

**PENYESUAIAN MATERI SISTEM PEREDARAN DARAH DALAM *GAME*
EDUKASI “BIOMORPH” MENGGUNAKAN
METODE SMARTER**

SKRIPSI

Oleh :
FARROS SHAFFIRA
NIM. 210605110161



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

**PENYESUAIAN MATERI SISTEM PEREDARAN DARAH DALAM
GAME EDUKASI “BIOMORPH” MENGGUNAKAN
METODE SMARTER**

SKRIPSI

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

Oleh :
FARROS SHAFFIRA
NIM. 210605110161

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

HALAMAN PERSETUJUAN

PENYESUAIAN MATERI SISTEM PEREDARAN DARAH DALAM GAME EDUKASI “BIOMORPH” MENGGUNAKAN METODE SMARTER

SKRIPSI

Oleh :
FARROS SHAFFIRA
NIM. 210605110161

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 05 Juni 2025

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,

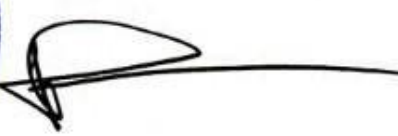


Dr. Ir. Fesy Nugroho, M.T, IPM
NIP. 19710722 201101 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Bachrul Kurniawan, M.MT., IPU
NIP. 19771020 200912 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

PENYESUAIAN MATERI SISTEM PEREDARAN DARAH DALAM GAME EDUKASI "BIOMORPH" MENGGUNAKAN METODE SMARTER

SKRIPSI

Oleh :
FARROS SHAFFIRA
NIM. 210605110161

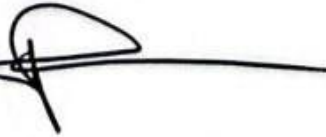
Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal: 25 Juni 2025

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji	: <u>Dr. Yunifa Miftachul Arif, M.T</u> NIP. 19830616 201101 1 004	()
Anggota Penguji I	: <u>Ahmad Fahmi Karami, M.Kom</u> NIP. 19870909 202012 1 001	()
Anggota Penguji II	: <u>Hani Nurhayati, M.T</u> NIP. 19780625 200801 2 006	()
Anggota Penguji III	: <u>Dr. Ir. Fresy Nugroho, M.T, IPM</u> NIP. 19710722 201101 1 001	()

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




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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Farros Shaffira
NIM : 210605110161
Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika
Judul Skripsi : Penyesuaian Materi Sistem Peredaran Darah
Dalam *Game* Edukasi "Biomorph" Menggunakan
Metode SMARTER

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,



1000
REPUBLIK INDONESIA
METERAI
TEMPEL
99ABZAMX371328869

Farros Shaffira
NIM.210605110161

MOTTO

“Smile is never flat”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT, Tuhan yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.

Dengan penuh hormat dan syukur, penulis persembahkan karya ini kepada:

Abi dan Umi tercinta, Bapak Qodrat Agung Prijantoro dan Ibu Samu, yang selalu memberikan cinta, doa, dan dukungan tanpa henti.

Keluarga tercinta,
atas inspirasi, kebahagiaan, dan semangat dalam setiap momen yang dilalui bersama.

Dosen pembimbing serta teman-teman aster,
atas bimbingan, arahan, dan ilmu yang sangat berharga sepanjang proses penyusunan skripsi.

Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji hanya milik Allah Subhanahu wa ta'ala, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan kemudahan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Penyesuaian Materi Sistem Peredaran Darah dalam *Game* Edukasi “Biomorph” Menggunakan Metode Smarter” dengan lancar. Tidak lupa, shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita, Nabi Muhammad Sallallahu ‘Alaihi wa Sallam, yang telah membawa umat manusia keluar dari kegelapan menuju jalan yang terang benderang, yaitu agama Islam yang penuh rahmat dan petunjuk.

Penulisan skripsi merupakan bukti perjuangan penulis dalam menyelesaikan studi S1 Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Untuk itu banyak bantuan dan dukungan yang penulis dapatkan. Sehingga penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada:

1. Prof. Dr. M. Zainuddin, M.A., sebagai Rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si., sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Ir. Fachrul Kurniawan, M.MT., IPU., sebagai Ketua Program Studi Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Hani Nurhayati, M.T, sebagai Dosen Pembimbing I, atas bimbingan, arahan, dan kesabaran yang telah ibu berikan selama proses penyusunan skripsi.

5. Dr. Ir. Fresy Nugroho, M.T, IPM., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan dukungan yang membuat penulis dapat melewati setiap tahapan dengan lebih baik.
6. Dr. Yunifa Miftachul Arif, M.T, sebagai Dosen Penguji I, dan Ahmad Fahmi Karami, M.Kom sebagai Dosen Penguji II, atas segala masukan dan saran yang diberikan sangat membantu penulis dalam memperbaiki dan menyempurnakan skripsi ini
7. Nia Faricha S, Si., selaku Admin Program Studi S1 Teknik Informatika yang selalu sabar membantu dan menjawab segala hal yang berhubungan dengan perkuliahan maupun proses penulisan skripsi.
8. Seluruh dosen, staf administrasi, laboran, serta seluruh jajaran di Program Studi Teknik Informatika atas ilmu, dukungan, dan arahannya selama penulis menjadi bagian dari Program Studi S1 Teknik Informatika.
9. Penulis ucapkan terima kasih kepada Abi dan Umi saya, Bapak Qodrat Agung Prijantoro, S. Pd dan Ibu Samu, S. Pd, atas segala cinta, doa, pengorbanan, dan dukungan yang tiada henti. Tanpa bimbingan, kasih sayang, dan semangat yang selalu kalian berikan, saya tidak akan bisa mencapai semua ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan keberkahan dan membalas segala kebaikan yang telah kalian berikan kepada saya.
10. Terima kasih yang tulus saya sampaikan kepada adik-adik tercinta yaitu Sania Fakhrunnisa dan Maula Shah Rozaan, atas dukungan, semangat, dan kebersamaan yang selalu kalian berikan. Terima kasih telah menemani dan memberikan dukungan moral sepanjang perjalanan ini. Semoga dilancarkan

studinya, tercapai semua cita-citanya, diberkahi dan diberikan kebahagiaan oleh Allah SWT.

11. Terima kasih kepada para “Ceciwi” yaitu Suci, Afiifah, dan Mala, yang telah menemani penulis di perantauan. Terima kasih atas kebersamaan, berbagi suka dan duka, serta pengalaman berharga yang tak ternilai. Kehadiran kalian membuat perantauan ini lebih ringan dan penuh warna. Semoga persahabatan kita selalu erat dan penuh kebahagiaan.
12. Teman seperjuangan, Qimal, Hamidah, dan anak bimbingan Ibu Hani (Aza dan Rama). Terima kasih telah berjuang sampai sejauh ini.
13. Seluruh warga “Aster” yang sudah berjuang dari awal maba sampai lulus.
14. Terima kasih yang sebesar-besarnya saya ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.
15. Terima kasih kepada diri saya sendiri, Farros Shaffira. Telah berjuang sejauh ini, walaupun terkadang putus asa. Namun tetap berusaha untuk terus berjalan.

Sebagai penutup, penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna dan ada kekurangan, namun berharap karya ini tetap memberikan manfaat bagi pembaca dan penulis

Malang, 13 Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
مستخلص البحث	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II STUDI PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terkait	6
2.2 <i>Game</i> Edukasi	10
2.3 <i>Decision Support System</i>	11
2.4 <i>Simple Multi Attribute Rating Technique Expoliting Ranks</i> (SMARTER) ..	12
2.5 Sistem Peredaran Darah	14
2.6 <i>System Usability Scale</i> (SUS)	15
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Perancangan <i>Game</i>	17
3.1.1 <i>Finite State Machine</i> pada NPC dalam <i>Maze</i> 2D	19
3.1.2 <i>Finite State Machine</i> pada NPC dalam Ruang Laboratorium	20
3.1.3 Perancangan <i>Game</i>	21
3.2 Rancangan Metode SMARTER	25
3.2.1 Kriteria dan Alternatif Penilaian	25
3.2.2 Nilai <i>Utility</i>	29
3.2.3 Perangkingan	30
3.3 Rancangan Pengujian Sistem	30
3.3.1 Rancangan Pengujian Validasi Ahli Materi	31
3.3.2 Rancangan Validasi Ahli <i>Game</i>	31
3.3.3 Rancangan Pengujian Sistem Menggunakan <i>System Usability Scale</i> (SUS)	32
3.3.4 Rancangan Pengujian Sistem Menggunakan <i>Confusion Matrix</i>	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Pengembangan <i>Game</i>	35

4.2 Implementasi Sistem	39
4.2.1 Data Pertanyaan.....	40
4.2.2 Implementasi Perhitungan Metode SMARTER.....	45
4.3 Pengujian Validasi Ahli Materi.....	49
4.4 Pengujian Validasi Ahli <i>Game</i>	50
4.5 Pengujian <i>System Usability Scale</i>	53
4.5.1 Komponen <i>Satisfaction</i>	58
4.5.2 Komponen <i>Efficiency</i>	59
4.5.3 Komponen <i>Learnability</i>	60
4.5.4 Komponen <i>Error</i>	61
4.5.5 Komponen <i>Memorability</i>	62
4.6 Pengujian <i>Confusion Matrix</i>	63
4.7 Integrasi Sains dan Islam	69
4.7.1 Muamalah Ma'a Allah.....	70
4.7.2 Muamalah Ma'a An-Nas	72
4.7.3 Muamalah Ma'a Al-Alam.....	73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 <i>Gameplay</i>	18
Gambar 3. 2 <i>Finite State Machine</i> Pada NPC Musuh	19
Gambar 3. 3 <i>Finite State Machine</i> NPC Guru	20
Gambar 4. 1 Pemain Berada di Lorong Laboratorium.....	35
Gambar 4. 2 Pemain Berada di Laboratorium Sistem Peredaran Darah.....	35
Gambar 4. 3 Tampilan Awal Sebelum Masuk <i>Maze 2D</i>	36
Gambar 4. 4 Objek Jantung	36
Gambar 4. 5 Objek Darah	36
Gambar 4. 6 Objek Pembuluh Darah	36
Gambar 4. 7 NPC dalam <i>Maze 2D</i>	37
Gambar 4. 8 Hasil Penyesuaian Materi.....	37
Gambar 4. 9 Hasil Penyesuaian Alternatif ke-1	38
Gambar 4. 10 Hasil Penyesuaian Alternatif ke-2.....	38
Gambar 4. 11 Hasil Penyesuaian Alternatif ke-3	39
Gambar 4. 12 Hasil Konversi Nilai.....	48
Gambar 4. 13 Hasil Perhitungan <i>Pseudocode 4.3</i>	49
Gambar 4. 14 Distribusi Asal Sekolah Responden	54
Gambar 4. 15 Distribusi Gender	55
Gambar 4. 16 Distribusi Umur Responden	55
Gambar 4. 17 <i>Grade Scale</i>	57
Gambar 4. 18 Distribusi <i>Satisfaction</i>	58
Gambar 4. 19 Distribusi <i>Efficiency</i>	59
Gambar 4. 20 Distribusi <i>Learnability</i>	60
Gambar 4. 21 Distribusi <i>Error</i>	61
Gambar 4. 22 Distribusi <i>Memorability</i>	62
Gambar 4. 23 Hasil Penyesuaian Materi pada Pemain	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait	9
Tabel 2. 2 <i>Letter Grades</i>	16
Tabel 2. 3 Tabel Pengelompokan SUS	16
Tabel 3. 1 <i>Storyboard Game “BioMorph”</i>	21
Tabel 3. 2 <i>Assets Game “BioMorph”</i>	23
Tabel 3. 3 Rancangan <i>Interface</i>	24
Tabel 3. 4 Kriteria	26
Tabel 3. 5 Sub-Kriteria	27
Tabel 3. 6 Data Alternatif	28
Tabel 3. 7 Penilaian Alternatif	28
Tabel 3. 8 Data Transformasi Alternatif	29
Tabel 3. 9 Nilai <i>Utility</i>	29
Tabel 3. 10 Hasil Perangkingan	30
Tabel 3. 11 Kriteria Hasil Validasi	32
Tabel 3. 12 Pertanyaan SUS	32
Tabel 4. 1 Soal pada <i>Game “BioMorph”</i>	40
Tabel 4. 2 Kuesioner Validasi Ahli <i>Game</i>	51
Tabel 4. 3 Hasil Kuesioner Ahli <i>Game</i>	52
Tabel 4. 4 Hasil Penjumlahan Skor	52
Tabel 4. 5 Pernyataan SUS Berdasarkan Komponen	53
Tabel 4. 6 Hasil Skor SUS	55
Tabel 4. 7 Hasil Jumlah Jawaban per Pernyataan	57
Tabel 4. 8 Perbandingan Rangking Sistem dengan Ahli	63
Tabel 4. 9 <i>Confusion Matrix</i>	67

ABSTRAK

Shaffira, Farros. 2025. **Penyesuaian Materi Sistem Peredaran Darah Dalam *Game* Edukasi “BioMorph” Menggunakan Metode SMARTER**. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Hani Nurhayati, M.T (II) Dr. Ir. Fresy Nugroho, M.T, IPM

Kata Kunci: Sistem Peredaran Darah, *Game* Edukasi, *Decision Support System*, *Simple Multi Attribute Rating Technique Exploiting Ranks*

Teknik pembelajaran dalam pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) telah berkembang pesat, dengan penggunaan teknologi seperti simulasi, animasi, dan film instruksional untuk memudahkan siswa memahami konsep-konsep sulit. Sistem peredaran darah manusia adalah salah satu materi yang sulit dipahami karena terdapat banyak organ dan istilah asing. Mengetahui kelebihan dan kekurangan dalam memahami materi ini penting untuk mengidentifikasi bagian yang perlu diperkuat dan mengatur strategi belajar yang lebih efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media belajar berupa *game* edukasi “BioMorph” tentang sistem peredaran darah yang mampu memberikan penyesuaian materi sesuai kemampuan pemain berdasarkan skor, tingkat kesulitan, dan waktu menggunakan metode SMARTER. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *game* ini mampu menyesuaikan materi sistem peredaran darah dengan nilai 78.6% pada pengujian ahli *game*, 75.33% pada pengujian SUS, dan 83.3% pada pengujian *confusion matrix*.

ABSTRACT

Shaffira, Farros. 2025. **Adjustment of Circulatory System Material in the Educational Game “BioMorph” Using the SMARTER Method.** Undergraduate Thesis. Informatics Engineering Study Program, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor: (I) Hani Nurhayati, M.T (II) Dr. Ir. Fresy Nugroho, M.T, IPM

Keywords: Circulatory System, Educational Game, Decision Support System, Simple Multi Attribute Rating Technique Exploiting Ranks

Learning techniques in science lessons have developed rapidly, with the use of technology such as simulations, animations, and instructional films to make it easier for students to understand difficult concepts. The human circulatory system is one of the most difficult subjects to understand as there are many organs and unfamiliar terms. Knowing the strengths and weaknesses in understanding this material is important to identify the parts that need to be strengthened and organise more effective learning strategies. This research aims to develop learning media in the form of an educational game ‘BioMorph’ about the circulatory system that is able to provide material adjustments according to the player's ability based on score, difficulty level, and time using the SMARTER method. The test results show that this game is able to adjust the circulatory system material with a score of 78.6% on game expert testing, 75.33% on SUS testing, and 83.3% on confusion matrix testing.

مستخلص البحث

شافيرا، فروس. 2025. تعديل محتوى نظام الدورة الدموية في لعبة تعليمية "BioMorph" باستخدام طريقة SMARTER. البحث الجامعي. قسم الهندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف الأول: هاني نورهاياتي، ماجستير. المشرف الثاني: د. إر. فريسي نوغروهو، ماجستير.

الكلمات الرئيسية: النظام الدوري، اللعبة التعليمية، نظام دعم اتخاذ القرار، تقنية التصنيف البسيط متعدد السمات باستغلال الرتب

لقد تطورت تقنيات التعلم في دروس العلوم بشكل سريع، مع استخدام التكنولوجيا مثل المحاكاة والرسوم المتحركة والأفلام التعليمية لتسهيل فهم الطلاب للمفاهيم الصعبة. ويُعد الجهاز الدوري البشري من أصعب المواد التي يصعب فهمها نظرًا لوجود العديد من الأعضاء والمصطلحات غير المألوفة. ومن المهم معرفة نقاط القوة والضعف في فهم هذه المادة لتحديد الأجزاء التي تحتاج إلى تقوية عن "BioMorph" وتنظيم استراتيجيات تعلم أكثر فعالية. يهدف هذا البحث إلى تطوير وسائط تعليمية على شكل لعبة تعليمية الجهاز الدوري، وهي قادرة على تقديم تعديلات في المادة التعليمية وفقًا لقدرة اللاعب بناءً على الدرجة ومستوى الصعوبة والوقت تُظهر نتائج الاختبار أن هذه اللعبة قادرة على ضبط مادة الجهاز الدوري بدرجة 78.6% في SMARTER باستخدام طريقة SUS، اختبار مصفوفة الارتباك، اختبار خبير اللعبة، و 75.33% في اختبار

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknik pembelajaran telah mengalami revolusi sebagian besar berkat kemajuan teknologi, terutama dalam Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Proses pengajaran dan pembelajaran IPA menjadi lebih menarik dan partisipatif berkat teknologi. Siswa dapat memvisualisasikan topik-topik kompleks yang sulit untuk diungkapkan dengan kata-kata, menggunakan simulasi, animasi, dan film instruksional (Lai'Mandi *et al.*, 2023). Selain itu, dengan melakukan eksperimen, siswa dapat meningkatkan kemampuan mereka untuk berpikir kritis dan memecahkan masalah. Alhasil, teknologi berfungsi sebagai alat dan jembatan untuk membantu siswa mendapatkan pemahaman yang lebih dalam tentang alam yang ada di dunia (Maritsa *et al.*, 2021).

IPA adalah ilmu sistematis yang meneliti alam secara metodelis, tidak hanya mempelajari fakta dan prinsip, tetapi juga prosesnya. Ilmuwan menyelidiki fenomena alam menggunakan sikap ilmiah, seperti keterbukaan, kejujuran, dan keingintahuan (Ardiansyah & Arda, 2020). IPA akan sangat bermanfaat jika dipelajari dengan benar, yaitu dengan memahami makna di balik konsep dan mampu mengevaluasi bukti secara ilmiah, bukan sekadar menghafal teknik atau persamaan (Sumiantari *et al.*, 2019). Pemahaman konsep IPA yang mendalam memerlukan hubungan antara teori dan realita. Di abad ke-21, literasi sains menjadi kemampuan dasar yang penting bagi siswa untuk memahami konsep IPA (Dwicky Putra Nugraha, 2022).

Literasi sains dibangun atas dasar penalaran dan berpikir kritis. Dengan literasi sains memungkinkan seseorang untuk mengevaluasi informasi, menginterpretasikan data, dan membuat kesimpulan berdasarkan fakta. Literasi sains melatih kemampuan berpikir kritis, sehingga membantu membedakan antara fakta dan opini (Irsan, 2021). Literasi sains semakin menjadi perhatian di Indonesia, terutama setelah hasil *Program for International Student Assessment (PISA) 2022* menunjukkan peningkatan yang signifikan. Peringkat Indonesia naik 6 posisi dibandingkan tahun 2018, namun nilai literasi sains justru menurun sebanyak 13 poin dari tahun 2018. PISA mengukur literasi membaca, matematika, dan sains pada murid berusia 15 tahun (*Peringkat Indonesia Pada PISA 2022 Naik 5-6 Posisi Dibanding 2018*, 2023). Sehingga pentingnya literasi sains sesuai dengan firman Allah SWT pada Qur'an surah Al-'Alaq ayat 1-5 yang berbunyi.

إِقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ ۝١ خَلَقَ الْإِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍ ۝٢ اقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ ۝٣ الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ ۝٤ عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ ۝٥

“Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang menciptakan (1). Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah (2). Bacalah, dan Tuhanmulah Yang Mahamulia (3). Yang mengajar (manusia) dengan pena (4). Dia mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya (5).” (Qs. Al-'Alaq: 1-5)

Menurut Tafsir Ibnu Katsir, surah ini memperingatkan manusia untuk mengingat dari mana mereka berasal, yaitu dari tempat *'alaqah*, sumber keberadaan manusia. Dan itulah salah satu nikmat Allah SWT, bahwa Allah telah mengajarkan manusia hal-hal yang tidak diketahuinya. Hal ini menunjukkan bahwa ilmu pengetahuan telah mengangkat derajat dan martabat manusia di sisi Allah SWT.

Selain itu, ilmu adalah pembeda antara malaikat dan *Abul Basyar* (Adam) (Masykur & Solekhah, 2021).

Berdasarkan tafsir tersebut menggambarkan pentingnya literasi sains semakin tidak terbantahkan. Sejalan dengan makna Surah Al-Alaq ayat 1 – 5 yang menekankan pentingnya membaca dan menulis, pelaksanaan pembelajaran IPA sewajarnya dibungkus dengan media yang inovatif seperti penggunaan *game* edukasi. *Game* edukasi dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran yang menyajikan materi sistem peredaran darah secara interaktif. Menurut (Waruwu *et al.*, 2024) materi sistem peredaran darah bersifat abstrak jika hanya mengandalkan bantuan buku dalam proses pembelajaran. Selain itu menurut (Aziza *et al.*, 2021) sistem peredaran darah manusia dianggap sulit karena materi yang kompleks, banyak istilah asing, dan terdapat beberapa organ yang harus dipelajari tanpa bisa dilihat secara langsung.

Oleh karena itu, mengetahui kelebihan dan kekurangan diri dalam memahami materi sistem peredaran darah menjadi sangat diperlukan. Dengan mengetahui bagian mana yang sudah dikuasai dan yang belum dipahami, membuat siswa dapat lebih mudah mengatur strategi belajar yang tepat (Apriyanti *et al.*, 2023). Untuk mendukung hal tersebut, dibutuhkan penyesuaian materi dengan menggunakan metode *Simple Multi Attribute Rating Technique Exploiting Ranks* (SMARTER) sebagai alat bantu untuk memberikan peringkat berdasarkan subbab pada materi sistem peredaran darah. Sehingga siswa dapat memperoleh gambaran lebih jelas mengenai materi bagian mana yang perlu perhatian dan penguatan lebih lanjut.

SMARTER merupakan salah satu teknik pengambilan Keputusan multikriteria yang dikemukakan oleh Edward dan baron pada tahun 1994. Metode ini memberikan nilai pada setiap kriteria dan membandingkannya untuk menentukan pilihan terbaik, dengan bobot yang berbeda sesuai tingkat kepentingannya (Mahendra *et al.*, 2023). Metode SMARTER merupakan pengembangan dari metode SMART (*Simple Multi Attribute Rating Technique*). Perbedaan antara kedua metode tersebut terletak pada proses pembobotan, dimana metode SMART menggunakan pembobotan dengan rentang 0 – 1, sedangkan SMARTER menggunakan teknik ROC (*Rank Order Centroid*) sebagai proses pembobotan (Yudani & Wati, 2023).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana media pembelajaran berupa *game* tentang sistem peredaran darah mampu memberikan penyesuaian materi sesuai kemampuan pemain dengan menggunakan metode SMARTER.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

- a. Objek yang digunakan pada penelitian ini yaitu Siswa Kelas VIII.
- b. Media yang digunakan yaitu *game* edukasi berbasis *mobile*.
- c. Data yang digunakan hanya berasal dari Siswa Kelas VIII.
- d. Media ini hanya memberikan perankingan dalam menyesuaikan materi berdasarkan kemampuan Siswa Kelas VIII pada saat memainkan *game*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan media belajar berupa *game* tentang sistem peredaran darah yang mampu memberikan penyesuaian materi sesuai kemampuan pemain dengan metode SMARTER.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut.

- a. Memberikan penyesuaian materi sistem peredaran darah yang lebih dulu dipelajari sesuai kemampuan pemain.
- b. Sebagai media pembelajaran sistem peredaran darah berbentuk *game*.
- c. Membantu pemain memahami materi yang belum dikuasai.

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Penelitian dengan judul “Implementasi Metode *Simple Multi Attribute Rating Technique Exploiting Rank* (SMARTER) untuk Diagnosa Penyakit Ginjal kronis” oleh (Ocviani *et al.*, 2022) membahas mengenai implementasi metode SMARTER dalam melakukan deteksi penyakit ginjal kronis untuk mengidentifikasi gejala awal dan tanda-tanda penyakit ginjal kronis. Proses identifikasi ini sangat penting agar dapat melakukan pengobatan tepat waktu, yang dapat mengurangi risiko keterlambatan dalam perawatan pasien. Penelitian ini menggunakan 15 data alternatif dari data pasien yang mengalami gejala penyakit ginjal kronis. Dengan hasil secara akurat mencocokkan hasil aktual dalam 10 dari 15 kasus, mencapai tingkat akurasi 70%.

Sedangkan penelitian dengan judul “Penerapan Metode SMARTER Pada Penentuan Media Literasi Pembelajaran Anak Berkebutuhan Khusus” oleh (Majid *et al.*, 2022) menggunakan metode SMARTER untuk merekomendasikan media literasi pembelajaran Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) yang cocok digunakan sesuai dengan kriteria masing-masing. Penentuan ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan asesmen akademik, asesmen non-akademik, dan asesmen perkembangan berdasarkan nilai akhir. Hasil perhitungan dari 14 responden, terdapat 2 orang penyandang tunarungu dengan kategori ringan, dapat diberikan pembelajaran menggunakan media berbasis audio karena masih bisa menerima

pembelajaran menggunakan alat bantu pendengaran. Terdapat 7 orang penyandang tunagrahita dengan kategori berat dapat diberikan pembelajaran menggunakan media berbasis audio visual, 2 orang penyandang tunagrahita kategori ringan dapat diberikan pembelajaran menggunakan media berbasis audio, dan 1 orang penyandang tunagrahita dengan kategori sedang dapat diberikan pembelajaran menggunakan media berbasis visual. Selain itu terdapat 1 orang penyandang tunadaksa kategori sedang dapat diberikan pembelajaran dengan media berbasis visual dan 1 orang penyandang tunadaksa kategori berat dapat diberikan pembelajaran menggunakan media berbasis audio visual.

Penelitian yang dilakukan oleh (Fikri *et al.*, 2021) dengan judul “Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Aplikasi Android “SIPERAH” pada Materi Sistem Peredaran darah” menggunakan empat tahap pengembangan yaitu *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Dari keempat tahapan tersebut, menghasilkan media pembelajaran interaktif yaitu “SIPERAH” dengan tingkat persentase kelayakan sebesar 85.2%.

Sedangkan penelitian oleh (Munawaroh, 2024) bertujuan untuk mengukur validitas dan efektivitas dari media pembelajaran berbentuk *game* yaitu “*Adventure of blood*” berbasis *roleplay* yang menggunakan model pengembangan ADDIE. *Game* ini dinilai valid, efektif, dan praktis meningkatkan hasil belajar yang dinilai dari peningkatan nilai *pretest* dan *posttest* siswa sebesar rata-rata 15.87. Selain itu hasil penilaian ahli materi sebesar 91%, ahli media 89%, praktisi pembelajaran 86%, dan ahli bahasa sebesar 85% sehingga memberikan nilai kategori layak untuk *game* ini.

Penelitian dengan judul “Pengembangan *Game* Edukasi Berbasis Android pada Materi Sistem Peredaran Darah Manusia Kelas VB Sekolah Dasar Negeri 03 Pontianak Kota” oleh (Oktavia *et al.*, 2022) menjelaskan penelitian ini menghasilkan media pembelajaran *game* edukasi “SIPEDA” yang terbukti sangat valid dan praktis untuk digunakan siswa. Validasi ahli media menunjukkan persentase 87,5%, ahli materi 83,33%, dan respon siswa 93,50%, semuanya dalam kategori “sangat valid”. Nilai kepraktisan media juga tinggi, dengan penilaian ahli media 75% dalam kategori “praktis”, ahli materi 91,66%, dan penerapan oleh siswa 85,75% dalam kategori “sangat praktis”. Hasil ini menunjukkan bahwa SIPEDA dapat digunakan kapan saja dan di mana saja, serta efektif dalam menumbuhkan antusiasme dan semangat belajar siswa.

Selain itu, penelitian oleh (Sari *et al.*, 2024) dengan judul “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)” menjelaskan bahwa penelitian ini mengembangkan sistem rekomendasi berbasis *game* menggunakan metode TOPSIS, *game* ini berfungsi untuk menentukan materi yang harus dipelajari oleh pemain berdasarkan nilai, waktu, dan pengalaman. Penelitian ini menghasilkan tingkat akurasi sebesar 87.5% dalam implementasi metode TOPSIS pada sistem yang diujikan kepada 20 mahasantri. Selain itu, dengan menggunakan *game* sebagai media pembelajaran dapat meningkatkan keaktifan dan keterlibatan pemain dalam belajar Al-Qur’an.

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait

No	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Implementasi Metode <i>Simple Multi Attribute Rating Technique Exploiting Rank</i> (SMARTER) Untuk Diagnosa Penyakit Ginjal Kronis	Penggunaan metode SMARTER menghasilkan tingkat akurasi sebesar 70%, dimana terdapat 10 data yang aktual dari 15 data.	Menggunakan metode SMARTER.	Diagnosa penyakit ginjal kronis.
2	Penerapan Metode SMARTER Pada Penentuan Media Literasi Pembelajaran Anak Berkebutuhan Khusus	Pengujian <i>blackbox</i> dari penentuan media pembelajaran yang sesuai memperoleh nilai rata-rata yaitu 82% yang masuk kedalam kategori baik.	Menggunakan metode SMARTER.	Penentuan media pembelajaran yang sesuai untuk anak berkebutuhan khusus.
3	Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Aplikasi Android “SIPERAH” Pada Materi Sistem Peredaran Darah	Media pembelajaran yang dikembangkan mendapatkan nilai 85.2% yang mengindikasikan bahwa media dinilai baik dan layak digunakan.	Objek yang digunakan yaitu materi sistem peredaran darah.	Pengembangan media pembelajaran menggunakan Microsoft PowerPoint, iSpring, website 2 APK <i>builder</i> dan java 8.
4	Pengembangan Media <i>Game Adventure Of Blood</i> Berbasis <i>Role Play</i> Peredaran Darah Manusia	Terdapat peningkatan pemahaman siswa dengan selisih rata-rata nilai <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> adalah 15.87.	Objek yang digunakan yaitu materi sistem peredaran darah.	Menggunakan model pengembangan ADDIE (<i>Analisis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation</i>).
5	Pengembangan <i>Game</i> Edukasi Berbasis Android pada Materi Sistem Peredaran Darah Manusia Kelas VB Sekolah Dasar	<i>Game</i> edukasi SIPEDA terbukti sangat valid dan praktis berdasarkan penilaian ahli dan respon siswa, menunjukkan efektivitasnya sebagai media pembelajaran.	Objek yang digunakan yaitu materi sistem peredaran darah.	Responden yang digunakan yaitu siswa kelas VB Sekolah Dasar Negeri 03 Pontianak Kota

No	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
	Negeri 03 Pontianak Kota			
6	Penentuan Materi Kelas Ta'lim Al-Qur'an Pada <i>Game</i> "The Ma'had" Menggunakan Metode <i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution</i> (Topsis)	<i>Game</i> "The Ma'had" dinilai layak digunakan sebagai alternatif media pembelajaran bagi mahasantri untuk meningkatkan pemahaman mahasantri dalam membaca Al-Qur'an dengan tingkat akurasi pada proses pengujian sebesar 87.5%.	<i>Game</i> sebagai media penyesuaian materi	Objek yang digunakan yaitu materi ta'lim Al-Qur'an dan mengimplementasikan metode TOPSIS

Usulan Skripsi		
7	Penyesuaian Materi Sistem Peredaran Darah Dalam <i>Game</i> Edukasi "BioMorph" Menggunakan Metode SMARTER	Penyesuaian materi sistem peredaran darah berdasarkan kemampuan pemain dengan menggunakan metode SMARTER

2.2 *Game* Edukasi

Media pembelajaran yang inovatif, seperti *game* edukasi memadukan aspek permainan dan pembelajaran. Dengan perpaduan tersebut dapat menarik minat siswa dan memotivasi mereka untuk belajar. *Game* edukasi dinilai fleksibel karena dapat dimainkan kapan dan dimana saja dengan ataupun tanpa pengawasan pembimbing (Arifah *et al.*, 2022). Selain itu *game* edukasi juga dirancang untuk meningkatkan kemampuan *problem solving* pada siswa (Wardani *et al.*, 2022).

Game edukasi dinilai efektif dalam membantu memahami konsep abstrak, terutama dalam mata pelajaran matematika (Oktaviasari *et al.*, 2024) dan IPA (Sahrul *et al.*, 2024). Hal ini dikarenakan *game* memiliki mekanisme pengulangan yang membuat siswa dapat berinteraksi dengan materi secara berulang kali (Muhdi *et al.*, 2023). *Game* seperti Kahoot, Quizizz, Educandy, Quizwhizzer, dan

WordWall telah menjadi salah satu alat bantu mengajar yang populer di kalangan guru. Media tersebut tidak hanya memudahkan guru dalam menciptakan materi pembelajaran yang interaktif, tetapi juga dapat digunakan sebagai alat evaluasi. Meskipun demikian, setiap *game* memiliki karakteristik yang berbeda, sehingga guru perlu mempertimbangkan kelebihan dan kekurangan masing-masing sebelum memilihnya untuk digunakan di kelas (Marhaeni *et al.*, 2023).

2.3 *Decision Support System*

Decision Support System (DSS) adalah sistem berbasis komputer yang dirancang untuk membantu pengambilan keputusan, baik dalam situasi yang terstruktur maupun tidak terstruktur. DSS memberikan informasi, model, dan alat yang diperlukan untuk menganalisis suatu masalah, mengevaluasi alternatif solusi, dan memilih tindakan terbaik (Wahono & Ali, 2021). *Decision Support System* (DSS) memiliki peran krusial dalam proses pengambilan keputusan. DSS mampu menangani masalah yang tidak terstruktur dari berbagai sumber menjadi informasi yang bermakna. Dengan menggunakan berbagai jenis model seperti statistik, simulasi, dan optimasi, DSS dapat merepresentasikan situasi yang kompleks secara akurat. Selain itu, DSS juga memfasilitasi proses evaluasi terhadap berbagai alternatif solusi dengan cepat dan efisien (Iswavigra & Endriani Zen, 2023). Singkatnya, DSS berperan sebagai asisten cerdas yang membantu pengambil keputusan dalam menganalisis data, membangun model, mengevaluasi alternatif, dan mengkomunikasikan hasil analisis dengan lebih efektif.

Proses pengambilan keputusan secara umum terdiri dari tiga tahapan utama yaitu inteligensi, desain, dan pemilihan. Tahap inteligensi melibatkan identifikasi

dan definisi masalah melalui pengumpulan dan analisis data. Tahap desain berfokus pada pengembangan dan evaluasi berbagai alternatif solusi yang potensial. Terakhir, tahap pemilihan melibatkan penentuan alternatif terbaik berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan, yang kemudian diimplementasikan (Kuswanto, 2022). DSS memiliki beberapa karakteristik yaitu pertama, DSS harus interaktif, menyediakan antarmuka yang mudah digunakan untuk akses data dan informasi yang cepat, fleksibel agar mampu memproses berbagai variabel masukan dan menghasilkan alternatif keputusan yang beragam, mampu menangani data kualitas, mengubah penilaian subjektif menjadi nilai kuantitatif melalui pembobotan, dan DSS harus didukung oleh prosedur pakar, yang mencerminkan pengetahuan dan keahlian dalam bidang masalah yang ditangani (Isa Rosita *et al.*, 2020).

2.4 *Simple Multi Attribute Rating Technique Expoliting Ranks*

(SMARTER)

SMARTER adalah metode yang digunakan untuk membuat keputusan berdasarkan banyak faktor atau kriteria. Metode ini merupakan pengembangan dari metode SMART yang sudah ada sebelumnya. SMARTER bekerja dengan cara memberikan nilai pada setiap kriteria dan kemudian membandingkan nilai-nilai tersebut untuk menentukan pilihan terbaik. Setiap kriteria memiliki bobot yang berbeda untuk menunjukkan tingkat kepentingannya (Simarmata, 2019). SMARTER merupakan metode yang relatif mudah disesuaikan. Sejumlah manfaat diperoleh dari penggunaan *Simple Multi Attribute Rating Technique Exploiting Ranks* (SMARTER), termasuk kemudahannya untuk dimodifikasi seiring dengan bertambahnya jumlah kriteria, kemampuannya untuk menggabungkan kriteria

kuantitatif dan kualitatif dalam analisisnya, dan fakta bahwa penambahan alternatif baru tidak mengubah keputusan yang telah diambil dari alternatif sebelumnya (Blaster *et al.*, 2023).

Metode SMART dan SMARTER memiliki cara yang berbeda dalam menentukan bobot atau tingkat kepentingan dari setiap kriteria. SMART menggunakan skala 0 sampai 1 untuk memberikan bobot, sementara SMARTER menggunakan metode ROC yang lebih spesifik (Monalisa & Wahid, 2021). Sebelum menentukan bobot, terlebih dahulu menentukan urutan kriteria berdasarkan tingkat prioritasnya. Berikut perhitungan ROC menurut (Blaster *et al.*, 2023).

$$W_1 \geq W_2 \geq W_3 \geq W_4 \geq \dots \geq W_k \quad (2.1)$$

Huruf W direpresentasikan sebagai nilai bobot kriteria. Jika K merepresentasikan total jumlah kriteria yang dievaluasi, maka bobot untuk kriteria ke-K dapat dihitung dengan menggunakan rumus.

$$W_k = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \frac{1}{i} \quad (2.2)$$

Keterangan:

W : Nilai bobot kriteria
K : Jumlah kriteria
i : Nilai alternatif

Setelah menentukan bobot, dilakukan perhitungan nilai *utility* dengan mengalikan nilai kriteria dan nilai dari pembobotan sub kriteria, lalu hasilnya dijumlahkan, rumus sebagai berikut.

$$V(x) = \sum_{i=1}^n W_i \times V_i(x) \quad (2.3)$$

Keterangan:

W_i : Bobot yang mempengaruhi dimensi i terhadap nilai keseluruhan evaluasi
 V_i : Objek evaluasi pada dimensi ke-i
 N : Jumlah dimensi nilai yang berbeda

Proses terakhir yaitu melakukan perhitungan nilai akhir menggunakan rumus sebagai berikut.

$$N_i = \sum_{j=1}^n nW_j + U_{ij} \quad (2.4)$$

Keterangan:

W_j : Bobot dari kriteria ke-1
 U_{ij} : Nilai *utility* kriteria ke-j untuk alternatif ke-i
 N_i : Nilai akhir

2.5 Sistem Peredaran Darah

Sistem peredaran darah merupakan salah satu materi yang diajarkan dibangku SMP kelas VIII. Sistem peredaran darah merupakan topik yang kompleks. Materi ini memerlukan pendekatan pembelajaran yang kreatif dan variatif agar siswa dapat memahaminya dengan baik. Meskipun penting, materi ini seringkali dianggap sulit karena konsep-konsepnya yang abstrak (Ningrum *et al.*, 2022). Sistem peredaran darah terdiri dari dua bagian utama yang saling berhubungan. Pertama, darah mengalir dari jantung ke paru-paru untuk mengambil oksigen dan melepaskan karbon dioksida. Kedua, darah yang kaya oksigen ini kemudian diedarkan ke seluruh tubuh untuk memberikan nutrisi dan oksigen yang dibutuhkan oleh sel-sel tubuh. Setelah tugasnya selesai, darah kembali ke jantung

untuk memulai siklus baru. Proses ini terus berulang secara terus-menerus (Astuti *et al.*, 2023).

Gangguan pada fungsi jantung dan pembuluh darah menjadi penyebab utama berbagai penyakit pada sistem peredaran darah. Salah satu ciri khas penyakit ini adalah perkembangannya yang seringkali tanpa disertai gejala yang jelas, sehingga seringkali baru terdeteksi ketika sudah mencapai tahap lanjut dan menimbulkan masalah kesehatan yang serius (Fitri Mailani, 2023). Merokok, pola makan yang buruk, dan tidak rajin berolahraga merupakan salah satu faktor risiko penyakit jantung dan pembuluh darah. Akibat yang mungkin terjadi adalah *aterosklerosis* yaitu penumpukan lemak yang menyebabkan pembuluh darah mengeras atau menyempit (Santosa & Baharuddin, 2020), serangan jantung yaitu kondisi jantung sama sekali tidak berfungsi (Putra *et al.*, 2023), dan stroke yaitu pecahnya pembuluh darah di otak (Setiawan, 2021).

2.6 *System Usability Scale (SUS)*

Usability merupakan bagian dari *Human Computer Interaction* (HCI) yang menilai pengalaman, kepuasan, dan kemudahan pengguna dalam berinteraksi dengan teknologi contohnya situs *website*. Salah satu alat ukur yang bisa digunakan adalah *System Usability Scale* (SUS), yang terdiri dari 10 pernyataan dengan skala lima poin. SUS dinilai unggul karena sederhana, cepat, dan dapat digunakan pada berbagai jenis antarmuka. Skor akhir SUS berada dalam rentang 1–100 dan diklasifikasikan ke dalam grade A hingga F, sebagai berikut (Kosim *et al.*, 2022).

Tabel 2. 2 Letter Grades

Grade	Nilai
A	≥ 80.3
B	$74 \leq \text{Nilai} < 80.3$
C	$68 \leq \text{Nilai} < 74$
D	$51 \leq \text{Nilai} < 68$
F	< 51

Sepuluh pernyataan pada SUS bertipe positif serta negatif. Pernyataan positif mencakup aspek-aspek seperti kenyamanan, visual, dan kemudahan bermain, sementara pernyataan negatif mengarah pada kesulitan atau kebingungan dalam bermain *game* (Sattu & Filza, 2025). Pernyataan SUS dikelompokkan ke dalam lima kategori yaitu *efficiency*, *memorability*, *errors*, *learnability*, dan *satisfaction* sesuai teori Nielsen, tanpa membagi pertanyaan tersebut secara merata (Yogananti *et al.*, 2022).

Tabel 2. 3 Tabel Pengelompokan SUS

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

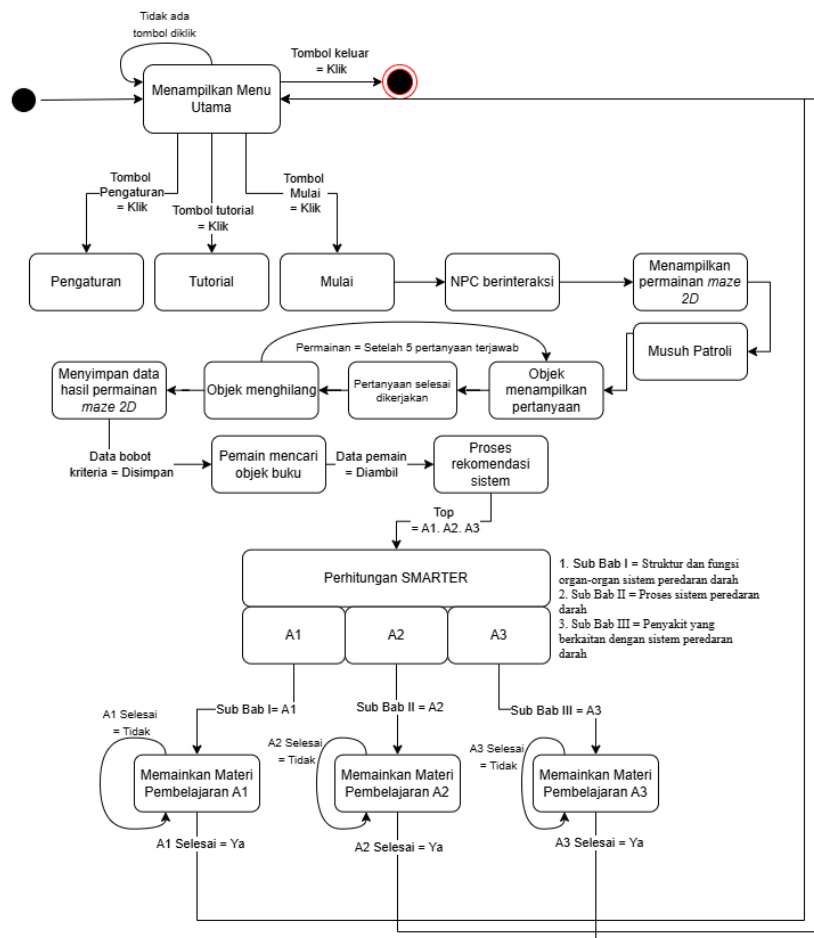
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Perancangan *Game*

“BioMorph” adalah sebuah *game* edukasi berbasis *mobile* yang dirancang untuk membuat pembelajaran IPA menjadi lebih menyenangkan dan interaktif. *Game* ini fokus pada empat materi utama, yaitu sistem peredaran darah, sistem pencernaan, sistem ekskresi, dan sistem pernapasan. Mekanisme permainan “BioMorph” terbagi menjadi tiga tahap yaitu memainkan permainan, penyesuaian materi, dan melihat materi pembelajaran. Pada tahap awal, pemain akan *spawn* di lorong laboratorium saat tombol *start* diklik. Pemain harus memasuki laboratorium dan berinteraksi dengan NPC guru untuk melanjutkan permainan. Setelah berinteraksi dengan NPC, pemain akan memasuki *maze* 2D, di mana mereka akan mencari objek 2D yang melambangkan materi sistem peredaran darah manusia didalam *maze*, dan menjawab pertanyaan yang ada didalam objek 2D tersebut untuk mengukur pemahaman awal mereka terhadap materi yang akan dipelajari lebih lanjut. Namun, pada saat mencari objek yang melambangkan materi, pemain harus menghindari dari NPC musuh yang sedang berpatroli. Hasil permainan ini kemudian dianalisis oleh sistem untuk menentukan materi mana yang perlu dipelajari lebih lanjut. Berdasarkan hasil analisis oleh sistem menggunakan metode SMARTER, pemain akan diarahkan menuju materi pembelajaran yang sesuai dengan materi yang belum mereka kuasai berdasarkan hasil skor, poin pada tingkat kesulitan dan waktu yang didapatkan.

Penelitian ini secara khusus berfokus pada analisis materi sistem peredaran darah. Tahap memainkan permainan sangat penting karena menjadi dasar dalam menyesuaikan materi pembelajaran bagi setiap pemain. Berikut merupakan penerapan *gameplay* pada perancangan *game* penyesuaian materi sistem peredaran darah.



Gambar 3. 1 *Gameplay*

Gambar 3.1 memperlihatkan konsep *gameplay* pada perancangan *game* penyesuaian materi sistem peredaran darah. Pemain akan disambut oleh menu utama di awal permainan. Langkah awal yang dilakukan pemain adalah menyelesaikan permainan *maze* 2D. Hasil permainan ini kemudian akan dianalisis

oleh sistem berdasarkan beberapa faktor penting, seperti skor, tingkat kesulitan pertanyaan, dan waktu yang tersedia. Setiap faktor ini memiliki bobot atau nilai penting yang berbeda-beda (C1, C2, dan C3).

Sistem kemudian memproses data hasil permainan menggunakan metode SMARTER untuk menyesuaikan materi pelajaran yang paling sesuai dengan nilai hasil bermain. Setelah analisis selesai, sistem akan memberikan penyesuaian materi pelajaran yang akan dipelajari lebih lanjut. Selanjutnya, pemain diminta untuk mengklik tombol untuk melanjutkan ke materi pembelajaran. Jika materi pembelajaran telah selesai, maka permainan selesai.

3.1.1 *Finite State Machine* pada NPC dalam *Maze 2D*

Dalam pengembangan *game*, *Finite State Machine* (FSM) digunakan untuk mengatur perilaku karakter non-pemain (NPC) berdasarkan kondisi tertentu. FSM menggambarkan transisi antar keadaan, seperti patroli, mengejar, dan menyerang, yang tergantung pada posisi pemain. Berikut merupakan penerapan *finite state machine* musuh pada perancangan *game* penyesuaian materi sistem peredaran darah.

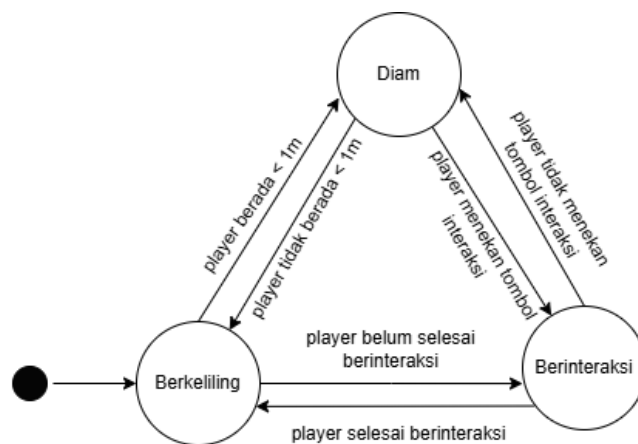


Gambar 3. 2 *Finite State Machine* Pada NPC Musuh

Gambar 3.2 menggambarkan tiga keadaan utama pada NPC musuh yaitu, patroli, mengejar, dan menyerang. NPC musuh bergerak dalam area yang ditentukan pada keadaan patroli, dan akan beralih ke keadaan mengejar jika pemain memasuki jangkauan kejaran. Jika pemain berada dalam jangkauan serang, NPC musuh akan beralih ke keadaan menyerang. Setelah serangan atau jika pemain keluar dari jangkauan serang, NPC musuh kembali ke Patroli atau Mengejar, tergantung posisi pemain. Sistem ini mengatur perilaku NPC musuh secara dinamis berdasarkan interaksi dengan pemain.

3.1.2 *Finite State Machine* pada NPC dalam Ruangan Laboratorium

Finite State Machine (FSM) adalah model yang menggambarkan sistem dengan sejumlah keadaan (status) yang dapat berpindah berdasarkan kondisi tertentu. Setiap status mewakili keadaan sistem, seperti diam, berkeliling, dan berinteraksi yang tergantung pada posisi pemain. Berikut merupakan penerapan *finite state machine* NPC guru pada perancangan *game* penyesuaian materi sistem peredaran darah.



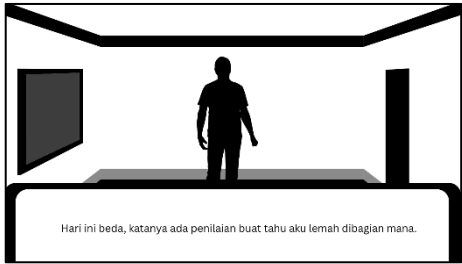
Gambar 3.3 *Finite State Machine* NPC Guru

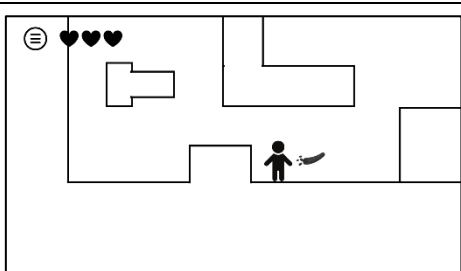
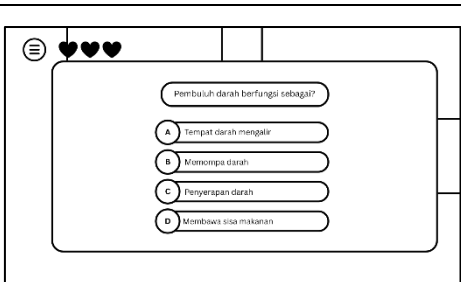
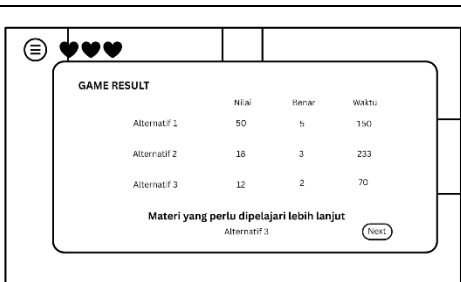
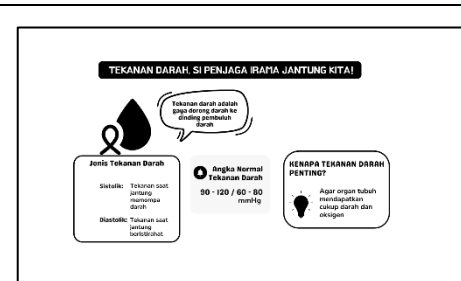
Gambar 3.3 menggambarkan tiga kondisi utama NPC guru yaitu diam, berkeliling, dan berinteraksi. Kondisi diam pada NPC guru terjadi ketika pemain berada kurang dari 1 meter, sedangkan jika berada lebih dari 1 meter maka NPC guru akan berkeliling. Ketika NPC guru berada dalam kondisi diam dan pemain menekan tombol interaksi, maka NPC guru akan berinteraksi dengan pemain. Sedangkan jika pemain tidak menekan tombol interaksi, maka NPC guru akan tetap diam. Jika pemain sudah selesai berinteraksi dengan NPC guru, NPC guru akan kembali berkeliling.

3.1.3 Perancangan *Game*

Perancangan *game* dilakukan secara lengkap dengan memulai dari analisis mendalam terhadap Gambar 3.1 *gameplay*. Hasil analisis tersebut kemudian divisualisasikan dalam bentuk *storyboard*, menggambarkan alur cerita dan interaksi karakter secara runtut. Selain *storyboard*, asset visual juga dirancang dengan cermat. Setiap asset ini dirancang dengan memperhatikan kesesuaian, sehingga *gameplay* berjalan sesuai desain awal. Berikut merupakan tabel *storyboard game* “BioMorph”.

Tabel 3. 1 *Storyboard Game* “BioMorph”

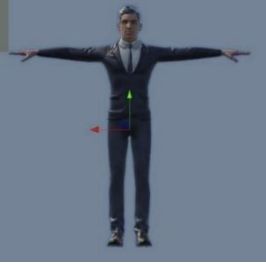
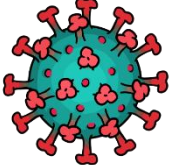
No.	Gambar	Keterangan
1.		Ketika tombol <i>start</i> diklik, posisi awal pemain akan <i>spawn</i> di Lorong laboratorium.

No.	Gambar	Keterangan																
2.	 Guru : Penilaian ini akan membantumu untuk mengetahui seberapa jauh pemahamanmu tentang materi yang dipelajari.	Pemain diharuskan memasuki laboratorium dan menemui NPC untuk melakukan interaksi agar dapat masuk ke <i>maze</i> 2D.																
3.		Pemain akan mencari objek 2D dalam <i>maze</i> 2D.																
4.	 Pembuluh darah berfungsi sebagai? A Tempat darah mengalir B Memompa darah C Penyerapan darah D Membawa sisa makanan	Pemain akan mengerjakan pertanyaan setelah menemukan objek 2D pada <i>maze</i> 2D.																
5.	 <table><thead><tr><th></th><th>Nilai</th><th>Benar</th><th>Waktu</th></tr></thead><tbody><tr><td>Alternatif 1</td><td>50</td><td>5</td><td>150</td></tr><tr><td>Alternatif 2</td><td>18</td><td>3</td><td>233</td></tr><tr><td>Alternatif 3</td><td>12</td><td>2</td><td>70</td></tr></tbody></table> Materi yang perlu dipelajari lebih lanjut Alternatif 3 Next		Nilai	Benar	Waktu	Alternatif 1	50	5	150	Alternatif 2	18	3	233	Alternatif 3	12	2	70	Setelah pemain selesai memainkan <i>maze</i> 2D, maka nilai akan keluar.
	Nilai	Benar	Waktu															
Alternatif 1	50	5	150															
Alternatif 2	18	3	233															
Alternatif 3	12	2	70															
6.	 TEKANAN DARAH. SI PENJAGA IRAMA JANTUNG KITA! Tekanan darah adalah gaya dorong darah ke dalam pembuluh darah. Jenis Tekanan Darah Sistolik: Tekanan saat jantung memompa darah Diastolik: Tekanan saat jantung beristirahat Angka Normal Tekanan Darah 90 - 120 / 60 - 80 mmHg KENAPA TEKanan DARAH PENTING? Agar organ tubuh mendapatkan cukup darah dan oksigen	Hasil nilai permainan akan mengarahkan pemain untuk selanjutnya melihat materi pembelajaran.																

Pembuatan *game* “BioMorph” membutuhkan beberapa *assets* seperti pada

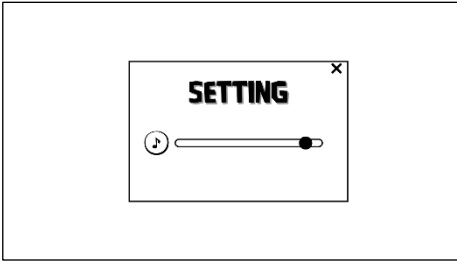
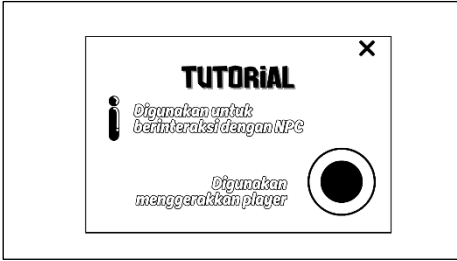
Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3. 2 *Assets Game* “BioMorph”

Gambar	Keterangan
	NPC guru
	Pemain (Siswa)
	Pemain pada <i>maze</i> 2D (Siswa)
	NPC musuh virus pada <i>maze</i> 2D
	NPC musuh <i>slime</i> pada <i>maze</i> 2D
	Latar tempat (Sekolah)

Desain antarmuka (*Interface*) pada *game* “BioMorph” dirancang untuk memberikan pengalaman bermain yang intuitif dan imersif. Seperti pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3. 3 Rancangan *Interface*

Gambar	Keterangan
	Pada <i>main menu</i> terdapat 5 tombol yang dapat digunakan, yaitu tombol <i>start</i>, <i>setting</i>, <i>tutorial</i>, <i>quit</i>, dan tanda tanya.
	Pada menu <i>setting</i> berfungsi untuk mengatur tinggi rendah volume musik. Dengan mengklik tombol <i>setting</i> pada <i>main menu</i>, akan mengarahkan langsung menuju halaman <i>setting</i>.
	Pada menu <i>tutorial</i> memperkenalkan mekanisme dasar dalam memainkan <i>game</i> ini. Dengan mengklik tombol <i>tutorial</i> pada <i>main menu</i>, akan mengarahkan langsung menuju halaman <i>tutorial</i>.
	Pada menu <i>info</i> berisi deskripsi dari <i>game</i> “BioMorph”. Dengan mengklik tombol tanda tanya pada <i>main menu</i>, akan mengarahkan langsung menuju halaman <i>info</i>.

Gambar	Keterangan
	Pada menu quit berfungsi ketika pemain akan mengakhiri permainan. Dengan mengklik tombol <i>quit</i> pada <i>main menu</i>, akan mengarahkan langsung menuju halaman <i>quit</i>.

3.2 Rancangan Metode SMARTER

Pada penelitian ini, pertanyaan pada permainan *maze 2D* mencakup materi sistem peredaran darah yang terbagi menjadi 3 sub-bab yaitu struktur dan fungsi organ peredaran darah, golongan darah, proses peredaran darah, dan tekanan darah, serta gangguan dan penyakit pada sistem peredaran darah. Setiap sub-bab akan terdiri dari 5 pertanyaan dengan tipe soal yang berbeda-beda. Data pertanyaan yang disusun oleh peneliti telah melalui proses validasi oleh tiga guru pengampu mata pelajaran IPA kelas VIII yang berkompeten, yang memastikan bahwa pertanyaan sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Untuk tahap awal pengembangan sistem game “BioMorph,” metode SMARTER akan diterapkan secara manual. Hasil perhitungan manual ini akan dijadikan sebagai dasar dalam membangun simulasi yang nantinya akan diintegrasikan ke dalam sistem game tersebut.

3.2.1 Kriteria dan Alternatif Penilaian

Proses analisis sistem akan menggunakan tiga kriteria utama sebagai dasar untuk memberikan penyesuaian materi sistem peredaran darah yaitu skor, tingkat kesulitan dan waktu. Tiga kriteria tersebut telah ditetapkan sesuai dengan petunjuk

Ibu Faizatul Jannah, S. Pd, selaku guru di MTsN 1 Pamekasan yang telah diurutkan berdasarkan tingkat prioritas dan pembobotan ROC, sebagai berikut.

Tabel 3. 4 Kriteria

Kode	Nama	Prioritas	ROC	Bobot
C1	Skor	1	$\frac{(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3})}{3}$	0.61
C2	Tingkat kesulitan	2	$\frac{(\frac{1}{2} + \frac{1}{3})}{3}$	0.28
C3	Waktu	3	$\frac{(\frac{1}{3})}{3}$	0.11

Skor yang diperoleh saat bermain *maze* 2D akan digunakan sebagai indikator penguasaan materi. Semakin tinggi skor yang diperoleh, semakin baik pemahaman pemain terhadap materi tersebut, sehingga kemungkinan untuk dipilih sebagai alternatif materi pembelajaran yang akan dipelajari lebih lanjut semakin rendah. Selain skor, waktu yang dibutuhkan pemain untuk menyelesaikan soal-soal juga akan menjadi pertimbangan. Semakin lama waktu yang diperlukan, semakin besar kemungkinan pemain belum menguasai materi tersebut dengan baik. Hal ini mengindikasikan bahwa materi tersebut perlu dipelajari lebih lanjut dan dijadikan sebagai alternatif. Tingkat kesulitan dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan tipe soal atau level kognitif yang dapat dikerjakan pemain. Pada permainan *maze* 2D terdapat soal yang terdiri dari lima tipe soal, yaitu pengetahuan hingga mengevaluasi. Setiap tipe soal memiliki tingkat kesulitan yang berbeda-beda. Soal tipe pengetahuan merupakan soal dengan tingkat kesulitan paling rendah, diikuti oleh tipe pemahaman, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi sebagai tipe soal dengan tingkat kesulitan tertinggi. Poin pada tingkat kesulitan masing-masing tipe soal adalah pengetahuan (1 poin), pemahaman (2 poin), menerapkan (3 poin),

menganalisis (4 poin), dan mengevaluasi (5 poin). Sehingga total poin yang didapatkan jika pemain dapat menyelesaikan seluruh soal adalah 15 poin.

Sedangkan, setiap tipe soal mendapatkan skor yang berbeda, pada tipe soal pengetahuan nilai yang didapatkan yaitu 2, pemahaman yaitu 6, menerapkan yaitu 10, menganalisis yaitu 14, dan mengevaluasi yaitu 18. Jika pemain dapat menyelesaikan seluruh soal dengan benar, maka pemain mendapatkan nilai 50.

Berdasarkan kriteria Tabel 3.4 akan dibagi kembali menjadi sub-kriteria lebih kecil yang diurutkan berdasarkan prioritas dan pembobotan menggunakan ROC, seperti pada tabel berikut.

Tabel 3. 5 Sub-Kriteria

No.	kode	Nama Sub-Kriteria	Prioritas	ROC	Bobot
1.	C1 (Skor)	41 – 50	5	$\frac{\left(\frac{1}{5}\right)}{5}$	0.04
2.		31 – 40	4	$\frac{\left(\frac{1}{4} + \frac{1}{5}\right)}{5}$	0.09
3.		21 – 30	3	$\frac{\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}\right)}{5}$	0.16
4.		11 – 20	2	$\frac{\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}\right)}{5}$	0.26
5.		0 – 10	1	$\frac{\left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}\right)}{5}$	0.46
6.	C2 (Tingkat kesulitan)	13 – 15 poin	5	$\frac{\left(\frac{1}{5}\right)}{5}$	0.04
7.		10 – 12 poin	4	$\frac{\left(\frac{1}{4} + \frac{1}{5}\right)}{5}$	0.09
8.		7 – 9 poin	3	$\frac{\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}\right)}{5}$	0.16
9.		4 – 6 poin	2	$\frac{\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}\right)}{5}$	0.26
10.		0 – 3 poin	1	$\frac{\left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}\right)}{5}$	0.46
11.	C3 (Waktu)	1 – 69 detik	5	$\frac{\left(\frac{1}{5}\right)}{5}$	0.04

No.	kode	Nama Sub-Kriteria	Prioritas	ROC	Bobot
12.		70 – 138 detik	4	$\frac{\left(\frac{1}{4} + \frac{1}{5}\right)}{5}$	0.09
13.		139 – 207 detik	3	$\frac{\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}\right)}{5}$	0.16
14.		208 – 276 detik	2	$\frac{\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}\right)}{5}$	0.26
15.		≥277 detik	1	$\frac{\left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}\right)}{5}$	0.46

Berdasarkan Tabel 3.5 pada pembagian sub-kriteria, jika mendapatkan skor 0, 2, 6, 8, 10 akan masuk dalam prioritas 1 dengan bobot 0.46. Skor 12, 14, 16, 18, dan 20 masuk dalam prioritas 2 dengan bobot 0.26. Skor 22, 24, 26, 28, dan 30 akan masuk dalam prioritas 3 dengan bobot 0.16. Sedangkan skor 32, 34, 36, 38, dan 40 termasuk dalam prioritas 4 dengan bobot 0.09. Skor 42, 44, 48, dan 50 akan dimasukkan dalam prioritas 5 dengan bobot 0.04.

Game “BioMorph” menggunakan tiga alternatif sesuai jumlah sub-bab yang ada pada materi sistem peredaran darah. Data alternatif ditunjukkan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 3. 6 Data Alternatif

Nama alternatif	Kode
Struktur dan fungsi organ sistem peredaran darah	A1
Golongan darah, proses peredaran darah, dan tekanan darah	A2
Gangguan dan penyakit pada sistem peredaran darah	A3

Berikut contoh penilaian sesuai dengan setiap kriteria.

Tabel 3. 7 Penilaian Alternatif

	Skor	Tingkat Kesulitan	Waktu
A1	32	10	150 detik
A2	32	9	100 detik
A3	38	11	250 detik

Transformasi data alternatif dalam penelitian ini dilakukan dengan menerapkan metode pembobotan *Rank Order Centroid* (ROC) terhadap kriteria dan subkriteria yang telah ditentukan.

Tabel 3. 8 Data Transformasi Alternatif

	Skor	Tingkat Kesulitan	Waktu
A1	0.09	0.09	0.16
A2	0.09	0.16	0.16
A3	0.09	0.09	0.46

3.2.2 Nilai *Utility*

Dalam metode SMARTER, nilai utilitas suatu alternatif ditentukan berdasarkan kontribusi dari setiap subkriteria. Kontribusi ini dihitung dengan mengalikan nilai setiap subkriteria dengan bobot yang telah ditetapkan untuk kriteria yang terkait. Berikut perhitungan nilai *utility* pada data alternatif pertama (A1).

$$v1 \times w1 = 0.09 \times 0.61 = 0.055$$

$$v2 \times w2 = 0.09 \times 0.27 = 0.025$$

$$v3 \times w3 = 0.16 \times 0.11 = 0.017$$

Kemudian menjumlahkan seluruh hasil perhitungan nilai *utility* pada data alternatif pertama (A1).

$$(v1 \times w1) + (v2 \times w2) + (v3 \times w3) = 0.055 + 0.025 + 0.017 = 0.097$$

Perhitungan *utility* dilakukan pada setiap data alternatif, sehingga menghasilkan nilai utilitas dan nilai akhir pada setiap alternatif sebagai berikut.

Tabel 3. 9 Nilai *Utility*

	Skor	Tingkat kesulitan	Waktu	Total
A1	0.055	0.025	0.017	0.097
A2	0.055	0.044	0.017	0.116

	Skor	Tingkat kesulitan	Waktu	Total
A3	0.055	0.025	0.051	0.131

3.2.3 Perangkingan

Berdasarkan hasil perhitungan total akhir nilai *utility* secara manual, maka perangkingan alternatif yang didapatkan sebagai berikut.

Tabel 3. 10 Hasil Perangkingan

Alternatif	Total nilai <i>utility</i>	Rangking
A1	0.097	3
A2	0.116	2
A3	0.131	1

Hasil analisis yang ditunjukkan pada Tabel 3.11, dapat disimpulkan bahwa alternatif ketiga (A3) merupakan pilihan yang tepat untuk mempelajari sub-bab penyakit yang berkaitan dengan sistem peredaran darah lebih lanjut. Hal ini dikarenakan alternatif A3 memiliki nilai utilitas tertinggi yaitu 0.131, walaupun dengan skor dan poin yang didapatkan dari tingkat kesulitan paling tinggi. Namun waktu yang diperlukan lebih lama, sehingga alternatif ketiga (A3) terpilih menjadi alternatif yang dipelajari lebih lanjut. Dengan memulai pembelajaran dari alternatif ketiga (A3), pemain dapat mengidentifikasi konsep-konsep yang sulit lebih awal dan mengalokasikan waktu yang lebih banyak untuk mempelajarinya.

3.3 Rancangan Pengujian Sistem

Pada tahap rancangan pengujian sistem, disusun empat jenis uji coba untuk *game* “BioMorph”. Pengujian pertama dilakukan oleh ahli materi, pengujian kedua dilakukan untuk menilai tingkat *usability*, pengujian ketiga dilakukan dengan

menggunakan persamaan *recognition rate* dan pengujian keempat dilakukan oleh ahli *game*.

3.3.1 Rancangan Pengujian Validasi Ahli Materi

Uji coba pertama bertujuan untuk memastikan kesesuaian antara materi sistem peredaran darah yang diimplementasikan dalam *game* dengan standar materi pembelajaran yang berlaku. Aspek-aspek yang menjadi validasi yaitu pembagian sub-bab materi, pemberian skor pada setiap soal, alokasi waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan soal, tingkat kesulitan soal, serta jenis soal yang digunakan. Validasi ini akan memberikan pernyataan formal dari validasi ahli materi sistem peredaran darah yaitu guru, sehingga dapat menjamin kualitas edukatif dari *game* “BioMorph”.

3.3.2 Rancangan Validasi Ahli *Game*

Validasi ahli media atau *game* adalah proses penilaian oleh para ahli untuk memastikan kualitas dan kelayakan media atau *game* yang dikembangkan. Ahli menilai berbagai aspek seperti konten, desain, dan interaktivitas untuk memastikan kesesuaian dengan tujuan pembelajaran atau hiburan. Proses ini membantu mengidentifikasi kekurangan dan meningkatkan efektivitas produk sebelum diterapkan pada pengguna. Pengujian ini akan di nilai menggunakan skala *likert* 1 – 5 , di mana angka 1 menunjukkan "sangat tidak setuju" dan angka 5 menunjukkan "sangat setuju," untuk mengukur tingkat kesepakatan responden terhadap pernyataan yang diberikan. Setelah data terkumpul maka akan di hitung dengan rumus berikut (Wildan *et al.*, 2023).

$$\text{Rata - rata skor} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100\% \quad (3.1)$$

Data yang diperoleh, akan disamakan dengan kriteria kelayakan media atau *game* berdasarkan persentase yang diperoleh. Kriteria ini menilai sejauh mana media atau *game* memenuhi standar yang ditetapkan sesuai dengan penelitian (Wildan *et al.*, 2023) seperti pada Tabel 3.11 berikut.

Tabel 3. 11 Kriteria Hasil Validasi

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

3.3.3 Rancangan Pengujian Sistem Menggunakan *System Usability Scale* (SUS)

Uji coba ketiga menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) dikembangkan oleh John Brooke pada tahun 1986 untuk mengukur tingkat kemudahan penggunaan atau "*usability*" dari *game* penyesuaian materi sistem peredaran darah yang bernama "BioMorph". Pengujian ini akan dilakukan dengan menyebarkan kuesioner yang berisi 10 pernyataan SUS kepada pemain setelah bermain dengan *game* "BioMorph" sebagai berikut (Karami *et al.*, 2024).

Tabel 3. 12 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

Kuesioner SUS akan menggunakan skala Likert 5-point untuk mengukur tingkat persetujuan pemain terhadap pernyataan-pernyataan terkait kemudahan penggunaan *game*. Setelah data terkumpul, skor SUS akan dihitung menggunakan rumus berikut (Kurniawan *et al.*, 2022).

$$Skor\ rata - rata = \frac{Jumlah\ skor\ SUS}{Jumlah\ Responden} \quad (3.2)$$

3.3.4 Rancangan Pengujian Sistem Menggunakan *Confusion Matrix*

Uji coba ketiga menggunakan *confusion matrix* yang berfungsi untuk mengukur kinerja atau akurasi sistem dari *game* penyesuaian materi sistem peredaran darah yang bernama “BioMorph”. *Confusion matrix* mengukur seberapa baik *game* “BioMorph” dalam memprediksi hasil yang benar atau salah. Proses perhitungan akurasi dinilai menggunakan *recall*, *precision*, *accuracy* (Rininda *et al.*, 2023). *Recall* mengukur kemampuan sistem dalam mendeteksi data positif yang sebenarnya. Sedangkan *precision* mengukur seberapa tepat sistem dalam mengklasifikasikan data positif tanpa kesalahan. *Accuracy* mengukur seberapa banyak prediksi yang benar dibandingkan dengan seluruh data yang diprediksi. Berikut adalah persamaan dalam menilai akurasi (Hidayah, 2024).

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3.3)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (3.4)$$

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (3.5)$$

Keterangan :
 TP : *True Positive*
 FP : *False Positive*
 TN : *True Negative*
 FN : *False Negative*

True Positive (TP) adalah kasus dimana sistem memprediksi positif dan hasil sebenarnya juga positif. *True Negative* (TN) adalah kasus di mana sistem memprediksi negatif dan hasil sebenarnya juga negatif. *False Positive* (FP) terjadi ketika sistem memprediksi positif, namun hasil sebenarnya negatif. *False Negative* (FN) adalah kasus di mana sistem memprediksi negatif, namun hasil sebenarnya positif (Normawati & Prayogi, 2021).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengembangan Game

Pengembangan *game* "BioMorph" merupakan tahap implementasi dari hasil perancangan sebelumnya, seperti *storyboard*, *assets*, dan juga *interface* yang digunakan.



Gambar 4. 1 Pemain Berada di Lorong Laboratorium

Pada Gambar 4.1 pemain akan berada di lorong laboratorium untuk diberikan intruksi mengenai tugas yang harus diselesaikan. Intruksi tersebut muncul dilayar dalam bentuk monolog, menjelaskan langkah-langkah yang perlu diambil untuk memulai permainan.



Gambar 4. 2 Pemain Berada di Laboratorium Sistem Peredaran Darah

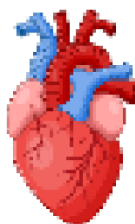
Setelah pemain memahami instruksi yang diberikan, pada Gambar 4.2 pemain akan masuk kedalam laboratorium untuk berinteraksi dengan NPC guru. Interaksi ini akan menavigasikan pemain menuju permainan *maze* 2D.

Pada saat game di uji coba, fitur penyesuaian materi sistem peredaran darah akan bekerja setelah pemain menyelesaikan tantangan yang berada didalam *maze* 2D.



Gambar 4. 3 Tampilan Awal Sebelum Masuk *Maze* 2D

Gambar 4.3 tersebut menunjukkan tampilan awal dari sebuah *game maze* 2D, di mana pemain diinstruksikan untuk mengumpulkan objek berbentuk organ dan menyelesaikan setiap bagian untuk memperoleh buku.



Gambar 4. 4 Objek Jantung



Gambar 4. 5 Objek Darah



Gambar 4. 6 Objek Pembuluh Darah

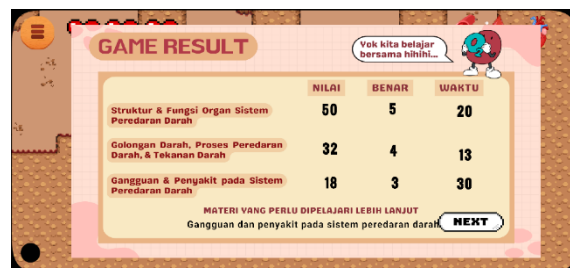
Pemain berada dalam *maze* 2D di mana mereka harus mencari tiga objek organ yang terkait dengan sistem peredaran darah, yaitu jantung, pembuluh darah,

dan darah. Dalam permainan ini, pemain harus menavigasi *maze* untuk menemukan objek yang sesuai dengan Gambar 4.4, Gambar 4.5, dan Gambar 4.6.



Gambar 4. 7 NPC dalam *Maze 2D*

Namun, pemain harus berhati-hati karena berpotensi bertemu dengan 2 NPC musuh yang dapat mengurangi nyawa seperti pada Gambar 4.7. Nyawa pemain terlihat di bagian atas layar, ditunjukkan dengan ikon hati.

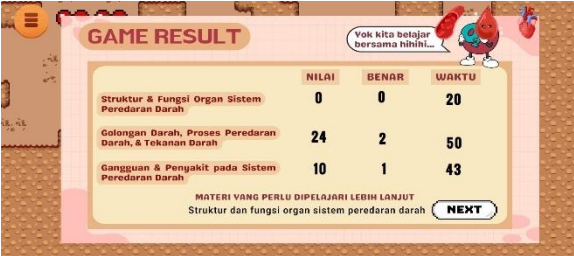


Gambar 4. 8 Hasil Penyesuaian Materi

Setelah pemain berhasil mengumpulkan semua organ yang ada di dalam *maze*, sistem akan menampilkan hasil penyesuaian materi. Dalam tampilan hasil permainan yang ditunjukkan pada Gambar 4.8, pemain diberikan informasi terkait nilai yang didapatkan setelah menjawab seluruh pertanyaan.

Setelah itu, pemain dapat mengklik tombol “*Next*” yang akan menavigasi pemain ke materi yang perlu dipelajari lebih lanjut, sesuai dengan hasil penyesuaian

yang telah didapatkan. Materi yang perlu dipelajari lebih lanjut akan disarankan berdasarkan performa pemain dalam *game*.



	NILAI	BENAR	WAKTU
Struktur & Fungsi Organ Sistem Peredaran Darah	0	0	20
Golongan Darah, Proses Peredaran Darah, & Tekanan Darah	24	2	50
Gangguan & Penyakit pada Sistem Peredaran Darah	10	1	43

MATERI YANG PERLU DIPELAJARI LEBIH LANJUT
Struktur dan fungsi organ sistem peredaran darah

NEXT

Gambar 4. 9 Hasil Penyesuaian Alternatif ke-1

Pada Gambar 4.9, merupakan hasil penyesuaian alternatif ke-1 yaitu materi struktur dan fungsi organ sistem peredaran darah. Alternatif 1 tersebut dapat terpilih jika skor, poin tingkat kesulitan yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan alternatif lainnya, seperti materi mengenai golongan darah, proses peredaran darah dan tekanan darah, serta gangguan dan penyakit pada sistem peredaran darah. Jika penyesuaian alternatif ke-1 terpilih maka akan di navigasikan ke materi nomor 2 – 3 pada lampiran 3.



	NILAI	BENAR	WAKTU
Struktur & Fungsi Organ Sistem Peredaran Darah	32	4	5
Golongan Darah, Proses Peredaran Darah, & Tekanan Darah	8	2	23
Gangguan & Penyakit pada Sistem Peredaran Darah	18	1	6

MATERI YANG PERLU DIPELAJARI LEBIH LANJUT
Golongan darah, proses peredaran darah, dan tekanan darah

NEXT

Gambar 4. 10 Hasil Penyesuaian Alternatif ke-2

Sedangkan pada Gambar 4.10 merupakan hasil penyesuaian alternatif ke-2 yaitu materi golongan darah, proses peredaran darah, dan tekanan darah. Alternatif ke-2 ini dapat terpilih jika skor, poin tingkat kesulitan yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan alternatif lainnya, seperti materi mengenai struktur dan fungsi

organ sistem peredaran darah, serta gangguan dan penyakit pada sistem peredaran darah. Jika penyesuaian alternatif ke-2 terpilih maka akan di navigasikan ke materi nomor 4 – 6 pada lampiran 3.



	NILAI	BENAR	WAKTU
Struktur & Fungsi Organ Sistem Peredaran Darah	32	4	17
Golongan Darah, Proses Peredaran Darah, & Tekanan Darah	18	3	12
Gangguan & Penyakit pada Sistem Peredaran Darah	0	0	15

MATERI YANG PERLU DIPELAJARI LEBIH LANJUT
Gangguan dan penyakit pada sistem peredaran darah

NEXT

Gambar 4. 11 Hasil Penyesuaian Alternatif ke-3

Selain itu, pada Gambar 4.11 adalah hasil penyesuaian alternatif ke-3 yaitu materi gangguan dan penyakit pada sistem peredaran darah. Materi gangguan dan penyakit sistem peredaran darah dapat terpilih jika skor, poin tingkat kesulitan yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan alternatif lainnya, seperti materi mengenai struktur dan fungsi organ sistem peredaran darah, serta golongan darah, proses peredaran darah dan tekanan darah. Jika penyesuaian alternatif ke-3 terpilih maka akan di navigasikan ke materi nomor 7 – 8 pada lampiran 3.

4.2 Implementasi Sistem

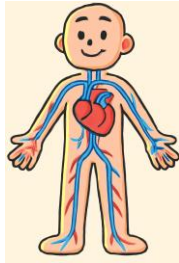
Implementasi sistem dilakukan dengan mengintegrasikan perhitungan dan perencanaan yang telah dibahas sebelumnya ke dalam *game* seperti data pertanyaan dan fungsionalitas sistem. Proses pemrograman dilakukan dengan memanfaatkan bahasa pemrograman C# pada unity, memastikan sistem berjalan dengan baik dan memenuhi tujuan yang diinginkan.

4.2.1 Data Pertanyaan

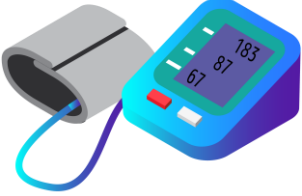
Pada pengembangan *game* “BioMorph”, setiap soal yang ada didalam *game* telah melalui proses validasi oleh para ahli materi yaitu guru pengampu mata pelajaran IPA kelas VIII. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap informasi yang disajikan dalam *game* tidak hanya akurat, tetapi juga relevan dengan standar pendidikan dan pemahaman ilmiah yang berlaku. Berikut merupakan soal yang digunakan dalam *game* “BioMorph” yang tertera pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Soal pada *Game* “BioMorph”

Sub-Bab	Pertanyaan	Kunci Jawaban	Level Kognitif														
Struktur dan Fungsi Organ Sistem Peredaran Darah	Terdapat beberapa sel darah pada manusia, seperti sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit. Sel darah yang berfungsi dalam proses pembekuan darah saat luka adalah ... a. Sel darah merah b. Plasma darah c. Keping-keping darah d. Sel darah putih	C	C1 (Pengetahuan)														
	Vena dan arteri memiliki perbedaan dalam struktur dan fungsinya. Pada tabel terlihat perbedaan keduanya berdasarkan beberapa faktor. Perbedaan yang benar pada tabel dibawah adalah... <table><tr><th>Pembeda</th><th>Vena</th><th>Arteri</th></tr><tr><td>Dinding</td><td>Tipis, tidak elastis</td><td>Tebal, kuat, elastis</td></tr><tr><td>Sel otot</td><td>Lurik</td><td>Polos</td></tr><tr><td>Aliran</td><td>Dari jantung</td><td>Menuju ke jantung</td></tr><tr><td>Denyut</td><td>terasa</td><td>Tidak terasa</td></tr></table> a. Denyut b. Sel otot c. Dinding d. Aliran	Pembeda	Vena	Arteri	Dinding	Tipis, tidak elastis	Tebal, kuat, elastis	Sel otot	Lurik	Polos	Aliran	Dari jantung	Menuju ke jantung	Denyut	terasa	Tidak terasa	C
Pembeda	Vena	Arteri															
Dinding	Tipis, tidak elastis	Tebal, kuat, elastis															
Sel otot	Lurik	Polos															
Aliran	Dari jantung	Menuju ke jantung															
Denyut	terasa	Tidak terasa															

Sub-Bab	Pertanyaan	Kunci Jawaban	Level Kognitif
	 Berdasarkan gambar diatas, darah yang kaya oksigen akan mengalir melalui pembuluh darah tertentu dalam tubuh. Darah yang banyak mengandung O_2 terdapat dalam pembuluh darah yang mengalirkan darah... - Jantung ke paru-paru - Paru-paru ke serambi kiri jantung - Tubuh ke jantung - Paru-paru ke serambi kanan jantung	B	C3 (Menerapkan)
	Saat mempelajari struktur jantung, seorang siswa menemukan bahwa otot bilik jantung lebih tebal dibandingkan otot serambi. Setelah menganalisis fungsi masing-masing bagian jantung, apa alasan yang paling tepat mengapa otot bilik lebih tebal daripada otot serambi? - Karena bilik berfungsi menerima darah dari seluruh tubuh - Karena bilik berfungsi menyaring darah sebelum dipompa - Karena bilik berfungsi memompa darah ke seluruh tubuh atau paru-paru - Karena bilik berfungsi menyerap oksigen dari paru-paru	C	C4 (Menganalisis)
	Seorang dokter sedang memeriksa pasien dengan kelainan pada bagian jantung yang seharusnya menerima darah kaya oksigen dari paru-paru melalui vena pulmonalis. Dokter mempertimbangkan dua kemungkinan gangguan: (1) Kerusakan pada serambi kiri (2) Sumbatan pada vena pulmonalis Menurut Anda, dari kedua kondisi tersebut, manakah yang lebih berpotensi mengganggu proses masuknya darah kaya oksigen ke jantung? Jelaskan alasannya.	A	C5 (Mengevaluasi)

Sub-Bab	Pertanyaan	Kunci Jawaban	Level Kognitif
	a. Kondisi (1), karena serambi kiri berperan langsung menerima darah kaya oksigen dari paru-paru b. Kondisi (1), karena serambi kiri memompa darah ke paru-paru c. Kondisi (2), karena vena pulmonalis memompa darah ke seluruh tubuh d. Kondisi (2), karena vena pulmonalis menerima darah kotor dari seluruh tubuh		
Golongan Darah, Proses Peredaran Darah, dan Tekanan Darah	(Sumber: Pixabay.com) Darah yang mengandung oksigen dan karbon dioksida beredar keseluruhan tubuh dengan urutan yang teratur Urutan peredaran darah yang benar yaitu... a. Seluruh tubuh – bilik kanan – serambi kanan – paru-paru – bilik kiri – serambi kiri – seluruh tubuh b. Seluruh tubuh – bilik kiri – serambi kiri – paru-paru – bilik kanan – serambi kanan – seluruh tubuh c. Seluruh tubuh – serambi kanan – bilik kanan – paru-paru – serambi kiri – bilik kiri – seluruh tubuh d. Seluruh tubuh – serambi kiri – bilik kiri – paru-paru – serambi kanan – bilik kanan – seluruh tubuh	C	C1 (Pengetahuan)

Sub-Bab	Pertanyaan	Kunci Jawaban	Level Kognitif
	 (Sumber: id.pngtree.com) Tekanan darah diukur dengan dua angka: angka pertama menunjukkan tekanan saat jantung memompa darah, sedangkan angka kedua menunjukkan tekanan saat jantung beristirahat. Tekanan darah seseorang menunjukan angka 110/75 mmHg. Nilai 75 mmHg pada hasil pengukuran tersebut menunjukan tekanan... - Sistol - Diastole - Darah tinggi - Darah rendah	B	C2 (Pemahaman)
	Apabila seseorang dalam sel darah merahya tidak terdapat aglutinogen tetapi dalam plasmanya mengandung aglutinin a dan b, maka golongan darah orang tersebut adalah... - O - AB - A - B	A	C3 (Menerapkan)
	Seorang pasien melakukan pemeriksaan tekanan darah dan diketahui tekanan darah sistolnya sangat tinggi dibandingkan normal. Setelah menganalisis proses kerja jantung, kondisi apa yang paling mungkin menyebabkan tekanan darah sistol berada pada posisi sangat tinggi? - Otot bilik kiri melemah sehingga tidak mampu memompa darah - Otot bilik kiri berkontraksi sangat kuat saat memompa darah keluar dari jantung - Katup trikuspid terbuka saat darah dipompa ke arteri - Otot serambi kanan berkontraksi sangat kuat untuk mengalirkan darah ke paru-paru	A	C4 (Menganalisis)
	Seorang petugas medis sedang menentukan golongan darah pendonor yang paling aman untuk ditransfusikan ke berbagai pasien dengan golongan darah berbeda. Ia memiliki dua pilihan pendonor:	C	C5 (Mengevaluasi)

Sub-Bab	Pertanyaan	Kunci Jawaban	Level Kognitif
	(1) Golongan darah A (2) Golongan darah O Jika tujuan utama adalah menghindari reaksi penolakan dari sistem imun penerima, manakah pendonor yang lebih tepat dipilih, dan apa alasannya? - Pendonor (1), karena darah A memiliki antibodi yang cocok dengan semua golongan - Pendonor (1), karena darah A tidak memiliki antigen permukaan sel darah merah - Pendonor (2), karena darah O tidak memiliki antigen A maupun B pada permukaan sel darah merah - Pendonor (2), karena darah O memiliki semua jenis antibodi yang dibutuhkan oleh penerima		
Gangguan dan Penyakit pada Sistem Peredaran Darah	Beberapa kondisi medis menyebabkan darah sulit membeku, sehingga pendarahan sulit dihentikan setelah luka. Kelainan karena darah sukar membeku disebut... - Anemia - Leukimia - Thalassemia - hemofilia	D	C1 (Pengetahuan)
	Penyakit tertentu dapat terjadi akibat pelebaran pembuluh darah yang tidak normal, yang menyebabkan gangguan pada sistem peredaran darah. Penyakit yang disebabkan oleh pelebaran pembuluh darah adalah ... - Varises dan hipertensi - Hipertensi dan sclerosis - Ambeien dan varises - Anemia dan leukimia	C	C2 (Pemahaman)
	Pada penyakit demam berdarah, tubuh mengalami penurunan jumlah sel darah tertentu yang dapat mempengaruhi proses pembekuan darah dan sistem kekebalan tubuh. Sel-sel darah berikut ini yang menurun jumlahnya ketika seseorang menderita penyakit demam berdarah adalah ... - Monosit - Trombosit - Leukosit	B	C3 (Menerapkan)

Sub-Bab	Pertanyaan	Kunci Jawaban	Level Kognitif
	d. basofil		
	Ada berbagai macam penyakit dan kelainan yang berhubungan dengan sistem peredaran darah. Pilih pernyataan tentang kelainan dan penyakit tersebut dibawah ini yang benar ... - Leukemia disebabkan oleh bakteri - Olahraga apapun baik untuk penderita kelainan jantung - Pola maka tertentu dapat mempengaruhi golongan darah - Stroke disebabkan antara lain oleh penyempitan pembuluh darah	D	C4 (Menganalisis)
	Seorang dokter sedang mendiagnosis beberapa pasien yang mengalami gangguan pada sistem peredaran darah. Berikut adalah data penyakit yang dialami pasien: - Varises - Aterosklerosis - Hemofilia - Aneurisma Jika dokter ingin fokus menangani penyakit yang secara khusus berkaitan dengan kelainan pada pembuluh darah, manakah penyakit yang TIDAK termasuk kelainan pada pembuluh darah? Jelaskan alasannya. (1), karena varises terjadi akibat pelebaran pembuluh darah vena (2), karena aterosklerosis menyebabkan penyumbatan pada arteri (3), karena hemofilia berkaitan dengan gangguan pembekuan darah, bukan kelainan pembuluh darah (4), karena aneurisma merupakan pelebaran pembuluh darah arteri secara abnormal	C	C5 (Mengevaluasi)

4.2.2 Implementasi Perhitungan Metode SMARTER

Perhitungan metode SMARTER dimulai dengan mengidentifikasi kriteria yang relevan untuk penilaian dalam *game*, seperti skor, tingkat kesulitan, dan waktu. Setiap kriteria tersebut diberi bobot sesuai dengan tingkat kepentingannya dalam mempengaruhi keputusan menggunakan ROC.

Pseudocode 4. 1 Perhitungan bobot menggunakan ROC

```
// Mendefinisikan nilai ROC untuk setiap kriteria
Deklarasikan rocC1 untuk kriteria skor menjadi nilai = 0.61
Deklarasikan rocC2 untuk kriteria tingkat kesulitan menjadi
nilai = 0.28
Deklarasikan rocC1 untuk kriteria waktu menjadi nilai = 0.11

// Mendefinisikan nilai ROC untuk setiap sub-kriteria
Deklarasikan prioritas5 menjadi nilai = 0.04;
Deklarasikan prioritas4 menjadi nilai = 0.09;
Deklarasikan prioritas3 menjadi nilai = 0.16;
Deklarasikan prioritas2 menjadi nilai = 0.26;
Deklarasikan prioritas1 menjadi nilai = 0.46;
```

Pada *Pseudocode 4.1* merupakan perhitungan ROC pada kriteria yang representasikan dengan tulisan “roc”. Untuk rocC1 merepresentasikan kriteria skor, rocC2 merepresentasikan kriteria tingkat kesulitan, dan rocC3 merepresentasikan kriteria waktu. Sedangkan tulisan “prioritas” merepresentasikan sub kriteria.

Pseudocode 4. 2 Konversi bobot kriteria

```
## fungsi konversiskor
    jika skor  $\geq 0$  dan skor  $\leq 10$  maka dikonversi ke nilai
    prioritas1

    jika skor  $\geq 11$  dan skor  $\leq 20$  maka dikonversi ke nilai
    prioritas2

    jika skor  $\geq 21$  dan skor  $\leq 30$  maka dikonversi ke nilai
    prioritas3

    jika skor  $\geq 31$  dan skor  $\leq 40$  maka dikonversi ke nilai
    prioritas4

    jika skor  $\geq 41$  dan skor  $\leq 50$  maka dikonversi ke nilai
    prioritas5

    Jika skor tidak masuk dalam rentang, maka dikonversi ke
    prioritas1

## fungsi konversikesulitan
    jika kesulitan  $\geq 0$  dan kesulitan  $\leq 3$  maka dikonversi ke
    nilai prioritas1

    jika kesulitan  $\geq 4$  dan kesulitan  $\leq 6$  maka dikonversi ke
    nilai prioritas2

    jika kesulitan  $\geq 7$  dan kesulitan  $\leq 9$  maka dikonversi ke
    nilai prioritas3
```

```

    jika kesulitan  $\geq 10$  dan kesulitan  $\leq 12$  maka dikonversi ke
    nilai prioritas4

    jika kesulitan  $\geq 13$  dan kesulitan  $\leq 15$  maka dikonversi ke
    nilai prioritas5

    Jika kesulitan tidak masuk dalam rentang, maka dikonversi ke
    prioritas1

## fungsi konversiwaktu
    jika waktu  $\geq 277$  detik maka dikonversi ke nilai prioritas1

    jika waktu  $\geq 208$  detik dan waktu  $\leq 276$  detik maka dikonversi
    ke nilai prioritas2

    jika waktu  $\geq 139$  detik dan waktu  $\leq 207$  detik maka dikonversi
    ke nilai prioritas3

    jika waktu  $\geq 70$  detik dan waktu  $\leq 138$  detik maka dikonversi
    ke nilai prioritas4

    jika waktu  $\geq 1$  detik dan waktu  $\leq 69$  detik maka dikonversi ke
    nilai prioritas5

    Jika waktu tidak masuk dalam rentang, maka dikonversi ke
    prioritas1

```

Pseudocode 4.2 menampilkan fungsi yang digunakan untuk mengonversi nilai input menjadi bobot berdasarkan rentang nilai tertentu. Fungsi pertama, yaitu *KonversiSkor*(float skor), mengonversi nilai skor yang diberikan ke dalam prioritas sesuai dengan rentang nilai yang telah ditentukan. Misalnya, jika skor berada antara 0 hingga 10, maka akan diberikan prioritas *prioritas1*, dan seterusnya. Fungsi kedua, *KonversiKesulitan*(float kesulitan), mengonversi nilai kesulitan menjadi prioritas berdasarkan rentang kesulitan yang ada, seperti ketika kesulitan berada antara 4 dan 6, maka prioritas yang diberikan adalah *prioritas2*. Fungsi ketiga, *KonversiWaktu*(float waktu), melakukan konversi nilai waktu ke dalam prioritas dengan mengacu pada rentang waktu tertentu, contohnya jika waktu berada antara 70 hingga 138, prioritas yang dikembalikan adalah *prioritas4*.



Gambar 4. 12 Hasil Konversi Nilai

Pada Gambar 4.12 merupakan hasil dari konversi nilai inputan ke bobot yang telah ditentukan sebelumnya. Setelah nilai skor, kesulitan, dan waktu masing-masing dikonversi, hasil konversi tersebut digabungkan untuk menghasilkan bobot akhir. Variabel seperti waktu1Norm, skor2Norm, dan kesulitan3Norm menyimpan hasil konversi dari masing-masing faktor, yang kemudian digunakan untuk menentukan bobot keseluruhan yang sesuai dengan nilai-nilai input.

Pseudocode 4. 3 Perhitungan nilai utility

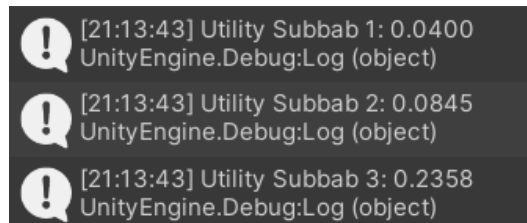
```

Hasil konversi diatas, diinisiasikan dengan nama "skor1Norm",
"waktu1Norm", "kesulitan1Norm", "skor2Norm", "waktu2Norm",
"kesulitan2Norm", "skor3Norm", "waktu3Norm", "kesulitan3Norm"
Menghitung nilai skorakhir1 = (skor1Norm * rocC1) +
(waktu1Norm * rocC3) + (kesulitan1Norm * rocC2);
Menghitung nilai skorAkhir2 = (skor2Norm * rocC1) +
(waktu2Norm * rocC3) + (kesulitan2Norm * rocC2);
Menghitung nilai skorAkhir3 = (skor3Norm * rocC1) +
(waktu3Norm * rocC3) + (kesulitan3Norm * rocC2);

```

Pseudocode 4.3 menampilkan fungsi untuk menghitung nilai *utility* sesuai dengan nilai yang sudah disimpan pada variabel waktu1Norm, skor2Norm, dan kesulitan3Norm. Pada perhitungan untuk alternatif pertama, nilai skor1Norm dikalikan dengan rocC1, waktu1Norm dikalikan dengan rocC3, dan

kesulitan1Norm dikalikan dengan rocC2, lalu dijumlahkan untuk menghasilkan nilai *utility*, proses serupa dilakukan untuk alternatif kedua dan ketiga.



Gambar 4. 13 Hasil Perhitungan Pseudocode 4.3

Dari *pseudocode* 4.3 menghasilkan nilai *utility* seperti pada Gambar 4.13 untuk tiga alternatif yang berbeda. Hasil nilai *utility* tersebut selanjutnya akan di bandingkan.

Pseudocode 4. 4 Perangkingan

```
Himpunan uti berisi skorAkhir1, skorAkhir2, skorAkhir3
Inisialisasi variabel maxIndex = 0
Inisialisasi variabel maxNilai = skorakhir1

Untuk setiap i dari skorAkhir1 hingga skorAkhir3
  Jika nilai [i] lebih besar dari maxNilai:
    Maka:
      Menetapkan maxNilai = nilai [i]
      Menetapkan maxIndex = i
```

Pada *Pseudocode* 4.4 tersebut, dilakukan perbandingan nilai *utility* untuk menentukan alternatif dengan nilai tertinggi berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya.

4.3 Pengujian Validasi Ahli Materi

Pengujian validasi ahli materi dilakukan dengan konsultasi kepada tiga guru pengampu mata pelajaran IPA kelas VIII dari tiga sekolah yang berbeda, yaitu Ibu Nur Shofiyah, S. Pd., Gr, selaku guru di MTsN 2 Tuban, Bapak Moh. Junaidi, S. Pd, selaku guru di SMP Negeri 1 Pademawu, dan Ibu Faizatul Jannah, S. Pd, selaku

guru di MTsN 1. Dalam konsultasi awal tersebut, tiga guru tersebut diminta untuk memberikan pandangan mengenai kriteria-kriteria yang dapat digunakan untuk menyesuaikan materi sistem peredaran darah dalam *game* “BioMorph”. Tiga guru tersebut memberikan masukan bahwa kriteria skor, tingkat kesulitan, dan waktu adalah faktor yang relevan untuk diterapkan dalam *game* tersebut. Kriteria skor, tingkat kesulitan, dan waktu, umumnya diterapkan dalam Penilaian Harian (PH).

Materi sistem peredaran darah dibagi menjadi beberapa bagian untuk mempermudah proses penyesuaian. Bagian pertama dari materi sistem peredaran darah yaitu struktur dan fungsi organ sistem peredaran darah, kedua yaitu golongan darah, proses peredaran darah, dan tekanan darah, dan yang ketiga adalah gangguan dan penyakit pada sistem peredaran darah. Setiap bagian materi tersebut kemudian disusun menjadi lima pertanyaan. Hasil pembuatan pertanyaan tersebut kemudian diperiksa dan dikoreksi untuk memastikan kesesuaiannya dengan standar kurikulum yang berlaku. Terdapat beberapa koreksi pada pertanyaan yaitu penambahan stimulus dan gambar yang terdapat pada lampiran 4. Sedangkan untuk bukti validasi ahli materi lainnya berada di lampiran 5 – 6.

4.4 Pengujian Validasi Ahli *Game*

Pengujian dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada anggota komunitas Game Developer Malang (GDM). Kuesioner ini berisi 15 pernyataan yang dirancang untuk mengevaluasi berbagai aspek dari *game* yang diuji. Setiap pernyataan dikelompokkan ke dalam beberapa kategori yang relevan, seperti *usability*, *visual design*, *gameplay*, dan interaktivitas, guna mendapatkan penilaian

yang komprehensif mengenai kualitas *game* “BioMorph”. Berikut merupakan pernyataan dan kategori dalam kuesioner untuk ahli *game*.

Tabel 4. 2 Kuesioner Validasi Ahli *Game*

No.	Pernyataan	Kategori
1.	Tujuan permainan dalam “BioMorph” jelas dan mudah dipahami oleh pemain.	<i>Usability</i>
2.	Alur permainan (<i>gameplay</i>) mengalir dengan baik dan tidak membingungkan.	<i>Gameplay</i>
3.	Ukuran teks, ikon, dan elemen visual cukup jelas dan terbaca.	<i>Usability</i>
4.	Elemen hiburan dalam <i>game</i> cukup menarik untuk mempertahankan minat pemain.	<i>Gameplay</i>
5.	Aturan permainan, kontrol, dan interaksi dalam <i>game</i> disusun dengan baik dan berjalan secara konsisten.	<i>Gameplay</i>
6.	<i>Game</i> memberikan pengalaman bermain yang menyenangkan dan edukatif.	<i>Usability</i>
7.	Sistem umpan balik dalam <i>game</i> dapat memotivasi pemain untuk terus belajar dan meningkatkan pemahamannya.	<i>Usability</i>
8.	Transisi antar <i>scene</i> atau bagian dalam <i>game</i> dilakukan dengan halus dan tidak mengganggu.	Interaktivitas
9.	Elemen suara dan efek audio mendukung suasana serta memperkuat pengalaman bermain.	Visual Desain
10.	Penggunaan karakter, latar, dan cerita mendukung narasi permainan secara utuh.	Visual Desain
11.	Sistem skor dalam <i>game</i> mendukung motivasi dan pemahaman pemain.	<i>Usability</i>
12.	Tampilan grafis dalam <i>game</i> “BioMorph” menarik dan sesuai dengan tema edukasi.	Visual Desain
13.	Animasi dan visualisasi dalam <i>game</i> sesuai dengan materi IPA.	<i>Gameplay</i>
14.	Informasi yang ditampilkan pada layar tidak membingungkan dan sesuai dengan konteks.	<i>Usability</i>
15.	Instruksi atau petunjuk dalam <i>game</i> disajikan dengan bahasa yang jelas dan mudah dipahami.	<i>Usability</i>

Berdasarkan Tabel 4.2 diatas, kuesioner tersebut dibuat berdasarkan gabungan penelitian antara (Anggriani *et al.*, 2022) dan (Rahma & Fatimah, 2020). Para validator ahli *game* akan mengisi kuesioner dengan menggunakan skala *likert* 1 – 5. Setiap ahli *game* memberikan penilaian berdasarkan pengalaman mereka dalam menguji *game*. Data yang terkumpul dari kuesioner ini kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan *game*, serta area yang perlu

diperbaiki, agar *game* dapat memenuhi standar yang lebih baik dalam hal kualitas dan pengalaman pengguna. Berikut adalah data yang terkumpul dari penilaian para ahli.

Tabel 4. 3 Hasil Kuesioner Ahli *Game*

Ahli <i>game</i>	Pernyataan														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
AG – 1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
AG – 2	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4
AG – 3	4	3	5	3	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	4
AG – 4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
AG - 5	4	5	4	4	4	5	4	2	2	4	5	2	3	4	4

Data yang diperoleh pada Tabel 4.3 dari hasil validasi akan dihitung dengan menjumlahkan seluruh skor.

Tabel 4. 4 Hasil Penjumlahan Skor

Ahli <i>Game</i>	Total Skor per Ahli <i>Game</i>
Ahli <i>Game</i> – 1	75
Ahli <i>Game</i> – 2	60
Ahli <i>Game</i> – 2	59
Ahli <i>Game</i> – 3	45
Ahli <i>Game</i> – 4	56
Total skor	295

Kemudian data pada Tabel 4.4 akan dibagi dengan jumlah skor maksimal dan mengalikannya dengan 100 untuk mendapatkan persentase.

$$Rata - rata\ skor = \frac{295}{375} \times 100\%$$

$$Rata - rata\ skor = 78.6 \%$$

Hasil perhitungan persentase ini kemudian akan dibandingkan dengan kriteria yang terdapat pada Tabel 3.11. Berdasarkan kriteria tersebut, *game* “BioMorph” masuk kedalam kategori “layak”.

4.5 Pengujian *System Usability Scale*

Untuk mengevaluasi pengalaman pengguna dalam *game*, pengujian usability dilakukan dengan menggunakan sistem pernyataan berdasarkan komponen-komponen utama dalam evaluasi kegunaan. Dalam hal ini, pengujian dibagi ke dalam beberapa kategori yang meliputi *Learnability* (kemampuan memahami), *Efficiency* (efisiensi), *Memorability* (kemampuan mengingat), *Error* (kesalahan), dan *Satisfaction* (kepuasan). Pembagian ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai bagian mana saja yang perlu diperbaiki atau dipertahankan dalam desain *game* agar pengalaman pengguna dapat ditingkatkan. Berikut adalah pembagian pernyataan SUS kedalam komponen tersebut.

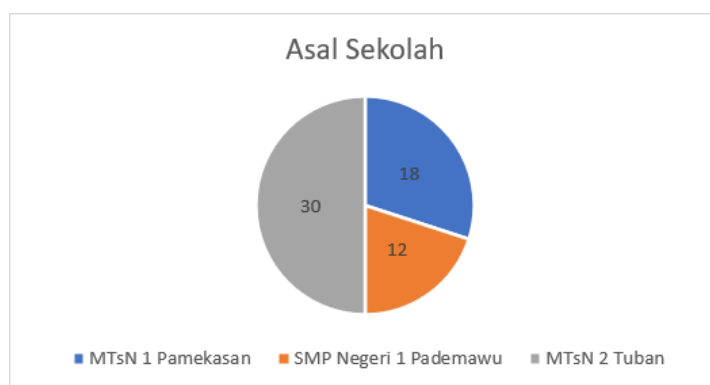
Tabel 4. 5 Pernyataan SUS Berdasarkan Komponen

No	Pernyataan	Komponen
Q1	Saya berpikir akan memainkan <i>game</i> ini lagi	<i>Satisfaction</i>
Q2	Saya merasa <i>game</i> ini rumit untuk dimainkan	<i>Efficiency</i>
Q3	Saya merasa <i>game</i> ini mudah untuk digunakan	<i>Learnability</i>
Q4	Saya membutuhkan bantuan dari orang lain atau teknisi dalam memainkan <i>game</i> ini	<i>Error</i>
Q5	Saya merasa fitur-fitur <i>game</i> ini berjalan semestinya	<i>Efficiency</i>
Q6	Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten (tidak serasi) pada <i>game</i> ini	<i>Error</i>
Q7	Saya merasa orang lain akan memahami cara menggunakan <i>game</i> ini dengan cepat	<i>Memorability</i>
Q8	Saya merasa <i>game</i> ini membingungkan	<i>Learnability</i>
Q9	Saya merasa tidak ada hambatan dalam memainkan <i>game</i> ini	<i>Satisfaction</i>
Q10	Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu sebelum memainkan <i>game</i> ini	<i>Memorability</i>

Berdasarkan Tabel 4.5 diatas, akan dinilai menggunakan skala *likert* 1-5 yaitu angka “1” untuk menunjukan sangat tidak setuju dan angka “5” menunjukan sangat setuju.

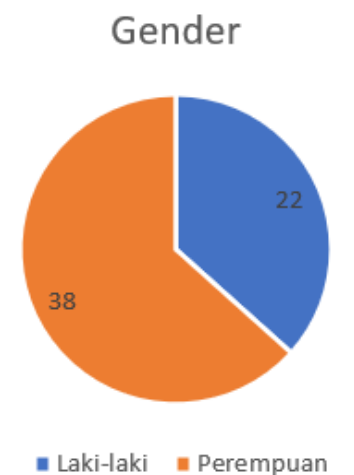
Responden dalam penelitian ini terdiri dari murid kelas VIII yang berasal dari tiga sekolah berbeda, yaitu MTsN 2 Tuban dengan jumlah responden

terbanyak, yaitu sebanyak 30 orang. Diikuti oleh MTsN 1 Pamekasan dengan 18 orang responden, dan SMP Negeri 1 Pademawu yang berjumlah 12 orang responden yang didistribusikan pada Gambar 4.12 diagram pie berikut.

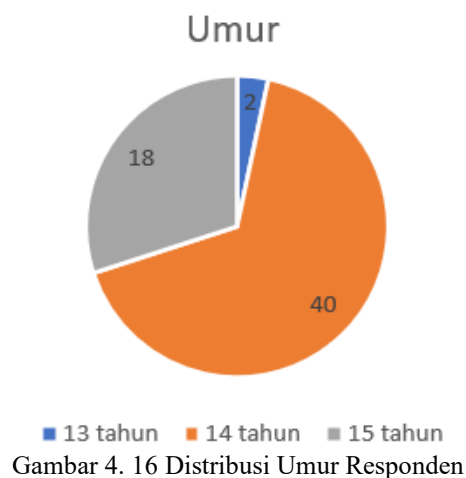


Gambar 4. 14 Distribusi Asal Sekolah Responden

Dari Gambar 4.13 diagram pie tersebut, terdapat 22 laki-laki dan 38 perempuan dengan rentang usia 13 – 15 tahun. Dengan jumlah responden dengan usia 13 tahun terdapat 2 orang, usia 14 tahun terdapat 40 orang, dan usia 15 tahun terdapat 18 orang sesuai dengan Gambar 4.14. Sebagian besar responden berada pada usia 14 tahun, yang mencerminkan proporsi terbesar pada bangku kelas VIII yang didistribusikan pada diagram pie berikut.



Gambar 4. 15 Distribusi Gender



Gambar 4. 16 Distribusi Umur Responden

Dari 60 responden tersebut, sebanyak 45 orang memiliki hobi bermain *game*, sementara sisanya tidak memiliki hobi tersebut. Selain itu, 38 orang di antaranya pernah memainkan *game* edukasi, seperti Wordwall dan Quizziz, sedangkan 22 orang lainnya belum pernah mencoba *game* edukasi tersebut. Sehingga secara tidak langsung, responden sudah terbiasa menggunakan *handphone* untuk bermain *game*.

Setelah responden bermain *game* “BioMorph”, responden mengisi kuesioner SUS dengan hasil yang ada pada lampiran 1. Data yang dikumpulkan dari responden, lalu dilakukan perhitungan skor SUS dengan aturan yaitu, untuk pernyataan bernomor ganjil, skor dikurangi 1, sementara untuk pertanyaan bernomor genap, skor dihitung dengan mengurangkan nilai 5 dari skor responden. Skor SUS diperoleh dengan menjumlahkan skor setiap pernyataan dan mengalikannya dengan 2,5. Perhitungan ini berlaku untuk setiap responden.

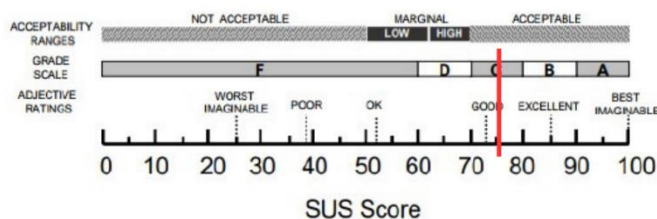
Tabel 4. 6 Hasil Skor SUS

Responden	Total Skor per Responden	Skor SUS
Responden 1	28	70
Responden 2	30	75

Responden	Total Skor per Responden	Skor SUS
Responden 3	33	82.5
Responden 4	29	72.5
Responden 5	36	90
Responden 6	30	75
Responden 7	35	87.5
Responden 8	28	70
Responden 9	31	77.5
Responden 10	31	77.5
Responden 11	31	77.5
Responden 12	33	82.5
Responden 13	28	70
Responden 14	30	75
Responden 15	24	60
Responden 16	32	80
Responden 17	29	72.5
Responden 18	25	62.5
Responden 19	27	67.5
Responden 20	30	75
Responden 21	24	60
Responden 22	32	80
Responden 23	34	85
Responden 24	28	70
Responden 25	29	72.5
Responden 26	34	85
Responden 27	31	77.5
Responden 28	29	72.5
Responden 29	28	70
Responden 30	27	67.5
Responden 31	31	77.5
Responden 32	27	67.5
Responden 33	29	72.5
Responden 34	29	72.5
Responden 35	32	80
Responden 36	29	72.5
Responden 37	32	80
Responden 38	28	70
Responden 39	29	72.5
Responden 40	36	90
Responden 41	34	85
Responden 42	27	67.5
Responden 43	30	75
Responden 44	38	95
Responden 45	32	80
Responden 46	35	87.5
Responden 47	32	80
Responden 48	33	82.5
Responden 49	27	67.5
Responden 50	24	60
Responden 51	24	60
Responden 52	33	82.5
Responden 53	31	77.5
Responden 54	31	77.5

Responden	Total Skor per Responden	Skor SUS
Responden 55	33	82.5
Responden 56	24	60
Responden 57	27	67.5
Responden 58	33	82.5
Responden 59	32	80
Responden 60	30	75
Total skor SUS		4520
Rata-rata skor SUS		75.33

Setelah dihitung, diperoleh skor rata-rata SUS dari seluruh responden. Skor ini kemudian disesuaikan dengan sistem penilaian SUS. Data pada Tabel 4.6 diatas mendapatkan skor rata-rata yaitu 75.33, maka skor tersebut masuk dalam kategori “GOOD” dengan grade scale C.



Gambar 4. 17 Grade Scale

Berdasarkan Gambar 4.15 grafik ini menunjukkan bahwa SUS score di angka 75.33 dianggap “Good” dan berada pada rentang “Acceptable”, yang berarti sistem tersebut dapat diterima oleh pengguna. Dari nilai *System Usability Scale* (SUS) yang diperoleh, selanjutnya dilakukan analisis untuk mendistribusikan jumlah jawaban dari masing-masing pernyataan.

Tabel 4. 7 Hasil Jumlah Jawaban per Pernyataan

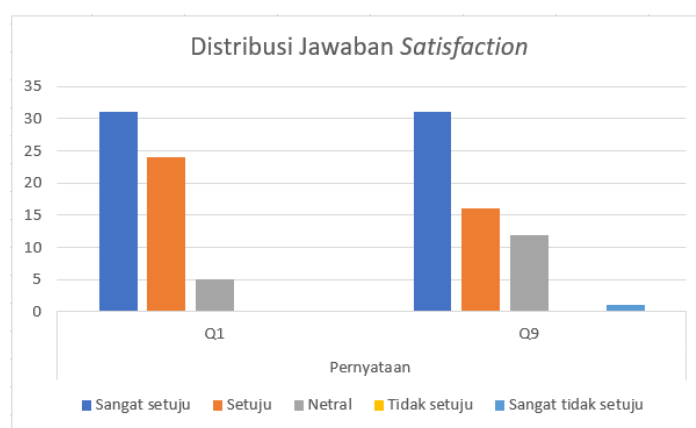
Kategori	Pernyataan									
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Sangat setuju	31	2	35	3	32	2	29	2	31	11
Setuju	24	2	20	3	21	6	23	2	16	7
Netral	5	23	4	22	7	13	6	13	12	20
Tidak setuju	0	16	1	20	0	16	1	21	0	11

Kategori	Pernyataan									
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Sangat tidak setuju	0	17	0	12	0	23	1	22	1	11

Berdasarkan Tabel 4.7 yang menunjukkan hasil jumlah jawaban per pernyataan berdasarkan kategori Sangat Setuju, Setuju, Netral, Tidak Setuju, dan Sangat Tidak Setuju.

4.5.1 Komponen *Satisfaction*

Komponen *satisfaction* dalam pengujian *System Usability Scale* merujuk pada persepsi pengguna terhadap kualitas penggunaan *game* secara keseluruhan. Ini melibatkan kenyamanan, keefektifan, kinerja, kemudahan penggunaan, serta kesediaan pengguna untuk terus memainkan *game*. Berdasarkan Tabel 4.5, komponen *satisfaction* terletak pada pernyataan Q1 dan Q9. Data yang terdapat pada lampiran 1 menunjukkan distribusi tanggapan responden, yang dapat dilihat pada diagram balok berikut.



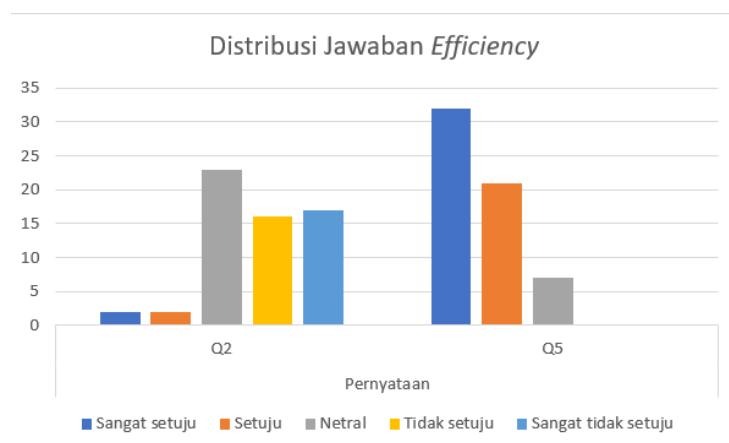
Gambar 4. 18 Distribusi *Satisfaction*

Pada Gambar 4.18 jawaban "sangat setuju" pada Q1 menunjukkan bahwa sebagian besar responden merasa puas dengan *game* "BioMorph" dan cenderung

ingin memainkannya lagi, karena kenyamanan penggunaan, atau fitur menarik yang ada dalam *game*. Pada Q9, banyak responden yang memilih “sangat setuju” menunjukkan bahwa *game* “BioMorph” dirancang dengan baik, mudah digunakan, dan bebas dari kendala teknis, sehingga meningkatkan kenyamanan dan kepuasan pengguna.

4.5.2 Komponen *Efficiency*

Komponen *efficiency* dalam *System Usability Scale* (SUS) mencakup berbagai faktor yang memengaruhi seberapa cepat dan mudah pengguna dapat menyelesaikan tugas mereka memainkan *game*. Berdasarkan Tabel 4.5, komponen *efficiency* terletak pada pernyataan Q2 dan Q5. Data yang terdapat pada lampiran 1 menunjukkan distribusi tanggapan responden, yang dapat dilihat pada diagram balok berikut.



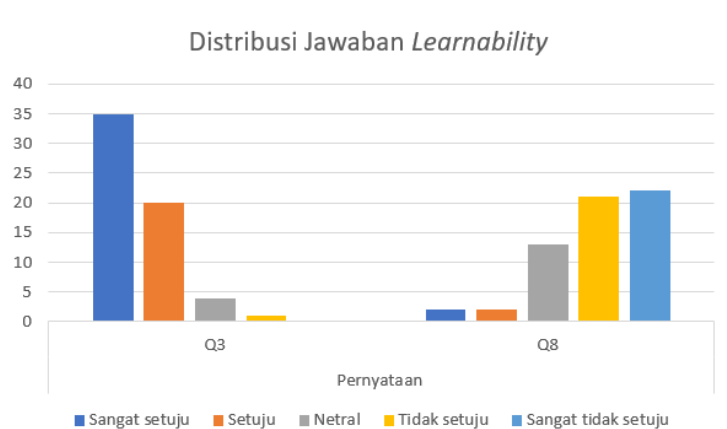
Gambar 4. 19 Distribusi *Efficiency*

Untuk Gambar 4.19 pada Q2, banyak responden yang memilih “netral”, mungkin karena responden merasa bahwa *game* “BioMorph” tidak terlalu rumit, tetapi juga tidak sepenuhnya mudah, sehingga responden tidak bisa memilih dengan

tegas antara setuju atau tidak. Pada Q5, banyak responden yang “sangat setuju” karena responden merasa fitur-fitur *game* “BioMorph” berjalan semestinya, yang menunjukkan efisiensi dalam penggunaan dan kinerja *game* yang baik.

4.5.3 Komponen *Learnability*

Komponen *learnability* dalam *System Usability Scale* (SUS) mencakup berbagai aspek yang mengukur seberapa mudah pengguna mempelajari cara menggunakan sistem, terutama pada pertama kali digunakan. Berdasarkan Tabel 4.5, komponen *learnability* terletak pada pernyataan Q3 dan Q8. Data yang terdapat pada lampiran 1 menunjukkan distribusi tanggapan responden, yang dapat dilihat pada diagram balok berikut.



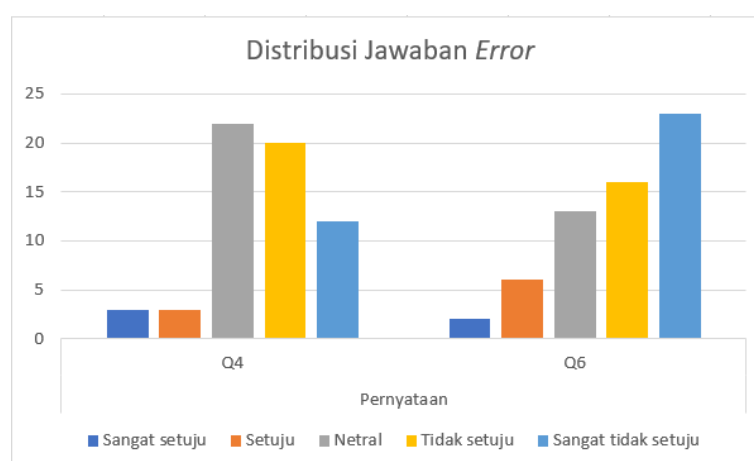
Gambar 4. 20 Distribusi *Learnability*

Diagram pada Gambar 4.20 pernyataan Q3, sebagian besar responden merasa *game* “BioMorph” mudah digunakan, yang menunjukkan bahwa responden tidak mengalami kesulitan saat pertama kali mencoba atau saat beradaptasi dengan cara bermainnya. Begitu juga dengan pernyataan Q8 banyak yang “sangat tidak

setuju”, karena responden merasa *game* “BioMorph” tidak membingungkan, menunjukkan bahwa *game* ini cukup mudah dipahami tanpa kesulitan yang berarti.

4.5.4 Komponen *Error*

Komponen *Error* dalam *System Usability Scale* (SUS) mencakup berbagai aspek yang berkaitan dengan sejauh mana sistem mengurangi kesalahan pengguna dan memberikan umpan balik yang jelas ketika kesalahan terjadi. Berdasarkan Tabel 4.5, komponen *error* terletak pada pernyataan Q4 dan Q6. Data yang terdapat pada lampiran 1 menunjukkan distribusi tanggapan responden, yang dapat dilihat pada diagram balok berikut.



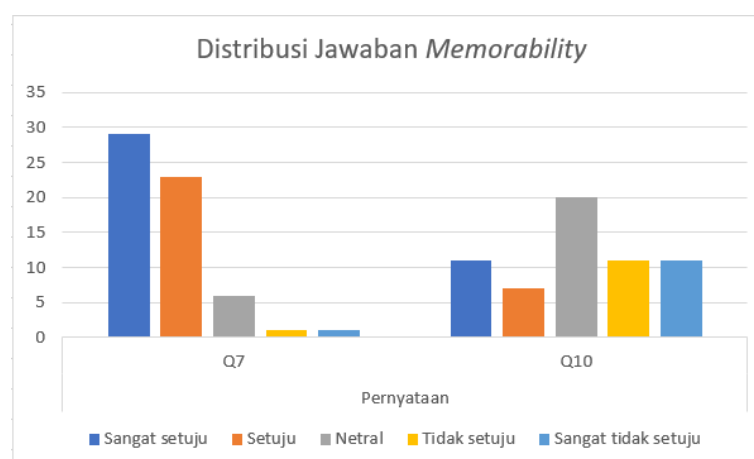
Gambar 4. 21 Distribusi *Error*

Distribusi untuk kategori *error* pada Gambar 4.21 pernyataan Q4 sebagian besar memilih “netral”, karena responden merasa bahwa *game* dapat dimainkan tanpa bantuan orang lain. Namun terdapat beberapa fitur dimana responden merasa memerlukan bantuan. Sehingga responden menunjukkan ketidakpastian antara membutuhkan bantuan atau tidak. Pada pernyataan Q6, banyak responden yang

“sangat tidak setuju”, karena merasa *game* “BioMorph” cukup konsisten, serasi, dan tidak membingungkan, sehingga mengindikasikan minimnya kesalahan.

4.5.5 Komponen *Memorability*

Komponen *memorability* dalam *System Usability Scale* (SUS) mencakup berbagai aspek yang mengukur kemampuan pengguna untuk mengingat cara menggunakan sistem setelah tidak menggunakannya dalam waktu tertentu. Berdasarkan Tabel 4.5, komponen *memorability* terletak pada pernyataan Q7 dan Q10. Data yang terdapat pada lampiran 1 menunjukkan distribusi tanggapan responden, yang dapat dilihat pada diagram balok berikut.



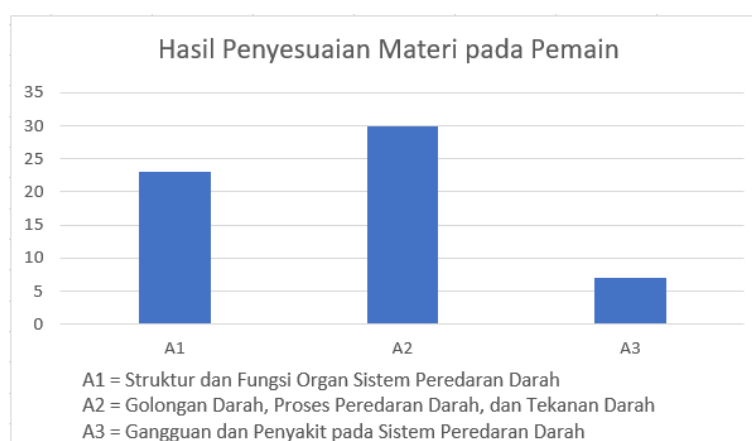
Gambar 4. 22 Distribusi *Memorability*

Pada Gambar 4.22 pernyataan Q7, sebagian besar responden memilih "Sangat Setuju", karena responden merasa orang lain akan cepat memahami cara menggunakan *game* “BioMorph”. Di sisi lain, pernyataan Q10 memiliki distribusi yang lebih beragam, dengan sejumlah besar responden memilih kategori "netral". Responden merasa harus mempelajari *game* “BioMorph” terlebih dahulu, namun

tidak memerlukan waktu lama untuk membiasakan diri. Sehingga memilih jawaban netral

4.6 Pengujian *Confusion Matrix*

Pada penelitian ini, data yang diperoleh dari responden berupa hasil perhitungan yang dilakukan oleh sistem, kemudian dibandingkan dengan data dari guru sebagai validasi ahli materi. Proses ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana akurasi sistem dalam menyesuaikan materi terkait peredaran darah dengan data yang dihasilkan dari guru. Berikut hasil penyesuaian materi pada pemain.



Gambar 4. 23 Hasil Penyesuaian Materi pada Pemain

Pada Gambar 4.23 diagram batang tersebut, dapat dilihat bahwa sistem dapat memberikan penyesuaian materi berdasarkan dengan kemampuan pemain, dengan penyesuaian paling banyak didapat pada A2. Berikut adalah hasil perbandingan dari sistem dengan guru.

Tabel 4. 8 Perbandingan Rangking Sistem dengan Ahli

Responden	Alternatif	C1	C2	C3	Perbandingan Rangking		
					Sistem	Ahli (Guru)	Keterangan
Responden 1	A1	0	0	114	A2	A2	Valid
	A2	0	0	157			
	A3	28	8	168			

Responden	Alternatif	C1	C2	C3	Perbandingan Rangkings		
					Sistem	Ahli (Guru)	Keterangan
Responden 2	A1	0	0	198	A3	A3	Valid
	A2	24	7	229			
	A3	0	0	229			
Responden 3	A1	0	0	20	A1	A1	Valid
	A2	24	7	50			
	A3	10	3	43			
Responden 4	A1	32	10	10	A2	A2	Valid
	A2	8	3	8			
	A3	16	5	13			
Responden 5	A1	42	12	129	A3	A2	-
	A2	6	2	92			
	A3	10	3	152			
Responden 6	A1	0	0	74	A1	A1	Valid
	A2	28	8	83			
	A3	18	5	101			
Responden 7	A1	32	10	5	A2	A2	Valid
	A2	8	3	23			
	A3	18	5	6			
Responden 8	A1	32	9	225	A2	A2	Valid
	A2	10	3	253			
	A3	24	7	219			
Responden 9	A1	0	0	199	A3	A3	Valid
	A2	34	10	229			
	A3	0	0	229			
Responden 10	A1	0	0	35	A1	A1	Valid
	A2	34	10	14			
	A3	30	9	9			
Responden 11	A1	24	7	321	A2	A1	-
	A2	28	8	391			
	A3	26	8	341			
Responden 12	A1	32	9	36	A2	A2	Valid
	A2	12	4	41			
	A3	20	6	40			
Responden 13	A1	14	4	336	A1	A1	Valid
	A2	16	5	181			
	A3	24	7	183			
Responden 14	A1	42	12	357	A2	A2	Valid
	A2	12	4	370			
	A3	26	8	121			
Responden 15	A1	24	7	367	A1	A1	Valid
	A2	30	9	316			
	A3	26	8	328			
Responden 16	A1	42	12	351	A2	A2	Valid
	A2	12	4	476			
	A3	26	8	216			
Responden 17	A1	0	0	151	A1	A1	Valid
	A2	42	12	186			
	A3	26	8	74			
Responden 18	A1	32	10	10	A2	A2	Valid
	A2	8	3	30			

Responden	Alternatif	C1	C2	C3	Perbandingan Rangkings		
					Sistem	Ahli (Guru)	Keterangan
Responden 19	A3	18	5	20	A1	A1	Valid
	A1	14	4	342			
	A2	24	7	149			
Responden 20	A3	30	9	227	A2	A2	Valid
	A1	18	5	131			
	A2	2	1	206			
Responden 21	A3	12	4	153	A2	A2	Valid
	A1	32	10	5			
	A2	8	3	23			
Responden 22	A3	18	5	6	A2	A2	Valid
	A1	22	7	679			
	A2	10	3	260			
Responden 23	A3	30	9	196	A1	A1	Valid
	A1	16	6	12			
	A2	34	10	12			
Responden 24	A3	32	10	10	A2	A2	Valid
	A1	32	9	113			
	A2	8	3	123			
Responden 25	A3	12	4	178	A1	A1	Valid
	A1	0	0	171			
	A2	44	13	169			
Responden 26	A3	24	7	154	A1	A1	Valid
	A1	22	12	538			
	A2	34	10	95			
Responden 27	A3	50	15	135	A1	A1	Valid
	A1	0	0	275			
	A2	42	12	185			
Responden 28	A3	34	10	261	A2	A2	Valid
	A1	26	8	165			
	A2	18	5	81			
Responden 29	A3	44	13	170	A2	A2	Valid
	A1	32	9	263			
	A2	2	1	250			
Responden 30	A3	24	7	139	A1	A1	Valid
	A1	0	0	222			
	A2	6	2	148			
Responden 31	A3	12	4	152	A2	A1	-
	A1	0	0	65			
	A2	10	3	129			
Responden 32	A3	16	5	65	A1	A1	Valid
	A1	0	0	282			
	A2	2	1	199			
Responden 33	A3	42	12	170	A2	A2	Valid
	A1	26	8	173			
	A2	0	0	250			
Responden 34	A3	24	7	155	A2	A2	Valid
	A1	38	11	219			
	A2	0	0	154			
Responden 35	A3	32	9	41	A2	A3	-

Responden	Alternatif	C1	C2	C3	Perbandingan Rangking		
					Sistem	Ahli (Guru)	Keterangan
	A2	6	2	23			
	A3	0	0	67			
	A1	32	9	264			
Responden 36	A2	2	1	169	A2	A2	Valid
	A3	24	7	108			
	A1	0	0	251			
Responden 37	A2	0	0	271	A1	A2	-
	A3	24	7	180			
	A1	0	0	108			
Responden 38	A2	32	9	67	A1	A1	Valid
	A3	42	12	99			
	A1	32	10	27			
Responden 39	A2	28	8	33	A2	A2	Valid
	A3	42	12	75			
	A1	32	9	107			
Responden 40	A2	12	4	174	A2	A2	Valid
	A3	32	9	74			
	A1	6	2	42			
Responden 41	A2	0	0	54	A1	A2	-
	A3	0	0	51			
	A1	32	9	152			
Responden 42	A2	30	9	109	A3	A3	Valid
	A3	16	5	121			
	A1	18	5	153			
Responden 43	A2	20	6	145	A1	A3	-
	A3	14	4	139			
	A1	20	6	347			
Responden 44	A2	0	0	380	A2	A2	Valid
	A3	18	5	169			
	A1	36	11	145			
Responden 45	A2	0	0	189	A2	A2	Valid
	A3	24	7	173			
	A1	10	3	199			
Responden 46	A2	0	0	139	A1	A2	-
	A3	16	5	123			
	A1	34	10	122			
Responden 47	A2	10	3	101	A2	A2	Valid
	A3	10	3	50			
	A1	0	0	138			
Responden 48	A2	24	7	64	A1	A1	Valid
	A3	10	3	102			
	A1	16	5	108			
Responden 49	A2	16	5	67	A1	A1	Valid
	A3	42	12	99			
	A1	36	11	53			
Responden 50	A2	0	0	56	A2	A2	Valid
	A3	24	7	65			
	A1	50	15	13			
Responden 51	A2	32	10	33	A2	A2	Valid
	A3	32	10	20			
	A1	32	10	20			

Responden	Alternatif	C1	C2	C3	Perbandingan Rangkings		
					Sistem	Ahli (Guru)	Keterangan
Responden 52	A1	18	5	270	A3	A3	Valid
	A2	14	4	149			
	A3	0	0	270			
Responden 53	A1	32	9	101	A2	A3	-
	A2	6	2	23			
	A3	0	0	67			
Responden 54	A1	0	0	8	A1	A2	-
	A2	0	0	11			
	A3	24	7	13			
Responden 55	A1	20	6	190	A2	A2	Valid
	A2	10	3	149			
	A3	34	10	171			
Responden 56	A1	50	15	15	A2	A2	Valid
	A2	32	10	25			
	A3	32	10	12			
Responden 57	A1	24	7	207	A3	A3	Valid
	A2	24	7	271			
	A3	12	4	287			
Responden 58	A1	0	0	282	A1	A1	Valid
	A2	8	3	199			
	A3	32	9	170			
Responden 59	A1	28	8	203	A3	A3	Valid
	A2	42	12	191			
	A3	2	1	186			
Responden 60	A1	14	4	126	A1	A1	Valid
	A2	18	5	57			
	A3	28	8	32			

Pada Tabel 4.8 merupakan hasil perbandingan penyesuaian antara sistem dengan guru sebagai ahli materi. Dari hasil tabel tersebut lalu diubah menjadi *confusion matrix*. Berikut adalah tabel *confusion matrix*.

Tabel 4. 9 Confusion Matrix

Sistem (Prediksi)	Confusion Matrix	Ahli guru (Ground Truth)		
		A1	A2	A3
A1		18	4	1
A2		2	26	2
A3		0	1	6

Berdasarkan Tabel 4.9 lalu akan dihitung *accuracy*, *precision*, dan *recall* sesuai dengan persamaan 3.3 – 3.5 untuk alternatif 1 (A1) sebagai berikut.

$$Accuracy_{A1} = \frac{18 + 35}{18 + 5 + 2 + 35} \times 100\% = 88.3\%$$

$$Precision_{A1} = \frac{18}{18 + 5} \times 100\% = 78.3\%$$

$$Recall_{A1} = \frac{18}{18 + 2} \times 100\% = 90\%$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa sistem memiliki kinerja yang sangat baik untuk alternatif 1 (A1), dengan *accuracy* 88.3%, *precision* 78.3%, dan *recall* 90%. *Accuracy* yang tinggi menunjukkan ketepatan keseluruhan sistem, sementara *precision* mengindikasikan bahwa 78.3% dari prediksi alternatif 1 (A1) adalah benar. *Recall* mencapai 90% dari seluruh data yang benar-benar termasuk dalam kelas A1. Berikut adalah perhitungan untuk alternatif 2 (A2).

$$Accuracy_{A2} = \frac{26 + 25}{26 + 4 + 5 + 25} \times 100\% = 85\%$$

$$Precision_{A2} = \frac{26}{26 + 4} \times 100\% = 86\%$$

$$Recall_{A2} = \frac{26}{26 + 5} \times 100\% = 83.8\%$$

Berdasarkan perhitungan untuk alternatif 2 (A2) diatas, menunjukkan bahwa sistem memiliki *accuracy* 85%, *precision* 86%, dan *recall* 83,8%. *Accuracy* ini menunjukkan ketepatan keseluruhan sistem, sementara *precision* mengindikasikan bahwa 86% penyesuaian alternatif 2 (A2) benar. *Recall* sebesar 83,8% menunjukkan bahwa sistem berhasil mengidentifikasi sebagian besar alternatif 2 (A2). Berikut adalah perhitungan untuk alternatif 3 (A3).

$$Accuracy_{A3} = \frac{6 + 50}{6 + 1 + 3 + 50} \times 100\% = 93\%$$

$$Precision_{A3} = \frac{6}{6+1} \times 100\% = 85\%$$

$$Recall_{A3} = \frac{6}{6+3} \times 100\% = 66.6\%$$

Hasil perhitungan untuk alternatif 3 (A3) menunjukkan bahwa sistem memiliki *accuracy* sebesar 93%, yang menunjukkan bahwa sistem berhasil menyesuaikan materi dengan benar. *Precision* untuk alternatif 3 (A3) adalah 85%, yang berarti bahwa ketika sistem menyesuaikan materi alternatif 3 (A3), penyesuaian tersebut benar 85%. Artinya, sistem cukup tepat dalam menyesuaikan alternatif 3 (A3) ini. Namun, *recall* untuk alternatif 3 (A3) hanya sebesar 66,6%, yang menunjukkan bahwa sistem hanya berhasil menyesuaikan sekitar 66,6% dari seluruh data yang sebenarnya merupakan A3. Berikut adalah perhitungan *accuracy* keseluruhan.

$$Accuracy = \frac{18 + 26 + 6}{60} \times 100\% = 83.3\%$$

Hasil perhitungan *accuracy* sebesar 83.3% menunjukkan bahwa sistem berhasil menyesuaikan 83.3% materi sistem peredaran darah dengan benar. Ini berarti sistem memiliki tingkat ketepatan yang baik dalam penyesuaian materi sistem peredaran darah.

4.7 Integrasi Sains dan Islam

Game "BioMorph" mengintegrasikan pembelajaran interaktif dengan nilai-nilai moral dan spiritual melalui tiga konsep utama. Konsep pertama, *Muamalah Ma'a Allah*, mengajarkan hubungan pemain dengan Tuhan, serta nilai-nilai spiritual seperti kebersihan hati, rasa syukur, dan kesadaran akan kuasa Tuhan.

Konsep kedua, *Muamalah Ma'a An-Nas*, menekankan pentingnya hubungan sosial dengan sesama, mengajarkan kerjasama, saling menghargai, dan berbagi dalam lingkungan sosial. Konsep ketiga, *Muamalah Ma'a Al-Alam*, mengajarkan pentingnya menjaga dan merawat alam, serta memperkuat hubungan manusia dengan lingkungan sekitar.

4.7.1 Muamalah Ma'a Allah

Muamalah Ma'a Allah adalah konsep hubungan manusia dengan Allah yang mencakup ibadah, ketaatan, dan tanggung jawab spiritual. Ini melibatkan kesadaran akan kewajiban kepada Tuhan, baik dalam ibadah maupun dalam kehidupan sehari-hari, dengan tujuan menjalani hidup sesuai dengan perintah-Nya dan mempersiapkan diri untuk akhirat sesuai dengan surah An-Nahl ayat 66 sebagai berikut.

وَأَن لَّكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةٌ لِّتُزَكَّرُوا بِمَا فِي بُطُونِهِمْ ۚ مِنْ بَيْنِ ذُرِّيَّتِكُمْ أَقْوَمٌ ۚ وَدُمِّ لَبَنًا خَالِصًا سَائِبًا لِلشَّارِبِينَ ﴿٦٦﴾

“Sesungguhnya pada hewan ternak itu benar-benar terdapat pelajaran bagi kamu. Kami memberi kamu minum dari sebagian apa yang ada dalam perutnya, dari antara kotoran dan darah (berupa) susu murni yang mudah ditelan oleh orang-orang yang meminumnya.” (Qs. An-Nahl:66).

Surah An-Nahl ayat 66 menggambarkan bagaimana Allah memberikan pelajaran kepada umat-Nya melalui binatang ternak, yang menghasilkan susu yang bersih, antara darah dan tahi, sebagai rezeki yang mudah diminum oleh manusia. Ayat ini menggambarkan hubungan antara sistem peredaran darah dan proses pembentukan susu dalam tubuh hewan ternak. Susu yang dihasilkan terpisah dari

darah dan tahi dalam perut hewan, sebuah proses yang mencerminkan kebijaksanaan dan kekuasaan Allah dalam mengatur tubuh makhluk hidup.

Dalam konteks ini, kita dapat melihat bagaimana peran sistem peredaran darah pada hewan ternak berperan penting dalam menjaga kualitas dan kemurnian susu yang dihasilkan. Proses tersebut melibatkan darah yang mengalir melalui pembuluh darah untuk membawa oksigen dan nutrisi ke seluruh tubuh, sementara susu mengalir melalui saluran khusus dan dipisahkan dari komponen lainnya. Hal ini menunjukkan betapa sempurnanya sistem peredaran darah dalam memelihara keseimbangan tubuh hewan ternak, yang akhirnya menghasilkan susu yang bersih dan bermanfaat bagi manusia. Ayat ini juga mengingatkan kita untuk merenungkan kebesaran ciptaan Allah yang tampak dalam setiap detil kehidupan makhluk-Nya, yang dengan akal sehat dapat dipahami sebagai tanda kekuasaan dan rahmat-Nya.

Hubungan antara surah An-Nahl ayat 66 dan *game* edukasi terletak pada pembelajaran melalui pengalaman dan pemahaman mendalam. Seperti ayat yang menggambarkan pelajaran dari proses alami, *game* edukasi mengajarkan konsep-konsep melalui interaksi langsung. *Game* dapat memvisualisasikan materi ilmiah, seperti proses peredaran darah, sehingga pemain dapat memahami secara lebih mendalam. *Game* yang menyesuaikan materi dengan pemahaman pemain dapat meningkatkan pemikiran kritis, serupa dengan ajakan dalam ayat untuk merenungkan kebesaran ciptaan Allah. Selain itu pada surah Al-Hasyr ayat 18 sebagai berikut.

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا اتَّقُوا اللَّهَ وَلْتَنْظُرْ نَفْسٌ مَّا قَدَّمَتْ لِغَدٍّ وَاتَّقُوا اللَّهَ إِنَّ اللَّهَ خَبِيرٌ بِمَا تَعْمَلُونَ ﴿١٨﴾

“Wahai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah dan hendaklah setiap orang memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat). Bertakwalah kepada Allah. Sesungguhnya Allah Mahateliti terhadap apa yang kamu kerjakan.” (Qs. Al-Hasyr:18)

Dalam konteks *Muamalah Ma'a Allah*, Surah Al-Hasyr ayat 18 mengajarkan pentingnya introspeksi diri (muhasabah) sebagai bagian dari hubungan seorang hamba dengan Tuhan-Nya. Ayat ini menyeru kepada umat Islam untuk bertakwa kepada Allah dan merenungkan amal perbuatan yang telah dilakukan sebagai persiapan menghadapi kehidupan setelah mati. Dalam tafsirnya, Ibnu Katsir menekankan bahwa setiap individu harus menghitung amalannya sebelum dihisab oleh Allah, dengan memperhatikan apa yang telah dipersiapkan untuk hari esok (akhirat) (Alhaq, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa *game* “BioMorph” merupakan salah satu bentuk introspeksi diri terhadap pemahaman pemain dalam materi sistem peredaran darah.

4.7.2 Muamalah Ma'a An-Nas

Muamalah Ma'a An-Nas adalah konsep hubungan dan interaksi sosial antara manusia dengan sesama manusia yang didasarkan pada nilai-nilai etika, sopan santun, dan rasa saling menghormati. Konsep ini menekankan pentingnya sikap toleransi, keadilan, dan empati dalam setiap bentuk komunikasi dan kerja sama sosial seperti dalam surah Al-Mujadilah ayat 11 sebagai berikut.

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا يَفْسَحِ اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ انشُرُوا فَانْشُرُوا يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ ﴿١١﴾

“Wahai orang-orang yang beriman, apabila dikatakan kepadamu “Berilah kelapangan di dalam majelis-majelis,” lapangkanlah, niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Apabila dikatakan, “Berdirilah,” (kamu) berdirilah. Allah niscaya akan mengangkat orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat. Allah Mahateliti terhadap apa yang kamu kerjakan.” (Qs. Al-Mujadilah:11).

Surah Al-Mujadilah ayat 11 mengajarkan adab sosial dalam majelis dan menghormati sesama. Tafsir Jalalain menegaskan bahwa nilai ini berlaku dalam semua interaksi sosial (Husna & Hasibuan, 2024). Dalam konteks pembelajaran, umat Islam juga diajarkan untuk bersabar, rendah hati, dan tekun. Dengan menciptakan suasana saling menghargai dan belajar dengan pikiran yang terbuka, maka Allah akan mengangkat derajat orang-orang yang berilmu dan beradab.

4.7.3 Muamalah Ma’a Al-Alam

Muamalah Ma’a Al-Alam adalah hubungan manusia dengan alam berdasarkan tanggung jawab sebagai pemimpin di bumi. Islam mengajarkan agar manusia menjaga, memelihara, dan memanfaatkan alam secara bijak sebagai bentuk ibadah kepada Allah seperti pada surah Al-Mu’minun ayat 12-14 sebagai berikut.

وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ سُلَالَةٍ مِّنْ طِينٍ ﴿١٢﴾ ثُمَّ جَعَلْنَاهُ نُطْفَةً فِي قَرَارٍ مَّكِينٍ ﴿١٣﴾ ثُمَّ خَلَقْنَا النَّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا
الْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا الْمُضْغَةَ عِظْمًا فَكَسَوْنَا الْعِظْمَ لَحْمًا ثُمَّ أَنشَأْنَاهُ خَلْقًا آخَرَ فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ ﴿١٤﴾

“Sungguh, Kami telah menciptakan manusia dari sari pati (yang berasal) dari tanah. Kemudian, Kami menjadikannya air mani di dalam tempat yang kukuh (rahim). Kemudian, air mani itu Kami jadikan sesuatu yang menggantung (darah). Lalu, sesuatu yang menggantung itu Kami jadikan segumpal daging. Lalu, segumpal daging itu Kami jadikan tulang belulang. Lalu, tulang belulang itu Kami bungkus dengan daging. Kemudian, Kami menjadikannya makhluk yang (berbentuk) lain. Mahasuci Allah sebaik-baik pencipta.” (Qs. Al-Mu’minun:12-14)

Surah Al-Mu'minun ayat 12–14 menggambarkan proses penciptaan manusia yang dimulai dari saripati tanah, kemudian menjadi air mani, segumpal darah, segumpal daging, tulang belulang, hingga menjadi makhluk yang sempurna. Tafsir Ibnu Katsir menjelaskan bahwa tahapan ini menunjukkan asal-usul manusia yang berasal dari unsur-unsur alam, seperti tanah dan air, yang merupakan bagian dari ekosistem (Fernando Zen, 2023). Hal ini menegaskan bahwa manusia tidak terlepas dari alam, melainkan bagian darinya, sehingga memiliki tanggung jawab untuk menjaga dan memelihara kelestarian lingkungan. Dengan memahami asal penciptaan ini, manusia diharapkan dapat menjaga keseimbangan ekosistem dan tidak merusak alam sebagai bentuk syukur kepada Allah SWT.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, *game* “BioMorph” berhasil menyesuaikan materi tentang sistem peredaran darah sesuai dengan kemampuan pemain menggunakan metode SMARTER. Dalam *game* ini, terdapat tiga kriteria inputan yang digunakan untuk menyesuaikan materi, yaitu skor, tingkat kesulitan, dan waktu. Penyesuaian materi dilakukan dengan tiga output alternatif, alternatif 1 yaitu struktur dan fungsi organ sistem peredaran darah, alternatif 2 yaitu golongan darah, proses peredaran darah, dan tekanan darah, serta alternatif 3 yaitu gangguan dan penyakit pada sistem peredaran darah. Alternatif terpilih jika nilai *utility* yang diperoleh besar, hal ini terjadi berdasarkan seberapa banyak pertanyaan yang berhasil dijawab dengan benar.

Penelitian ini menggunakan empat jenis pengujian. Pertama, pengujian validasi ahli materi yang dilakukan oleh tiga guru pengampu mata pelajaran IPA dari tiga sekolah berbeda, yang bertujuan untuk memastikan bahwa kriteria yang digunakan dalam perhitungan, pertanyaan, dan materi yang ada dalam *game* sudah sesuai dengan standar pendidikan. Kedua, pengujian validasi ahli *game* yang dilakukan oleh lima anggota komunitas *Game Developer* Malang, yang menghasilkan nilai 78.6%, menunjukkan bahwa *game* ini layak untuk dimainkan. Pengujian ketiga adalah *system usability scale* (SUS), yang dilakukan terhadap 60 responden dari tiga sekolah berbeda. Hasilnya, *game* “BioMorph” memperoleh

nilai SUS 75.33%, yang masuk dalam kategori “good”, menandakan bahwa *game* ini dapat menyesuaikan materi dengan baik menurut pemain. Pengujian terakhir adalah *confusion matrix*, yang menunjukkan tingkat akurasi sistem dalam menyesuaikan materi sistem peredaran darah. Diperoleh nilai 83.3% yang menandakan bahwa sistem memiliki tingkat ketepatan yang baik dalam penyesuaian materi sistem peredaran darah.

5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil pengujian, penelitian ini memiliki kekurangan yang perlu diperbaiki untuk penelitian selanjutnya. Berikut beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian di masa mendatang.

1. Materi dalam bentuk animasi untuk membuat pembelajaran lebih menarik dan interaktif. Materi visual yang dinamis akan membantu memperjelas konsep-konsep yang disampaikan, sehingga meningkatkan pemahaman pemain terhadap materi sistem peredaran darah.
2. Penambahan fitur kontrol untuk guru. Sehingga guru dapat secara langsung melihat hasil dan progres pemain selama permainan. Fitur ini dapat memberikan guru wawasan lebih dalam mengenai perkembangan pemahaman siswa dan memungkinkan mereka untuk memberikan umpan balik lebih tepat waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhaq, D. L. (2024). Tafsir Ayat-Ayat Perencanaan Perspektif Al-Quran dan Al-Hadist. *MUSHAF JOURNAL : Jurnal Ilmu Al Quran dan Hadis*, 4(3), 506–516.
- Anggriani, S. P., Jufri, A. W., Syukur, A., & Setiadi, D. (2022). Pengembangan Materi Ajar Berbasis Video Kreatif Biologi pada Materi Sistem Ekskresi untuk Siswa Kelas XI SMA. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(1), 123–129. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i1.430>
- Apriyanti, M. E., Widyastuti, A., & Yohanna, L. (2023). Menggali Potensi Diri pada Ranah Pendidikan melalui Personal Swot Analisis. *Jurnal PkM (Pengabdian kepada Masyarakat)*, 6(5), 605. <https://doi.org/10.30998/jurnalpkm.v6i5.19684>
- Ardiansyah, A., & Arda, A. (2020). Peran Orang Tua Dalam Proses Belajar Anak Di Masa Pandemi Covid-19 Dalam Menumbuhkan Sikap Ilmiah (Studi Kasus Pada Siswa Usia 10-12 Tahun pada Mata Pelajaran IPA). *Musawa: Journal for Gender Studies*, 12(1), 140–164. <https://doi.org/10.24239/msw.v12i1.592>
- Arifah, S. N., Fernando, Y., & Rusliyawati, R. (2022). Upaya Meningkatkan Citra Diri Melalui Game Edukasi Pengembangan Kepribadian Berbasis Mobile. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 3(3), 295–315. <https://doi.org/10.33365/jatika.v3i3.2036>
- Astuti, N. D., Wigati, I., & Asnilawati, A. (2023). Pengembangan E-Modul Sistem Peredaran Darah Berbasis Gender untuk Kelas VIII MTs. *Jurnal Penelitian, Pendidikan Dan Pengajaran: JPPP*, 4(2). <https://doi.org/10.30596/jppp.v4i2.15774>
- Aziza, A. S., Noorhidayati, & Amintarti, S. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Konsep Sistem Peredaran Darah Manusia Biologi SMA Dalam Bentuk Booklet Digital. *BIOMA: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 3(2), 13–30. <https://doi.org/10.31605/bioma.v3i2.1246>
- Blaster, I., Lubis, R. S., & Syahputri, N. I. (2023). Penerapan Metode Simple Multi-Attribute Rating Technique Exploiting Rank (Smarter) Dalam Pemilihan Bibit Unggul Jagung di Desa Silau Mangi. *Jurnal Bayesian: Jurnal Ilmiah Statistika Dan Ekonometrika*, 3(2), 182–192.
- Dwicky Putra Nugraha, D. M. (2022). Hubungan Kemampuan Literasi Sains Dengan Hasil Belajar IPA Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Elementary*, 5(2), 153. <https://doi.org/10.31764/elementary.v5i2.8874>

- Fernando Zen, H. A. (2023). Konsep Penciptaan Manusia Dalam Al-Qur'an dan Alkitab: Studi Intertekstualitas Julia Kirsteva. *SAPA - Jurnal Kateketik dan Pastoral*, 8(1), 70–76. <https://doi.org/10.53544/sapa.v8i1.298>
- Fikri, A. A., Wijayanti, R., Laila, N., & Zain, A. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Bberbasis Aplikasi Android “SIPERAH” Pada Materi Sistem Peredaran Darah. *NCOINS: National Conference Of Islamic Natural Science*, 1(1).
- Fitri Mailani. (2023). *Gangguan Sistem Kardiovaskuler dan Penatalaksanaannya*. Eureka Media Aksara.
- Hidayah, N. (2024). *Implementasi Algoritma Multinomial Naïve Bayes, TF-IDF dan Confusion Matrix dalam Pengklasifikasian Saran Monitoring dan Evaluasi Mahasiswa Terhadap Dosen Teknik Informatika Universitas Dayanu Ikhsanuddin*. 10.
- Husna, N., & Hasibuan, H. (2024). *Pengembangan Model Manajemen Majelis Taklim dalam Meningkatkan Kualitas Pendidikan Agama Islam di Majelis Taklim*. 01.
- Irsan, I. (2021). Implemensi Literasi Sains dalam Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(6), 5631–5639. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i6.1682>
- Isa Rosita, Gunawan, & Desi Apriani. (2020). Penerapan Metode Moora Pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Media Promosi Sekolah (Studi Kasus: SMK Airlangga Balikpapan). *METIK JURNAL*, 4(2), 55–61. <https://doi.org/10.47002/metik.v4i2.191>
- Iswavigra, D. U., & Endriani Zen, L. (2023). Systematic Literature Review: Pengaplikasian Metode VIKOR dalam Decision Support System. *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, 5(3), 13–19. <https://doi.org/10.60083/jidt.v5i3.379>
- Karami, A. F., Nurhayati, H., & Arif, Y. M. (2024). Design and Evaluation of Maliki V-Lab: A Metaverse-Based Virtual Laboratory for Computer Assembly Learning in Higher Education. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(6), 814–821. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.6.2106>
- Kosim, M. A., Aji, S. R., & Darwis, M. (2022). Pengujian Usability Aplikasi PEDULILINDUNGI dengan Metode System Uability Scale (SUS). *Jurnal Sistem Informasi dan Sains Teknologi*, 4(2). <https://doi.org/10.31326/sistek.v4i2.1326>
- Kurniawan, E., Nofriadi, N., & Nata, A. (2022). Penerapan System Usability Scale (SUS) Dalam Pengukuran Kebergunaan Website Program Studi di STMIK Royal. *Journal of Science and Social Research*, 5(1), 43. <https://doi.org/10.54314/jssr.v5i1.817>

- Kuswanto, J. (2022). *Sistem Pendukung Keputusan*.
- Lai'Mandi, W., Kurniawati, I. Y., Ilyas, M., & Sarniaty, S. (2023). *Analisis Penggunaan Media Pembelajaran Wordwall Pada Pembelajaran IPA*. 4, 34–41.
- Mahendra, G. S., Tampubolon, L. P. D., Arni, S., Kharisma, L. P. I., Resmi, M. G., Sudipa, I. G. I., Ariana, A. A. G. B., & Syam, S. (2023). *Sistem Pendukung Keputusan (Teori Dan Penerapannya dalam berbagai Metode)*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Majid, P. M., Mansyur, S. H., & L, H. (2022). Penerapan Metode SMARTER Pada Penentuan Media Literasi Pembelajaran Anak Berkebutuhan Khusus. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(4), 2316. <https://doi.org/10.30865/mib.v6i4.4885>
- Marhaeni, N. H., Fitri, I. A., & Fariha, N. F. (2023). Pelatihan Pembuatan Game Edukasi WordWall Bagi Guru SMA Dharma Amiluhur Yogyakarta. *Dinamisia : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(4), 988–997. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v7i4.14772>
- Maritsa, A., Hanifah Salsabila, U., Wafiq, M., Rahma Anindya, P., & Azhar Ma'shum, M. (2021). Pengaruh Teknologi Dalam Dunia Pendidikan. *Al-Mutharahah: Jurnal Penelitian Dan Kajian Sosial Keagamaan*, 18(2), 91–100. <https://doi.org/10.46781/al-mutharahah.v18i2.303>
- Masykur, M., & Solekhah, S. (2021). Tafsir Quran surah Al-'Alaq ayat 1 sampai 5 (perspektif ilmu pendidikan). *Wasathiyah: Jurnal Studi Keislaman*, 2(2), 72–87.
- Monalisa, S., & Wahid, A. (2021). Implementasi Metode SMARTER Untuk Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Lahan Kelapa Sawit Pada PT Eka Dura Indonesia. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Manajemen Sistem Informasi*, 7(2), 133–138.
- Muhdi, I., Rezki Yuniarti, & Agus Komarudin. (2023). Desain Game Edukasi Pengenalan Peredaran Sel Darah Merah Dengan Genre RPG Menggunakan Pendekatan MDA. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Elektronik*, 6(1), 100–111. <https://doi.org/10.36595/jire.v6i1.817>
- Munawaroh, A. (2024). Pengembangan Media Game Adventure of Blood Berbasis Role Play Peredaran Darah Manusia. *Journal of Education Research*, 5(2), 2431–2441. <https://doi.org/10.37985/jer.v5i2.1179>
- Ningrum, K. D., Utomo, E., Marini, A., & Setiawan, B. (2022). Media Komik Elektronik Terintegrasi Augmented Reality dalam Pembelajaran Sistem Peredaran Darah Manusia di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(1), 1297–1310. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i1.2289>
- Normawati, D., & Prayogi, S. A. (2021). *Implementasi Naïve Bayes Classifier Dan Confusion Matrix Pada Analisis Sentimen Berbasis Teks Pada Twitter*. 5.

- Ocviani, R., Rifai, F., & Aslim, F. (2022). *Implementation of the Simple Multi Attribute Rating Technique Exploiting Rank (SMARTER) Method for the Diagnosis of Chronic Kidney Disease*. 2.
- Oktavia, T. G., Halidjah, S., & Kresnady, H. (2022). Pengembangan Game Edukasi Berbasis Android Pada Materi Sistem Peredaran Darah Manusia Kelas VB Sekolah Dasar Negeri 03 Pontianak Kota. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 11(2).
- Oktaviasari, H., Pratiwi, D. E., & Hastungkoro, H. N. A. (2024). Penerapan Media Wordwall Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Materi Konsep Penjumlahan Matematika Pada Kelas 1 SDN Putat Jaya IV-380 Surabaya. *Journal of Science and Education Research*, 3(2), 30–36. <https://doi.org/10.62759/jser.v3i2.128>
- Peringkat Indonesia pada PISA 2022 Naik 5-6 Posisi Dibanding 2018*. (2023, December 5). Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi. <https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2023/12/peringkat-indonesia-pada-pisa-2022-naik-56-posisi-dibanding-2018>
- Putra, A. A. S. M. M., Wedayani, A. A. A. N., Amalia, E., Yuliyani, E. A., Putri, N. A., Sudharmawan, A. A. K., & Makbul, I. H. (2023). Edukasi Penangan Awal Pada Serangan Jantung. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 6(4), 1023–1026. <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v6i4.5973>
- Rahma, R., & Fatimah, F. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Computer Assisted Instruction (CAI) Pada Materi Hukum Newton. *JEMAS: Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains*, 1(1), 14–18.
- Rininda, G., Santi, I. H., & Kirom, S. (2023). *Penerapan SVM Dalam Analisis Sentimen Pada EDLINK Menggunakan Pengujian Confusion Matrix*. 7(5).
- Sahrul, S., Mursalim, M., Tamra, T., & Askar, M. I. (2024). Sosialisasi dan Pemanfaatan Aplikasi Game Edukasi Berbasis Mobile Pada SD Negeri 82 Barru. *Ilmu Komputer Untuk Masyarakat*, 5(2), 70–75.
- Santosa, W. N., & Baharuddin, B. (2020). Penyakit Jantung Koroner dan Antioksidan. *KELUWIH: Jurnal Kesehatan Dan Kedokteran*, 1(2), 98–103. <https://doi.org/10.24123/kesdok.V1i2.2566>
- Sari, N. F. A. T., Kusumawati, R., Karami, A. F., & A, M. H. P. S. (2024). Utilizing the game design factor questionnaire to develop engaging games for adaptive learning in the serious educational game: The Ma'had. *OPSI*, 17(1), 104. <https://doi.org/10.31315/opsi.v17i1.11322>
- Sattu, J., & Filza, M. F. (2025). Analisis Kemudahan Penggunaan pada Antarmuka Pengguna Game Horror GhostyGhost menggunakan System Usability Scale. *Journal of Informatics Management and Information Technology*, 5(1). <https://doi.org/10.47065/jimat.v5i1.452>

- Setiawan, P. A. (2021). Diagnosis dan tatalaksana stroke hemoragik. *Jurnal Medika Hutama*, 3(01 Oktober), 1660–1665.
- Simarmata, M. (2019). Penerapan Metode SMARTER Dalam Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Kualitas Getah Karet (Studi Kasus: PTPN III Medan). *Masyarakat Telematika Dan Informasi : Jurnal Penelitian Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 10(1), 13. <https://doi.org/10.17933/mti.v10i1.146>
- Sumiantari, N. L. E., Suardana, I. N., & Selamet, K. (2019). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah IPA Siswa Kelas VIII SMP. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Sains Indonesia (JPPSI)*, 2(1), 12. <https://doi.org/10.23887/jppsi.v2i1.17219>
- Wahono, S., & Ali, H. (2021). Peranan Data Warehouse, Software Dan Brainware Terhadap Pengambilan Keputusan (Literature Review Executive Support Sistem For Business). *Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi*, 3(2), 225–239. <https://doi.org/10.31933/jemsi.v3i2.781>
- Wardani, S. S., Susanti, R. D., & Taufik, M. (2022). Implementasi Pendekatan Computational Thinking Melalui Game Jungle Adventure Terhadap Kemampuan Problem Solving. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 6(1), 1–13. <https://doi.org/10.35706/sjme.v6i1.5430>
- Waruwu, Y., Halawa, K. K., & Lase, N. K. (2024). Penggunaan Media Pembelajaran Audio Visual pada Materi Sistem Kardiovaskuler/Sirkulasi di Sekolah Menengah Pertama. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5(3), 3658–3663. <https://doi.org/10.54373/imeij.v5i3.1346>
- Wildan, A., Suherman, S., & Rusdiyani, I. (2023). Pengembangan Media GAULL (Game Edukasi Wordwall) pada Materi Bangun Ruang untuk Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 1623–1634. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i2.2357>
- Yogananti, A. F., Pratama, B. C., & Akrom, A. (2022). Kolaborasi Teori Nielsen dan System Usability Scale (SUS) terhadap Usability Game Lokapala. 8(1).
- Yudani, P., & Wati, L. (2023). Implementasi Metode SMARTER Pada Sistem Pendukung Keputusan Bantuan Langsung Tunai (BLT). *JURNAL FASILKOM*, 13(02), 232–243. <https://doi.org/10.37859/jf.v13i02.5504>

LAMPIRAN

Lampiran. 1**Hasil Kuesioner SUS**

Responden	Pernyataan									
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Responden 1	5	3	5	3	5	3	5	3	5	5
Responden 2	5	5	5	3	5	1	5	1	5	5
Responden 3	5	1	5	2	3	4	4	1	5	1
Responden 4	4	1	5	3	5	4	5	2	5	5
Responden 5	5	1	5	1	5	1	5	1	5	5
Responden 6	5	2	5	2	4	3	4	2	4	3
Responden 7	5	2	5	3	5	1	5	3	5	1
Responden 8	3	2	3	1	3	3	5	1	3	2
Responden 9	4	2	5	3	4	2	4	2	5	2
Responden 10	5	2	4	2	5	4	5	2	4	2
Responden 11	5	3	4	2	5	1	5	3	5	4
Responden 12	4	3	5	2	3	1	4	1	5	1
Responden 13	4	3	2	3	5	1	4	1	4	3
Responden 14	5	3	4	3	4	1	4	1	3	2
Responden 15	4	3	3	3	4	2	3	2	3	3
Responden 16	5	5	5	2	5	3	5	2	5	1
Responden 17	5	2	5	5	5	3	5	3	5	3
Responden 18	4	3	4	4	5	3	5	3	5	5
Responden 19	5	3	5	3	3	2	5	1	3	5
Responden 20	5	1	5	3	3	3	5	1	5	5
Responden 21	5	3	5	3	5	5	3	3	5	5
Responden 22	5	1	4	2	4	2	5	2	5	4
Responden 23	5	2	5	2	4	2	5	2	5	2
Responden 24	4	3	5	3	4	1	4	3	4	3
Responden 25	4	3	4	2	4	2	4	2	4	2
Responden 26	4	1	5	1	4	1	4	1	4	3
Responden 27	4	2	5	2	5	2	4	2	5	4
Responden 28	5	2	5	3	5	1	1	1	3	3
Responden 29	4	1	4	3	5	2	4	5	4	2
Responden 30	5	4	5	3	5	3	3	3	5	3
Responden 31	4	2	4	5	5	1	5	1	5	3

Responden	Pernyataan									
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Responden 32	5	3	4	3	4	2	4	3	4	3
Responden 33	3	4	5	2	5	1	5	1	4	5
Responden 34	3	1	5	3	4	2	3	2	3	1
Responden 35	4	1	5	1	4	1	3	1	5	5
Responden 36	4	1	5	5	5	1	5	1	1	3
Responden 37	4	1	4	2	4	2	4	2	4	1
Responden 38	4	2	4	2	4	2	4	2	4	4
Responden 39	4	2	5	1	4	3	5	3	4	4
Responden 40	5	1	5	2	5	3	5	2	5	1
Responden 41	5	3	5	2	5	4	5	1	5	1
Responden 42	5	3	4	3	5	3	4	3	3	2
Responden 43	3	1	5	4	4	1	4	1	4	3
Responden 44	5	1	5	1	5	1	5	1	5	3
Responden 45	4	2	4	1	4	2	4	2	4	1
Responden 46	5	1	5	1	3	1	5	2	5	3
Responden 47	4	3	3	1	5	2	4	1	5	2
Responden 48	5	1	4	2	5	1	5	3	4	3
Responden 49	4	3	4	2	4	2	4	2	3	3
Responden 50	4	3	4	1	4	5	2	4	5	2
Responden 51	4	3	4	3	3	2	3	2	3	3
Responden 52	4	3	4	1	4	1	4	1	5	2
Responden 53	5	2	5	3	5	4	5	2	5	3
Responden 54	5	3	5	1	5	3	4	5	5	1
Responden 55	5	3	5	2	5	1	4	2	5	3
Responden 56	5	2	4	4	4	4	5	4	4	4
Responden 57	3	3	4	2	5	3	4	3	3	1
Responden 58	4	1	5	3	5	1	5	1	5	5
Responden 59	5	2	5	3	5	1	5	1	3	4
Responden 60	5	3	3	2	5	1	5	2	3	3

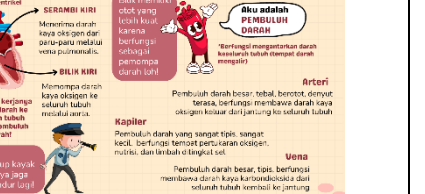
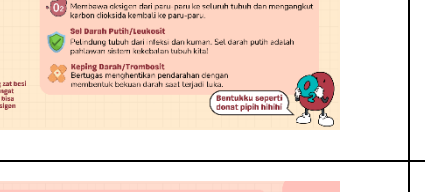
Lampiran. 2

Hasil Perhitungan SUS

Responden	Pernyataan									
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Responden 1	4	2	4	2	4	2	4	2	4	0
Responden 2	4	0	4	2	4	4	4	4	4	0
Responden 3	4	4	4	3	2	1	3	4	4	4
Responden 4	3	4	4	2	4	1	4	3	4	0
Responden 5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Responden 6	4	3	4	3	3	2	3	3	3	2
Responden 7	4	3	4	2	4	4	4	2	4	4
Responden 8	2	3	2	4	2	2	4	4	2	3
Responden 9	3	3	4	2	3	3	3	3	4	3
Responden 10	4	3	3	3	4	1	4	3	3	3
Responden 11	4	2	3	3	4	4	4	2	4	1
Responden 12	3	2	4	3	2	4	3	4	4	4
Responden 13	3	2	1	2	4	4	3	4	3	2
Responden 14	4	2	3	2	3	4	3	4	2	3
Responden 15	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2
Responden 16	4	0	4	3	4	2	4	3	4	4
Responden 17	4	3	4	0	4	2	4	2	4	2
Responden 18	3	2	3	1	4	2	4	2	4	0
Responden 19	4	2	4	2	2	3	4	4	2	0
Responden 20	4	4	4	2	2	2	4	4	4	0
Responden 21	4	2	4	2	4	0	2	2	4	0
Responden 22	4	4	3	3	3	3	4	3	4	1
Responden 23	4	3	4	3	3	3	4	3	4	3
Responden 24	3	2	4	2	3	4	3	2	3	2
Responden 25	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
Responden 26	3	4	4	4	3	4	3	4	3	2
Responden 27	3	3	4	3	4	3	3	3	4	1
Responden 28	4	3	4	2	4	4	0	4	2	2

Responden	Pernyataan									
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Responden 29	3	4	3	2	4	3	3	0	3	3
Responden 30	4	1	4	2	4	2	2	2	4	2
Responden 31	3	3	3	0	4	4	4	4	4	2
Responden 32	4	2	3	2	3	3	3	2	3	2
Responden 33	2	1	4	3	4	4	4	4	3	0
Responden 34	2	4	4	2	3	3	2	3	2	4
Responden 35	3	4	4	4	3	4	2	4	4	0
Responden 36	3	4	4	0	4	4	4	4	0	2
Responden 37	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4
Responden 38	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
Responden 39	3	3	4	4	3	2	4	2	3	1
Responden 40	4	4	4	3	4	2	4	3	4	4
Responden 41	4	2	4	3	4	1	4	4	4	4
Responden 42	4	2	3	2	4	2	3	2	2	3
Responden 43	2	4	4	1	3	4	3	4	3	2
Responden 44	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
Responden 45	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4
Responden 46	4	4	4	4	2	4	4	3	4	2
Responden 47	3	2	2	4	4	3	3	4	4	3
Responden 48	4	4	3	3	4	4	4	2	3	2
Responden 49	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2
Responden 50	3	2	3	4	3	0	1	1	4	3
Responden 51	3	2	3	2	2	3	2	3	2	2
Responden 52	3	2	3	4	3	4	3	4	4	3
Responden 53	4	3	4	2	4	1	4	3	4	2
Responden 54	4	2	4	4	4	2	3	0	4	4
Responden 55	4	2	4	3	4	4	3	3	4	2
Responden 56	4	3	3	1	3	1	4	1	3	1
Responden 57	2	2	3	3	4	2	3	2	2	4
Responden 58	3	4	4	2	4	4	4	4	4	0
Responden 59	4	3	4	2	4	4	4	4	2	1
Responden 60	4	2	2	3	4	4	4	3	2	2

Tampilan pada *Game*

No.	Gambar	Keterangan
1.		Ketika pemain kehilangan 3 nyawa, maka akan muncul tampilan “<i>player dead</i>”. Pemain dapat bermain lagi dengan mengklik tombol “<i>play again</i>”.
2.		
3.		Materi pembelajaran struktur dan fungsi organ sistem peredaran darah
4.		Materi pembelajaran golongan darah, proses peredaran darah, dan tekanan darah
5.		

Validasi Ahli Materi 1

LEMBAR PERSETUJUAN VALIDASI AHLI MATERI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Shofiyah, S.Pd., Gr.
 Pengampu Mata Pelajaran : IPA Terpadu
 Instansi : Mts Negeri 2 Tuban

Menyatakan bahwa saya telah melakukan telaah dan validasi terhadap:

1. Pembagian Sub-bab materi sistem peredaran darah dalam game "BioMorph"
 - a. Struktur dan fungsi organ sistem peredaran darah
 - b. Golongan darah, proses peredaran darah, dan tekanan darah
 - c. Gangguan dan penyakit pada sistem peredaran darah
2. Instrumen Soal
 - Materi : IPA Kelas VIII
 - Topik : Sistem peredaran darah
 - Jumlah Soal : 15
 - Soal : Pilihan Ganda

Sub-bab 1 : Struktur dan fungsi organ sistem peredaran darah

1. Stimulus
 Sel darah
 terdapat
 beberapa jenis
 sel darah pada
 manusia.

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif															
1.	Sel darah yang berfungsi dalam proses pembekuan darah saat luka adalah ... a. Sel darah merah b. Plasma darah c. Keping-keping darah d. Sel darah putih	C	C1															
2.	Perhatikan tabel berikut, perbandingan yang benar pada tabel diatas adalah... <table><tr><td>Pembeda</td><td>Vena</td><td>Arteri</td></tr><tr><td>Denyut</td><td>terasa</td><td>Tidak terasa</td></tr><tr><td>Aliran</td><td>Dari jantung</td><td>Menuju ke jantung</td></tr><tr><td>Dinding</td><td>Tipis, tidak elastis</td><td>Tebal, kuat, elastis</td></tr><tr><td>Sel otot</td><td>Lurik</td><td>Polos</td></tr></table>	Pembeda	Vena	Arteri	Denyut	terasa	Tidak terasa	Aliran	Dari jantung	Menuju ke jantung	Dinding	Tipis, tidak elastis	Tebal, kuat, elastis	Sel otot	Lurik	Polos	C	C2
Pembeda	Vena	Arteri																
Denyut	terasa	Tidak terasa																
Aliran	Dari jantung	Menuju ke jantung																
Dinding	Tipis, tidak elastis	Tebal, kuat, elastis																
Sel otot	Lurik	Polos																

Isi tabel ditambahkan.

Berdasarkan gambar di atas
ditambahkan gambar sistem peredaran darah

	a. Denyut b. Aliran c. Dinding d. Sel otot		
3.	Darah yang banyak mengandung O₂ terdapat dalam pembuluh darah yang mengalirkan darah dari... a. Jantung ke paru-paru b. Paru-paru ke serambi kiri jantung c. Tubuh ke jantung d. Paru-paru ke serambi kanan jantung	B	C3
4.	Saat mempelajari struktur jantung, seorang siswa menemukan bahwa otot bilik jantung lebih tebal dibandingkan otot serambi. Setelah menganalisis fungsi masing-masing bagian jantung, apa alasan yang paling tepat mengapa otot bilik lebih tebal daripada otot serambi? a. Karena bilik berfungsi menerima darah dari seluruh tubuh b. Karena bilik berfungsi menyaring darah sebelum dipompa c. Karena bilik berfungsi memompa darah ke seluruh tubuh atau paru-paru d. Karena bilik berfungsi menyerap oksigen dari paru-paru	C	C4
5.	Seorang dokter sedang memeriksa pasien dengan kelainan pada bagian jantung yang seharusnya menerima darah kaya oksigen dari paru-paru melalui vena pulmonalis. Dokter mempertimbangkan dua kemungkinan gangguan: (1) Kerusakan pada serambi kiri (2) Sumbatan pada vena pulmonalis Menurut Anda, dari kedua kondisi tersebut, manakah yang lebih berpotensi mengganggu proses masuknya darah kaya oksigen ke jantung? Jelaskan alasannya.	A	C5

	a. Kondisi (1), karena serambi kiri berperan langsung menerima darah kaya oksigen dari paru-paru b. Kondisi (1), karena serambi kiri memompa darah ke paru-paru c. Kondisi (2), karena vena pulmonalis memompa darah ke seluruh tubuh d. Kondisi (2), karena vena pulmonalis menerima darah kotor dari seluruh tubuh		
--	---	--	--

Sub-bab 2 : Golongan darah, proses peredaran darah, dan tekanan darah

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Urutan peredaran darah yang benar yaitu... a. Seluruh tubuh – bilik kanan – serambi kanan – paru-paru – bilik kiri – serambi kiri – seluruh tubuh b. Seluruh tubuh – bilik kiri – serambi kiri – paru-paru – bilik kanan – serambi kanan – seluruh tubuh c. Seluruh tubuh – serambi kanan – bilik kanan – paru-paru – serambi kiri – bilik kiri – seluruh tubuh d. Seluruh tubuh – serambi kiri – bilik kiri – paru-paru – serambi kanan – bilik kanan – seluruh tubuh	C	C1
2.	Tekanan darah seseorang menunjukkan angka 120/80 mmHg. Nilai 80 mmHg pada hasil pengukuran tersebut menunjukkan tekanan... a. Sistol b. Diastole c. Darah tinggi d. Darah rendah	B	C2
3.	Apabila dalam sel darah merahnya tidak terdapat aglutinogen tetapi dalam plasmanya mengandung agglutinin a dan b, maka golongan darah orang tersebut adalah... a. O b. AB	A	C3

+ Gambar peredaran darah

+ Gambar tensimeter

→ Seseorang

	c. A d. B		
4. ✓	Seorang pasien melakukan pemeriksaan tekanan darah dan diketahui tekanan darah sistolnya sangat tinggi dibandingkan normal. Setelah menganalisis proses kerja jantung, kondisi apa yang paling mungkin menyebabkan tekanan darah sistol berada pada posisi sangat tinggi? - Otot bilik kiri melemah sehingga tidak mampu memompa darah - Otot bilik kiri berkontraksi sangat kuat saat memompa darah keluar dari jantung - Katup trikuspid terbuka saat darah dipompa ke arteri - Otot serambi kanan berkontraksi sangat kuat untuk mengalirkan darah ke paru-paru	A	C4
5. ✓	Seorang petugas medis sedang menentukan golongan darah pendonor yang paling aman untuk ditransfusikan ke berbagai pasien dengan golongan darah berbeda. Ia memiliki dua pilihan pendonor: (1) Golongan darah A (2) Golongan darah O Jika tujuan utama adalah menghindari reaksi penolakan dari sistem imun penerima, manakah pendonor yang lebih tepat dipilih, dan apa alasannya? - Pendonor (1), karena darah A memiliki antibodi yang cocok dengan semua golongan - Pendonor (1), karena darah A tidak memiliki antigen permukaan sel darah merah - Pendonor (2), karena darah O tidak memiliki antigen A maupun B pada permukaan sel darah merah - Pendonor (2), karena darah O memiliki semua jenis antibodi yang dibutuhkan oleh penerima	C	C5

Sub-bab 3 : Gangguan dan penyakit pada sistem peredaran darah

+ Stimulus :

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Kelainan karena darah sukar membeku disebut... a. Anemia b. Leukimia c. Thalassemia d. hemofilia	D	C1
2.	Penyakit yang disebabkan oleh pelebaran pembuluh darah adalah ... a. Varises dan hipertensi b. Hipertensi dan sclerosis c. Ambeien dan varises d. Anemia dan leukimia	C	C2
3.	Sel-sel darah berikut ini yang menurun jumlahnya ketika seseorang menderita penyakit demam berdarah adalah ... a. Monosit b. Trombosit c. Leukosit d. basofil	B	C3
4.	Ada berbagai macam penyakit dan kelainan yang berhubungan dengan sistem peredaran darah. Pilih pernyataan tentang kelainan dan penyakit tersebut dibawah ini yang benar ... a. Leukemia disebabkan oleh bakteri b. Olahraga apapun baik untuk penderita kelainan jantung c. Pola makan tertentu dapat mempengaruhi golongan darah d. Stroke disebabkan antara lain oleh penyempitan pembuluh darah	D	C4
5.	Seorang dokter sedang mendiagnosis beberapa pasien yang mengalami gangguan pada sistem peredaran darah. Berikut adalah data penyakit yang dialami pasien: 1. Varises 2. Aterosklerosis 3. Hemofilia 4. Aneurisma	C	C5

	Jika dokter ingin fokus menangani penyakit yang secara khusus berkaitan dengan kelainan pada pembuluh darah, manakah penyakit yang <i>tidak</i> termasuk kelainan pada pembuluh darah? Jelaskan alasannya. a. (1), karena varises terjadi akibat pelebaran pembuluh darah vena b. (2), karena aterosklerosis menyebabkan penyumbatan pada arteri c. (3), karena hemofilia berkaitan dengan gangguan pembekuan darah, bukan kelainan pembuluh darah d. (4), karena aneurisma merupakan pelebaran pembuluh darah arteri secara abnormal		
--	--	--	--

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
1.	C1 (Nilai)	41 – 50	5
2.		31 – 40	4

No.	kode	Skala Penilaian	Prioritas
3.	C2 (Tingkat kesulitan)	21 – 30	3
4.		11 – 20	2
5.		1 – 10	1
6.		13 – 15 poin	5
7.		10 – 12 poin	4
8.	C3 (Waktu)	7 – 9 poin	3
9.		4 – 6 poin	2
10.		1 – 3 poin	1
11.		1 – 69 detik	5
12.		70 – 138 detik	4
13.		139 – 207 detik	3
14.		208 – 276 detik	2
15.		≥ 277 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 Shafiyah, S.Pd., G.
MIP. 199106232023212092)

Validasi Ahli Materi 2

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. Struktur dan fungsi organ sistem peredaran darah
 - b. Golongan darah, proses peredaran darah, dan tekanan darah
 - c. Gangguan dan penyakit pada sistem peredaran darah
2. Instrumen Soal
 - Materi : IPA Kelas VIII
 - Topik : Sistem peredaran darah
 - Jumlah Soal : 15
 - Soal : Pilihan Ganda

Sub-bab 1 : Struktur dan fungsi organ sistem peredaran darah

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Terdapat beberapa sel darah pada manusia, seperti sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit. Sel darah yang berfungsi dalam proses pembekuan darah saat luka adalah ... a. Sel darah merah b. Plasma darah c. Keping-keping darah d. Sel darah putih	C	C1
2.	Vena dan arteri memiliki perbedaan dalam struktur dan fungsinya. Pada tabel terlihat perbedaan keduanya berdasarkan beberapa faktor. Perbedaan yang benar pada tabel dibawah adalah...	C	C2

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif															
	<table><tr><th>Pembeda</th><th>Vena</th><th>Arteri</th></tr><tr><td>Dinding</td><td>Tipis, tidak elastis</td><td>Tebal, kuat, elastis</td></tr><tr><td>Sel otot</td><td>Lurik</td><td>Polos</td></tr><tr><td>Aliran</td><td>Dari jantung</td><td>Menuju ke jantung</td></tr><tr><td>Denyut</td><td>terasa</td><td>Tidak terasa</td></tr></table> a. Denyut b. Sel otot c. Dinding d. Aliran	Pembeda	Vena	Arteri	Dinding	Tipis, tidak elastis	Tebal, kuat, elastis	Sel otot	Lurik	Polos	Aliran	Dari jantung	Menuju ke jantung	Denyut	terasa	Tidak terasa		
Pembeda	Vena	Arteri																
Dinding	Tipis, tidak elastis	Tebal, kuat, elastis																
Sel otot	Lurik	Polos																
Aliran	Dari jantung	Menuju ke jantung																
Denyut	terasa	Tidak terasa																
3.	 Berdasarkan gambar diatas, darah yang kaya oksigen akan mengalir melalui pembuluh darah tertentu dalam tubuh. Darah yang banyak mengandung O₂ terdapat dalam pembuluh darah yang mengalirkan darah dari... a. Jantung ke paru-paru b. Paru-paru ke serambi kiri jantung c. Tubuh ke jantung d. Paru-paru ke serambi kanan jantung	B	C3															
4.	Saat mempelajari struktur jantung, seorang siswa menemukan bahwa otot bilik jantung lebih tebal dibandingkan otot serambi. Setelah menganalisis fungsi masing-masing bagian jantung, apa alasan yang paling tepat mengapa otot bilik lebih tebal daripada otot serambi? a. Karena bilik berfungsi menerima darah dari seluruh tubuh b. Karena bilik berfungsi menyaring darah sebelum dipompa c. Karena bilik berfungsi memompa	C	C4															

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
	darah ke seluruh tubuh atau paru-paru d. Karena bilik berfungsi menyerap oksigen dari paru-paru		
5.	Seorang dokter sedang memeriksa pasien dengan kelainan pada bagian jantung yang seharusnya menerima darah kaya oksigen dari paru-paru melalui vena pulmonalis. Dokter mempertimbangkan dua kemungkinan gangguan: (1) Kerusakan pada serambi kiri (2) Sumbatan pada vena pulmonalis Menurut Anda, dari kedua kondisi tersebut, manakah yang lebih berpotensi mengganggu proses masuknya darah kaya oksigen ke jantung? Jelaskan alasannya. a. Kondisi (1), karena serambi kiri berperan langsung menerima darah kaya oksigen dari paru-paru b. Kondisi (1), karena serambi kiri memompa darah ke paru-paru c. Kondisi (2), karena vena pulmonalis memompa darah ke seluruh tubuh d. Kondisi (2), karena vena pulmonalis menerima darah kotor dari seluruh tubuh	A	C5

Sub-bab 2 : Golongan darah, proses peredaran darah, dan tekanan darah

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	 Gambar 1. Peredaran Darah Manusia (Sumber: Pixabay.com) Darah yang mengandung oksigen dan karbon dioksida beredar keseluruh tubuh dengan urutan yang teratur Urutan peredaran darah yang benar yaitu... - Seluruh tubuh – bilik kanan – serambi kanan – paru-paru – bilik kiri – serambi kiri – seluruh tubuh - Seluruh tubuh – bilik kiri – serambi kiri – paru-paru – bilik kanan – serambi kanan – seluruh tubuh - Seluruh tubuh – serambi kanan – bilik kanan – paru-paru – serambi kiri – bilik kiri – seluruh tubuh - Seluruh tubuh – serambi kiri – bilik kiri – paru-paru – serambi kanan – bilik kanan – seluruh tubuh	C	C1
2.	 Gambar 2. Tensimeter (Sumber: id.pngtree.com)	B	C2

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
	Tekanan darah diukur dengan dua angka: angka pertama menunjukkan tekanan saat jantung memompa darah, sedangkan angka kedua menunjukkan tekanan saat jantung beristirahat. Tekanan darah seseorang menunjukkan angka 110/75 mmHg. Nilai 75 mmHg pada hasil pengukuran tersebut menunjukkan tekanan... - Sistol - Diastole - Darah tinggi - Darah rendah		
3.	Apabila seseorang dalam sel darah merahnya tidak terdapat aglutinogen tetapi dalam plasmanya mengandung aglutinin a dan b, maka golongan darah orang tersebut adalah... - O - AB - A - B	A	C3
4.	Seorang pasien melakukan pemeriksaan tekanan darah dan diketahui tekanan darah sistolnya sangat tinggi dibandingkan normal. Setelah menganalisis proses kerja jantung, kondisi apa yang paling mungkin menyebabkan tekanan darah sistol berada pada posisi sangat tinggi? - Otot bilik kiri melemah sehingga tidak mampu memompa darah - Otot bilik kiri berkontraksi sangat kuat saat memompa darah keluar dari jantung - Katup trikuspid terbuka saat darah dipompa ke arteri - Otot serambi kanan berkontraksi sangat kuat untuk mengalirkan darah ke paru-paru	A	C4
5.	Seorang petugas medis sedang menentukan golongan darah pendonor yang paling aman untuk ditransfusikan ke berbagai pasien dengan golongan darah berbeda. Ia memiliki dua pilihan pendonor: (1) Golongan darah A (2) Golongan darah O	C	C5

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
	Jika tujuan utama adalah menghindari reaksi penolakan dari sistem imun penerima, manakah pendonor yang lebih tepat dipilih, dan apa alasannya? a. Pendonor (1), karena darah A memiliki antibodi yang cocok dengan semua golongan b. Pendonor (1), karena darah A tidak memiliki antigen permukaan sel darah merah c. Pendonor (2), karena darah O tidak memiliki antigen A maupun B pada permukaan sel darah merah d. Pendonor (2), karena darah O memiliki semua jenis antibodi yang dibutuhkan oleh penerima		

Sub-bab 3 : Gangguan dan penyakit pada sistem peredaran darah

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Beberapa kondisi medis menyebabkan darah sulit membeku, sehingga pendarahan sulit dihentikan setelah luka. Kelainan karena darah sukar membeku disebut... a. Anemia b. Leukimia c. Thalassemia d. hemofilia	D	C1
2.	Penyakit tertentu dapat terjadi akibat pelebaran pembuluh darah yang tidak normal, yang menyebabkan gangguan pada sistem peredaran darah. Penyakit yang disebabkan oleh pelebaran pembuluh darah adalah ... a. Varises dan hipertensi b. Hipertensi dan sclerosis c. Ambeien dan varises d. Anemia dan leukimia	C	C2
3.	Pada penyakit demam berdarah, tubuh mengalami penurunan jumlah sel darah	B	C3

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
	tertentu yang dapat mempengaruhi proses pembekuan darah dan sistem kekebalan tubuh. Sel-sel darah berikut ini yang menurun jumlahnya ketika seseorang menderita penyakit demam berdarah adalah ... - Monosit - Trombosit - Leukosit - basofil		
4.	Ada berbagai macam penyakit dan kelainan yang berhubungan dengan sistem peredaran darah. Pilih pernyataan tentang kelainan dan penyakit tersebut dibawah ini yang benar ... - Leukemia disebabkan oleh bakteri - Olahraga apapun baik untuk penderita kelainan jantung - Pola maka tertentu dapat mempengaruhi golongan darah - Stroke disebabkan antara lain oleh penyempitan pembuluh darah	D	C4
5.	Seorang dokter sedang mendiagnosis beberapa pasien yang mengalami gangguan pada sistem peredaran darah. Berikut adalah data penyakit yang dialami pasien: - Varises - Aterosklerosis - Hemofilia - Aneurisma Jika dokter ingin fokus menangani penyakit yang secara khusus berkaitan dengan kelainan pada pembuluh darah, manakah penyakit yang <i>tidak</i> termasuk kelainan pada pembuluh darah? Jelaskan alasannya. (1), karena varises terjadi akibat pelebaran pembuluh darah vena (2), karena aterosklerosis menyebabkan penyumbatan pada arteri (3), karena hemofilia berkaitan dengan gangguan pembekuan darah, bukan kelainan pembuluh darah (4), karena aneurisma merupakan pelebaran pembuluh darah arteri	C	C5

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
	secara abnormal		

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.

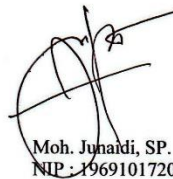
No.	kode	Skala Penilaian	Prioritas
1.	C1 (Nilai)	41 – 50	5
2.		31 – 40	4
3.		21 – 30	3
4.		11 – 20	2
5.		0 – 10	1
6.	C2 (Tingkat kesulitan)	13 – 15 poin	5
7.		10 – 12 poin	4
8.		7 – 9 poin	3
9.		4 – 6 poin	2
10.		0 – 3 poin	1
11.	C3 (Waktu)	1 – 69 detik	5
12.		70 – 138 detik	4
13.		139 – 207 detik	3
14.		208 – 276 detik	2
15.		≥ 277 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.

Pamekasan, 14 Mei 2025

Validator Ahli Materi,
Guru Mata Pelajaran IPA



Moh. Junardi, SP.
NIP : 196910172021211001

Validasi Ahli Materi 3

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. Struktur dan fungsi organ sistem peredaran darah
 - b. Golongan darah, proses peredaran darah, dan tekanan darah
 - c. Gangguan dan penyakit pada sistem peredaran darah
2. Instrumen Soal
 - Materi : IPA Kelas VIII
 - Topik : Sistem peredaran darah
 - Jumlah Soal : 15
 - Soal : Pilihan Ganda

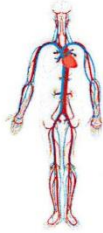
Sub-bab 1 : Struktur dan fungsi organ sistem peredaran darah

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Terdapat beberapa sel darah pada manusia, seperti sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit. Sel darah yang berfungsi dalam proses pembekuan darah saat luka adalah ... a. Sel darah merah b. Plasma darah c. Keping-keping darah d. Sel darah putih	C	C1
2.	Vena dan arteri memiliki perbedaan dalam struktur dan fungsinya. Pada tabel terlihat perbedaan keduanya berdasarkan beberapa faktor. Perbedaan yang benar pada tabel dibawah adalah...	C	C2

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif															
	<table><tr><th>Pembeda</th><th>Vena</th><th>Arteri</th></tr><tr><td>Dinding</td><td>Tipis, tidak elastis</td><td>Tebal, kuat, elastis</td></tr><tr><td>Sel otot</td><td>Lurik</td><td>Polos</td></tr><tr><td>Aliran</td><td>Dari <u>jantung</u></td><td>Menuju ke <u>jantung</u></td></tr><tr><td>Denyut</td><td>terasa</td><td>Tidak terasa</td></tr></table> a. Denyut b. Sel otot c. Dinding d. Aliran	Pembeda	Vena	Arteri	Dinding	Tipis, tidak elastis	Tebal, kuat, elastis	Sel otot	Lurik	Polos	Aliran	Dari <u>jantung</u>	Menuju ke <u>jantung</u>	Denyut	terasa	Tidak terasa		
Pembeda	Vena	Arteri																
Dinding	Tipis, tidak elastis	Tebal, kuat, elastis																
Sel otot	Lurik	Polos																
Aliran	Dari <u>jantung</u>	Menuju ke <u>jantung</u>																
Denyut	terasa	Tidak terasa																
3.	 Berdasarkan gambar diatas, darah yang kaya oksigen akan mengalir melalui pembuluh darah tertentu dalam tubuh. Darah yang banyak mengandung O₂ terdapat dalam pembuluh darah yang mengalirkan darah dari... a. Jantung ke paru-paru b. Paru-paru ke serambi kiri jantung c. Tubuh ke jantung d. Paru-paru ke serambi kanan jantung	B	C3															
4.	Saat mempelajari struktur jantung, seorang siswa menemukan bahwa otot bilik jantung lebih tebal dibandingkan otot serambi. Setelah menganalisis fungsi masing-masing bagian jantung, apa alasan yang paling tepat mengapa otot bilik lebih tebal daripada otot serambi? a. Karena bilik berfungsi menerima darah dari seluruh tubuh b. Karena bilik berfungsi menyaring darah sebelum dipompa c. Karena bilik berfungsi memompa	C	C4															

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
	darah ke seluruh tubuh atau paru-paru d. Karena bilik berfungsi menyerap oksigen dari paru-paru		
5.	Seorang dokter sedang memeriksa pasien dengan kelainan pada bagian jantung yang seharusnya menerima darah kaya oksigen dari paru-paru melalui vena pulmonalis. Dokter mempertimbangkan dua kemungkinan gangguan: (1) Kerusakan pada serambi kiri (2) Sumbatan pada vena pulmonalis Menurut Anda, dari kedua kondisi tersebut, manakah yang lebih berpotensi mengganggu proses masuknya darah kaya oksigen ke jantung? Jelaskan alasannya. a. Kondisi (1), karena serambi kiri berperan langsung menerima darah kaya oksigen dari paru-paru b. Kondisi (1), karena serambi kiri memompa darah ke paru-paru c. Kondisi (2), karena vena pulmonalis memompa darah ke seluruh tubuh d. Kondisi (2), karena vena pulmonalis menerima darah kotor dari seluruh tubuh	A	C5

Sub-bab 2 : Golongan darah, proses peredaran darah, dan tekanan darah

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	 Gambar 1. Peredaran Darah Manusia (Sumber: Pixabay.com) Darah yang mengandung oksigen dan karbon dioksida beredar keseluruh tubuh dengan urutan yang teratur Urutan peredaran darah yang benar yaitu... - Seluruh tubuh – bilik kanan – serambi kanan – paru-paru – bilik kiri – serambi kiri – seluruh tubuh - Seluruh tubuh – bilik kiri – serambi kiri – paru-paru – bilik kanan – serambi kanan – seluruh tubuh - Seluruh tubuh – serambi kanan – bilik kanan – paru-paru – serambi kiri – bilik kiri – seluruh tubuh - Seluruh tubuh – serambi kiri – bilik kiri – paru-paru – serambi kanan – bilik kanan – seluruh tubuh	C	C1
2.	 Gambar 2. Tensimeter (Sumber: id.pngtree.com)	B	C2

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
	Tekanan darah diukur dengan dua angka: angka pertama menunjukkan tekanan saat jantung memompa darah, sedangkan angka kedua menunjukkan tekanan saat jantung beristirahat. Tekanan darah seseorang menunjukkan angka 110/75 mmHg. Nilai 75 mmHg pada hasil pengukuran tersebut menunjukkan tekanan... - Sistol - Diastole - Darah tinggi - Darah rendah		
3.	Apabila seseorang dalam sel darah merahnya tidak terdapat aglutinogen tetapi dalam plasmanya mengandung aglutinin a dan b, maka golongan darah orang tersebut adalah... - O - AB - A - B	A	C3
4.	Seorang pasien melakukan pemeriksaan tekanan darah dan diketahui tekanan darah sistolnya sangat tinggi dibandingkan normal. Setelah menganalisis proses kerja jantung, kondisi apa yang paling mungkin menyebabkan tekanan darah sistol berada pada posisi sangat tinggi? - Otot bilik kiri melemah sehingga tidak mampu memompa darah - Otot bilik kiri berkontraksi sangat kuat saat memompa darah keluar dari jantung - Katup trikuspid terbuka saat darah dipompa ke arteri - Otot serambi kanan berkontraksi sangat kuat untuk mengalirkan darah ke paru-paru	A	C4
5.	Seorang petugas medis sedang menentukan golongan darah pendonor yang paling aman untuk ditransfusikan ke berbagai pasien dengan golongan darah berbeda. Ia memiliki dua pilihan pendonor: (1) Golongan darah A (2) Golongan darah O	C	C5

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
	Jika tujuan utama adalah menghindari reaksi penolakan dari sistem imun penerima, manakah pendonor yang lebih tepat dipilih, dan apa alasannya? - Pendonor (1), karena darah A memiliki antibodi yang cocok dengan semua golongan - Pendonor (1), karena darah A tidak memiliki antigen permukaan sel darah merah - Pendonor (2), karena darah O tidak memiliki antigen A maupun B pada permukaan sel darah merah - Pendonor (2), karena darah O memiliki semua jenis antibodi yang dibutuhkan oleh penerima		

Sub-bab 3 : Gangguan dan penyakit pada sistem peredaran darah

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Beberapa kondisi medis menyebabkan darah sulit membeku, sehingga pendarahan sulit dihentikan setelah luka. Kelainan karena darah sukar membeku disebut... - Anemia - Leukimia - Thalassemia - hemofilia	D	C1
2.	Penyakit tertentu dapat terjadi akibat pelebaran pembuluh darah yang tidak normal, yang menyebabkan gangguan pada sistem peredaran darah. Penyakit yang disebabkan oleh pelebaran pembuluh darah adalah ... - Varises dan hipertensi - Hipertensi dan sclerosis - Ambeien dan varises - Anemia dan leukimia	C	C2
3.	Pada penyakit demam berdarah, tubuh mengalami penurunan jumlah sel darah	B	C3

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
	tertentu yang dapat mempengaruhi proses pembekuan darah dan sistem kekebalan tubuh. Sel-sel darah berikut ini yang menurun jumlahnya ketika seseorang menderita penyakit demam berdarah adalah ... - Monosit - Trombosit - Leukosit - basofil		
4.	Ada berbagai macam penyakit dan kelainan yang berhubungan dengan sistem peredaran darah. Pilih pernyataan tentang kelainan dan penyakit tersebut dibawah ini yang benar ... - Leukemia disebabkan oleh bakteri - Olahraga apapun baik untuk penderita kelainan jantung - Pola maka tertentu dapat mempengaruhi golongan darah - Stroke disebabkan antara lain oleh penyempitan pembuluh darah	D	C4
5.	Seorang dokter sedang mendiagnosis beberapa pasien yang mengalami gangguan pada sistem peredaran darah. Berikut adalah data penyakit yang dialami pasien: - Varises - Aterosklerosis - Hemofilia - Aneurisma Jika dokter ingin fokus menangani penyakit yang secara khusus berkaitan dengan kelainan pada pembuluh darah, manakah penyakit yang <i>tidak</i> termasuk kelainan pada pembuluh darah? Jelaskan alasannya. (1), karena varises terjadi akibat pelebaran pembuluh darah vena (2), karena aterosklerosis menyebabkan penyumbatan pada arteri (3), karena hemofilia berkaitan dengan gangguan pembekuan darah, bukan kelainan pembuluh darah (4), karena aneurisma merupakan pelebaran pembuluh darah arteri	C	C5

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
	secara abnormal		

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
1.	C1 (Nilai)	41 – 50	5
2.		31 – 40	4
3.		21 – 30	3
4.		11 – 20	2
5.		0 – 10	1
6.	C2 (Tingkat kesulitan)	13 – 15 poin	5
7.		10 – 12 poin	4
8.		7 – 9 poin	3
9.		4 – 6 poin	2
10.		0 – 3 poin	1
11.	C3 (Waktu)	1 – 69 detik	5
12.		70 – 138 detik	4
13.		139 – 207 detik	3
14.		208 – 276 detik	2
15.		≥ 277 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.

Pamekasan, 14 Mei 2025

Validator Ahli Materi,
Guru Mata Pelajaran IPA



Fauzatul Jannah, S.Pd
NIP: 197202131997032004