	A1	36	11	177	Materi 2	Materi 2	Valid
	A2	0	0	175			
	A3	12	4	146			
9.	A1	26	8	265	Materi 2	Materi 2	Valid
	A2	20	6	174			
	A3	36	11	362			
10.	A1	14	4	9	Materi 1	Materi 1	Valid
	A2	50	15	118			
	A3	16	5	75			
11.	A1	50	15	118	Materi 3	Materi 3	Valid

No.	Alternatif	C1	C2	C3	Perbandingan Perangkingan		
					Sistem	Ahli Materi	Keterangan
	A2	30	9	258			
	A3	18	6	198			
12.	A1	50	15	150	Materi 3	Materi 2	Tidak Valid
	A2	34	10	147			
	A3	40	12	134			
13.	A1	36	11	97	Materi 2	Materi 2	Valid
	A2	30	9	216			
	A3	36	11	188			
14.	A1	50	15	110	Materi 2	Materi 2	Valid
	A2	30	9	258			
	A3	36	11	242			
15.	A1	36	11	123	Materi 2	Materi 2	Valid
	A2	30	9	218			
	A3	36	11	192			
16.	A1	50	15	156	Materi 2	Materi 2	Valid
	A2	16	5	206			
	A3	30	9	161			
17.	A1	36	11	10	Materi 1	Materi 1	Valid
	A2	50	15	12			
	A3	50	15	12			
18.	A1	32	10	126	Materi 2	Materi 2	Valid
	A2	30	9	205			
	A3	36	11	114			
19.	A1	36	11	176	Materi 3	Materi 3	Valid
	A2	40	12	135			

No.	Alternatif	C1	C2	C3	Perbandingan Perangkingan		
					Sistem	Ahli Materi	Keterangan
	A3	30	9	145			
20.	A1	18	6	36	Materi 1	Materi 1	Valid
	A2	30	9	36			
	A3	32	10	41			
21.	A1	32	10	74	Materi 2	Materi 2	Valid
	A2	28	8	230			
	A3	44	13	212			
22.	A1	36	11	78	Materi 1	Materi 1	Valid
	A2	50	15	46			
	A3	50	15	67			
23.	A1	36	11	129	Materi 3	Materi 3	Valid
	A2	44	13	172			
	A3	32	10	110			
24.	A1	26	8	193	Materi 2	Materi 2	Valid
	A2	24	7	128			
	A3	30	9	219			
25.	A1	32	10	45	Materi 1	Materi 1	Valid
	A2	36	11	150			
	A3	44	13	130			
26.	A1	18	6	204	Materi 3	Materi 2	Tidak Valid
	A2	16	5	287			
	A3	20	6	116			
27.	A1	26	8	159	Materi 3	Materi 3	Valid
	A2	32	10	112			
	A3	18	6	102			

No.	Alternatif	C1	C2	C3	Perbandingan Perangkingan		
					Sistem	Ahli Materi	Keterangan
28.	A1	36	11	184	Materi 2	Materi 2	Valid
	A2	16	5	286			
	A3	36	11	159			
29.	A1	24	7	104	Materi 1	Materi 1	Valid
	A2	40	12	123			
	A3	40	12	141			
30.	A1	26	8	93	Materi 3	Materi 3	Valid
	A2	50	15	13			
	A3	12	4	82			
31.	A1	50	15	32	Materi 3	Materi 3	Valid
	A2	30	9	97			
	A3	8	3	49			
32.	A1	16	5	117	Materi 3	Materi 3	Valid
	A2	50	15	77			
	A3	2	1	89			
33.	A1	32	10	14	Materi 3	Materi 3	Valid
	A2	36	11	95			
	A3	26	8	79			
33.	A1	26	8	77	Materi 2	Materi 2	Valid
	A2	22	7	65			
	A3	32	10	45			
34.	A1	50	15	23	Materi 2	Materi 2	Valid
	A2	12	4	34			
	A3	44	13	38			
35.	A1	18	6	86	Materi 1	Materi 1	Valid

No.	Alternatif	C1	C2	C3	Perbandingan Perangkingan		
					Sistem	Ahli Materi	Keterangan
	A2	34	10	131			
	A3	34	10	104			
36.	A1	36	11	78	Materi 1	Materi 3	Tidak Valid
	A2	34	10	103			
	A3	32	10	178			
37.	A1	44	13	177	Materi 3	Materi 3	Valid
	A2	44	13	88			
	A3	2	1	145			
38.	A1	34	10	79	Materi 3	Materi 2	Tidak Valid
	A2	26	8	93			
	A3	30	9	57			
39.	A1	50	15	243	Materi 2	Materi 2	Valid
	A2	12	4	111			
	A3	44	13	172			
40.	A1	24	7	1	Materi 2	Materi 2	Valid
	A2	6	2	4			
	A3	16	5	4			
41.	A1	26	8	97	Materi 1	Materi 1	Valid
	A2	50	15	115			
	A3	30	9	105			
42.	A1	44	13	175	Materi 3	Materi 3	Valid
	A2	44	13	92			
	A3	26	8	129			
43.	A1	50	15	68	Materi 3	Materi 3	Valid
	A2	44	13	67			

No.	Alternatif	C1	C2	C3	Perbandingan Perangkingan		
					Sistem	Ahli Materi	Keterangan
	A3	26	8	61			
44.	A1	38	11	74	Materi 3	Materi 3	Valid
	A2	44	13	55			
	A3	2	1	34			
45.	A1	18	6	80	Materi 1	Materi 1	Valid
	A2	34	10	129			
	A3	34	10	112			
46.	A1	18	6	86	Materi 1	Materi 1	Valid
	A2	34	10	123			
	A3	36	11	70			
47.	A1	8	3	127	Materi 1	Materi 2	Tidak Valid
	A2	2	1	78			
	A3	4	2	99			
48.	A1	50	15	243	Materi 2	Materi 2	Valid
	A2	12	4	111			
	A3	44	13	172			
49.	A1	26	8	97	Materi 1	Materi 1	Valid
	A2	50	15	115			
	A3	30	9	105			
50.	A1	24	7	145	Materi 3	Materi 3	Valid
	A2	36	11	140			
	A3	18	6	148			
51	A1	36	11	83	Materi 1	Materi 1	Valid
	A2	50	15	75			
	A3	36	11	86			

No.	Alternatif	C1	C2	C3	Perbandingan Perangkingan		
					Sistem	Ahli Materi	Keterangan
52	A1	50	15	99	Materi 2	Materi 2	Valid
	A2	18	6	247			
	A3	24	7	110			
53	A1	20	6	153	Materi 1	Materi 1	Valid
	A2	20	6	166			
	A3	30	9	86			
54	A1	26	8	77	Materi 2	Materi 2	Valid
	A2	22	7	65			
	A3	32	10	45			
55	A1	50	15	202	Materi 3	Materi 3	Tidak Valid
	A2	26	8	293			
	A3	30	9	197			
56	A1	36	11	414	Materi 3	Materi 3	Valid
	A2	44	13	406			
	A3	30	9	266			
57	A1	14	4	64	Materi 3	Materi 3	Valid
	A2	12	4	101			
	A3	6	2	48			
58	A1	8	3	99	Materi 3	Materi 3	Valid
	A2	34	10	102			
	A3	8	3	50			
59	A1	14	4	64	Materi 3	Materi 3	Valid
	A2	12	4	101			
	A3	6	2	48			
60	A1	36	11	15	Materi 1	Materi 1	Valid

No.	Alternatif	C1	C2	C3	Perbandingan Perangkingan		
					Sistem	Ahli Materi	Keterangan
	A2	32	10	11			
	A3	32	10	13			

Perbedaan hasil antara sistem dan ahli materi tidak berarti sistem tidak valid, melainkan menunjukkan adanya perbedaan pendekatan penilaian. Sistem menggunakan pendekatan multikriteria secara objektif melalui metode MOORA sedangkan ahli materi menggunakan pendekatan konvensional.

Dalam beberapa kasus pada Tabel 4.6 terdapat perbedaan antara hasil sistem dan pendapat ahli materi. Hal ini terjadi karena guru umumnya hanya mempertimbangkan skor akhir (C1), sementara sistem menggunakan metode MOORA yang menggabungkan tiga kriteria, yaitu skor (C1), tingkat kesulitan (C2), dan waktu (C3). Maka perbedaan hasil ini bukan berarti sistem salah, melainkan menunjukkan bahwa sistem menggunakan pendekatan yang lebih komprehensif dan objektif. Justru inilah nilai tambah sistem: mampu menemukan subbab yang sebenarnya lebih lemah, meskipun secara skor terlihat lebih tinggi. Dalam banyak kasus, keputusan guru selaras dengan hasil sistem, karena guru cenderung memilih subbab yang nilainya rendah, banyak salah, dan lama dikerjakan. Perbedaannya adalah: sistem menghitung semuanya secara matematis dan berbobot. Oleh karena itu, meskipun pendekatannya berbeda, logika yang digunakan serupa, sehingga hasilnya bisa tetap dianggap valid dan saling menguatkan. Dengan begitu, meskipun keterangan tertulis “Tidak Valid”, sistem

tetap dianggap valid secara metode dan logika, hanya saja hasilnya tidak selalu identik dengan pendekatan manual guru yang lebih sederhana.

Tabel 4.6 Rekapitulasi Jumlah Responden dan Validitas Data

Keterangan	Jumlah	Persentase %
Total Responden	60	100%
Data Valid	53	88,33%
Data Tidak Valid	7	11,67%

Berdasarkan Tabel 4.6, dari total 60 data yang dianalisis, sebanyak 53 data atau sebesar 88,33% dinyatakan valid, sedangkan 7 data lainnya atau 11,67% dikategorikan tidak valid. Data dinyatakan valid apabila hasil rekomendasi sistem menggunakan metode MOORA sesuai atau sejalan dengan rekomendasi guru sebagai ahli materi. Sementara itu, data tidak valid terjadi karena adanya perbedaan pendekatan antara guru dan sistem dalam menentukan subbab yang tidak dikuasai oleh pemain. Guru menggunakan pendekatan konvensional, yaitu hanya melihat skor terendah sebagai indikator utama, tanpa mempertimbangkan variabel lain seperti tingkat kesulitan soal dan waktu pengerjaan. Sebaliknya, sistem melakukan perhitungan secara sistematis dan matematis menggunakan metode MOORA dengan mempertimbangkan tiga kriteria, yaitu skor (sebagai *cost*), tingkat kesulitan (*cost*), dan waktu pengerjaan (*benefit*). Oleh karena itu, perbedaan hasil yang terjadi pada sebagian data lebih merefleksikan perbedaan pendekatan penilaian, bukan ketidakvalidan sistem.

4.4.2 Validasi Ahli *Game*

Setelah proses pengembangan *Game* “*Biomorph*” selesai, dilakukan tahap validasi oleh para ahli *Game* untuk mengevaluasi kualitas produk secara menyeluruh. Responden dalam proses ini berasal dari komunitas *Game Developer*

Malang (GDM) yang beranggotakan para profesional dan praktisi di bidang pengembangan *Game*, meliputi aspek desain visual, mekanika permainan, serta pengalaman pengguna (*user experience*). Tujuan dari validasi ini adalah untuk meninjau kualitas teknis dari *Game*, mencakup tampilan visual (*user interface*), jalannya permainan (*Gameplay*), tingkat interaktivitas, serta kenyamanan dalam penggunaan. Umpan balik dari para ahli sangat dibutuhkan guna memastikan bahwa *Game* berjalan optimal dan mampu menyajikan pengalaman bermain yang menarik, mudah dipahami, serta relevan dengan karakteristik target pengguna, yaitu siswa SMP dan MTsN. Dalam proses pengembangan *Game* ini, peneliti mendapatkan masukan dari Matheus, seorang ahli *Game* dari Coral Studio. Beliau memberikan sepuluh poin saran perbaikan yang mencakup aspek visual, *Gameplay*, antarmuka, hingga audio. 10 saran perbaikan dari ahli *Game* dirangkum tabel 4.7 dibawah ini.

Tabel 4.7 Revisi dari Ahli *Game*

No	Revisi dari Ahli <i>Game</i>	Positif/Negatif	Status Revisi
1	Pada menu quit, tombol "Tidak" sebaiknya di kanan	Positif	Sudah
2	Ketika sedang ada dialog/narasi mungkin bisa bisa ditambahkan "press anywhere..."	Positif	Sudah
3	Kursi dan meja masih pada ngambang, ga enak dilihat	Negatif	Sudah
4	NPCnya juga pada ngambang	Negatif	Sudah
5	saya explore ke semua ruangan, tp ga ada sesuatu yg bisa diinteraksikan	Negatif	Sudah
6	Ikon <i>Game</i> mengindikasikan <i>Gamenya</i> bergaya pixel art, tapi isinya 3D	Negatif	Sudah
7	Di tutorial tidak jelas disampaikan bahwa mainnya harus pakai 2 jempol (kiri kanan)	Negatif	Sudah
8	Tidak ada objective/keterangan yang menunjukkan objective dalam <i>Game</i>	Negatif	Sudah
9	Di tengah permainan musik ga kedengaran lagi. tidak looping	Negatif	Sudah
10	Di tengah <i>Game</i> ga ada tombol exit/lihat menu	Negatif	Sudah

Tabel 4.7 di atas memuat 10 saran perbaikan dari Matheus, seorang ahli *Game* dari Coralis Studio, yang mencakup berbagai aspek penting dalam pengembangan *Game*, mulai dari desain antarmuka (UI), pengalaman pengguna (UX), *Gameplay*, hingga visual dan audio. Setiap saran dianalisis berdasarkan dampaknya terhadap kualitas permainan, kemudian dikategorikan sebagai hal yang bersifat positif (jika berupa usulan konstruktif untuk meningkatkan kualitas) maupun negatif (jika mengindikasikan kekurangan pada versi sebelumnya).

Sebagai bentuk tindak lanjut terhadap evaluasi tersebut, peneliti telah melakukan revisi terhadap seluruh poin yang disarankan. Semua masukan telah diimplementasikan ke dalam versi terbaru *Game*, baik dari segi perbaikan teknis, penyesuaian visual, penambahan elemen interaktif, hingga penyempurnaan pengalaman pengguna. Dengan demikian, seluruh saran dari ahli telah dijadikan dasar untuk menyempurnakan kualitas *Game* secara menyeluruh.

Setelah peneliti menerima dan menerapkan seluruh saran perbaikan dari ahli *Game*, tidak terdapat lagi masukan tambahan yang perlu direvisi. Oleh karena itu, proses selanjutnya dilakukan dengan memberikan instrumen penilaian kepada ahli *Game* berupa kuesioner yang berisi 15 pertanyaan. Penilaian ini disusun menggunakan skala Likert 1 sampai 5 dan bertujuan untuk mengevaluasi kualitas akhir *Game* dari berbagai aspek, seperti desain tampilan, navigasi, kejelasan instruksi, respon sistem, serta integrasi elemen edukatif. Daftar lengkap pertanyaan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Pertanyaan Validasi Ahli *Game*

No	Pertanyaan	Kategori
1	Tujuan permainan dalam <i>Biomorph</i> jelas dan mudah dipahami oleh <i>player</i>	Tujuan & <i>Gameplay</i>

No	Pertanyaan	Kategori
2	Alur permainan (<i>Gameplay</i>) mengalir dengan baik dan tidak membingungkan	Tujuan & <i>Gameplay</i>
3	Ukuran teks, ikon, dan elemen visual cukup jelas dan terbaca	Tampilan Visual
4	Elemen hiburan dalam <i>Game</i> cukup menarik untuk mempertahankan minat <i>player</i>	Hiburan & Engagement
5	Aturan permainan, kontrol, dan interaksi dalam <i>Game</i> disusun dengan baik dan berjalan secara konsisten.	<i>Gameplay</i> & Interaksi
6	<i>Game</i> memberikan pengalaman bermain yang menyenangkan dan edukatif	Pengalaman Bermain (Fun & Edukatif)
7	Sistem umpan balik dalam <i>Game</i> dapat memotivasi <i>player</i> untuk terus belajar dan meningkatkan pemahamannya.	Motivasi & Feedback
8	Transisi antar <i>scene</i> atau bagian dalam <i>Game</i> dilakukan dengan halus dan tidak mengganggu.	Navigasi & Interaksi
9	Elemen suara dan efek audio mendukung suasana serta memperkuat pengalaman bermain.	Audio & Suasana
10	Penggunaan karakter, latar, dan cerita mendukung narasi permainan secara utuh	Narasi & Tema
11	Sistem skor atau penilaian dalam <i>Game</i> mendukung motivasi dan pemahaman <i>player</i>	Motivasi & Feedback
12	Tampilan grafis dalam <i>Game Biomorph</i> menarik dan sesuai dengan tema edukasi.	Tampilan Visual
13	Animasi dan visualisasi dalam <i>Game</i> sesuai dengan materi IPA.	Visualisasi & Edukasi
14	<i>Informasi</i> yang ditampilkan pada layar tidak membingungkan dan sesuai dengan konteks	Navigasi & Kejelasan <i>Informasi</i>
15	Instruksi atau petunjuk dalam <i>Game</i> disajikan dengan bahasa yang jelas dan mudah dipahami	Navigasi & Kejelasan <i>Informasi</i>

Proses penghitungan Skor validasi dari ahli *Game* dilakukan menggunakan rumus 3.1 yang menghasilkan persentase tingkat kelayakan, dengan cara membandingkan rata-rata skor yang diperoleh dengan skor maksimal yang tersedia. Rumus ini digunakan sebagai dasar untuk mengetahui tingkat kepuasan terhadap aspek-aspek yang diSkor

$$\text{Formula Indeks \%} = \frac{\text{Skor total penilaian}}{\text{Skor likert tertinggi} \times \text{jumlah responden}} \times 100\% \quad (3.1)$$

Kuesioner validasi *Game* telah diisi oleh empat orang ahli yang memiliki latar belakang sesuai dengan bidang yang dikaji. Para responden ini diminta untuk

memberikan penilaian terhadap beberapa aspek dalam *Game* melalui lembar kuesioner yang telah disiapkan. Berikut ini disajikan data lengkap hasil isian kuesioner dari masing-masing responden sebagai dasar dalam proses analisis tingkat kelayakan *Game*. Pada tabel 4.9 akan disajikan data responden dari komunitas *Game Developer* Malang yang telah mencoba *Game Biomorph* dan memberikan skor skala likert dari 1-5 dari "Sangat Tidak Setuju" hingga "Sangat Setuju."

Tabel 4.9 Skor Hasil Kuesioner Validasi Ahli *Game*

Responden	Pertanyaan														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R1	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4
R2	4	3	5	3	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	4
R3	4	5	4	4	4	5	4	2	2	4	5	2	3	4	4
R4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
R5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
R6	4	4	5	3	4	3	4	4	4	5	4	3	5	5	4

Berdasarkan data yang telah disajikan, persentase hasil evaluasi dari para ahli akan diperoleh dengan menerapkan perhitungan menggunakan Rumus 3.1. Rumus tersebut digunakan untuk mengolah Skor yang telah diberikan oleh ahli, sehingga dapat diketahui tingkat kelayakan atau kualitas dari aspek yang dievaluasi secara kuantitatif dalam bentuk persentase. Tabel 4.10

Tabel 4.10 Jumlah Skor Para Ahli

Responden	Jumlah Skor
R1	60
R2	59
R3	56
R4	45
R5	75

Responden	Jumlah Skor
R6	61
TOTAL	356

$$\text{Indeks \%} = \frac{356}{(5 \times 6 \times 15)} \times 100\% = 79.11\%$$

Lima orang ahli *Game* dari komunitas *Game Developer* Malang telah memberikan evaluasi terhadap *Game* edukatif *Biomorph*, dan hasilnya menunjukkan bahwa *Game* ini memenuhi kriteria kelayakan. Dari proses penilaian tersebut, diperoleh skor sebesar 79.11%, yang tergolong dalam klasifikasi “Layak”. Skor ini mencerminkan bahwa *Game Biomorph* telah mengakomodasi elemen-elemen penting dalam sebuah *Game* pembelajaran, seperti kejelasan sasaran pembelajaran, alur permainan yang logis, tampilan visual yang mendukung, interaksi pengguna yang responsif, serta keberadaan audio-visual yang mampu memperkuat proses belajar.

Secara keseluruhan, penilaian para ahli *Game* menyatakan bahwa *Biomorph* tidak hanya menarik sebagai permainan digital, tetapi juga efektif dalam menyampaikan isi materi IPA. Meski telah memenuhi standar dasar, *Game* ini masih berpotensi untuk ditingkatkan, terutama pada segi animasi dan sistem feedback agar pengalaman bermain menjadi lebih menyenangkan sekaligus meningkatkan pemahaman pemain terhadap materi.

4.5 Integrasi Islam

Dalam pandangan Islam, ilmu pengetahuan tidak berdiri terpisah dari nilai-nilai keimanan. Segala bentuk inovasi dalam bidang sains dan teknologi idealnya

berlandaskan pada kesadaran spiritual dan etika sosial. Penelitian ini mengembangkan media pembelajaran berupa *Game* edukasi *Biomorph* yang membahas sistem pernapasan, dan dalam pelaksanaannya memadukan pendekatan ilmiah melalui metode MOORA. Integrasi antara Islam dan sains ini diwujudkan melalui dua dimensi utama: hubungan manusia dengan Allah SWT (*Muamalah Ma'a Allah*) yang mendorong rasa syukur atas nikmat ciptaan-Nya, serta hubungan manusia dengan sesama (*Muamalah Ma'a An-Nas*) yang tercermin dalam semangat kolaborasi dan kemanfaatan ilmu bagi orang lain, serta hubungan manusia dengan alam (*Muamalah Ma'a al-Alam*) yang mengajarkan pentingnya menjaga keseimbangan lingkungan sebagai bagian dari tanggung jawab spiritual.

4.5.1 *Muamalah Ma'a Allah*

Muamalah Ma'a Allah merujuk pada hubungan vertikal antara manusia dengan Allah SWT. Hubungan ini dibangun melalui keimanan, ibadah, ketaatan, dan kesadaran bahwa seluruh aspek kehidupan manusia berada dalam kendali dan pengawasan Allah. Dalam Islam, setiap aktivitas manusia, termasuk menuntut ilmu, harus dilandasi niat karena Allah dan menjadi bentuk pengabdian kepada-Nya. Manusia diciptakan tidak hanya untuk hidup, tetapi untuk menyadari dan mensyukuri nikmat kehidupan. QS Adz-Dzariyat ayat 56 menegaskan bahwa tujuan utama penciptaan manusia adalah untuk menyembah Allah.

وَمَا خَلَقْتُ الْجِنَّ وَالْإِنْسَ إِلَّا لِيَعْبُدُونِ ﴿٥٦﴾

“Tidaklah Aku menciptakan jin dan manusia kecuali untuk beribadah kepada-Ku.”
(Q.S. Adz-Dzariyat:56).

Dalam penafsiran Ibnu Katsir dijelaskan bahwa Allah tidak membutuhkan ibadah manusia, tetapi manusia yang memerlukan Allah dalam segala aspek kehidupan mereka. Allah menciptakan dan memberi rezeki kepada manusia, dan mereka wajib menaati-Nya. Bagi yang taat, Allah menjanjikan balasan sempurna, sementara bagi yang durhaka, akan mendapatkan azab yang berat. Ibadah tidak hanya berupa sholat, dzikir atau puasa tapi belajar dan menuntut ilmu juga merupakan ibadah kepada Allah (Ibnu Katsir, *Tafsir al-Qur'an al-Azhim*, Jilid VII, [Beirut: Darul Kutub al-'Ilmiyah, 1419] halaman 396).

Maka dari itu, mempelajari ilmu pengetahuan termasuk ilmu tentang tubuh manusia adalah bagian dari pelaksanaan perintah Allah, yaitu merenungi ciptaan-Nya agar bertambah iman dan rasa syukur. Dalam konteks ini, penelitian dan pengembangan *Game* edukasi "*Biomorph* " bukan semata-mata sebagai media hiburan atau instrumen pendidikan umum. *Game* ini dikembangkan untuk membantu siswa memahami materi sistem pernapasan secara lebih interaktif dan adaptif. Namun lebih dari itu, *Biomorph* dapat menjadi sarana *tadabbur* atas ciptaan Allah SWT, khususnya terhadap tubuh manusia yang merupakan sistem kompleks nan sempurna. *Game Biomorph* membantu siswa menyadari bahwa proses bernapas, yang berlangsung setiap detik tanpa kita sadari, adalah anugerah luar biasa dari Allah. Bernapas adalah syarat utama kehidupan, dan jika mekanismenya terganggu sedikit saja, kehidupan bisa terancam. Maka mempelajari sistem pernapasan bukan hanya sekedar memahami organ atau proses biologis, tetapi juga menjadi ajang perenungan spiritual tentang kekuasaan Sang Pencipta.

(Anggriani, 2023) dalam jurnalnya berjudul “Integrasi Al-Qur’an dan Sains dalam Pendidikan Biologi”. Sistem tubuh manusia merupakan ayat-ayat kauniah (tanda-tanda kebesaran Allah dalam ciptaan-Nya) yang menunjukkan keagungan penciptaan dan mengajak manusia untuk bersyukur dan bertafakur. Sistem pernapasan dengan kompleksitasnya adalah sarana dzikir biologis yang seharusnya memperkuat hubungan manusia dengan Sang Pencipta.

Melalui pendekatan ini, *Muamalah Ma’a Allah* dalam konteks sistem pernapasan adalah kesadaran bahwa bernapas adalah nikmat dari Allah yang tidak ternilai, pembelajaran sistem pernapasan melalui *Game* edukasi *Biomorph* tidak hanya memberi pemahaman ilmiah, tetapi juga menjadi media penguatan nilai spiritual. Siswa diajak untuk menyadari bahwa setiap hembusan nafas adalah karunia yang luar biasa dari Allah SWT. Oleh karena itu, *Muamalah Ma’a Allah* dalam konteks ini adalah bentuk syukur dan pengakuan atas nikmat kehidupan yang telah diberikan oleh Allah melalui penciptaan tubuh yang sempurna dan sistem pernapasan yang kompleks namun bekerja secara otomatis.

4.5.2 *Muamalah Ma’a An-Nas*

Muamalah Ma’Annas merujuk pada hubungan horizontal antara manusia dengan sesama manusia, baik dalam konteks sosial, pendidikan, maupun teknologi. Dalam Islam, hubungan ini dibangun di atas dasar saling menghormati, bekerja sama, dan menyebarkan manfaat. Rasulullah SAW bersabda :

خَيْرُ النَّاسِ أَنْفَعُهُمْ لِلنَّاسِ

“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia lainnya.”(HR. Ahmad, menurut al-Albani dalam ShahihulJami'no:3289)

Pendidikan merupakan salah satu bentuk *Muamalah Ma'a An-Nas* yang sangat utama, karena melalui ilmu pengetahuan manusia dapat saling menolong, membimbing, dan memajukan peradaban. Rasulullah SAW juga menegaskan bahwa menuntut ilmu adalah kewajiban bagi setiap Muslim. Imam Al-Munawi dalam *Faidh al-Qadir* menjelaskan bahwa hadis ini menunjukkan keutamaan berbuat baik kepada sesama, bahkan disebut sebagai ciri utama orang yang mulia di sisi Allah (Al-Munawi, *Faidh al-Qadir Syarh al-Jami' al-Shaghir*, juz 3.)

Dalam konteks ini, *Game* edukasi "*Biomorph*" bukan hanya media belajar, tetapi juga sarana berbagi ilmu dan membangun interaksi yang bermanfaat antara siswa, guru, pengembang teknologi, dan seluruh pemangku kepentingan pendidikan. Dengan metode MOORA, *Game* ini memberikan personalisasi materi, sehingga siswa mendapatkan rekomendasi belajar sesuai dengan tingkat pemahaman mereka. Hal ini mencerminkan nilai-nilai tolong-menolong (ta'awun) dan kepedulian terhadap kebutuhan belajar masing-masing individu. Implementasi teknologi dalam pembelajaran juga mencerminkan nilai ukhuwah (persaudaraan) dan etika muamalah digital, yaitu menggunakan teknologi untuk kepentingan yang baik dan tidak merugikan orang lain. Ini selaras dengan semangat Islam yang mendorong umatnya untuk berkontribusi terhadap kemajuan dan kesejahteraan bersama, terutama dalam bidang pendidikan.

(Yunita & Abdul Mujib, 2021) berjudul "Pendidikan Karakter dalam Perspektif Islam", dijelaskan bahwa integrasi nilai-nilai karakter seperti tanggung jawab, kepedulian sosial, dan semangat belajar harus menjadi bagian dari proses pendidikan berbasis teknologi agar mencetak generasi yang cerdas secara

intelektual dan matang secara spiritual. Dengan demikian, pengembangan *Game* edukasi *Biomorph* mencerminkan praktik nyata muamalah ma'annas dalam bentuk kontribusi ilmu, teknologi, dan pendidikan yang bernilai manfaat dan bernilai ibadah.

4.5.3 *Muamalah Ma'a al-Alam*

Dalam Islam, manusia diperintahkan tidak hanya menjaga hubungan dengan Allah (*Muamalah Ma'a Allah*) dan sesama manusia (*Muamalah Ma'a An-Nas*), tetapi juga dengan alam semesta sebagai bagian dari ciptaan-Nya. Konsep *Muamalah Ma'a al-Alam* menekankan tanggung jawab manusia dalam menjaga, memelihara, dan tidak merusak lingkungan hidup. Alam bukan hanya tempat tinggal, melainkan juga sebagai sarana ibadah dan refleksi atas kebesaran Sang Pencipta. Salah satu ayat yang relevan dalam hal ini adalah firman Allah SWT dalam QS. Al-A'raf ayat 56:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

"Janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah diatur dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat dengan orang-orang yang berbuat baik." (QS. Al-A'raf : 56)

Ayat ini menjadi peringatan tegas agar manusia tidak membuat kerusakan (fasad) di bumi setelah Allah menciptakannya dalam keadaan seimbang dan baik. Kerusakan yang dimaksud tidak hanya berupa perusakan fisik, tetapi juga mencakup eksploitasi berlebihan, pencemaran udara, air, dan tanah, yang pada akhirnya dapat membahayakan kehidupan manusia itu sendiri (Abul Muzhaffar As-Sam'ani, *Tafsir As-Sam'ani*, Jilid II, halaman 189).

Dalam konteks penelitian ini, *Game* edukasi *Biomorph* dikembangkan untuk membantu siswa memahami materi sistem pernapasan, salah satu sistem vital dalam tubuh manusia. Oleh karena itu, melalui media pembelajaran interaktif ini, siswa tidak hanya belajar aspek biologis, tetapi juga dapat ditanamkan nilai-nilai Islam yaitu bahwa menjaga lingkungan adalah bagian dari perintah agama. Sebagaimana disebut dalam jurnal ilmiah oleh (Agustin et al., 2023) berjudul "pendidikan berbasis lingkungan yang terintegrasi dengan nilai-nilai keislaman" dapat membentuk karakter peduli lingkungan yang bukan hanya berlandaskan sains, tetapi juga keimanan dan tanggung jawab moral sebagai khalifah di bumi.

Dengan demikian, *Muamalah Ma'a al-Alam* dalam konteks *Game Biomorph* bukan hanya tentang memahami ilmu pengetahuan, tetapi juga menumbuhkan akhlak terhadap lingkungan. Ketika siswa memahami bahwa bernapas adalah nikmat yang hanya mungkin terjadi dalam ekosistem yang bersih, maka menjaga alam bukan sekadar pilihan, melainkan kewajiban spiritual yang ditanamkan sejak dini.

BAB V

KESIMPULAN & SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *Game* edukasi “*Biomorph*” yang mengangkat tema sistem pernapasan manusia sebagai sarana pembelajaran interaktif. Melalui pendekatan metode MOORA (*Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis*), sistem dalam *Game* ini dirancang untuk menilai dan merekomendasikan karakter berdasarkan hasil tes pemahaman pemain. Latar belakang masalah didasari oleh rendahnya minat belajar siswa dalam memahami materi biologi khususnya sistem pernapasan, serta kurangnya media pembelajaran interaktif yang mampu mengakomodasi kebutuhan belajar siswa secara menyenangkan dan efektif.

Proses pengembangan dilakukan menggunakan pendekatan pengembangan *Game* dengan *Unity*, yang mencakup perancangan antarmuka, integrasi materi sistem pernapasan, serta sistem pengambilan keputusan berbasis MOORA. Data diperoleh dari hasil pengujian validasi oleh ahli materi dan media, serta tanggapan dari pengguna akhir berupa siswa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *Game* “*Biomorph*” secara fungsional berjalan dengan baik dan mampu memberikan umpan balik terhadap pemahaman pengguna. Validasi dari ahli materi juga menunjukkan bahwa konten dalam *Game* sesuai dengan kurikulum dan layak digunakan sebagai media pembelajaran tambahan.

Kesimpulannya, *Game* edukasi “*Biomorph*” terbukti efektif sebagai media pembelajaran interaktif yang dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi sistem pernapasan. Penggunaan metode MOORA memberikan nilai tambah dalam proses evaluasi pembelajaran yang bersifat objektif dan terstruktur. Dengan demikian, *Game* edukasi berbasis sistem pendukung keputusan seperti ini dapat menjadi alternatif solusi inovatif dalam dunia pendidikan, khususnya untuk mata pelajaran biologi di tingkat sekolah menengah.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, pengembangan *Game* edukasi *Biomorph* dengan implementasi metode MOORA menunjukkan efektivitas dalam memberikan rekomendasi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan siswa. Namun, untuk meningkatkan kualitas serta kebermanfaatan *Game* ini di masa mendatang, diperlukan beberapa perbaikan dan pengembangan lebih lanjut agar dapat digunakan secara lebih luas dan optimal dalam proses pembelajaran.

1. Optimalisasi Narasi dan Elemen Cerita dalam *Game*

Disarankan agar pada pengembangan berikutnya, *Game Biomorph* lebih dioptimalkan dari segi narasi dan alur cerita agar memberikan pengalaman belajar yang lebih imersif. Narasi yang kuat dapat membantu siswa memahami konteks pembelajaran secara lebih mendalam, sekaligus meningkatkan motivasi dan keterlibatan mereka selama bermain.

2. Integrasi Fitur *Multiplayer*

Untuk meningkatkan keterlibatan siswa, pengembangan selanjutnya dapat mempertimbangkan penambahan fitur *multiplayer* atau sistem kompetisi edukatif berbasis skor. Fitur ini dapat mendorong semangat belajar siswa melalui interaksi sosial dan persaingan sehat, sekaligus meningkatkan retensi materi melalui pengulangan dan pengalaman bermain yang lebih menarik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, M. F. (2024). Rekomendasi Pemilihan Pemain pada *Game Fantasy Premier League*.
- Agustin, M. et al. (2023). Pendidikan Islam Berbasis Lingkungan: Membangun Kesadaran Ekologis melalui Nilai-Nilai Keislaman. *8*(2).
- Ajeng Lestari, D. et al. (2024). Evaluasi Kinerja Mahasiswa dalam Pemilihan Jurusan dengan Metode MOORA. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi (JIKOMSI)*, *7*(1), 78–81. <https://doi.org/10.55338/jikomsi.v7i1.2717>
- Aji, S. et al. (2019). Integrasi Simulasi dalam *Augmented Reality*. *16*(1), 213–226.
- Alfiana, I. (2021). Media Pembelajaran Sistem Pernapasan Manusia dengan Pemanfaatan *Augmented Reality Berbasis Android*. *10*(2), 35–41.
- Amanda, A. D. et al. (2021). Penerapan Metode Multi Objective Optimization on The Basic of Ratio Analysis (MOORA) pada Pemilihan Masker Organik Wajah Berdasarkan Kriteria. *Jurnal Sistem Komputer Dan Informatika (JSON)*, *2*(3), 289. <https://doi.org/10.30865/json.v2i3.3011>
- Anggriani, N. D. (2023). Integrasi Al-Qur'an dalam Pembelajaran Biologi. *Journal Islamic Education*, *1*(4), 35–44.
- Antonius Fernando et al. (2023). Penerapan Metode *Finite State Machine* Pada *Game* Pembelajaran Matematika. *Jurnal Karya Ilmiah Multidisiplin (JURKIM)*, *3*(1), 60–68. <https://doi.org/10.31849/jurkim.v3i1.11762>
- Apriana, V. et al. (2024). Menentukan Kelayakan Pemberian Pinjaman Menggunakan Metode MOORA (*Multi-Objective Optimization on The Basis Of Ratio Analysis*). *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, *10*(1), 77–86. <https://doi.org/10.37012/jtik.v10i1.2085>
- Ardianto, M., & Rusliyawati. (2024). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pelanggan Terbaik Menggunakan Metode *Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis* dan *Pembobotan Entropy*. ... *Nasional Sains Dan ...*, *6*(3), 233–239. <https://doi.org/10.47065/josh.v5i4.5527>
- Astuti, D. et al. (2022). *Application of the Finite State Machine Method to Determine the End of the Story Based on User Choice in Multiple Role Playing Games*. *International Journal of Computer and Information System (IJCIS)*, *3*(2), 64–68. <https://doi.org/10.29040/ijcis.v3i2.70>
- Azzufar, F. R. (2023). Perancangan Perilaku *Non-Playable Character* pada *Game 'The Ma'had'* Menggunakan Metode *Behaviour Tree Berbasis Decision Support System*. *Nucl. Phys.*, *13*(1), 104–116.
- Brauers, W. K. M., & Zavadskas, E. K. (2006). *The MOORA method and its*

application to privatization in a transition economy. Control and Cybernetics, 35(2), 445–469.

Cholilah, M. et al. (2023). Pengembangan Kurikulum Merdeka Dalam Satuan Pendidikan Serta Implementasi Kurikulum Merdeka Pada Pembelajaran Abad 21. *Sanskara Pendidikan Dan Pengajaran*, 1(02), 56–67. <https://doi.org/10.58812/spp.v1i02.110>

Dewi, N. P. et al. (2021). Analisis Miskonsepsi Peserta Didik Materi Sistem Pernapasan Manusia. *Pendidikan Sains*, 9(3), 422–428.

Erlis Nurhayati. (2020). *Jurnal Paedagogy : Jurnal Paedagogy* : 7(3), 145–150.

Gunawan, I., & Palupi, A. R. (2016). Taksonomi Bloom – Revisi Ranah Kognitif: Kerangka Dasar untuk Pembelajaran, Pengajaran, dan Penilaian. *Premiere Educandum : Jurnal Pendidikan Dasar Dan Pembelajaran*, 2(02). <https://doi.org/10.25273/pe.v2i02.50>

Handayani, A. S. (2021). *Application Of Health Detector (AHD) Dalam Mendeteksi Kesehatan Tubuh Berbasis Android. JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 8(3), 1470–1482. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v8i3.1206>

Harahap, F. H. et al. (2023). Metode MOORA Sebagai Penentuan Prioritas Penerima Bantuan Modal UMKM. *J-SISKO TECH (Jurnal Teknologi Sistem Informasi Dan Sistem Komputer TGD)*, 6(1), 24. <https://doi.org/10.53513/jsk.v6i1.7371>

Hikmah. (2023). Penentuan Materi Kelas Ta'lim Al-Qur'an pada *Game The Ma'had* Menggunakan Metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)*.

Imam Abu Hamid Muhammad bin Muhammad al-Ghazali. (n.d.). *Ihya Ulumiddin*.

Irawan, M. F. et al. (2023). Perencanaan Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Berbasis Project Based Learning Pada Kurikulum Merdeka di Sekolah Dasar. *PIONIR: JURNAL PENDIDIKAN*, 12(3). <https://doi.org/10.22373/pjp.v12i3.20716>

Irawati, I. et al. (2021). Pengaruh Gaya Belajar Terhadap Hasil Belajar IPA. *Jurnal Pijar Mipa*, 16(1), 44–48. <https://doi.org/10.29303/jpm.v16i1.2202>

Khairani, N. et al. (2021). Perancangan *Game 2 Dimensi* Petualangan Anak Menyelamatkan Orangtua sebagai Media Edukatif bagi Anak dengan Metode *Waterfall*. 5(1), 19–23.

Kurniawan, A. et al. (2024). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Teknisi Terbaik pada CV Perdana Mitra Inovasi Menggunakan Metode MOORA. 209–217.

Kurniawan, E. et al. (2022). Penerapan *Metode System Usability Scale (SUS) dalam Mengukur Tingkat Kebergunaan Website Program*. 4307(1), 43–49.

- Lumbantoruan, G., & Harianja, E. (2020). Analisis Strategi Pemasaran Produk Dengan Metode MOORA. *METHOMIKA: Jurnal Manajemen Informatika Dan Komputerisasi Akuntansi*, 4(1), 114–119. <https://doi.org/10.46880/jmika.v4i2.204>
- Megawaty, M., & Ulfa, M. (2020). *Decision Support System Methods: A Review. Journal of Information Systems and Informatics*, 2(1), 192–201. <https://doi.org/10.33557/journalisi.v2i1.63>
- Nurhayati, H. et al. (2017). *Enhancing Immersion in Islamic Boarding School Simulation Games : A Dynamic NPC Behavior System*.
- Nurmalita, N. et al. (2021). Pengembangan game edukasi ipa kuartet sebagai media pembelajaran ipa. *Jurnal MIPA Dan Pembelajarannya*, 1(4), 290–296. <https://doi.org/10.17977/um067v1i4p290-296>
- Nurvitasari, M. W., & Mintohari. (2024). Pengembangan Media Game Ludo Berbasis *Qr Code* “*Lucode*” Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pada Materi Sistem Pernapasan Manusia Di Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 12(3), 370–383.
- Pal, D., & Vanijja, V. (2020). *Perceived usability evaluation of Microsoft Teams as an online learning platform during COVID-19 using system usability scale and technology acceptance model in India. Children and Youth Services Review*, 119, 105535. <https://doi.org/10.1016/j.chilyouth.2020.105535>
- Pinem, A. P. R. et al. (2020). Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Lokasi Industri Berbasis Spasial Menggunakan Metode MOORA. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 7(3), 639–646. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v7i3.231>
- Pradana, A. G. (2019). Rancang Bangun *Game Edukasi “AMUDRA”* Alat Musik Daerah Berbasis Android Afista Galih Pradana Sekreningsih Nita. 49–53.
- Prasetyo, A. A., & Amin, F. (2022). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan *Hero Tank Mobile Legends* Terbaik dengan Metode Moora. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 22(2), 1291. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v22i2.2067>
- Putnam, C. et al. (2020). Adaptation of the System Usability Scale for User Testing with Children. *Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–7. <https://doi.org/10.1145/3334480.3382840>
- Putra, C. N. (2022). Pemilihan Jenis Mobil pada *Game ‘Moonlight Drive’* Menggunakan Metode MOORA Berdasarkan Kemampuan Pemain. 43–44.
- Rakian, G. K. K. et al. (2022). EduTIK: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi Volume 2 Nomor 1, Februari 2022. *EduTIK: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 2(April), 291.

- Ririn Windawati, H. D. K. (2021). *Jurnal basicedu*. 5(2), 1027–1038.
- Ritonga, R. F., & Kartikawati, E. (2022). Analisis Kesesuaian Materi Sistem Pernapasan dan Sistem Pencernaan Pada Buku Teks Biologi SMA. 08, 47–53.
- Rizanti, W. N., & Jufri, A. W. (2023). *Journal of Classroom Action Research*. 5(1). <https://doi.org/10.29303/jcar.v5i1.2870>
- Setiyawati, N., & Bangkalang, D. H. (2022). *The Comparison of Evaluation on User Experience and Usability of Mobile Banking Applications Using User Experience Questionnaire and System Usability Scale. International Academic Symposium of Social Science 2022*, 87. <https://doi.org/10.3390/proceedings2022082087>
- Setya Nugroho, A. et al. (2021). Analisis kebutuhan pengembangan buku suplemen sistem pernapasan manusia berbasis teknologi *augmented reality* sebagai bahan ajar siswa SMP kelas VIII. *Jurnal MIPA Dan Pembelajarannya*, 1(2), 88–92. <https://doi.org/10.17977/um067v1i2p88-92>
- Sibarani, A. I. S. (2021). Pengembangan *Game Education* Berbasis *Construct 2* pada Materi Sistem Pernapasan pada Manusia Kelas VIII. 6.
- Simorangkir, A. G., & Andika, K. (2021). Analisis Penerapan MOORA Dalam Penyeleksian Peserta Olimpiade Catur dengan Metode Pembobotan *Rank Order Centroid*. 2(2), 49–59.
- Umi, F. K. (2022). *Fakumi medical journal*. 2(5), 335–343.
- Vlachogianni, P., & Tselios, N. (2022). *Perceived usability evaluation of educational technology using the System Usability Scale (SUS): A systematic review. Journal of Research on Technology in Education*, 54(3), 392–409. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1867938>
- Widmaier, E. P., Raff, H., & Strang, K. T. (2020). *Human Physiology - The Mechanisms of Body Function*.
- Wildan, A., & Rusdiyani, I. (2023). Pengembangan Media GAULL (*Game Edukasi Wordwall*) pada Materi Bangun Ruang untuk Siswa Sekolah Dasar. 07(02), 1623–1634.
- Yunita, Y., & Abdul Mujib. (2021). Pendidikan Karakter Dalam Perspektif Islam. *Jurnal TAUJIH*, 5(2), 81. <https://doi.org/10.53649/taujih.v3i1.93>
- Zaitun et al. (2019). *Implementation of MOORA Method for Determining Prospective Smart Indonesia Program Funds Recipients. International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(2), 1922–1925. <https://doi.org/10.35940/ijeat.B2860.129219>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Validasi Guru SMP Negeri 1 Pademawu

LEMBAR PERSETUJUAN VALIDASI AHLI MATERI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moh. Junaidi, SP.
NIP : 196910172021211001
Instansi : SMP Negeri 1 Pademawu

Menyatakan bahwa saya telah melakukan telaah dan validasi terhadap:

1. Pembagian Sub-bab materi sistem peredaran darah dalam *game* "BioMorph"
 - a. Fungsi Dari Sistem Pernapasan
 - b. Struktur dan Organ Pernapasan
 - c. Gangguan Sistem Pernapasan
2. Instrumen Soal
 - Materi : IPA Kelas VIII
 - Topik : Sistem Pernapasan
 - Jumlah Soal : 15
 - Soal : Pilihan Ganda

Sub-bab 1 : Fungsi dari sistem pernapasan

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Apa fungsi utama sistem pernapasan pada manusia? a. Mengedarkan darah ke seluruh tubuh b. Menyaring kotoran dari udara c. Menukar oksigen dan karbon dioksida d. Mencerna makanan	C	C1
2.	Mengapa paru-paru disebut sebagai organ utama dalam sistem pernapasan? a. Karena paru-paru menyimpan udara cadangan b. Karena paru-paru adalah tempat pertukaran gas antara oksigen dan karbon dioksida c. Karena paru-paru mengatur suhu udara yang masuk d. Karena paru-paru menghasilkan lendir untuk melindungi saluran napas	B	C2

	<ul style="list-style-type: none"> a. Jantung b. Paru-paru c. Hati d. Lambung 		
2.	<p>Apa peran alveolus dalam struktur sistem pernapasan?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Menyaring kotoran dari udara yang masuk b. Menjadi tempat pertukaran gas antara udara dan darah c. Mengatur tekanan udara di paru-paru d. Menghasilkan lendir untuk melindungi saluran napas 	B	C2
3.	<p>Jika seseorang menghirup udara berdebu, organ pernapasan mana yang paling berperan untuk menyaring kotoran tersebut?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Trakea b. Bronkus c. Rongga hidung d. Alveolus 	C	C3
4.	<p>Seorang pasien didiagnosis dengan penyumbatan pada bronkus akibat lendir berlebih. Bagaimana kondisi ini memengaruhi struktur dan fungsi sistem pernapasan?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Mengurangi luas permukaan alveolus untuk pertukaran gas b. Menghambat aliran udara ke paru-paru sehingga pernapasan terganggu c. Menyebabkan kerusakan permanen pada dinding trakea d. Meningkatkan produksi oksigen di paru-paru 	B	C4
5.	<p>Berdasarkan struktur sistem pernapasan, manakah tindakan yang paling efektif untuk menjaga kesehatan paru-paru pada seseorang yang tinggal di daerah berpolusi tinggi?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Menggunakan masker untuk menyaring partikel polutan b. Mengonsumsi suplemen untuk memperkuat alveolus c. Melatih pernapasan dalam untuk meningkatkan kapasitas bronkus d. Menghindari aktivitas fisik untuk mengurangi 	A	C5

	paparan udara		
--	---------------	--	--

Sub-bab 3 : Gangguan Sistem Pernapasan

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	<p>Apa nama gangguan sistem pernapasan yang ditandai dengan penyempitan saluran napas dan kesulitan bernapas?</p> <p>a. Emfisema b. Tuberkulosis c. Pneumonia d. Asma</p>	D	C1
2.	<p>Mengapa infeksi pneumonia dapat mengganggu fungsi paru-paru?</p> <p>a. Karena menyebabkan penyumbatan pada trakea b. Karena menyebabkan peradangan dan penumpukan cairan di alveolus c. Karena merusak silia di rongga hidung d. Karena meningkatkan produksi karbon dioksida</p>	B	C2
3.	<p>Seseorang yang menderita pneumonia disarankan untuk banyak istirahat. Mengapa tindakan ini penting untuk mendukung pemulihan?</p> <p>a. Mengurangi kebutuhan oksigen tubuh sehingga paru-paru bekerja lebih ringan b. Meningkatkan produksi lendir untuk melindungi paru-paru c. Mengurangi risiko penyebaran infeksi ke organ lain d. Mempercepat regenerasi alveolus yang rusak</p>	A	C3
4.	<p>Seorang pasien dengan bronkitis kronis sering terpapar asap rokok, sedangkan pasien lain dengan emfisema tidak merokok namun memiliki riwayat paparan polusi udara jangka panjang. Apa perbedaan utama dalam dampak gangguan mereka pada sistem pernapasan?</p> <p>a. Bronkitis menyebabkan kerusakan alveolus, sedangkan emfisema menyebabkan peradangan bronkus b. Bronkitis menyebabkan produksi lendir</p>	B	C4

	berlebih, sedangkan emfisema merusak dinding alveolus c. Bronkitis meningkatkan kapasitas paru-paru, sedangkan emfisema menyempitkan saluran napas d. Bronkitis dan emfisema memiliki dampak yang sama pada paru-paru		
5.	Di daerah dengan tingkat polusi tinggi, manakah strategi yang paling efektif untuk mengurangi risiko gangguan pernapasan seperti bronkitis atau pneumonia? a. Mengonsumsi suplemen untuk meningkatkan imunitas paru-paru b. Menggunakan alat pelembap udara di rumah c. Memakai masker pelindung saat berada di luar ruangan d. Melakukan latihan pernapasan setiap hari	C	C5

3. Kriteria Penilaian:

Terdapat 3 kriteria penilaian yaitu nilai, tingkat kesulitan, dan waktu

a. Nilai

Tipe soal	Nilai
Pengetahuan	2
Pemahaman	6
Penerapan	10
Analisis	14
Evaluasi	18
Total	50

b. Tingkat kesulitan

Berdasarkan level kognitif

Tipe soal	Nilai
Pengetahuan (C1)	1
Pemahaman (C2)	2
Penerapan (C3)	3
Analisis (C4)	4
Evaluasi (C5)	5
Total	15

c. Waktu

Dinilai berdasarkan waktu pemain menjawab pertanyaan

Kriteria tersebut akan diterapkan kedalam metode SMARTER sebagai berikut.

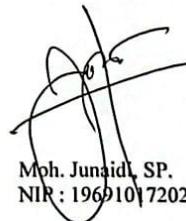
No.	kode	Skala Penilaian	Prioritas	Bobot
1.	C1 (Nilai)	41 – 50	5	0.04
2.		31 – 40	4	0.09
3.		21 – 30	3	0.16
4.		11 – 20	2	0.26
5.		1 – 10	1	0.46
6.	C2 (Tingkat kesulitan)	13 – 15 poin	5	0.04
7.		10 – 12 poin	4	0.09
8.		7 – 9 poin	3	0.16
9.		4 – 6 poin	2	0.26
10.		1 – 3 poin	1	0.46
11.	C3 (Waktu)	1 – 69 detik	5	0.04
12.		70 – 138 detik	4	0.09
13.		139 – 207 detik	3	0.16
14.		208 – 276 detik	2	0.26
15.		277 – 345 detik	1	0.46

Dengan ini, saya menyatakan bahwa instrumen soal, kriteria penilaian, dan pembagian sub-bab dalam game Biomorph telah sesuai dan layak digunakan untuk keperluan penelitian.

Demikian surat persetujuan ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pamekasan, Mei 2025

Validator Ahli Materi,
Guru Mata Pelajaran IPA



Mph. Junaid, SP.
NIR : 196910172021211001

Lampiran 2. Lembar Validasi Guru MTsN 1 Pamekasan

LEMBAR PERSETUJUAN VALIDASI AHLI MATERI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fauzatul Jannah, S.Pd

NIP : 197202131997032004

Instansi : MTsN 1 Pamekasan

Menyatakan bahwa saya telah melakukan telaah dan validasi terhadap:

1. Pembagian Sub-bab materi sistem peredaran darah dalam *game* "BioMorph"
 - a. Fungsi Dari Sistem Pernapasan
 - b. Struktur dan Organ Pernapasan
 - c. Gangguan Sistem Pernapasan
2. Instrumen Soal
 - Materi : IPA Kelas VIII
 - Topik : Sistem Pernapasan
 - Jumlah Soal : 15
 - Soal : Pilihan Ganda

Sub-bab 1 : Fungsi dari sistem pernapasan

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Apa fungsi utama sistem pernapasan pada manusia? a. Mengedarkan darah ke seluruh tubuh b. Menyaring kotoran dari udara c. Menukar oksigen dan karbon dioksida d. Mencerna makanan	C	C1
2.	Mengapa paru-paru disebut sebagai organ utama dalam sistem pernapasan? a. Karena paru-paru menyimpan udara cadangan b. Karena paru-paru adalah tempat pertukaran gas antara oksigen dan karbon dioksida c. Karena paru-paru mengatur suhu udara yang masuk d. Karena paru-paru menghasilkan lendir untuk melindungi saluran napas	B	C2

3.	<p>Jika seseorang berada di dataran tinggi dengan kadar oksigen rendah, bagaimana tubuh menyesuaikan fungsi sistem pernapasannya?</p> <p>a. Mengurangi laju pernapasan untuk menghemat energi b. Meningkatkan frekuensi pernapasan untuk mendapatkan lebih banyak oksigen c. Menghentikan pernapasan untuk menjaga tekanan udara d. Menyaring udara lebih banyak melalui hidung</p>	B	C3
4.	<p>Seorang pasien mengalami gangguan emfisema, yang menyebabkan rusaknya dinding alveolus. Bagaimana kondisi ini memengaruhi fungsi sistem pernapasan?</p> <p>a. Mengurangi kemampuan paru-paru untuk menyaring debu b. Meningkatkan produksi karbon dioksida di paru-paru c. Mengurangi luas permukaan untuk pertukaran gas d. Menyebabkan peningkatan tekanan udara di paru-paru</p>	C	C4
5.	<p>Berdasarkan fungsi sistem pernapasan, manakah dari berikut yang paling efektif untuk meningkatkan efisiensi pertukaran gas di paru-paru pada atlet?</p> <p>a. Berlatih pernapasan dalam untuk meningkatkan kapasitas paru-paru b. Menggunakan masker oksigen selama latihan c. Mengurangi aktivitas fisik untuk menjaga cadangan oksigen d. Mengonsumsi suplemen untuk meningkatkan produksi sel darah merah</p>	A	C5

Sub-bab 2 : Struktur dan Organ Pernapasan

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Apa organ utama dalam sistem pernapasan manusia?	B	C1

	<ul style="list-style-type: none"> a. Jantung b. Paru-paru c. Hati d. Lambung 		
2.	<p>Apa peran alveolus dalam struktur sistem pernapasan?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Menyaring kotoran dari udara yang masuk b. Menjadi tempat pertukaran gas antara udara dan darah c. Mengatur tekanan udara di paru-paru d. Menghasilkan lendir untuk melindungi saluran napas 	B	C2
3.	<p>Jika seseorang menghirup udara berdebu, organ pernapasan mana yang paling berperan untuk menyaring kotoran tersebut?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Trakea b. Bronkus c. Rongga hidung d. Alveolus 	C	C3
4.	<p>Seorang pasien didiagnosis dengan penyumbatan pada bronkus akibat lendir berlebih. Bagaimana kondisi ini memengaruhi struktur dan fungsi sistem pernapasan?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Mengurangi luas permukaan alveolus untuk pertukaran gas b. Menghambat aliran udara ke paru-paru sehingga pernapasan terganggu c. Menyebabkan kerusakan permanen pada dinding trakea d. Meningkatkan produksi oksigen di paru-paru 	B	C4
5.	<p>Berdasarkan struktur sistem pernapasan, manakah tindakan yang paling efektif untuk menjaga kesehatan paru-paru pada seseorang yang tinggal di daerah berpolusi tinggi?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Menggunakan masker untuk menyaring partikel polutan b. Mengonsumsi suplemen untuk memperkuat alveolus c. Melatih pernapasan dalam untuk meningkatkan kapasitas bronkus d. Menghindari aktivitas fisik untuk mengurangi 	A	C5

	paparan udara		
--	---------------	--	--

Sub-bab 3 : Gangguan Sistem Pernapasan

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	<p>Apa nama gangguan sistem pernapasan yang ditandai dengan penyempitan saluran napas dan kesulitan bernapas?</p> <p>a. Emfisema b. Tuberkulosis c. Pneumonia d. Asma</p>	D	C1
2.	<p>Mengapa infeksi pneumonia dapat mengganggu fungsi paru-paru?</p> <p>a. Karena menyebabkan penyumbatan pada trakea b. Karena menyebabkan peradangan dan penumpukan cairan di alveolus c. Karena merusak silia di rongga hidung d. Karena meningkatkan produksi karbon dioksida</p>	B	C2
3.	<p>Seseorang yang menderita pneumonia disarankan untuk banyak istirahat. Mengapa tindakan ini penting untuk mendukung pemulihan?</p> <p>a. Mengurangi kebutuhan oksigen tubuh sehingga paru-paru bekerja lebih ringan b. Meningkatkan produksi lendir untuk melindungi paru-paru c. Mengurangi risiko penyebaran infeksi ke organ lain d. Mempercepat regenerasi alveolus yang rusak</p>	A	C3
4.	<p>Seorang pasien dengan bronkitis kronis sering terpapar asap rokok, sedangkan pasien lain dengan emfisema tidak merokok namun memiliki riwayat paparan polusi udara jangka panjang. Apa perbedaan utama dalam dampak gangguan mereka pada sistem pernapasan?</p> <p>a. Bronkitis menyebabkan kerusakan alveolus, sedangkan emfisema menyebabkan peradangan bronkus b. Bronkitis menyebabkan produksi lendir</p>	B	C4

	berlebih, sedangkan emfisema merusak dinding alveolus c. Bronkitis meningkatkan kapasitas paru-paru, sedangkan emfisema menyempitkan saluran napas d. Bronkitis dan emfisema memiliki dampak yang sama pada paru-paru		
5.	Di daerah dengan tingkat polusi tinggi, manakah strategi yang paling efektif untuk mengurangi risiko gangguan pernapasan seperti bronkitis atau pneumonia? a. Mengonsumsi suplemen untuk meningkatkan imunitas paru-paru b. Menggunakan alat pelembap udara di rumah c. Memakai masker pelindung saat berada di luar ruangan d. Melakukan latihan pernapasan setiap hari	C	C5

3. Kriteria Penilaian:

Terdapat 3 kriteria penilaian yaitu nilai, tingkat kesulitan, dan waktu

a. Nilai

Tipe soal	Nilai
Pengetahuan	2
Pemahaman	6
Penerapan	10
Analisis	14
Evaluasi	18
Total	50

b. Tingkat kesulitan

Berdasarkan level kognitif

Tipe soal	Nilai
Pengetahuan (C1)	1
Pemahaman (C2)	2
Penerapan (C3)	3
Analisis (C4)	4
Evaluasi (C5)	5
Total	15

c. Waktu

Dinilai berdasarkan waktu pemain menjawab pertanyaan

Kriteria tersebut akan diterapkan kedalam metode SMARTER sebagai berikut.

No.	kode	Skala Penilaian	Prioritas	Bobot
1.	C1 (Nilai)	41 – 50	5	0.04
2.		31 – 40	4	0.09
3.		21 – 30	3	0.16
4.		11 – 20	2	0.26
5.		1 – 10	1	0.46
6.	C2 (Tingkat kesulitan)	13 – 15 poin	5	0.04
7.		10 – 12 poin	4	0.09
8.		7 – 9 poin	3	0.16
9.		4 – 6 poin	2	0.26
10.		1 – 3 poin	1	0.46
11.	C3 (Waktu)	1 – 69 detik	5	0.04
12.		70 – 138 detik	4	0.09
13.		139 – 207 detik	3	0.16
14.		208 – 276 detik	2	0.26
15.		277 – 345 detik	1	0.46

Dengan ini, saya menyatakan bahwa instrumen soal, kriteria penilaian, dan pembagian sub-bab dalam game Biomorph telah sesuai dan layak digunakan untuk keperluan penelitian.

Demikian surat persetujuan ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pamekasan, Mei 2025

Validator Ahli Materi,
Guru Mata Pelajaran IPA



Fauzatul Janjah, S.Pd
NIP: 197202131997032004

Lampiran 3. Lembar Validasi Guru MTsN 2 Tuban

LEMBAR PERSETUJUAN VALIDATOR AHLI MATERI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Sufiyah, S.pd. Gr
 NIP : 199106232023212012
 Instansi : MTs Negeri 2 Tuban

Menyatakan bahwa saya telah melakukan telaah dan validasi terhadap:

1. Pembagian Sub-bab materi sistem pernapasan dalam *game* "BioMorph"
 - a. Fungsi Sistem Pernapasan
 - b. Struktur dan Organ Pernapasan
 - c. Gangguan Sistem Pernapasan
2. Instrumen Soal
 - Materi : IPA Kelas VIII
 - Topik : Sistem Pernapasan
 - Jumlah Soal : 15
 - Soal : Pilihan Ganda

Sub-bab 1 : Fungsi Sistem Pernapasan

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Apa fungsi utama sistem pernapasan pada manusia? a. Mengedarkan darah ke seluruh tubuh b. Menyaring kotoran dari udara c. Menukar oksigen dan karbon dioksida d. Mencerna makanan	C	C1
2.	Mengapa paru-paru disebut sebagai organ utama dalam sistem pernapasan? a. Karena paru-paru menyimpan udara cadangan b. Karena paru-paru adalah tempat pertukaran gas antara oksigen dan karbon dioksida	B	C2

	c. Karena paru-paru mengatur suhu udara yang masuk d. Karena paru-paru menghasilkan lendir untuk melindungi saluran napas		
3.	Jika seseorang berada di dataran tinggi dengan kadar oksigen rendah, bagaimana tubuh menyesuaikan fungsi sistem pernapasannya? a. Mengurangi laju pernapasan untuk menghemat energi b. Meningkatkan frekuensi pernapasan untuk mendapatkan lebih banyak oksigen c. Menghentikan pernapasan untuk menjaga tekanan udara d. Menyaring udara lebih banyak melalui hidung	B	C3
4.	Seorang pasien mengalami gangguan emfisema, yang menyebabkan rusaknya dinding alveolus. Bagaimana kondisi ini memengaruhi fungsi sistem pernapasan? a. Mengurangi kemampuan paru-paru untuk menyaring debu b. Meningkatkan produksi karbon dioksida di paru-paru c. Mengurangi luas permukaan untuk pertukaran gas d. Menyebabkan peningkatan tekanan udara di paru-paru	C	C4
5.	Berdasarkan fungsi sistem pernapasan, manakah dari berikut yang paling efektif untuk meningkatkan efisiensi pertukaran gas di paru-paru pada atlet? a. Berlatih pernapasan dalam untuk meningkatkan kapasitas paru-paru b. Menggunakan masker oksigen selama latihan c. Mengurangi aktivitas fisik untuk menjaga cadangan oksigen d. Mengonsumsi suplemen untuk meningkatkan produksi sel darah merah	A	C5

Sub-bab 2 : Struktur dan Organ Pernapasan

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Apa organ utama dalam sistem pernapasan manusia?	B	C1

	<ul style="list-style-type: none"> a. Jantung b. Paru-paru c. Hati d. Lambung 		
2.	<p>Apa peran alveolus dalam struktur sistem pernapasan?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Menyaring kotoran dari udara yang masuk b. Menjadi tempat pertukaran gas antara udara dan darah c. Mengatur tekanan udara di paru-paru d. Menghasilkan lendir untuk melindungi saluran napas 	B	C2
3.	<p>Jika seseorang menghirup udara berdebu, organ pernapasan mana yang paling berperan untuk menyaring kotoran tersebut?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Trakea b. Bronkus c. Rongga hidung d. Alveolus 	B	C3
4.	<p>Seorang pasien didiagnosis dengan penyumbatan pada bronkus akibat lendir berlebih. Bagaimana kondisi ini memengaruhi struktur dan fungsi sistem pernapasan?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Mengurangi luas permukaan alveolus untuk pertukaran gas b. Menghambat aliran udara ke paru-paru sehingga pernapasan terganggu c. Menyebabkan kerusakan permanen pada dinding trakea d. Meningkatkan produksi oksigen di paru-paru 	B	C4
5.	<p>Berdasarkan struktur sistem pernapasan, manakah tindakan yang paling efektif untuk menjaga kesehatan paru-paru pada seseorang yang tinggal di daerah berpolusi tinggi?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Menggunakan masker untuk menyaring partikel polutan b. Mengonsumsi suplemen untuk memperkuat alveolus c. Melatih pernapasan dalam untuk meningkatkan kapasitas bronkus 	A	C5

d. Menghindari aktivitas fisik untuk mengurangi paparan udara		
---	--	--

Sub-bab 3 : Gangguan Sistem Pernapasan

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	<p>Apa nama gangguan sistem pernapasan yang ditandai dengan penyempitan saluran napas dan kesulitan bernapas?</p> <p>a. Emfisema b. Tuberkulosis c. Pneumonia d. Asma</p>	D	C1
2.	<p>Mengapa infeksi pneumonia dapat mengganggu fungsi paru-paru?</p> <p>a. Karena menyebabkan penyumbatan pada trakea b. Karena menyebabkan peradangan dan penumpukan cairan di alveolus c. Karena merusak silia di rongga hidung d. Karena meningkatkan produksi karbon dioksida</p>	B	C2
3.	<p>Seseorang yang menderita pneumonia disarankan untuk banyak istirahat. Mengapa tindakan ini penting untuk mendukung pemulihan?</p> <p>a. Mengurangi kebutuhan oksigen tubuh sehingga paru-paru bekerja lebih ringan b. Meningkatkan produksi lendir untuk melindungi paru-paru c. Mengurangi risiko penyebaran infeksi ke organ lain d. Mempercepat regenerasi alveolus yang rusak</p>	A	C3
4.	<p>Seorang pasien dengan bronkitis kronis sering terpapar asap rokok, sedangkan pasien lain dengan emfisema tidak merokok namun memiliki riwayat paparan polusi udara jangka panjang. Apa perbedaan utama dalam dampak gangguan mereka pada sistem pernapasan?</p> <p>a. Bronkitis menyebabkan kerusakan alveolus, sedangkan emfisema menyebabkan peradangan bronkus b. Bronkitis menyebabkan produksi lendir</p>	D	C4

	berlebih, sedangkan emfisema merusak dinding alveolus c. Bronkitis meningkatkan kapasitas paru-paru, sedangkan emfisema menyempitkan saluran napas d. Bronkitis dan emfisema memiliki dampak yang sama pada paru-paru		
5.	Di daerah dengan tingkat polusi tinggi, manakah strategi yang paling efektif untuk mengurangi risiko gangguan pernapasan seperti bronkitis atau pneumonia? a. Mengonsumsi suplemen untuk meningkatkan imunitas paru-paru b. Menggunakan alat pelembap udara di rumah c. Memakai masker pelindung saat berada di luar ruangan d. Melakukan latihan pernapasan setiap hari	B	C5

3. Kriteria Penilaian:

Terdapat 3 kriteria penilaian yaitu nilai, tingkat kesulitan, dan waktu

a. Nilai

Tipe soal	Nilai
Pengetahuan	2
Pemahaman	6
Penerapan	10
Analisis	14
Evaluasi	18
Total	50

b. Tingkat kesulitan

Berdasarkan level kognitif

Tipe soal	Nilai
Pengetahuan (C1)	1
Pemahaman (C2)	2
Penerapan (C3)	3
Analisis (C4)	4
Evaluasi (C5)	5
Total	15

c. Waktu

Dinilai berdasarkan waktu pemain menjawab pertanyaan

Kriteria tersebut akan diterapkan kedalam metode WASPAS sebagai berikut.

No.	kode	Nama Sub-Kriteria	Prioritas
1.	C1 (Nilai)	1 – 10	5
2.		11 – 20	4
3.		21 – 30	3
4.		31 – 40	2
5.		41 – 50	1
6.	C2 (Tingkat kesulitan)	1 – 3 poin	5
7.		4 – 6 poin	4
8.		7 – 9 poin	3
9.		10 – 12 poin	2
10.		13 – 15 poin	1
11.	C3 (Waktu)	277 – 345 detik	5
12.		208 – 276 detik	4
13.		139 – 207 detik	3
14.		70 – 138 detik	2
15.		1 – 69 detik	1

Dengan ini, saya menyatakan bahwa instrumen soal, kriteria penilaian, dan pembagian sub-bab dalam *game* BioMorph telah sesuai dan layak digunakan untuk keperluan penelitian.

Demikian lembar persetujuan ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Tuban, 16 April 2025

Validator Ahli Materi,
Guru Mata Pelajaran IPA



(Nur Anorizki S. Pd., G
Nip. 199106232023212042

Lampiran 4. Pengujian Pada SMP Negeri 1 Pademawu



Lampiran 5. Pengujian di MTsN 1 Pamekasan



Lampiran 6. Pengujian di MTsN 2 Tuban



Lampiran 7. Surat Permononan Izin Penelitian SMP Negeri 1 Pademawu



**PEMERINTAH KABUPATEN PAMEKASAN
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
SMP NEGERI 1 PADEMAWU**

Jalan Raya Pademawu Barat No. 10 ☎ (0324) 336717 Pamekasan 69381

SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

N a m a : SYAIFUL RIZAL, S.Pd, M.Si
N I P : 197105211997031006
Jabatan : Kepala Sekolah
Unit Kerja : SMP Negeri 1 Pademawu

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Ilham Romadhon Ali Umri
NIM : 210605110093
Fakultas : Sain dan Teknologi
Prodi : Teknik Informatika
Universitas : Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Dengan ini menyatakan sesungguhnya bahwa nama mahasiswa tersebut di atas BENAR telah melaksanakan penelitian di SMP Negeri 1 Pademawu dengan judul **"PENENTUAN MATERI SISTEM PERNAPASAN UNTUK PLAYER PADA GAME BIOMORPH MENGGUNAKAN METODE MOORO"**

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.



Pamekasan, 14 April 2025
Kepala Sekolah,

SYAIFUL RIZAL, S.Pd, M.Si
NIP: 197105211997031006

Lampiran 8. Surat Permononan Izin Penelitian MTsN 1 Pamekasan



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN AGAMA KABUPATEN PAMEKASAN
MADRASAH TSANAWIYAH NEGERI 1 PAMEKASAN
TERAKREDITASI A / NOMOR : 599/BAN-SM/SK/2019
Jl. Raya Bunder Pademawu Telp. 0324 – 324128 Kode Pos 69381

SURAT KETERANGAN

Nomor : B-086/Mts.13.22.17/PP.00.5/04/2025

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Drs. ABDUL KADIR JAILANI
NIP : 196803101994031001
Pangkat / Gol : Pembina Tingkat I (IV/b)
Jabatan : Kepala Sekolah

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Ilham Romadhon Ali Umri
NIM : 210605110093
Fakultas : Sains dan Teknologi
Program Studi : Teknik Informatika
Universitas : Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

telah melaksanakan penelitian di MTsN 1 Pamekasan dengan judul penelitian "PENENTUAN MATERI SISTEM PERNAPASAN UNTUK PLAYER PADA GAME BIOMORPH MENGGUNAKAN METODE MOORA".

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Pamekasan, 10 April 2025
Kepala MTsN 1 Pamekasan

ABDUL KADIR JAILANI

Lampiran 9. Surat Permononan Izin Penelitian MTsN 2 Tuban



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KABUPATEN TUBAN
MADRASAH TSANAWIYAH NEGERI 2 TUBAN
Jalan Raya Beron Nomor 664 Telephon (0356) 812367, Fax.(0356) 812473
Kode Pos 62371 Website: www.mtsn2tuban.sch.id
Email: mtsnrengel@kemenag.go.id

Nomor : 6/Mts.13.17.02/PP.00.5/05/2025 17 Mei 2025
Sifat : Biasa
Hal : **Rekomendasi Izin Penelitian/telah Melaksanakan Penelitian**

Yth. Rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
Jl. Gajayana 50 malang 65144 Jawa Timur
di
Tempat

Assalamua'alaikum Wr.Wb

Menindaklanjuti surat dari Dekan UIN Maulana Malik Ibrahim Malang Nomor: B-81.O/FST.01/TL.00/05/2025 Tanggal 06 Mei 2025 Perihal Permohonan Izin Penelitian untuk melaksanakan kegiatan Penelitian di MTsN 2 Tuban. Berkenaan dengan maksud tersebut maka kami memberi **rekomendasi** Kepada:

Nama : ILHAM ROMADHON ALI UMRI
NIM : 210605110093
Semester : VIII
Program Studi : Teknik Informatika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : **Penentuan Materi Sistem Pernapasan untuk Player pada Game BIOMORPH Menggunakan Metode Moora**

Telah melakukan kegiatan penelitian di MTsN 2 Tuban dalam rangka penyelesaian Skripsinya dari tanggal 01 Mei 2025 sampai dengan 30 Mei 2025.

Demikian surat keterangan kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.
Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Kepala Madrasah



ALI MAGHFUR

Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik (BSrE), Badan Siber dan Sandi Negara

CS Dipindai dengan CamScanner