PENGARUH MEDIA AR CARDBOARD BERBASIS STEM



TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI PEREDARAN DARAH

UIMSYA
UNIVERSITAS KH. MUKHTAR SYAFAAT
Blokagung - Banyuwangi

ACH. SHOFIL AQLI | NIM. 2211261011
Dosen Pembimbing : Koironi Fanana Akbar, M.Pd
PROGRAM STUDI TADRIS ILMU PENGETAHUAN ALAM
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS KH. MUKHTAR SYAFAAT
BLOKAGUNG - BANYUWANGI

2026



SKRIPSI

Pengaruh Media *AR Cardboard* Berbasis STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Peredaran Darah

Oleh

Ach. Shofil Aqli
NIM : 2211261011

PROGRAM STUDI TADRIS ILMU PENGETAHUAN ALAM
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS KH. MUKHTAR SYAFAAT (UIMSYA)
BLOKAGUNG BANYUWANGI
2026

PRASYARAT GELAR

Pengaruh Media *AR Cardboard* Berbasis STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Peredaran Darah

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas KH. Mukhtar Syafaat (UIMSYA) Blokagung Banyuwangi Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Pendidikan (S.Pd.)

Oleh

Ach. Shofil Aqli
NIM : 2211261011

PROGRAM STUDI TADRIS ILMU PENGETAHUAN ALAM
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UNIVERSITAS
KH. MUKHTAR SYAFAAT
(UIMSYA) BLOKAGUNG
BANYUWANGI

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi Dengan Judul:

Pengaruh Media *AR Cardboard* Berbasis STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Peredaran Darah

Telah disetujui untuk diajukan dalam sidang Skripsi

Pada tanggal:.....

Mengetahui

Kepala prodi	Pembimbing
Aminatur Rosyidah, M.Pd	**Khoironi Fanana Akbar, M.Pd**
NIPY. 3152219099201	NIPY. 3152218109101

PENGESAHAN PENGUJI

Tugas akhir skripsi saudari Ach. Shofil Aqli telah di Munaqosah kepada Dewan Penguji Tugas Akhir Skripsi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan.Universitas KH. Mukhtar Syafaat (UIMSYA) Blokagung Banyuwangi Pada tanggal: 16 Juni 2026

Dan telah diterima serta disahkan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd).

Tim Penguji

Ketua

Aminatur Rosyidah,M.Pd.
NIPY.3152219099201

Penguji I

Elok Hidayah, M.Si
NIPY. 3152203039401

Penguji II

Khoironi Fanana Akbar,M.Pd.
NIPY. 3152218109101

Dekan

Dr. Zulfi Zumala Dwi Andriani, S.S.,M.A.
NIPY. 3150722128401

iv

Motto :

فَاِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًاۙاِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًاۗ

Maka, sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan.
Sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan.

Persembahan :

Alhamdulillahi rabibbil'aalamiin, penulis bersyukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya sehingga penulis berhasil menyelesaikan pendidikan di Universitas KH Mukhtar Syafa'at dan menyelesaikan skripsi ini. Keberhasilan ini kupersembahkan kepada:

1. Orang tuaku, ibu munawwaroh dan bapak mudhohir yang selalu mendo'akan dan memberi semangat serta dukungan sehingga saya bisa terus menuntut ilmu dan dapat menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih bapak dan ibu karena telah mendidikku sejak kecil dengan memberikan pelajaran-pelajaran yang sangat berharga yang nantinya pasti akan sangat berguna untuk masa depan saya.
2. Para guruku, terkhusus dosen pembimbing skripsi Bapak Koironi Fanana Akbar, M.Pd yang telah mencurahkan ilmu dan kesabarannya.
3. Sahabat dan teman seperjuanganku yang selalu memberikan semangat dan motivasi.
4. Almamater Universitas KH Mukhtar Syafa'at Blokagung Banyuwangi.

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

بسم هللا الرحمن الرحيم

Yang bertanda tangan di bawah ini, Saya

Nama	: Ach. Shofil Aqli
Nim	: 2211261011
Program Studi	: Tadris Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas	: Tarbiyah dan Keguruan. Universitas KH. Mukhtar Syafaat (UIMSYA) Blokagung Banyuwangi
Alamat Lengkap	: Krajan, Rt/Rw 04/05 Desa Blimbingsari, Kec. Blimbingsari, Kab. Banyuwangi

Dengan sungguh-sungguh menyatakan bahwa skripsi ini secara keseluruhan Adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali pada bagian-bagian yang dirujuk sumbernya.



Banyuwangi : 09 Juli 2026

Saya yang menyatakan :



ACH. SHOFIL AQLI

NIM : 2211261011

ABSTRAK

Rendahnya keterampilan berpikir kritis siswa kelas VIII SMP Babussalam Blimbingsari Banyuwangi pada materi sistem peredaran darah manusia yang abstrak. Pembelajaran konvensional dan keterbatasan laboratorium menyebabkan siswa cenderung menghafal verbalistik. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penggunaan media *Augmented Reality* (AR) *Cardboard Circulatory System* berbasis STEM terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa. Metode penelitian ini adalah kuantitatif *quasi-experimental* dengan teknik *purposive sampling* pada kelas VIII A (25 siswa) sebagai subjek eksperimen. Instrumen utama berupa tes esai 5 butir berdasarkan lima indikator berpikir kritis Ennis, didukung lembar observasi, wawancara, dan dokumentasi. Karena data berdistribusi tidak normal ($p<0,05$), pengujian hipotesis dilakukan melalui analisis statistik non-parametrik Uji Wilcoxon dan Uji Mann-Whitney berbantuan SPSS. Hasil penelitian menunjukkan lonjakan performa akademik yang signifikan. Rata-rata kelas meningkat dari 61,84 (*pre-test*) menjadi 85,84 (*post-test*). Nilai minimum bergeser dari 42,00 ke 75,00, dan nilai maksimum mencapai 98,00. Standar deviasi menyusut dari 9,46 menjadi 6,79, mengindikasikan kemampuan akademik siswa menjadi lebih homogen dan memangkas kesenjangan pemahaman. Uji hipotesis menghasilkan nilai signifikansi (*p-value*) lebih kecil dari $\alpha=0,05$, sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Simpulan penelitian ini adalah media *AR Cardboard* berbasis STEM berpengaruh signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Integrasi elemen *Science, Technology, Engineering,* dan *Mathematics* efektif mereduksi beban kognitif serta mengubah pola berpikir siswa menjadi kritis-analitis. Media ini menjadi solusi teknologi tepat guna yang ramah biaya (*low-cost high-impact*) bagi sekolah dengan fasilitas terbatas.

Kata Kunci: *Augmented Reality (AR) Cardboard*, Pendekatan STEM Keterampilan Berpikir Kritis, Sistem Peredaran Darah.

ABSTRACT

The low critical thinking skills of eighth-grade students at Babussalam Junior High School, Blimbingsari, Banyuwangi, on the abstract topic of the human circulatory system. Conventional learning and limited laboratory facilities lead students to tend to memorize verbally. This study aims to analyze the effect of using STEM-based Augmented Reality (AR) Cardboard Circulatory System media on improving students' critical thinking skills. This research method was a quantitative quasi-experimental study using a purposive sampling technique with 25 students in class VIII A as the experimental subjects. The main instrument was a five-item essay test based on Ennis's five critical thinking indicators, supported by observation sheets, interviews, and documentation. Because the data were not normally distributed ($p<0.05$), hypothesis testing was conducted through non-parametric statistical analysis using the Wilcoxon and Mann-Whitney tests using SPSS. The results showed a significant increase in academic performance. The class average increased from 61.84 (pre-test) to 85.84 (post-test). The minimum score shifted from 42.00 to 75.00, and the maximum score reached 98.00. The standard deviation shrank from 9.46 to 6.79, indicating more homogenous student academic abilities and narrowing gaps in understanding. The hypothesis test yielded a significance value (p-value) less than $\alpha=0.05$, thus rejecting H0 and accepting Ha. The conclusion of this study is that the STEM-based AR Cardboard media has a significant impact on students' critical thinking skills. The integration of Science, Technology, Engineering, and Mathematics elements effectively reduces cognitive load and shifts students' thinking patterns to critical-analytical ones. This media is a low-cost, high-impact, appropriate technology solution for schools with limited facilities.

Keywords: Augmented Reality (AR) Cardboard, STEM Approach, Critical Thinking Skills, Circulatory System.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga proposal skripsi yang berjudul "Pengaruh Penggunaan Media Augmented Reality (AR) Cardboard Circulatory System Berbasis STEM terhadap Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMP Kelas VIII pada Materi Sistem Peredaran Darah Manusia" ini bisa terselesaikan. Shalawat serta salam tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat menuju zaman yang semakin butuh pada syafaatnya sekarang hingga nanti dihari kiamat. Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa tidak mungkin skripsi ini dapat terselesaikan tanpa bantuan dari beberapa pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr.KH. Ahmad Munib Syafa'at,Lc, M.E.I., Rektor Universitas KH.Mukhtar Syafa'at (UIMSYA) Banyuwangi.
2. Bapak Dosen pembimbing skripsi Koironi Fanana Akbar, M.Pd Universitas KH. Mukhtar Syafa'at Blokagung Tegalsari Banyuwangi.
3. Bapak Ibu Dosen Universitas KH. Mukhtar Syafa'at Blokagung Tegalsari Banyuwangi.
4. Kedua orang tua saya dan Keluarga SMP Babussalam Rogojampi Banyuwangi yang senantiasa memberikan motivasi untuk semangat dalam belajar.
5. Dan terakhir kepada semua pihak yang membantu dalam pengerjaan skripsi ini.

Blokagung, 30 Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL DALAM.....i
HALAMAN PRASYARAT GELAR.....ii
Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN.....iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....iv
MOTTO DAN PRASEMBAH.....v
PERNYATAAN KEASLIAN SKIRIPSI.....vi
ABSTRAK.....vii
ABSTACT.....viii
KATA PENGANTAR.....ix
DAFTAR ISI.....x
BAB I PENDAHULUAN.....1
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Masalah ..... **Error! Bookmark not defined.**
1.3 Tujuan Penelitian 7
1.4 Manfaat Penelitian 7
1.5 Batasan Masalah..... 9
1.6 Definisi Operasional ....**Error! Bookmark not defined.**
BAB II KAJIAN PUSTAKA..... 12
2.1 Landasan Teori..... ...12
2.1.1 Pengertian Model Pembelajaran 12
2.1.2 Augmented Reality (AR) dalam Pembelajaran..... 13
2.1.3 AR Cardboard Circulatory System 16
2.1.4 Pendekatan STEM dalam Pembelajaran 20
2.1.5 Keterampilan Berpikir Kritis..... 22
2.1.6 Pentingnya Berpikir Kritis dalam Pembelajaran IPA..... 24
2.1.7 Hubungan Penggunaan Media AR Berbasis STEM dengan Keterampilan Berpikir Kritis 25
2.1.8 Hubungan AR berbasis STEM dengan Kemampuan Analisis Siswa..... 26
2.2 Penelitian Terdahulu 27
2.3 Kerangka Konseptual 30
2.4 Hipotesis 31

BAB III METODE PENELITIAN 32
3.1 Jenis Penelitian 32
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian 32
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian 33
3.4 Teknik Pengumpulan Sampel 33
3.5 Variabel Penelitian 33
3.6 Uji Validitas, Reliabiltas, dan Normalitas 34
3.6.1 Uji Validitas 34
3.6.2 Uji Reliabilitas 36
3.6.3 Uji Normalitas 36
3.7 Data dan Sumber Data 37
3.7.1 Data Penelitian 37
3.7.2 Sumber Data Penelitian 37
3.8 Teknik Pengumpulan Data 38
3.9 Teknik Analisis Data 40
3.9.1 Uji Normalitas 40
3.9.2 Uji Homogenitas 40
3.9.3 Uji T 40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN. 41
4.1 Gambaran Data Lapangan 42
4.2 Deskripsi Data 42
4.3 Hasil Pretest dan Postesta 46
4.4 Pengujian Hipotesis 48
4.5 Pembahasan 55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN. 70
5.1 Kesimpulan 70
5.2 Keterbatasan Peneliti 71
5.3 Saran 72
Daftar Pustaka 74

Lampiran -Lampiran 82

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) memegang peranan krusial dalam membekali siswa dengan literasi sains dan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Memasuki era industri 4.0, siswa tidak lagi hanya dituntut untuk menghafal fakta-fakta ilmiah, tetapi harus mampu menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan solusi atas permasalahan kompleks melalui keterampilan berpikir kritis. Namun, realita di lapangan menunjukkan bahwa pengembangan keterampilan ini seringkali terhambat oleh metode pembelajaran yang masih bersifat konvensional dan berpusat pada guru. Berpikir kritis merupakan fondasi bagi siswa untuk memahami fenomena alam secara mendalam dan objektif (Aliftika & Utari, 2019). Menurut Lestari *et al.* (2021), integrasi teknologi dalam pembelajaran IPA menjadi sebuah keharusan untuk merangsang kognisi siswa agar lebih aktif dalam memproses informasi yang diterima di kelas. Tanpa adanya stimulasi yang tepat, potensi berpikir kritis siswa akan tetap terpendam, sehingga menghambat pencapaian target kurikulum yang menekankan pada pembentukan karakter saintis yang analitis. Oleh karena itu, diperlukan transformasi dalam penyampaian materi IPA agar selaras dengan perkembangan zaman dan kebutuhan kompetensi siswa global (Wardani *et al.*, 2025).

Materi sistem peredaran darah manusia merupakan salah satu topik dalam kurikulum IPA kelas VIII SMP yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi karena melibatkan proses fisiologis yang bersifat abstrak dan dinamis, sehingga siswa sering mengalami kesulitan dalam memahami konsepnya (Ramadhani & Mellisa, 2025). Siswa seringkali mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan bagaimana jantung memompa darah, mekanisme peredaran darah besar dan kecil, serta fungsi komponen darah secara mikroskopis. Kesulitan ini berpotensi memicu terjadinya miskonsepsi yang menetap jika tidak dijembatani dengan media pembelajaran yang representatif. Materi ini membutuhkan pemahaman spasial yang kuat untuk memahami struktur organ dan aliran cairan dalam tubuh yang tidak dapat dilihat langsung oleh mata telanjang. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sari dan Syamsurizal (2022), materi sistem peredaran darah sering dianggap sulit oleh siswa karena banyaknya istilah asing dan

mekanisme yang rumit, sehingga diperlukan alat bantu visual yang mampu menyederhanakan konsep abstrak tersebut tanpa mengurangi esensi keilmiahannya. Keberhasilan pemahaman pada materi ini sangat bergantung pada bagaimana guru menyajikan fenomena internal tubuh ke dalam bentuk yang lebih konkret dan mudah dicerna oleh siswa.

Keterampilan berpikir kritis menjadi kompetensi utama yang harus dikembangkan dalam pembelajaran IPA di SMP, khususnya pada materi yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi seperti sistem peredaran darah manusia. Berpikir kritis memungkinkan siswa untuk tidak hanya memahami konsep secara permukaan, tetapi juga menganalisis hubungan antar struktur dan proses fisiologis, mengevaluasi informasi ilmiah, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti yang relevan. Dalam konteks pembelajaran IPA abad ke-21, keterampilan berpikir kritis mencakup kemampuan mengidentifikasi masalah, menginterpretasikan data, memberikan alasan logis, dan membuat keputusan yang rasional terhadap fenomena alam yang dipelajari. Penelitian oleh Lestari dan Nugraha (2021) menunjukkan bahwa siswa yang dilibatkan dalam pembelajaran berbasis aktivitas dan teknologi cenderung memiliki kemampuan berpikir kritis yang lebih baik dibandingkan siswa yang hanya menerima pembelajaran konvensional. Hal ini sejalan dengan temuan Pratiwi *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa pengembangan berpikir kritis dalam pembelajaran IPA sangat dipengaruhi oleh strategi pembelajaran dan media yang digunakan guru dalam menyajikan konsep-konsep abstrak. Tanpa dukungan pendekatan dan media yang tepat, siswa cenderung mengalami kesulitan dalam menghubungkan konsep dengan realitas, sehingga berpikir kritis tidak berkembang secara optimal. Oleh karena itu, pembelajaran IPA perlu dirancang secara inovatif agar mampu memfasilitasi siswa dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis secara sistematis dan berkelanjutan.

Pendidikan penting sekali dalam kehidupan ini sebagai mana firman Allah SWT. dalam alquran surah az- zumar ayat 9 sebagai berikut:

.....ۗ قُلْ هَلْ يَسْتَوِى الَّذِيْنَ يَعْلَمُوْنَ وَالَّذِيْنَ لَا يَعْلَمُوْنَ ۗ اِنَّمَا يَتَذَكَّرُ اُولُوا الْاَلْبَابِ

Artinya: *"Katakanlah: Apakah sama orang-orang yang mengetahui dengan orang-orang yang tidak mengetahui?"*

Ayat ini menunjukkan perbedaan mendasar antara individu yang memiliki pengetahuan dan kemampuan berpikir dengan yang tidak. Pendidikan berperan penting dalam membentuk kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di SMP Babussalam Blimbingsari Banyuwangi tanggal 15 Agustus 2025, proses pembelajaran IPA khususnya pada materi sistem peredaran darah masih didominasi oleh penggunaan buku teks dan media gambar dua dimensi yang statis. Keterbatasan media ini menyebabkan interaksi siswa dengan materi menjadi sangat terbatas, di mana siswa cenderung menjadi penerima informasi pasif tanpa adanya ruang untuk bereksplorasi. Di dalam kelas, terlihat bahwa siswa seringkali merasa jenuh dan kurang termotivasi ketika harus mempelajari diagram peredaran darah yang rumit hanya melalui papan tulis atau salindia presentasi yang tidak interaktif. Observasi juga menunjukkan bahwa keterlibatan siswa dalam diskusi kelompok sangat rendah karena mereka kurang memiliki gambaran visual yang jelas mengenai objek yang sedang didiskusikan. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Ramdani *et al.* (2020) yang menyebutkan bahwa ketergantungan pada media tradisional seringkali gagal memicu rasa ingin tahu siswa, yang pada akhirnya berdampak pada rendahnya partisipasi aktif dalam kegiatan belajar mengajar. Guru pun mengakui adanya kendala dalam menyampaikan materi yang bersifat sekuensial dan sistemik ini tanpa dukungan teknologi yang mampu memperlihatkan proses secara *real-time*.

Hasil wawancara pada tanggal 27 Desember 2025, dengan guru mata pelajaran IPA mengungkapkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa kelas di SMP Babussalam Blimbingsari Banyuwangi masih berada pada kategori rendah hingga sedang. Guru menyatakan bahwa ketika diberikan pertanyaan yang membutuhkan analisis mendalam atau pemecahan masalah terkait gangguan pada sistem peredaran darah, sebagian besar siswa kesulitan memberikan argumentasi yang logis dan berbasis data. Siswa cenderung menjawab pertanyaan hanya berdasarkan apa yang tertulis di buku tanpa mampu mengaitkan konsep satu dengan lainnya. Selain itu, wawancara dengan siswa menunjukkan adanya keluhan bahwa mereka sulit membayangkan bagaimana katup jantung bekerja atau bagaimana tekanan darah berubah-ubah di dalam pembuluh darah Temuan ini selaras dengan studi yang dilakukan oleh Hidayat *et al.* (2019) yang menjelaskan

bahwa rendahnya kemampuan analisis siswa sering disebabkan oleh kurangnya pengalaman belajar yang kontekstual dan interaktif. Tanpa adanya tantangan intelektual yang didukung oleh media yang memadai, siswa akan terus terjebak dalam pola berpikir lotis (*Lower Order Thinking Skills*) yang hanya mengandalkan hafalan semata, bukan pemahaman konsep yang mendalam.

Penggunaan teknologi Augmented Reality (AR) menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi hambatan visualisasi dalam materi sistem peredaran darah. AR mampu memproyeksikan objek tiga dimensi ke dalam lingkungan nyata secara interaktif, sehingga siswa dapat melihat anatomi jantung dan aliran darah dari berbagai sudut pandang melalui perangkat seluler mereka. Media AR Cardboard khususnya, memberikan pengalaman *immersive* yang memungkinkan siswa seolah-olah berinteraksi langsung dengan sistem biologis di hadapan mereka. Penggunaan AR dalam kelas tidak hanya meningkatkan daya tarik visual, tetapi juga membantu siswa membangun model mental yang lebih akurat mengenai konsep-konsep biologis yang rumit. Menurut Pratama dan Saputri (2021), media berbasis AR memiliki efektivitas yang signifikan dalam meningkatkan pemahaman konsep karena sifatnya yang mampu mengubah objek abstrak menjadi konkret dan interaktif. Dengan bantuan AR, proses pembelajaran menjadi lebih hidup, di mana siswa dapat melakukan observasi virtual yang mandiri, mengeksplorasi struktur organ secara detail, dan memahami mekanisme sistem peredaran darah secara lebih holistik dan menyenangkan dibandingkan media konvensional. Integrasi teknologi AR dalam proses pembelajaran menciptakan lingkungan belajar yang interaktif dan mendalam, yang sangat krusial bagi pengembangan nalar siswa. Menurut penelitian Suryani *et al.* (2020), media pembelajaran berbasis Augmented Reality secara signifikan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa karena mampu menyajikan visualisasi konsep yang abstrak menjadi konkret, sehingga memudahkan siswa dalam melakukan analisis dan inferensi.

Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) menjadi kerangka kerja yang sangat relevan untuk dipadukan dengan media AR dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. STEM mendorong siswa untuk belajar melalui integrasi berbagai disiplin ilmu guna menyelesaikan masalah nyata, yang secara langsung berkaitan dengan pengembangan keterampilan berpikir

kritis. Dalam konteks sistem peredaran darah, siswa tidak hanya belajar sains (biologi), tetapi juga teknologi melalui penggunaan AR, engineering melalui pemahaman mekanisme kerja jantung sebagai pompa mekanis, dan matematika melalui perhitungan denyut nadi atau tekanan darah. Integrasi ini memaksa siswa untuk berpikir secara integratif dan aplikatif, bukan secara parsial. Penelitian oleh Wahono *et al.* (2020) menegaskan bahwa implementasi STEM dalam pembelajaran IPA mampu secara signifikan meningkatkan kemampuan siswa dalam mengevaluasi informasi dan merancang solusi kreatif. Dengan pendekatan STEM, siswa diajak untuk menjadi "insinyur" bagi pengetahuan mereka sendiri, yang pada akhirnya akan mengasah ketajaman berpikir kritis mereka melalui proses inkuiri yang terstruktur dan berbasis pada pemecahan masalah di dunia nyata.

Pengembangan media AR Cardboard Circulatory System berbasis STEM menjadi langkah strategis untuk menjembatani kesenjangan antara kebutuhan kompetensi siswa dan ketersediaan media di sekolah. Media ini dirancang khusus untuk memfasilitasi aktivitas belajar yang berorientasi pada peningkatan keterampilan berpikir kritis, di mana setiap fitur di dalamnya menuntut siswa untuk melakukan observasi, analisis, dan pengambilan kesimpulan. Inovasi ini diharapkan mampu menciptakan lingkungan belajar yang berpusat pada siswa (*student-centered*) dan mendukung gaya belajar kinestetik maupun visual. Sebagaimana dikemukakan oleh Munir *et al.* (2022), pengembangan media pembelajaran yang mengombinasikan teknologi mutakhir dengan pendekatan pedagogis yang kuat seperti STEM sangat efektif dalam menstimulasi aktivitas kognitif siswa. Melalui media ini, tantangan yang ditemukan saat observasi dan wawancara dapat diatasi dengan memberikan pengalaman belajar yang bermakna, menantang, dan mampu melatih siswa untuk berpikir kritis terhadap fenomena biologis yang terjadi di dalam tubuh mereka sendiri.

Implementasi media pembelajaran berbasis AR dalam bingkai STEM memungkinkan siswa untuk memvisualisasikan konsep abstrak menjadi objek 3D yang interaktif, yang secara langsung menstimulasi nalar kritis. Menurut Ardiansyah *et al.* (2020), penggunaan teknologi AR dalam pembelajaran memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengeksplorasi fenomena kompleks secara mandiri, yang pada akhirnya meningkatkan kemampuan analisis dan evaluasi mereka terhadap informasi yang diterima.Selain itu, pendekatan STEM menuntut siswa untuk memecahkan masalah melalui integrasi

berbagai disiplin ilmu. Hal ini didukung oleh penelitian Pratama *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis STEM yang didukung oleh media visualisasi digital mampu mendorong siswa untuk berpikir logis, sistematis, dan inovatif dalam mencari solusi atas permasalahan nyata yang dihadapi di kelas.

Berdasarkan permasalahan dan potensi solusi yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan media Augmented Reality (AR) Cardboard Circulatory System berbasis STEM terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa SMP kelas VIII pada materi sistem peredaran darah manusia. Fokus utama penelitian ini adalah melihat sejauh mana integrasi teknologi AR dan pendekatan STEM dapat memberikan dampak positif terhadap kemampuan analisis, evaluasi, dan inferensi siswa. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan media pembelajaran IPA yang inovatif serta memberikan referensi bagi guru dalam menerapkan teknologi digital di dalam kelas. Pentingnya penelitian ini didukung oleh pandangan Kusuma *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa inovasi media pembelajaran harus terus diuji efektivitasnya guna memastikan relevansi pendidikan dengan perkembangan teknologi informasi. Dengan diterapkannya media ini, diharapkan siswa tidak hanya mampu menguasai materi secara teoritis, tetapi juga memiliki ketajaman berpikir yang akan berguna bagi kehidupan masa depan mereka. Transformasi digital dalam pendidikan ini diharapkan mampu mencetak generasi yang lebih kritis, kreatif, dan siap menghadapi tantangan global.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi pada latar belakang, penelitian ini merumuskan beberapa pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimana keterampilan berpikir kritis siswa kelas VIII pada materi sistem peredaran darah manusia sebelum diterapkan susunan dengan menggunakan Media *Augmented Reality* (AR) *Cardboard Circulatory System* berbasis STEM?
2. Bagaimana keterampilan berpikir kritis siswa kelas VIII pada materi sistem peredaran darah manusia setelah diterapkan susunan dengan menggunakan Media *Augmented Reality* (AR) *Cardboard Circulatory System* berbasis STEM?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis siswa kelas VIII pada materi sistem peredaran darah manusia sebelum diterapkan susunan dengan menggunakan Media *Augmented Reality* (AR) *Cardboard Circulatory System* berbasis STEM
2. Untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis siswa kelas VIII pada materi sistem peredaran darah manusia setelah diterapkan susunan dengan menggunakan Media *Augmented Reality* (AR) *Cardboard Circulatory System* berbasis STEM

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah dirumuskan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoretis maupun praktis bagi berbagai pihak:

1.4.1 Manfaat Teoretis

Secara teoretis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknologi pendidikan dan pembelajaran sains. Penelitian ini diharapkan dapat:

1. Memberikan bukti empiris mengenai efektivitas integrasi teknologi Augmented Reality (AR) dan pendekatan STEM dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada tingkat sekolah menengah.
2. Menjadi referensi bagi pengembangan teori pembelajaran konstruktivisme yang didukung oleh media berbasis visualisasi tiga dimensi.
3. Memperkaya literatur mengenai inovasi media pembelajaran IPA yang adaptif terhadap perkembangan teknologi industri 4.0.

1.4.2 Manfaat Praktis

a. Bagi Siswa

1. Meningkatkan Motivasi: Memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik, interaktif, dan nyata melalui visualisasi AR, sehingga siswa tidak bosan.

2. Mengasah Keterampilan: Membantu siswa melatih kemampuan analisis, evaluasi, dan pemecahan masalah melalui pendekatan STEM yang terintegrasi dalam media.
3. Mempermudah Pemahaman: Membantu siswa memvisualisasikan konsep abstrak pada sistem peredaran darah menjadi lebih konkret, sehingga meminimalisir miskonsepsi.

b. Bagi Guru

1. Alternatif Media: Menjadi referensi inovatif dalam pemilihan media pembelajaran yang efektif untuk materi-materi biologi yang bersifat kompleks.
2. Pengembangan Profesional: Meningkatkan literasi digital guru dalam mengoperasikan dan mengintegrasikan teknologi AR ke dalam skenario pembelajaran di kelas.
3. Optimalisasi Pembelajaran: Membantu guru mencapai target kurikulum dalam aspek keterampilan berpikir kritis siswa secara lebih sistematis melalui bantuan media berbasis STEM.

c. Bagi Sekolah

1. Peningkatan Mutu: Memberikan sumbangsih positif terhadap peningkatan kualitas proses dan hasil belajar siswa di sekolah tersebut.
2. Inovasi Kurikulum: Mendorong sekolah untuk mulai mengintegrasikan pembelajaran berbasis teknologi dan pendekatan interdisipliner (STEM) ke dalam mata pelajaran lain.

d. Bagi Peneliti Selanjutnya

1. Dasar Penelitian: Menjadi acuan atau data awal bagi peneliti lain yang ingin mengembangkan media AR untuk materi IPA yang berbeda atau dengan variabel terikat selain keterampilan berpikir kritis.
2. Pengembangan Media: Memberikan gambaran mengenai kelebihan dan kekurangan penggunaan *Cardboard*sebagai alat bantu AR di lingkungan sekolah.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan subjek dalam penelitian ini ditetapkan pada siswa kelas VIII (delapan) SMP semester ganjil pada tahun ajaran berjalan.

1. Subjek Penelitian: Penelitian ini hanya dilakukan pada siswa kelas VIII (delapan) SMP semester ganjil pada tahun ajaran berjalan.
2. Materi Pembelajaran: Materi IPA yang digunakan dibatasi pada Sistem Peredaran Darah Manusia, yang mencakup struktur dan fungsi organ peredaran darah (jantung dan pembuluh darah), komponen penyusun darah, mekanisme peredaran darah besar dan kecil, serta gangguan/penyakit pada sistem peredaran darah.
3. Variabel Terikat: Keterampilan berpikir kritis yang diukur dibatasi pada 5 indikator yaitu: memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*), membangun keterampilan dasar (*basic support*), menarik kesimpulan (*inference*), memberikan penjelasan lanjut (*advanced clarification*), serta mengatur strategi dan taktik (*strategy and tactics*).
4. Variabel Bebas: Penggunaan media pembelajaran dibatasi pada media Augmented Reality (AR) Cardboardyang dioperasikan melalui perangkat *smartphone* Android, di mana konten di dalamnya telah diintegrasikan dengan aspek-aspek STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*).
5. Pendekatan STEM: Integrasi STEM dalam penelitian ini difokuskan pada:
    a. Science: Konsep biologi sistem peredaran darah.
    b. Technology: Penggunaan aplikasi AR dan perangkat *cardboard*.
    c. Engineering: Pemahaman cara kerja mekanis jantung dan simulasi aliran darah.
    d. Mathematics: Pengolahan data sederhana seperti menghitung frekuensi denyut nadi atau tekanan darah.
6. Lokasi Penelitian: Penelitian ini dilaksanakan di SMP Babussalam Blimbingsari Banyuwangi, kelas VIII A .

1.6 Definisi Operasional

Media *Augmented Reality* (AR) *Cardboard* adalah teknologi yang memproyeksikan objek virtual tiga dimensi (3D) ke dalam lingkungan nyata secara *real-time* dengan bantuan alat berupa kacamata kartu (cardboard) dan *smartphone*. Dalam penelitian ini, AR digunakan untuk menampilkan visualisasi anatomi jantung, pembuluh darah, dan mekanisme peredaran darah manusia secara *immersive*. Penggunaan AR bertujuan untuk mengubah konsep yang abstrak menjadi konkret sehingga mempermudah proses kognitif.

1. Sistem peredaran darah adalah materi pokok IPA kelas VIII yang membahas tentang mekanisme transportasi nutrisi, gas, dan sisa metabolisme dalam tubuh manusia. Cakupan materi dalam penelitian ini dibatasi pada struktur jantung, komponen darah, mekanisme peredaran darah besar dan kecil, serta kelainan pada sistem sirkulasi. Materi ini disajikan dalam bentuk aset digital 3D pada aplikasi AR.
2. STEM merupakan pendekatan pembelajaran interdisipliner yang mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika untuk memecahkan permasalahan nyata dalam kehidupan. Dalam penelitian ini, pendekatan STEM dioperasionalkan melalui beberapa komponen utama, yaitu *science* yang berfokus pada pemahaman konsep biologi khususnya sistem peredaran darah manusia, teknologi yang diwujudkan melalui pemanfaatan perangkat *augmented reality* (AR) beserta aplikasi pendukungnya, *engineering* yang menekankan pada analisis mekanisme kerja jantung sebagai sebuah sistem pompa, serta *mathematics* yang melibatkan perhitungan frekuensi denyut nadi atau tekanan darah. Integrasi keempat aspek tersebut memungkinkan siswa untuk memahami konsep secara holistik dan aplikatif. Sejalan dengan hal tersebut, Wahono et al. (2020) menyatakan bahwa penerapan STEM dalam pembelajaran IPA mampu membekali siswa dengan kemampuan berpikir kritis serta mendorong munculnya solusi kreatif dalam menghadapi permasalahan saintifik.
3. Keterampilan berpikir kritis adalah kemampuan kognitif siswa dalam menganalisis argumen, mengevaluasi data, dan membuat kesimpulan yang logis berdasarkan bukti yang ada.

Dalam penelitian ini, keterampilan berpikir kritis diukur menggunakan instrumen tes uraian yang mencakup lima indikator menurut Ennis, yaitu: memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar, menyimpulkan, memberikan penjelasan lanjut, serta mengatur strategi dan taktik. Menurut Lestari et al. (2021), keterampilan berpikir kritis sangat krusial di era digital untuk membantu siswa memvalidasi informasi dan memecahkan masalah secara sistematis.

BAB II
KAJIAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Pengertian Media Pembelajaran

Media pembelajaran merupakan sarana atau alat yang digunakan dalam proses pembelajaran untuk membantu menyampaikan materi agar tujuan pembelajaran dapat tercapai secara optimal. Media pembelajaran berfungsi sebagai perantara dalam menyalurkan pesan pembelajaran sehingga informasi yang diterima peserta didik menjadi lebih jelas, menarik, dan mudah dipahami. Penggunaan media pembelajaran yang tepat mampu meningkatkan perhatian, minat belajar, serta pemahaman siswa terhadap materi yang disampaikan (Aghni, 2018). Media pembelajaran tidak hanya dipahami sebagai alat bantu visual, tetapi juga sebagai bagian dari sistem pembelajaran yang dirancang untuk menciptakan pengalaman belajar yang bermakna. Media pembelajaran mencakup berbagai bentuk, baik media cetak maupun berbasis teknologi digital, yang digunakan untuk memfasilitasi interaksi antara guru dan peserta didik. Pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi dinilai mampu menyajikan materi yang bersifat abstrak menjadi lebih konkret sehingga siswa dapat memahami konsep pembelajaran secara lebih mendalam (Nofrianda *et al.*, 2023).

Media pembelajaran berperan sebagai pendukung guru dalam merencanakan dan melaksanakan proses pembelajaran yang efektif, mulai dari penyampaian materi hingga evaluasi hasil belajar. Melalui penggunaan media pembelajaran yang tepat, guru dapat menciptakan lingkungan belajar yang lebih interaktif, menarik, dan sesuai dengan kebutuhan siswa. Tujuan utamanya adalah membantu peserta didik mengolah informasi secara lebih mendalam, meningkatkan keterlibatan dalam pembelajaran, serta mendukung pencapaian kompetensi pembelajaran yang telah ditetapkan. Selain itu, pemanfaatan media pembelajaran yang selaras dengan karakteristik peserta didik dan perkembangan teknologi dapat mendorong siswa untuk lebih aktif dalam proses belajar, baik dalam memahami konsep, mengajukan pertanyaan, maupun mengaitkan materi dengan situasi nyata di lingkungan sekitar. Hal ini menunjukkan bahwa media pembelajaran tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu, tetapi juga

sebagai sarana untuk menumbuhkan pengalaman belajar yang bermakna dan berpusat pada siswa.

Fungsi Media pembelajaran sebagai sarana pendukung dalam proses pembelajaran untuk membantu guru menyampaikan materi agar tujuan pembelajaran dapat tercapai secara optimal. Media pembelajaran berperan sebagai perantara dalam menyalurkan pesan pembelajaran sehingga informasi yang diterima peserta didik menjadi lebih jelas, menarik, dan mudah dipahami. Penggunaan media pembelajaran yang tepat mampu meningkatkan perhatian, minat belajar, serta keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran (Tafonao, 2018). Selain itu, media pembelajaran memberikan manfaat dalam membantu peserta didik memahami materi secara lebih mendalam. Media pembelajaran mampu menyajikan materi yang bersifat abstrak menjadi lebih konkret sehingga memudahkan siswa dalam mengaitkan konsep pembelajaran dengan pengalaman nyata. Dengan demikian, media pembelajaran tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu penyampaian materi, tetapi juga sebagai sarana untuk menciptakan pembelajaran yang lebih efektif, interaktif, dan berpusat pada siswa (Kurniawan & Wuryandani, 2019; Putri & Suryani, 2020).

2.1.2 *Augmented Reality* (AR) dalam Pembelajaran

Augmented Reality (AR) merupakan teknologi yang menggabungkan objek virtual dua dimensi atau tiga dimensi ke dalam lingkungan nyata secara real time sehingga pengguna dapat melihat dan berinteraksi dengan objek virtual melalui perangkat tertentu, seperti smartphone atau tablet. Teknologi ini memungkinkan informasi digital disajikan secara kontekstual dan terintegrasi dengan dunia nyata, sehingga membantu pengguna dalam memahami informasi secara lebih jelas dan visual (Mustaqim, 2016). Dalam konteks pembelajaran, Augmented Reality dimanfaatkan sebagai media pembelajaran berbasis teknologi yang mampu menyajikan materi secara lebih menarik dan interaktif. AR membantu peserta didik memahami konsep pembelajaran yang bersifat abstrak melalui visualisasi tiga dimensi yang menyerupai kondisi nyata. Penggunaan teknologi ini dinilai mampu meningkatkan pemahaman konsep karena siswa memperoleh pengalaman belajar tidak hanya melalui penjelasan verbal, tetapi juga melalui interaksi visual secara langsung (Saidin, Halim, & Yahaya, 2015).

Berdasarkan uraian tersebut, Augmented Reality dapat dipahami sebagai teknologi pembelajaran yang memiliki peran penting dalam mendukung proses penyampaian materi secara lebih efektif. Penggabungan objek virtual dengan lingkungan nyata memungkinkan peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang lebih konkret dan kontekstual, sehingga konsep pembelajaran yang bersifat abstrak dapat dipahami dengan lebih mudah. Melalui visualisasi tiga dimensi dan interaksi langsung dengan objek pembelajaran, siswa tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga terlibat secara aktif dalam proses memahami materi yang disampaikan. Pemanfaatan Augmented Reality sebagai media pembelajaran juga memberikan kontribusi dalam menciptakan suasana belajar yang lebih menarik dan inovatif. Penyajian materi yang interaktif mampu meningkatkan perhatian dan ketertarikan siswa terhadap pembelajaran, sehingga mereka lebih fokus dan termotivasi untuk mengikuti kegiatan belajar. Selain itu, penggunaan teknologi AR mendorong siswa untuk mengeksplorasi materi secara lebih mendalam, mengamati objek pembelajaran secara detail, serta mengaitkan konsep yang dipelajari dengan kondisi nyata di lingkungan sekitar.

Karakteristik Augmented Reality (AR) sebagai Media Pembelajaran yaitu:

1. Mengintegrasikan objek virtual dua dimensi atau tiga dimensi ke dalam lingkungan nyata secara real time sehingga peserta didik dapat melihat objek pembelajaran seolah-olah berada di dunia nyata (Mustaqim, 2016).
2. Menyajikan materi pembelajaran secara visual dan interaktif melalui perangkat digital seperti smartphone atau tablet, sehingga pembelajaran tidak hanya bersifat verbal (Saidin, Halim, & Yahaya, 2015).
3. Mampu memvisualisasikan konsep pembelajaran yang bersifat abstrak atau kompleks menjadi lebih konkret dan mudah dipahami oleh peserta didik (Nugroho & Purwanto, 2018).
4. Memberikan pengalaman belajar yang kontekstual karena objek virtual dapat dikaitkan langsung dengan kondisi lingkungan nyata (Mustaqim, 2018).

Keunggulan Augmented Reality (AR) sebagai Media Pembelajaran yaitu:

1. Meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa karena materi disajikan secara menarik, inovatif, dan tidak monoton (Mustaqim, 2016).

2. Membantu peserta didik memahami konsep pembelajaran secara lebih mendalam melalui visualisasi tiga dimensi dan interaksi langsung dengan objek pembelajaran (Saidin, Halim, & Yahaya, 2015).
3. Mendukung pembelajaran yang berpusat pada siswa karena memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi materi secara mandiri sesuai dengan kecepatan belajar masing-masing (Nugroho & Purwanto, 2018).
4. Dapat digunakan secara fleksibel baik di dalam maupun di luar kelas karena berbasis perangkat yang mudah diakses oleh peserta didik (Mustaqim, 2016).

Berdasarkan karakteristik dan keunggulan tersebut, Augmented Reality dapat dipandang sebagai media pembelajaran yang memiliki potensi besar dalam mendukung proses pembelajaran yang efektif dan inovatif. Integrasi objek virtual dengan lingkungan nyata memungkinkan penyajian materi pembelajaran secara lebih konkret dan kontekstual, sehingga membantu peserta didik dalam memahami konsep yang bersifat abstrak maupun kompleks. Penyajian visual yang interaktif juga memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermakna bagi siswa. Selain itu, keunggulan Augmented Reality dalam meningkatkan minat dan motivasi belajar serta mendukung pembelajaran yang berpusat pada siswa menjadikan teknologi ini relevan untuk diterapkan dalam kegiatan pembelajaran. Fleksibilitas penggunaan AR melalui perangkat digital yang mudah diakses turut mendukung pelaksanaan pembelajaran yang lebih variatif, baik di dalam maupun di luar kelas. Oleh sebab itu, pemanfaatan Augmented Reality sebagai media pembelajaran dapat menjadi alternatif yang tepat untuk meningkatkan kualitas proses pembelajaran dan mendukung pencapaian tujuan pembelajaran secara optimal.

Pemanfaatan Augmented Reality dalam Pembelajaran IPA di SMP yaitu:

1. Pemanfaatan Augmented Reality dalam pembelajaran IPA di tingkat SMP terbukti mampu meningkatkan hasil belajar siswa karena materi yang bersifat abstrak dapat disajikan secara

visual, sehingga mempermudah siswa dalam memahami konsep-konsep IPA (Bara et al., 2025).

2. Augmented Reality membantu memperjelas materi IPA yang kompleks, seperti sistem tata surya, melalui visualisasi yang lebih nyata sehingga mampu meningkatkan pemahaman konsep sekaligus motivasi belajar siswa (Arrivayza et al., 2025).
3. Penggunaan LKPD berbasis Augmented Reality dalam pembelajaran IPA memberikan struktur objek pembelajaran yang lebih lengkap dan jelas, sehingga mendorong siswa untuk mengonstruksi pengetahuan secara aktif selama proses belajar (Rahma et al., 2024).
4. Implementasi Augmented Reality secara langsung dalam pembelajaran IPA di kelas mampu meningkatkan keterlibatan siswa dan memperdalam pemahaman konsep melalui penyajian visual yang bersifat interaktif (Putri & Baharun, 2025). Dengan demikian, pemanfaatan Augmented Reality dalam pembelajaran IPA di tingkat SMP memiliki potensi yang besar dalam meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar siswa. Melalui penyajian materi yang bersifat visual dan interaktif, teknologi AR mampu membantu siswa memahami konsep IPA yang abstrak dan kompleks secara lebih konkret. Selain itu, penggunaan AR juga mendorong keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran, meningkatkan motivasi belajar, serta mendukung proses konstruksi pengetahuan secara mandiri. Oleh karena itu, Augmented Reality dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif media pembelajaran yang efektif dan relevan untuk digunakan dalam pembelajaran IPA di SMP.

2.1.3 AR *Cardboard Circulatory System*

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang memungkinkan integrasi objek digital tiga dimensi ke dalam lingkungan nyata secara real-time, sehingga pengguna dapat melihat konten virtual yang tersuperimpose pada dunia nyata melalui kamera perangkat pintar. Dalam konteks pembelajaran, AR sering menggunakan *marker* sebagai penanda yang memicu munculnya objek digital 3D, sehingga konsep yang abstrak seperti sistem tubuh manusia dapat divisualisasikan secara lebih konkret dan interaktif. Penelitian menunjukkan bahwa AR berfungsi sebagai media pembelajaran inovatif, karena teknologi ini dapat menggabungkan dunia nyata dan dunia virtual untuk

meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa terhadap materi pelajaran (Hendriyani *et al.*, 2019). Penggunaan AR di pendidikan juga dilaporkan mampu mempermudah pemahaman konsep melalui visualisasi objek tiga dimensi secara langsung, yang biasanya sulit ditangkap hanya melalui buku teks atau gambar dua dimensi (Pramono & Setiawan, 2019).

Kedua penelitian ini memperkuat bahwa AR dapat menjadi alat bantu pembelajaran yang mengubah persepsi siswa terhadap materi pembelajaran, karena dapat menghadirkan informasi digital yang relevan dalam konteks dunia nyata. Selain itu, AR Cardboard memungkinkan interaksi langsung dengan objek virtual, seperti memutar, memperbesar, atau mengeksplorasi bagian-bagian tertentu dari sistem yang sedang dipelajari. Dengan cara ini, siswa tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga aktif mengeksplorasi konsep yang sulit dipahami hanya melalui teks atau gambar 2D. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual, tetapi juga menumbuhkan minat dan motivasi belajar, karena pengalaman belajar menjadi lebih nyata, menarik, dan menyenangkan. Hal ini sangat bermanfaat untuk materi kompleks, seperti sistem peredaran darah manusia, di mana visualisasi organ dan aliran darah secara tiga dimensi dapat membantu siswa memahami hubungan fungsional antar organ dengan lebih jelas. Kedua penelitian ini memperkuat bahwa AR dapat menjadi alat bantu pembelajaran yang mengubah persepsi siswa terhadap materi pembelajaran, karena dapat menghadirkan informasi digital yang relevan dalam konteks dunia nyata. Selain itu, AR Cardboard memungkinkan interaksi langsung dengan objek virtual, seperti memutar, memperbesar, atau mengeksplorasi bagian-bagian tertentu dari sistem yang sedang dipelajari. Dengan cara ini, siswa tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga aktif mengeksplorasi konsep yang sulit dipahami hanya melalui teks atau gambar 2D. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual, tetapi juga menumbuhkan minat dan motivasi belajar, karena pengalaman belajar menjadi lebih nyata, menarik, dan menyenangkan. Hal ini sangat bermanfaat untuk materi kompleks, seperti sistem peredaran darah manusia, di mana visualisasi organ dan aliran darah secara tiga dimensi dapat membantu siswa memahami hubungan fungsional antar organ dengan lebih jelas.

Menurut Yoga Sahria dan Ilmira Yulfihani (2023), cara kerja Augmented Reality berbasis *marker based tracking* pada media pembelajaran, termasuk AR Cardboard, dilakukan melalui beberapa tahapan teknis sebagai berikut.

1. Pemindaian Marker Kamera pada smartphone memindai marker yang berfungsi sebagai penanda visual untuk memicu sistem Augmented Reality.
2. Pengenalan Marker oleh Sistem Marker yang telah dipindai kemudian dikenali oleh sistem AR melalui proses pencocokan dengan data marker yang tersimpan dalam aplikasi.
3. Pemunculan Objek 3D secara Real Time Setelah marker dikenali, sistem menampilkan objek tiga dimensi (3D) secara *real time* di atas marker melalui layar smartphone atau perangkat cardboard.
4. Penyesuaian Tampilan terhadap Pergerakan Pengguna Objek 3D yang ditampilkan akan menyesuaikan posisi dan sudut pandang berdasarkan pergerakan perangkat atau pengguna, sehingga objek dapat diamati dari berbagai arah.
5. Interaksi dengan Objek Virtual Pengguna dapat berinteraksi dengan objek virtual yang ditampilkan, seperti mengamati, memutar, atau memperbesar tampilan objek sesuai kebutuhan.
6. Penyajian Visual Materi Pembelajaran Melalui tahapan tersebut, AR Cardboard menyajikan visualisasi materi pembelajaran dalam bentuk tiga dimensi yang terintegrasi dengan lingkungan nyata.

Rangkaian cara kerja AR Cardboard yang dimulai dari pemindaian marker hingga penyajian visual tiga dimensi dapat diimplementasikan secara optimal dalam pembelajaran sistem peredaran darah. Pada tahap awal, marker berfungsi sebagai pemicu munculnya visualisasi sistem peredaran darah, sehingga siswa dapat melihat representasi model secara langsung melalui perangkat. Setelah marker dikenali oleh sistem, objek tiga dimensi yang ditampilkan memungkinkan siswa mengamati struktur sistem peredaran darah secara utuh melalui tampilan visual yang stabil dan real time. Selanjutnya, kemampuan sistem dalam menyesuaikan tampilan berdasarkan pergerakan pengguna memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengeksplorasi model secara lebih mendalam. Siswa dapat mengamati visualisasi dari berbagai sudut pandang untuk memahami keterkaitan antar bagian dalam sistem peredaran darah. Interaksi yang terjadi, seperti memutar

dan memperbesar tampilan objek, membantu siswa memfokuskan perhatian pada bagian tertentu yang dianggap penting, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih terarah dan bermakna.

Melalui visualisasi tiga dimensi yang interaktif, konsep sistem peredaran darah yang sebelumnya bersifat abstrak dapat disajikan secara lebih konkret. Siswa tidak hanya melihat gambar statis, tetapi dapat mengikuti representasi alur peredaran darah secara visual, sehingga hubungan antar komponen dapat dipahami secara bertahap. Proses ini membantu siswa membangun pemahaman konseptual yang lebih kuat karena informasi disajikan secara visual, dinamis, dan terintegrasi. Selain itu, penerapan AR Cardboard dalam materi sistem peredaran darah mendorong keterlibatan aktif siswa selama proses pembelajaran. Siswa berperan sebagai pengamat sekaligus pengguna yang mengeksplorasi materi, bukan sekadar penerima informasi. Pembelajaran menjadi lebih imersif karena siswa seolah berhadapan langsung dengan representasi sistem peredaran darah. Dengan mekanisme tersebut, AR Cardboard tidak hanya berfungsi sebagai media bantu visual, tetapi juga sebagai sarana pembelajaran yang mendukung pemahaman mendalam terhadap materi sistem peredaran darah secara menyeluruh. Kelebihan AR Cardboard sebagai Media Visual Interaktif yaitu:

1. AR Cardboard memiliki kelebihan dalam menampilkan objek tiga dimensi yang terintegrasi dengan lingkungan nyata sehingga membantu siswa memahami materi secara lebih konkret. Visualisasi 3D memungkinkan siswa mengamati bentuk dan struktur objek pembelajaran secara lebih jelas dibandingkan media dua dimensi, sehingga konsep yang bersifat abstrak menjadi lebih mudah dipahami (Aini *et al.*, 2020). Selain itu, penggunaan AR Cardboard mendorong keterlibatan aktif siswa karena mereka dapat mengeksplorasi materi secara mandiri melalui interaksi visual yang disediakan, yang pada akhirnya meningkatkan fokus dan ketertarikan terhadap proses pembelajaran (Satria & Prihandoko, 2018).
2. AR Cardboard dapat dipandang sebagai media pembelajaran yang tidak hanya menyajikan informasi secara visual, tetapi juga membangun pengalaman belajar yang lebih aktif dan bermakna. Kehadiran visualisasi tiga dimensi dan interaksi langsung membuat siswa lebih mudah memahami materi, menghubungkan konsep yang dipelajari, serta mengingat

informasi dalam jangka waktu yang lebih lama. Selain itu, pembelajaran menjadi lebih menarik dan tidak monoton, sehingga dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Oleh karena itu, AR Cardboard memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai media visual interaktif yang mendukung efektivitas pembelajaran di kelas.

Salah satu kekurangan AR adalah ketergantungan pada perangkat smartphone dan kondisi lingkungan sekitar. Kualitas tampilan objek tiga dimensi sangat dipengaruhi oleh spesifikasi perangkat, seperti kamera dan prosesor, serta pencahayaan saat pemindaian *marker*, sehingga jika kondisi tersebut tidak optimal, visualisasi AR dapat terganggu (Aini et al., 2020). Selain itu, penggunaan AR Cardboard membutuhkan kesiapan pengguna dalam mengoperasikan teknologi, karena siswa yang belum terbiasa dapat mengalami kesulitan saat menggunakan aplikasi AR dalam pembelajaran (Satria & Prihandoko, 2018).

penggunaan AR Cardboard sebagai media visual interaktif masih memiliki keterbatasan dari sisi teknis dan kesiapan pengguna. Media ini perlu didukung dengan perangkat yang memadai serta pendampingan dalam penggunaannya agar tidak menghambat proses pembelajaran. Selain itu, perencanaan pembelajaran yang tepat juga diperlukan agar penggunaan AR Cardboard selaras dengan tujuan pembelajaran dan tidak hanya berfokus pada aspek visual semata. Oleh karena itu, AR Cardboard lebih tepat digunakan sebagai media pendukung pembelajaran, bukan sebagai satu-satunya media utama, sehingga efektivitas pembelajaran tetap terjaga dan kebutuhan belajar siswa dapat terpenuhi secara optimal.

2.1.4 Pendekatan STEM dalam Pembelajaran

Pendekatan STEM adalah pendekatan pembelajaran yang berfokus pada integrasi antara *science* (ilmu pengetahuan), *technology* (teknologi), *engineering* (rekayasa), dan *mathematics* (matematika) dalam satu proses belajar yang saling terkait. Pendekatan ini dirancang agar siswa tidak hanya menguasai teori masing-masing bidang, tetapi juga mampu menghubungkan konsep-konsep tersebut secara terpadu dalam menyelesaikan permasalahan nyata, sehingga keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah dapat berkembang (Muttaqiin, 2023). Selain itu, pendekatan STEM mendorong pembelajaran yang

bersifat aktif dan kontekstual melalui kegiatan *hands-on* serta *project-based learning*, di mana siswa terlibat langsung dalam proses merancang, mencoba, dan mengevaluasi solusi terhadap suatu permasalahan. Melalui proses tersebut, siswa tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mengembangkan keterampilan abad ke-21 seperti kolaborasi, komunikasi, dan kreativitas yang relevan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini (Sujarwanto, 2023).

Dengan demikian, pendekatan STEM dalam pembelajaran dapat dipandang sebagai upaya mengintegrasikan berbagai bidang ilmu secara terpadu agar proses belajar tidak hanya berfokus pada pemahaman konsep semata. Melalui pendekatan ini, siswa diarahkan untuk menghubungkan pengetahuan yang dimiliki dengan situasi nyata di sekitarnya, sehingga pembelajaran terasa lebih bermakna dan relevan dengan kehidupan sehari-hari. Penerapan STEM juga memberi ruang bagi siswa untuk mengembangkan cara berpikir tingkat tinggi, seperti menganalisis masalah, mencari solusi, dan mengambil keputusan secara logis. Selain itu, pembelajaran berbasis STEM berkontribusi dalam menumbuhkan kreativitas, sikap ilmiah, serta kemampuan beradaptasi terhadap perkembangan teknologi dan tantangan global, sehingga siswa tidak hanya memahami teori, tetapi juga memiliki kesiapan menghadapi permasalahan nyata di masa depan.

Tujuan dan karakteristik pembelajaran berbasis STEM adalah untuk memfasilitasi siswa dalam mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu seperti sains, teknologi, rekayasa, dan matematika agar mereka mampu memahami konsep secara utuh dan menghubungkannya dengan situasi nyata dalam kehidupan sehari-hari. Pendekatan ini mendorong siswa untuk berpikir kritis, kreatif, serta mengembangkan keterampilan pemecahan masalah melalui proses belajar yang bersifat kontekstual dan interdisipliner, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan relevan dengan kebutuhan abad ke-21 (Muttaqiin, 2023). Selain hal tersebut, pembelajaran berbasis STEM memiliki karakteristik yang menekankan keterlibatan aktif siswa dalam kegiatan pembelajaran, seperti merancang solusi, melakukan eksplorasi, dan menerapkan pengetahuan dalam proyek atau tugas nyata. Aktivitas tersebut tidak hanya berorientasi pada penguasaan konten, tetapi juga pada proses berpikir dan kerja sama antarsiswa, sehingga keterampilan

kolaborasi, komunikasi, dan penalaran ilmiah dapat berkembang secara bersamaan (Hoerunnisa, Purnamasari, & Rahmaniar, 2025).

Berdasarkan hal tersebut, pembelajaran berbasis STEM dapat dipahami sebagai pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan disiplin ilmu secara sistematis, menekankan keterampilan berpikir tingkat tinggi, serta menyiapkan siswa untuk menghadapi tantangan dunia nyata melalui pengalaman belajar yang aktif, kontekstual, dan aplikatif. Pendekatan ini juga mendorong siswa untuk mengembangkan kreativitas, kemampuan kolaborasi, dan keterampilan komunikasi, sehingga mereka tidak hanya menguasai konsep akademik, tetapi juga siap menerapkan pengetahuan secara praktis dalam berbagai situasi kehidupan sehari-hari. Selain itu, pembelajaran STEM membiasakan siswa untuk menganalisis masalah secara kritis, mencari solusi yang logis, serta mengevaluasi hasilnya, sehingga proses belajar menjadi lebih bermakna dan relevan dengan kebutuhan abad ke-21.

Pembelajaran berbasis STEM berperan penting dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa. Dengan mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika, siswa dituntut untuk menganalisis masalah, mengevaluasi alternatif solusi, dan mengambil keputusan berdasarkan logika dan bukti (Muttaqiin, 2023). Kegiatan berbasis proyek dan eksplorasi dalam STEM juga melatih siswa mempertanyakan asumsi, mengidentifikasi pola, serta menyusun kesimpulan yang akurat (Hoerunnisa, Purnamasari, & Rahmaniar, 2025). Dengan demikian, STEM membantu siswa tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mengasah kemampuan berpikir kritis untuk menghadapi masalah nyata.

2.1.5 Keterampilan Berpikir Kritis

Secara umum, berpikir kritis dapat dipahami sebagai kemampuan intelektual yang memungkinkan seseorang untuk menganalisis, mengevaluasi, dan menilai informasi, ide, atau permasalahan secara logis dan sistematis sebelum mengambil keputusan atau menarik kesimpulan. Kemampuan ini tidak hanya menuntut penguasaan pengetahuan, tetapi juga keterampilan untuk membedakan fakta dari opini, menilai relevansi bukti, serta mempertimbangkan berbagai sudut pandang yang mungkin berbeda. Menurut Purwati *et al.* (2023), berpikir kritis melibatkan proses reflektif dan rasional dalam memecahkan masalah akademik, di mana

individu secara aktif mengevaluasi argumen dan mengembangkan strategi pemecahan masalah yang tepat berdasarkan bukti yang tersedia. Sementara itu, Elfiandi Rizaldi, Nisvi, dan Puji (2023) menekankan bahwa berpikir kritis juga mencakup kemampuan untuk menghubungkan informasi dari berbagai sumber, menilai keabsahan dan keandalan data, serta membuat penilaian yang obyektif sehingga keputusan yang diambil bersifat logis dan dapat dipertanggungjawabkan. Beberapa ahli pendidikan menambahkan bahwa berpikir kritis bukan sekadar menerima informasi secara pasif, tetapi melibatkan keterlibatan aktif individu dalam meninjau, mengevaluasi, dan merefleksikan ide-ide serta argumen yang disajikan, sehingga proses berpikir menjadi lebih mendalam, sistematis, dan terstruktur.

Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa berpikir kritis merupakan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang bersifat analitis, reflektif, evaluatif, dan rasional, yang tidak hanya membantu seseorang memahami informasi atau situasi yang kompleks, tetapi juga membimbing individu untuk menghasilkan keputusan dan solusi yang tepat, logis, serta relevan dengan konteks kehidupan nyata, sehingga keterampilan ini menjadi sangat penting dalam proses pembelajaran maupun dalam menghadapi tantangan sehari-hari di masyarakat modern.

Indikator Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMP yaitu: Berdasarkan penelitian Musahrain, Ainurrahmi, Ferniawan, & Ainun Sabrina (2024), keterampilan berpikir kritis siswa SMP dapat diukur melalui beberapa indikator, yaitu:

1. **Interpretasi**
   Kemampuan siswa untuk memahami, menjelaskan, dan menguraikan informasi atau data yang diberikan. Contoh: Menjelaskan makna grafik, teks, atau fenomena yang diamati.
2. **Analisis**
   Kemampuan memecah masalah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil untuk memahami hubungan antar bagian dan struktur permasalahan. Contoh: Mengidentifikasi faktor penyebab suatu fenomena atau hubungan antar konsep IPA.
3. **Menyimpulkan (Inference)**
   Kemampuan menarik kesimpulan dari informasi atau bukti yang tersedia secara logis. Contoh: Menyimpulkan hasil percobaan berdasarkan data yang diamati.

4. **Evaluasi**
   Kemampuan menilai relevansi, kualitas, serta kebenaran informasi atau argumen secara objektif. Contoh: Menilai validitas sebuah kesimpulan atau metode yang digunakan dalam percobaan.
5. **Penjelasan (Explanation)**
   Kemampuan menjelaskan alasan, prosedur, dan bukti yang mendukung kesimpulan yang diambil. Contoh: Menyampaikan alasan logis di balik kesimpulan suatu percobaan IPA. Maka dari itu, indikator-indikator tersebut menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa SMP tidak hanya mencakup kemampuan memahami dan menganalisis informasi, tetapi juga menuntut siswa untuk aktif mengevaluasi, menyimpulkan, dan menjelaskan alasan di balik setiap keputusan atau kesimpulan yang mereka buat. Dengan kata lain, penguasaan seluruh indikator ini memungkinkan siswa untuk berpikir secara analitis, logis, dan reflektif, sehingga mereka mampu menghadapi masalah atau situasi baru dengan cara yang terstruktur dan objektif, serta dapat mengaitkan pengetahuan yang diperoleh dengan konteks kehidupan nyata.

2.1.6 Pentingnya Berpikir Kritis dalam Pembelajaran IPA

Berpikir kritis memiliki peran yang sangat penting dalam pembelajaran IPA karena membantu siswa untuk menganalisis fenomena ilmiah, mengevaluasi informasi, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti yang ada. Dengan keterampilan berpikir kritis, siswa tidak sekadar menerima fakta atau konsep secara pasif, tetapi diajak untuk mengamati, menanyakan, dan menilai fenomena secara logis, sehingga pemahaman terhadap konsep ilmiah menjadi lebih mendalam dan bermakna (Purwati *et al.*, 2022). Selain itu, berpikir kritis juga mendukung siswa dalam mengembangkan keterampilan pemecahan masalah. Misalnya, saat melakukan percobaan atau praktikum IPA, siswa dapat mengidentifikasi variabel, menganalisis hasil percobaan, serta membuat penilaian yang objektif terhadap data yang diperoleh. Hal ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep, tetapi juga menumbuhkan kemampuan ilmiah dan rasa ingin tahu, yang merupakan kompetensi penting dalam menghadapi tantangan abad ke-21 (Elfiandi Rizaldi, Nisvi, & Puji, 2023). Maka dari itu, pembelajaran IPA yang efektif sebaiknya mengintegrasikan kegiatan yang

menstimulasi berpikir kritis, sehingga siswa tidak hanya memahami teori, tetapi juga mampu menerapkan pengetahuan dalam konteks nyata, membuat keputusan yang logis, dan menyelesaikan masalah secara sistematis.

2.1.7 Hubungan Penggunaan Media AR Berbasis STEM dengan Keterampilan Berpikir Kritis

Augmented Reality (AR) yang dikombinasikan dengan pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) memungkinkan pembelajaran menjadi interaktif, kontekstual, dan berbasis masalah, sehingga siswa tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga aktif mengeksplorasi dan menganalisis fenomena yang dipelajari. Menurut Vari (2022), media AR memberikan pengalaman visual tiga dimensi yang dapat diamati dari berbagai sudut, memungkinkan siswa membandingkan, memprediksi, dan menilai informasi secara langsung, yang merupakan komponen penting dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis.

Dengan penerapan pendekatan STEM, siswa dilatih untuk mengintegrasikan ilmu pengetahuan, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam menyelesaikan masalah nyata. Kombinasi AR dan STEM mendorong siswa untuk:

1. Mengidentifikasi masalah atau fenomena melalui visualisasi interaktif yang nyata (Vari, 2022),
2. Menganalisis hubungan antar konsep yang dipresentasikan dalam bentuk objek 3D interaktif (Ghifari, Rienovita, & Amelia, 2025),
3. Menarik kesimpulan berdasarkan bukti yang diperoleh dari eksplorasi AR (Ghifari, Rienovita, & Amelia, 2025),
4. Mengevaluasi solusi dan membuat keputusan berdasarkan observasi dan data yang diperoleh selama pembelajaran (Citra, Suwangsih, & Mustikaati, 2025).

Dengan demikian, interaksi antara AR sebagai media visual-interaktif dan kerangka STEM menciptakan lingkungan belajar yang mendorong berpikir kritis, karena siswa dituntut untuk menafsirkan informasi, menilai bukti, serta membuat keputusan yang logis dan berbasis data. Maka dari itu, penggunaan media AR berbasis STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, karena mereka terlibat dalam proses belajar yang aktif, reflektif, dan evaluatif, bukan hanya sekadar menerima informasi secara pasif. Pendekatan ini

menekankan hubungan antara teori dan praktik, serta memungkinkan siswa mengembangkan strategi pemecahan masalah yang logis dan sistematis, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan aplikatif.

2.1.8 Hubungan AR + STEM dengan Kemampuan Analisis Siswa

Alur hubungan antara penggunaan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) yang dikombinasikan dengan pendekatan STEM terhadap kemampuan analisis dan berpikir kritis siswa. Media AR menyajikan materi secara visual-interaktif dan tiga dimensi, sehingga siswa dapat mengamati, memanipulasi, dan mengeksplorasi objek atau fenomena yang dipelajari secara langsung. Pendekatan STEM memberikan kerangka berpikir terpadu yang mendorong siswa untuk mengintegrasikan konsep ilmu pengetahuan, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam memecahkan masalah nyata. Melalui interaksi aktif ini, siswa terlibat dalam proses identifikasi masalah, analisis hubungan antar konsep, evaluasi data, dan pengambilan keputusan yang logis, sehingga keterampilan berpikir kritis dan kemampuan analisis meningkat secara signifikan. Dengan demikian, kombinasi AR dan STEM tidak hanya mempermudah pemahaman konsep, tetapi juga membentuk siswa yang mampu menghubungkan teori dengan praktik, menyelesaikan masalah secara sistematis, dan berpikir reflektif.

2.2 Penelitian Terdahulu

No	Nama, Tahun, dan Judul Penelitian	Link artikel OJS, Nama Jurnal/ Skripsi/Tesis, Nama PT	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil/ Kesimpulan	Persamaan	Perbedaan
1.	Awy, et all (2025) — **Pembelajaran sistem peredaran darah manusia dengan media assemblr edu tingkat smp**	https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://jurnal.mediaakademik.com/index.php/jma/article/download/3648/2835/10366&ved=2ahUKEwjEuJKAr5aSAxV7-TgGHX2RHCQQFnoECBwQAQ&usg=AOvVaw2TNSN32-yt-b4Hkv5EZjqE	untuk mengevaluasi keberhasilan penerapan *Augmented Reality* (AR) yang menggunakan platform *Assemblr* EDU dalam proses belajar, terutama untuk topik sistem peredaran darah manusia pada tingkat pendidikan dasar sampai menengah	Studi literatur / tinjauan naratif	bahwa AR lewat *Assemblr* EDU dapat meningkatkan ketertarikan, dorongan belajar, penguasaan materi, serta kemampuan berpikir kritis dan kreatif para pelajar	Fokus pada Augmented Reality (AR)	Metode kualitatif (studi literatur), tidak ada eksperimen langsung.
2.	Kharismadika Kumalasari1, Farida	https://www.researchgate.net/publication/359241405_Pengemba	Untuk mengetahui kevalidan Media	Model yang digunakan yaitu model 4D	Hasil yang diperoleh dari ahli	Fokus pada media penge	Pengembangan dan menggunakan media

	Nurlaila Zunaidah2 (2021) **— Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Peredaran Darah Manusia Berbasis Multimedia Interaktif**	ngan Media Pembelajaran Sistem Peredaran Darah Manusia Berbasis Multimedia Interaktif Jurnal: urnal Biologi dan Pembelajarannya Vol. 8, No. 2 (2021), Hal. 84 – 90	pembelajaran Berbasis Multimedia Interaktif pada Materi Peredaran Darah Manusia pada Kelas V SDN Pucangsimo	yang dikembangkan oleh Thiagarajan	materi sebanyak 37 dari skor maksimal sebanyak 40 dengan presentase skor sebanyak 92,5%. Kemudian, respon siswa diperoleh presentase hasil sebanyak 86,6%. Diperoleh hasil 94% dari angket kepraktisan guru. Hasil uji-t menunjukkan t_hitung = 367,5 dan t_tabel = 47,14	mbangan	penggunaan tersebut
3.	Yaumi1, Miftahur	https://journal.unesa.ac.id	untuk menganalisi	pendekatan kualitatif	bahwa penerapa	Fokus pada	Metode kualitatif

	Rohmah (2024) **— application of augmented reality in learning the circulatory system: systematic literature review**	/index.php/jppipa/article/view/34861?articlesBySimilarityPage=3 Jurnal: JPPIPA (Jurnal Penelitian Pendidikan IPA), 2024, Vol. 9 No. 2, 73-77	s penelitian terdahulu mengenai penerapan Augmented Reality (AR) dalam pembelajaran sistem peredaran darah	dan jenis penelitian kepustakaan.	n Augmented Reality (AR) memberikan manfaat positif dalam penerapan media pembelajaran sistem peredaran darah,	media AR	(studi literatur), tidak ada eksperimen langsung.

2.3 Kerangka Konseptual

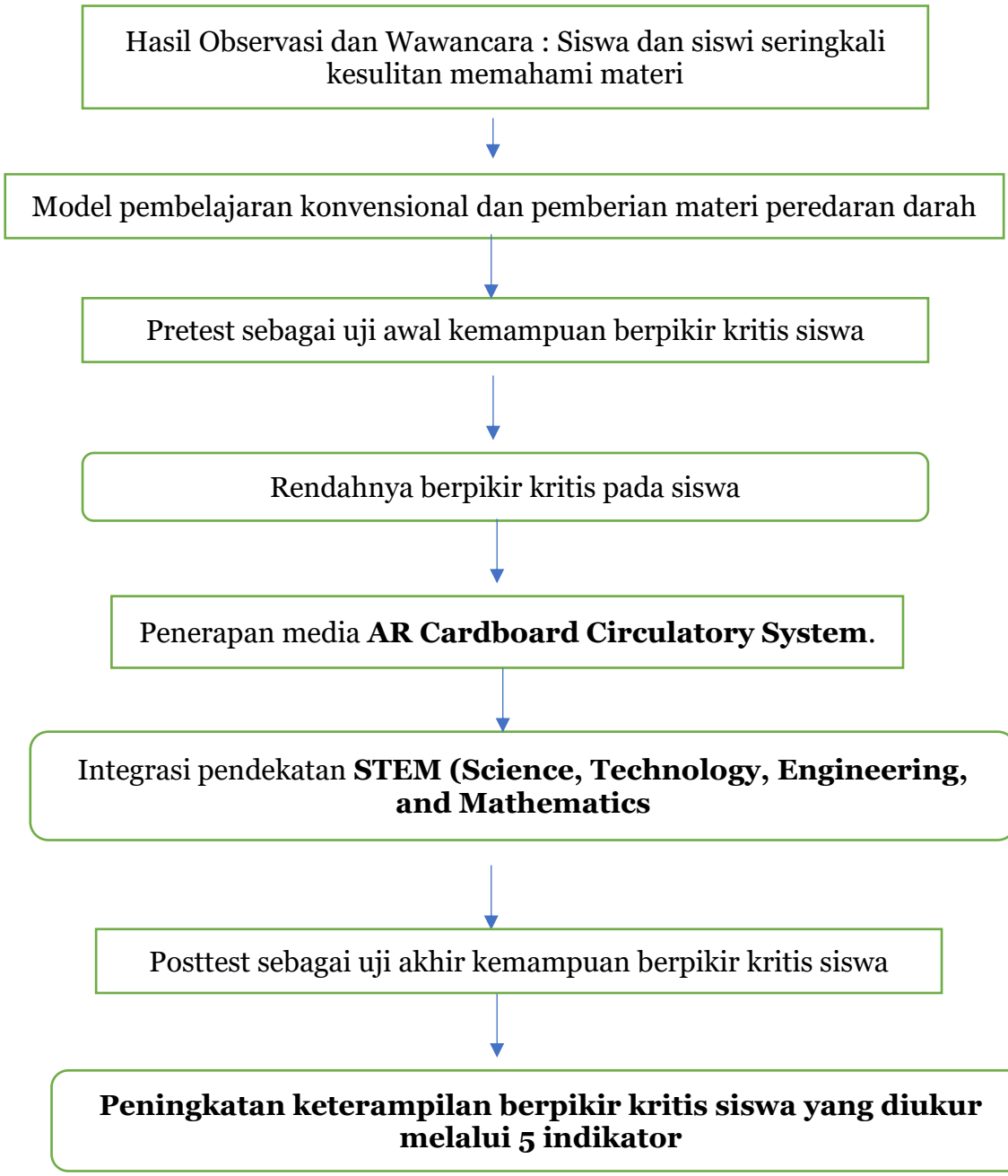


Diagram ini menunjukkan alur penelitian yang komprehensif, menggabungkan data kualitatif (wawancara & observasi) dengan data kuantitatif (pre-test & post-test) untuk mendapatkan gambaran yang lengkap tentang pengaruh media AR Cardboard Circulatory System terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Berdasarkan integrasi teori dan konsep di atas, kerangka konseptual penelitian ini menegaskan bahwa media AR Cardboard Circulatory System, yang diterapkan secara autentik pada materi sistem peredaran darah akan menciptakan situasi pembelajaran yang secara sistematis melatih dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VIII SMP Bambusalam Rogojampi Banyuwangi. Peningkatan ini akan terlihat pada semua indikator berpikir kritis dan dapat diukur melalui perbandingan skor pre-test dan post-test.

2.4 Hipotesis

Ho : Tidak ditemukan perbedaan yang berarti dalam peningkatan kemampuan berpikir kritis antara siswa yang mengikuti pembelajaran dengan media media AR Cardboard Circulatory dan siswa yang belajar menggunakan model pembelajaran konvensional.

Ha : Terdapat perbedaan yang bermakna dalam peningkatan kemampuan berpikir kritis antara siswa yang mendapatkan pembelajaran dengan media AR Cardboard Circulatory dan siswa yang belajar melalui model konvensional.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif melalui metode quasi-eksperimen, yang sesuai untuk kondisi riil di sekolah dimana peneliti tidak dapat melakukan penempatan peserta secara acak sempurna. Kelas yang telah terbentuk digunakan sebagai kelompok eksperimen dan kontrol. Fungsi utama pretest adalah untuk memetakan kemampuan awal peserta didik terkait materi serta, yang krusial, untuk memeriksa kesetaraan kondisi awal antara kedua kelompok sebelum intervensi diberikan. Hal ini penting dalam desain quasi-eksperimen untuk memastikan bahwa perbedaan hasil akhir (posttest) dapat lebih diyakini berasal dari perlakuan, bukan dari perbedaan kemampuan awal yang sudah ada. Dengan demikian, pretest menjadi dasar untuk menganalisis efektivitas perlakuan yang diujikan (Sugiono, 2016).

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester ganjil, yaitu pada bulan januari-februari. Waktu awal dilaksanakan pretest pada pertengahan bulan januari, kemudian dilanjutkan pemberian Media Augmented Reality (AR) Cardboard Circulatory selama 3 kali treatment dan postest diberikan pada bulan Februari. Tempat yang menjadi lokasi pelaksanaan penelitian ini adalah SMP Babussalam Blimbingsari Banyuwangi. Sekolah ini dipilih sebagai lokasi penelitian karena telah menerapkan pembelajaran IPA sesuai dengan jenjang yang diteliti serta memiliki peserta didik yang sesuai dengan karakteristik sampel penelitian. Selain itu, berdasarkan hasil observasi awal, proses pembelajaran pada materi sistem peredaran darah masih didominasi penggunaan media pembelajaran konvensional sehingga diperlukan inovasi media pembelajaran untuk membantu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Pertimbangan lainnya adalah pihak sekolah memberikan izin dan mendukung pelaksanaan penelitian sehingga proses pengumpulan data dapat dilakukan dengan baik.

3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

1. Populasi

Populasi adalah keseluruhan subjek, objek, atau fenomena yang memiliki karakteristik spesifik dan relevan dengan permasalahan penelitian (Asrulla dkk., 2023). Populasi merupakan keseluruhan objek atau subjek penelitian yang memiliki karakteristik dan kualitas khusus yang telah ditentukan oleh peneliti. Kelompok ini dipelajari untuk kemudian diambil simpulannya, sehingga dapat menjadi dasar pengumpulan data dalam suatu penelitian (Taufik Hidayat, 2024). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VIII A di Babussalam Blimbingsari Banyuwangi, karena pada populasi ini, tidak ada kriteria dikarenakan di SMP ini hanya terdapat satu kel

2. Sempel

Sampel merupakan bagian dari populasi yang diambil untuk diteliti. Sebagai wakil populasi, sampel mencerminkan karakteristik dan jumlah populasi secara keseluruhan, sehingga dapat dijadikan sumber data penelitian yang representatif (Asrulla dkk., 2023). Sampel pada penelitian ini adalah kelas kelas VIII A di Babussalam Blimbingsari Banyuwangi, karena pada sampel ini tidak ada kriteria apapun, sehingga hanya menggunakan satu kelas saja.

3.4 Teknik Pengumpulan Sampel

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini adalah menggunakan teknik purposive sampling. Purposive sampling adalah teknik pengambilan sampel di mana peneliti secara subjektif dari populasi berdasarkan kriteria penelitian yang spesifik. Teknik ini berlandaskan pertimbangan bahwa sampel yang terpilih sudah sesuai dengan tujuan penelitian dan mampu memberikan informasi yang mendalam sesuai dengan tujuan penelitian (Asrulla dkk., 2023)**.** Dalam hal ini berdasarkan observasi dengan pertimbangan cuma ada satu sehingga kelas tersebut di jadikan sampel penelitian.

3.5 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah karakteristik, sifat, atau ukuran yang melekat pada individu, objek, atau aktivitas tertentu, yang memiliki keragaman nilai dan sengaja ditentukan oleh peneliti untuk dikaji serta ditarik kesimpulannya (Sugiono, 2016). Variabael pada penelitian ini

terdiri dari dua variabel yaitu variabel bebas (Independent) dan variabel terikat (Dependent).

1. Variabel Bebas (Independen 1)

Variabel Independent dalam penelitian ini adalah penggunaan Media Augmented Reality (AR) Cardboard Circulatory. Variabel ini diduga memberikan pengaruh terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

2. Variabel Terikat (Dependent)

Kemampuan berpikir kritis peserta didik (Y) menjadi variabel terikat dalam penelitian ini. Variabel ini diduga akan mengalami perubahan sebagai akibat dari penerapan Media Augmented Reality (AR) Cardboard Circulatory

3.6 Uji Validitas, Reliabiltas, dan Normalitas

Instrumen penelitian yang dikembangkan terlebih dahulu melalui proses uji coba guna memastikan kelayakannya sebelum diterapkan di kelas eksperimen dan kontrol. Uji coba ini menggunakan 5 butir soal esai yang diberikan kepada siswa kelas VIII A di Babussalam Blimbingsari Banyuwangi. Pemilihan sampel uji coba ini didasarkan pada pertimbangan bahwa materi peredaran darah belum diajarkan kepada siswa kelas VIII, sehingga mereka dapat mewakili kondisi awal yang sesuai. Data dari uji coba tersebut kemudian dianalisis dengan program SPSS untuk menguji validitas, reliabilitas, dan tingkat kesukaran soalnya. Penjelasan lebih rinci mengenai hasil analisis tersebut telah disampaikan sebelumnya.

3.6.1 Uji Validitas

Uji validitas merupakan suatu indeks yang mengindikasikan tingkat ketepatan suatu instrumen dalam mengukur konstruk atau variabel yang menjadi tujuan pengukurannya. Dalam konteks penelitian ini, validitas dimaknai sebagai kesesuaian isi alat ukur dengan tujuan pengukuran, khususnya terkait setiap butir soal yang dirancang untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam. Untuk memperoleh gambaran mengenai validitas setiap butir soal, peneliti melakukan analisis dengan memanfaatkan program SPSS guna mengolah data hasil uji coba instrumen yang telah diberikan kepada responden.

1. **Validitas isi (Content Validity)**
   Validitas isi merupakan elemen dari validitas internal yang bertujuan untuk menjamin bahwa butir-butir dalam angket telah selaras dengan tujuan penelitian berdasarkan penilaian pakar. Dalam mengukur persepsi mahasiswa, peneliti melibatkan tiga orang ahli guna memperoleh standar acuan yang lebih fleksibel (Hendryadi, 2017). Meski terdapat berbagai metode penentuan validitas seperti koefisien Aiken's V, Lawshe's CVR, dan *Kappa Statistic*, penelitian ini menerapkan metode *Content Validity Index* (CVI) yang merupakan pendekatan paling populer dalam satu dekade terakhir (Hendryadi, 2017). Pakar yang ditunjuk harus memiliki kompetensi yang relevan dengan topik penelitian, dengan jumlah antara 3 hingga 10 orang (Lynn, 1986). Namun, untuk mendapatkan nilai CVI dengan standar yang lebih longgar, disarankan melibatkan minimal enam ahli (Hendryadi, 2017). Proses penilaian menggunakan skala ordinal 1 sampai 4 untuk mengeliminasi kecenderungan responden memilih nilai tengah atau netral. Kriteria penilaian yang digunakan meliputi: 1 (tidak relevan), 2 (kurang relevan), 3 (agak relevan), dan 4 (sangat relevan) (Yusoff, 2019). Data tersebut kemudian dikonversi menjadi nilai dikotomi (0 dan 1) untuk dianalisis melalui pendekatan CVI. Dalam hal ini, skor 1 dan 2 dikategorikan sebagai tidak layak (nilai 0), sementara skor 3 dan 4 dikategorikan sebagai layak (nilai 1) (Denis F Polit & Bec, 2006).

2. **Validitas Konstruk (Construct Validity)**
   Pengujian validitas instrumen dengan pendekatan CVI dapat dilakukan dengan menghitung dua jenis nilai yaitu validitas isi item individual (i-CVI) dan validitas isi dari skala keseluruhan (s-CVI). Instrumen penelitian dikatakan relevan jika memiliki nilai i-CVI minimal adalah 0,83 (Lynn, 1986; Denise F Polit et al., 2007). Selain itu, peneliti lain menyebutkan bahwa sebuah instrument penelitian mempunyai validitas sagat tinggi jika nilai i-CVI antara 0,800 – 1,00 (Guilford & Fruchter, 1978). Terdapat enam langkah dalam prosedur pengujian validitas isi. Langkah tersebut yaitu: (1) mempersiapkan lembar validasi isi, (2) memilih ahli, (3) melakukan validasi isi, (4) meninjau domain setiap item, (5) memberikan skor pada setiap item, dan (6) menghitung CVI (Yusoff, 2019). Berikut ini adalah penjabaran dari keenam langkah

tersebut. Mempersiapkan lembar validasi isi. Lembar validasi isi dibuat dengan tujuan mempermudah para ahli memahami tugas yang harus dilakukan. Skala penilaian lembar validasi isi merupakan skala ordinal empat kriteria.

3.6.2 Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas merupakan suatu prosedur evaluasi yang berfungsi sebagai indeks untuk menentukan sejauh mana sebuah alat ukur memiliki tingkat kepercayaan dan keandalan yang tinggi. Dalam konteks penelitian kuantitatif, sebuah instrumen penelitian diklasifikasikan sebagai instrumen yang reliabel apabila mampu menghasilkan data yang konsisten, cermat, dan akurat, meskipun pengukurannya dilakukan secara berulang pada waktu atau kelompok yang berbeda. Hal ini krusial untuk memastikan bahwa variansi skor yang diperoleh benar-benar mencerminkan perbedaan karakteristik subjek, bukan disebabkan oleh kesalahan pengukuran.Dalam penelitian ini, proses pengujian reliabilitas dilakukan secara komputasi menggunakan perangkat lunak SPSS. Uji realiabilitas dilakukan dengan menerapkan analisis langsung, suatu instrumen penelitian dinyatakan memenuhi syarat reliabilitas yang baik apabila nilai Cronbach's Alpha yang dihasilkan lebih besar dari 0,7 (>0,7). Jika angka tersebut tercapai, maka instrumen dianggap memiliki stabilitas yang memadai untuk digunakan sebagai alat pengumpul data yang valid dalam tahap penelitian selanjutnya.

3.6.3 Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan prosedur statistik krusial yang berfungsi untuk menentukan apakah distribusi data sampel yang dikumpulkan mengikuti pola distribusi normal. Data hasil penelitian dikatakan berdistribusi normal jika nilai p.value dari hasil uji normalitas menunjukkan nilai lebih kecil dari 0,05 (p>0,05). Apabila data telah diuji berdistribusi normal, maka dapat dilakukan uji siginifikan menggunakan uji statistik parametrik (paired sample t-test). Sebaliknya, apabila data tidak berdistribusi normal, maka perlu dilakukan uji statistik non-parametrik. Data dikatakan tidak berdistribusi normal jika nilai p-value hasil uji normalitas lebih besar dari 0,05 (p<0,05).

3.7 Data dan Sumber Data

3.7.1 Data Penelitian

Data penelitian ini berupa data kuantitatif dan data kualitatif yang diperoleh selama proses pelaksanaan pembelajaran menggunakan Media Augmented Reality (AR) Cardboard Circulatory .

1. Data Kuantitatif

Data kuantitatif diperoleh dari hasil pengukuran kemampuan dan hasil belajar peserta didik, yang meliputi:

a. Nilai pretest dan posttest berbasis hots asil belajar siswa pada materi sistem peredaran darah.

b. Skor kemampuan berpikir kritis siswa yang diukur melalui instrumen tes atau lembar penilaian yang telah divalidasi.

c. Skor hasil penilaian Media Augmented Reality (AR) Cardboard Circulatory.

2. Data Kualitatif

Data kualitatif digunakan sebagai data pendukung untuk memperkuat hasil penelitian kuantitatif, yang meliputi:

a. Aktivitas dan keterlibatan siswa selama proses pembelajaran berlangsung.

b. Respons siswa terhadap Media Augmented Reality (AR) Cardboard Circulatory.

c. Hasil observasi terhadap pelaksanaan pembelajaran oleh guru.

3.7. 2 Sumber Data Penelitian

Sumber data dalam penelitian ini terdiri atas sumber data primer dan sumber data sekunder, sebagai berikut:

1. **Sumber Data Primer**

Sumber data primer diperoleh secara langsung dari subjek penelitian, yaitu:

a. Peserta didik kelas VIII A di Babussalam Blimbingsari Banyuwangi, sebagai kelas eksperimen dan kontrol.

b. Guru mata pelajaran IPA yang terlibat dalam pelaksanaan pembelajaran.

c. Data primer dikumpulkan melalui tes hasil belajar, tes kemampuan berpikir kreatif dan kritis, lembar observasi, dan penilaian proyek.

2. **Sumber Data Sekunder**

Sumber data sekunder diperoleh dari berbagai dokumen dan referensi pendukung, antara lain:

a. Silabus dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).
b. Dokumen nilai siswa dan daftar peserta didik.
c. Buku teks pelajaran IPA materi sistem peredaran darah.
d. Jurnal ilmiah, artikel, dan sumber pustaka lain yang relevan dengan Media Augmented Reality (AR) Cardboard Circulatory dan kemampuan berpikir kritis.

3.8. Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data dalam penelitian ini maka penulis menggunakan teknik bebagai berikut:

1. Tes

Tes adalah alat untuk memperoleh informasi, bisa berupa pertanyaan yang dibuat untuk dijawab siswa dengan syarat tertentu.Tes merupakan instrumen pengukur yang efektif bagi guru untuk menilai kuantitas dan kualitas pembelajaran. Alat ini terutama digunakan untuk mengevaluasi hasil belajar siswa, khususnya dalam aspek kognitif (Suwarto & Musa, 2022). Instrumen tes dibagi menjadi dua jenis utama, yaitu tes objektif dan tes subjektif. Tes objektif merupakan bentuk tes yang penilaiannya dilakukan dengan sistem skor biner, di mana jawaban benar memperoleh nilai 1 dan jawaban salah memperoleh nilai 0. Contoh dari tes objektif antara lain soal pilihan ganda dan benar-salah. Sementara itu, tes subjektif adalah tes berbentuk uraian yang dinilai menggunakan skala penilaian, dengan contoh seperti esai atau jawaban terbuka (Magdalena dkk., 2021).

Tujuan tes untuk mengetahui kemampuan siswa dan bisa dipakai sebagai pengukuran dasar obyektif, dan sekaligus pula dapat menjadi dasar yang kuat untuk mengambil keputusan dalam pendidikan (Dewi Susilawati, 2018). Tes dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pretest dan posttest. Pretest atau tes awal diberikan sebelum materi pembelajaran dimulai. Tujuannya adalah untuk mengukur sejauh mana peserta didik telah menguasai materi yang akan diajarkan. Soal-soal yang disajikan dalam tes ini harus relevan dan sesuai dengan topik pembelajaran yang akan disampaikan, sedangkan posttest atau tes akhir merupakan kebalikannya pretest yaitu, Tes akhir yang dilaksanakan setelah proses pembelajaran

selesai guna mengukur tingkat pemahaman siswa terhadap materi yang telah diajarkan, termasuk pokok-pokok penting di dalamnya. Soal-soal yang diberikan harus sesuai dengan materi pembelajaran sebelumnya. Tujuan pelaksanaan tes ini adalah agar guru dapat membandingkan hasil antara pre-test dan post-test untuk menilai perkembangan pemahaman siswa. Jika hasil post-test menunjukkan peningkatan pemahaman siswa dibandingkan dengan pre-test, maka program pengajaran dapat dianggap berhasil (Magdalena dkk., 2021).

2. Observasi

Observasi atau pengamatan adalah metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara menyaksikan dan mencatat secara langsung suatu aktivitas yang sedang terjadi. Observasi dalam penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan data terkait aktivitas guru dan siswa selama proses pembelajaran yang menerapkan Media Augmented Reality (AR) Cardboard Circulatory guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Data aktivitas guru dan siswa tersebut kemudian diukur menggunakan skala bertingkat dan dianalisis dengan teknik persentase.

3. Wawancara

Wawancara merupakan suatu bentuk komunikasi yang melibatkan dua pihak atau lebih, umumnya dilakukan secara tatap muka, di mana salah satu pihak bertindak sebagai pewawancara dan pihak lain sebagai narasumber. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk memperoleh informasi atau mengumpulkan data yang dibutuhkan (Fadhallah, 2021). Wawancara dalam penelitian ini digunakan pada studi pendahuluan dan pada saat pelaksanaan untuk memperoleh data secara lisan dari guru kelas VIII A di Babussalam Blimbingsari Banyuwangi.

4. Dokumentasi

Metode dokumentasi bertujuan untuk mengumpulkan data primer langsung dari lokasi penelitian. Data yang dikumpulkan mencakup berbagai sumber, seperti buku-buku relevan, peraturan, laporan kegiatan, foto, serta dokumen lain yang terkait dengan fokus penelitian (Taufik Hidayat, 2024). Dokumentasi peneliti peroleh dari pihak- pihak terkait, untuk mengetahui sejarah

sekolah, keadaan guru dan siswa, sarana dan prasarana, foto-foto proses belajar siswa yang ada kelas VIII A di Babussalam Blimbingsari Banyuwangi. Serta data hasil belajar siswa yang peneliti peroleh dari guru kelas VIII.

3.9) Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan teknik analisis statistik komparatif dengan membandingkan skor hasil post-test antara kelompok eksperimen yang menerapkan perlakuan pembelajaran berbasis proyek dan kelompok kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional.

3.9.1) Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan prosedur statistik yang dilakukan untuk menguji apakah suatu data sampel mengikuti sebaran distribusi normal atau tidak. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk menguji normalitas data adalah uji chi-kuadrat.

3.9.3) Uji T

Uji t (t-test) adalah teknik statistik inferensial parametrik yang digunakan untuk menguji apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata dua kelompok atau antara dua kondisi pengukuran pada kelompok yang sama. Uji ini digunakan ketika data berskala interval/rasio dan memenuhi asumsi normalitas serta homogenitas varians. Digunakan untuk membandingkan rata-rata kemampuan berpikir kritis.

Kriteria pengambilan keputusan:

1. Apabila to tt maka Ho ditolak, artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan berpikir kritis siswa kelas eksperimen dengan kemampuan berpikir kritis siswa kelas kontrol.
2. Apabila to tt maka Ho diterima, artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan berpikir kritis siswa kelas eksperimen dengan kemampuan berpikir kritis siswa kelas kontrol.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAAN

4.1 Gambaran Data Lapangan

SMP Babussalam yang berlokasikan di Dusun Krajan RT 04 RW 03 Desa Blimbingsari kecamatan Blimbengsari Kabupaten Banyuwangi. Berdiri pada tahu 2023 yang di prakarsai oleh Masyarakat dan Yayasan Babussalam . Mengingat semakin berkembangnya pendidikan yang sudah ada di yayasan Babussalam antara lain ada TK ,TPQ dan MADIN Babussalam, alasan lain belum adanya pendidikan formal tingkat sekolah pertama di Desa Blimbingsari keinginan untuk mendekatkan lokasi sekolah tingkat sekolah pertama bagi masyarakat yang kurang mampu di karena keterbatasan kendaraan sebagai alat transportasi mereka, maka pada bulan Agustus 2022 dibentuklah panitia pendirian SMP yang terdiri dari masyarakat dan yayasan Babussalam dan sekaligus diurus untuk perizinannya , Alhamdulillah izin operasional SMP terbit pada 6 Juni 2023 dan NPSN terbit pada 8 Agustus 2023 .SMP Babussalam resmi dibuka pada tahun ajaran 2023-2024 pada bulan mei 2023 dan saat itu yang menjabat sebagai Kepala Sekolah Ibu Hj Nur Fitriyah,S.Ag. dengan guru pengajar dan tenaga kependidikan sebanyak 12 guru.

Adapun gedung yang dipergunakan belajar mengajar untuk sementara menempati gedung TPQ dan MADIN Babussalam ya'ni gedung bersama yayasan Babussalam.walaupun lokasi SMP sudah ada dan masih dalam pelaksanaan pembangunan.sedangkan pembelajaran untuk kurikulumnya dikombinasi dengan pelajaran Diniyyay adapun pembiasaan pagi pada jam 6.30 ngaji dan sholat Dhuha pada jam 7-8 pelajaran Diniyyah dilanjutkan dengan pembelajaran kurikulum SMP sampai jam 13.00. Pada tahun kedua pada tanggal 11 Januari SMP Babussalam terpilih sebagai sekolah yang terjaring akreditasi /visitasi dari badan akreditasi Nasional,dengan usaha dan kerja sama semua pihak terutama yayasan dan guru dan walaupun dengan keterbatasan yang dimiliki oleh sekolah dengan semangat dan kerja keras.SMP Babussalam mendapatkan predikat A yang dinyatakan oleh Badan akreditasi Nasional. Pada tanggal 2 Januari 2026 dilaksanakan pergantian kepala sekolah dari Hj Fitriyah di gantikan BP Mahdi, S.Pd dengan tujuan pembaruan semangat,Inovasi menuju sekolah yang lebih baik dalam memberikan pelayanan pada peserta didik dan pada masyarakat.

lembaga ini didukung oleh 12 orang Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PTK) untuk memfasilitasi kegiatan belajar mengajar. Pada aspek kepesertaan didik, SMP Babussalam tercatat memiliki total 45 siswa, yang terdiri dari 17 siswa laki-laki dan 27 siswi perempuan. Seluruh peserta didik tersebut didistribusikan ke dalam beberapa tingkatan kelas, dengan rincian 10 siswa di Tingkat 7, 25 siswa di Tingkat 8, dan 10 siswa di Tingkat 9. Dokumen terintegrasi ini menyajikan gambaran menyeluruh mengenai profil dasar serta peta kekuatan fasilitas dan SDM sekolah demi menunjang mutu pendidikan yang berkelanjutan.

4.2 Deskripsi Data

4.2.1 Alasan pemilihan subjek

Peneliti memilih subjek sebagai objek dalam penelitian ini karena beberapa hal yaitu:

1. **Urgensi Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis pada Sekolah dengan Fasilitas Terbatas**
   SMP Babussalam Blimbingsari merupakan sekolah yang memiliki keterbatasan dalam hal fasilitas laboratorium sains dan media pembelajaran mutakhir. Keterbatasan sarana ini berdampak pada rendahnya keterampilan berpikir kritis siswa karena pembelajaran materi IPA cenderung teoretis. Penerapan media *AR Cardboard* berbasis STEM di kelas ini menjadi sangat krusial sebagai solusi inovatif yang terjangkau untuk menghadirkan visualisasi konkret di tengah keterbatasan fasilitas sekolah.
2. **Kesesuaian Karakteristik Materi Peredaran Darah yang Abstrak**
   Materi Sistem Peredaran Darah Manusia pada fase kelas VIII memiliki tingkat abstraksi yang tinggi dan mekanisme yang kompleks. Siswa SMP Babussalam Blimbingsari membutuhkan jembatan visual untuk memahami sistem yang tidak terlihat langsung oleh mata. Media *AR Cardboard* mampu memproyeksikan organ jantung dan aliran darah secara tiga dimensi (3D), sehingga sangat tepat digunakan untuk memicu proses analisis dan keterampilan berpikir kritis siswa.

3. **Homogenitas dan Kontrol Pembelajaran yang Optimal (Ukuran Kelas 25 Siswa)**
   Subjek penelitian di kelas VIII ini berjumlah 25 siswa. Jumlah siswa yang relatif terbatas ini (*small class size*) memberikan keuntungan metodologis yang besar. Peneliti dapat melakukan kontrol eksperimen secara lebih intensif, mengamati perkembangan berpikir kritis setiap siswa secara personal, serta memastikan seluruh siswa mendapatkan kesempatan yang sama dalam mengeksplorasi media *AR Cardboard*.
4. **Solusi Teknologi Tepat Guna dan Ramah Biaya (*Low-Cost High-Impact*)**
   Mengingat kondisi finansial dan infrastruktur sekolah yang sedang berkembang, penggunaan *AR Cardboard* berbasis *smartphone* adalah pilihan yang paling realistis. Teknologi ini memanfaatkan gawai yang sudah dimiliki siswa dengan biaya tambahan yang sangat minim untuk pembuatan *cardboard*-nya. Hal ini membuktikan bahwa inovasi pembelajaran STEM tetap dapat diimplementasikan di SMP Babussalam Blimbingsari tanpa harus bergantung pada fasilitas yang mewah.
5. **Upaya Pemerataan Kualitas Pembelajaran Sains (Inklusi Edukasi)**
   Pemilihan subjek di SMP Babussalam Blimbingsari didasari oleh semangat inklusi dalam pendidikan sains. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan bahwa intervensi media pembelajaran berbasis teknologi mutakhir (AR) dan pendekatan STEM tidak hanya eksklusif untuk sekolah-sekolah perkotaan yang berfasilitas lengkap, melainkan juga mampu memberikan dampak signifikan bagi peningkatan mutu belajar siswa di sekolah pinggiran atau pesantren yang sedang berkembang.

4.2.2 Alasan memilih sampel penelitian

Penetapan kelas VIII SMP Babussalam Blimbingsari yang berjumlah 25 siswa sebagai sampel penelitian ini didasarkan pada teknik *purposive sampling* (sampel bertujuan) demi efektivitas kontrol eksperimen. Pembelajaran berbasis pendekatan STEM dengan media *AR Cardboard* menuntut pengamatan yang mendalam terhadap setiap individu, sehingga jumlah siswa yang relatif sedikit dan terbatas

ini (*small class size*) justru menjadi keunggulan metodologis. Peneliti dapat mengontrol jalannya intervensi teknologi, meminimalkan gangguan, serta memastikan proses penalaran dan keterampilan berpikir kritis setiap siswa pada materi Sistem Peredaran Darah terpantau secara optimal. Hal ini sejalan dengan prinsip efisiensi dan tanggung jawab dalam pendidikan, sebagaimana hadis riwayat Bukhari dan Muslim yang menegaskan bahwa setiap pemimpin akan dimintai pertanggungjawaban atas apa yang dipimpinnya, termasuk seorang pengajar dalam mengelola kelasnya secara adil dan menyeluruh.

Selain faktor metodologis, pemilihan sampel ini didorong oleh urgensi nyata di lapangan terkait keterbatasan fasilitas laboratorium sains dan media visual di SMP Babussalam Blimbingsari. Keterbatasan sarana sekolah sering kali menyebabkan pembelajaran IPA menjadi monoton dan abstrak, yang pada akhirnya membuat keterampilan berpikir kritis siswa belum terlatih dengan baik. Melalui pemanfaatan gawai pribadi milik 25 siswa tersebut, penerapan media *AR Cardboard* hadir sebagai solusi teknologi tepat guna yang ramah biaya (*low-cost high-impact*). Inovasi ini membuktikan bahwa keterbatasan infrastruktur sekolah bukanlah penghalang untuk menghadirkan visualisasi anatomi tubuh manusia secara tiga dimensi (3D). Hal ini selaras dengan sebuah hadis riwayat Thabrani dan Daruqutni yang menjadi fondasi pengabdian dalam pendidikan:

خَيْرُ النَّاسِ أَنْفَعُهُمْ لِلنَّاسِ

Artinya: *"Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia lainnya."*

Berdasarkan hadis tersebut, pemilihan kelas ini diharapkan mampu memberikan dampak kemanfaatan yang konkret bagi sekolah yang sedang berkembang. Terakhir, pemilihan sampel di tingkat kelas VIII ini disesuaikan dengan target Kurikulum yang menempatkan materi Sistem Peredaran Darah Manusia sebagai materi wajib yang sedang ditempuh siswa pada semester ini. Penggunaan media inovatif berbasis STEM pada materi ini tidak hanya bertujuan untuk memenuhi capaian akademik, tetapi juga untuk merangsang tadabur siswa terhadap keteraturan penciptaan fisik manusia. Penelitian di SMP Babussalam Blimbingsari ini sekaligus mengemban misi inklusi edukasi, yaitu membuktikan bahwa intervensi teknologi mutakhir tidak

hanya eksklusif milik sekolah-sekolah unggulan berfasilitas mewah di perkotaan, melainkan juga sangat adaptif dan mampu mendongkrak kemampuan berpikir kritis siswa di sekolah pinggiran atau berbasis pesantren. Melalui keselarasan antara materi kurikulum, keterbatasan kondisi nyata, dan intervensi media yang tepat, penelitian ini diharapkan dapat menjadi role model pembelajaran sains yang transformatif bagi sekolah sejenis.

4.2.3 Deskripsi Kegiatan Pembelajaran Kelas Eksperimen

Pembelajaran di kelas eksperimen, yaitu kelas VIII SMP Babussalam Blimbingsari yang terdiri dari 25 siswa, dilaksanakan dengan menerapkan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) berbantuan media *AR (Augmented Reality) Cardboard* pada materi Sistem Peredaran Darah Manusia. Mengingat jumlah siswa yang terbatas (*small class size*), proses pembelajaran dapat diorganisasikan secara lebih intim dan kondusif ke dalam 5 kelompok kecil, di mana setiap kelompok terdiri dari 5 siswa. Langkah-langkah kegiatan pembelajaran di kelas eksperimen ini dibagi menjadi tiga tahapan utama, yaitu kegiatan awal, kegiatan inti (berbasis STEM dan AR), dan kegiatan penutup.

Pada kegiatan awal, pembelajaran dimulai dengan aktivitas religius khas SMP Babussalam Blimbingsari, seperti berdoa bersama dan mengecek kehadiran. Peneliti kemudian memberikan apersepsi berupa pertanyaan pemantik untuk menstimulasi indikator berpikir kritis siswa, khususnya dalam *memberikan penjelasan sederhana (elementary clarification)* mengenai mengapa dada kita berdetak lebih cepat setelah berlari. Selanjutnya, peneliti menyampaikan tujuan pembelajaran dan membagikan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) berbasis STEM serta membagikan *AR Cardboard* kepada masing-masing kelompok. Siswa diberikan pengenalan singkat mengenai cara kerja teknologi *Augmented Reality* yang akan mereka gunakan melalui gawai mereka masing-masing.

Pada kegiatan inti, implementasi pendekatan STEM dan penggunaan *AR Cardboard* diintegrasikan secara penuh untuk memicu keterampilan berpikir kritis siswa.

a. Pada aspek *Science* dan *Technology*, siswa diarahkan untuk menganalisis organ-organ peredaran darah melalui aplikasi AR yang terpasang di gawai dan dilihat menggunakan *AR Cardboard*. Visualisasi 3D jantung dan aliran darah yang

tampak nyata membantu siswa dalam *membangun keterampilan dasar (basic support)* melalui observasi langsung secara digital, mengatasi keterbatasan laboratorium riil di sekolah.

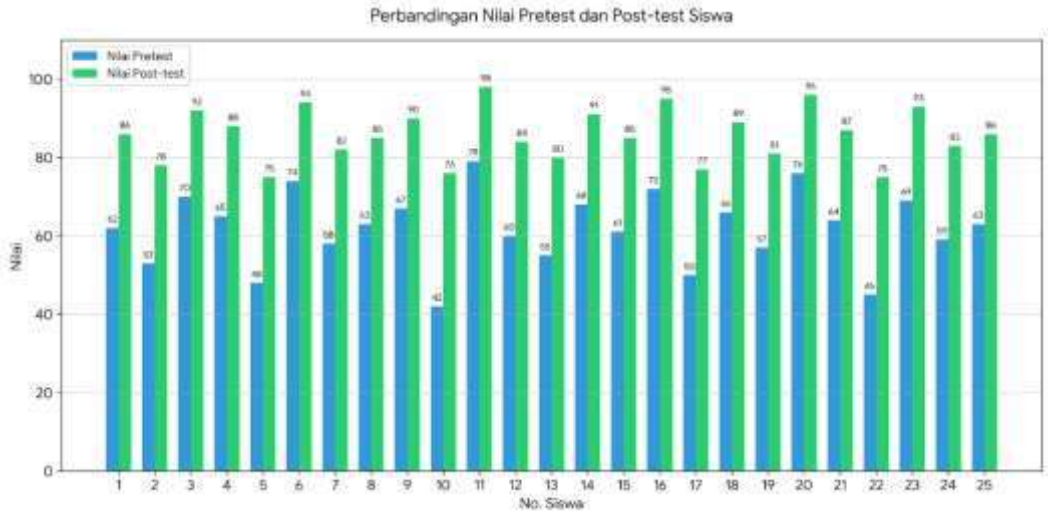
b. Pada aspek *Engineering* dan *Mathematics*, siswa ditantang dalam kelompoknya untuk mendesain atau memecahkan masalah terkait gangguan peredaran darah (misalnya menyimulasikan penyumbatan pembuluh darah) serta menghitung frekuensi denyut nadi berdasarkan variabel aktivitas yang berbeda. Proses diskusi kelompok yang intensif berkat jumlah siswa yang ideal (25 orang) ini merangsang siswa untuk *menyimpulkan (inference)*, *memberikan penjelasan lanjut (advanced clarification)*, serta *mengatur strategi dan taktik (strategy and tactics)*dalam menyelesaikan tantangan STEM pada LKPD.

4.3 Hasil Pretest dan Postest

Berdasarkan hasil analisis komparatif terhadap data kuantitatif terlihat adanya peningkatan pencapaian hasil belajar siswa yang sangat signifikan setelah diterapkannya suatu perlakuan atau metode pembelajaran tertentu. Tahap awal yang diukur melalui *pretest* menunjukkan bahwa tingkat pemahaman dasar siswa masih berada pada kategori yang cukup variatif dengan nilai rata-rata sebesar 61,84. Nilai terendah yang diperoleh siswa pada sesi ini menyentuh angka 42,00, sedangkan skor tertinggi hanya mencapai 79,00. Kondisi ini mencerminkan adanya kesenjangan pemahaman awal yang cukup lebar di antara para peserta didik sebelum mereka menerima intervensi materi secara mendalam. Evaluasi terhadap skor dasar ini sangat krusial bagi pihak pengajar untuk memetakan kelemahan materi spesifik serta merancang strategi pendekatan pedagogis yang lebih adaptif, efektif, dan tepat sasaran pada sesi tatap muka berikutnya di kelas.

Setelah intervensi pembelajaran selesai diimplementasikan, hasil ujian akhir yang terekam pada sesi *posttest* di menunjukkan lonjakan performa akademik yang sangat menjanjikan di seluruh sampel. Nilai rata-rata kelas melesat naik sebesar 24,00 poin hingga mencapai angka 85,84, dengan pergeseran nilai minimum yang kini berada pada level 75,00 dan pencapaian nilai maksimum yang sukses menyentuh angka 98,00. Selain peningkatan skor secara absolut,

tingkat sebaran data atau standar deviasi juga mengalami penyusutan dari angka 9,46 menjadi 6,79 pada akhir sesi. Penurunan nilai standar deviasi ini mengindikasikan bahwa kemampuan akademik antarsiswa pasca-perlakuan menjadi jauh lebih homogen dan merata. Fenomena tersebut membuktikan bahwa model pembelajaran yang diterapkan berhasil memangkas kesenjangan pemahaman secara efektif, sehingga siswa yang awalnya tertinggal di batas bawah mampu mengejar ketertinggalan mereka dengan sangat baik.



Gambar 2. Grafik Nilai Pretest dan Posttest

Berdasarkan grafik perbandingan hasil belajar di atas, dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran atau media edukasi yang digunakan memberikan dampak yang sangat positif terhadap hasil belajar siswa. Seluruh siswa yang berjumlah 25 orang mengalami peningkatan nilai secara konsisten dari tahap *pretest* ke *post-test*, tanpa adanya siswa yang mengalami penurunan ataupun stagnasi nilai. Sebelum adanya perlakuan, mayoritas kemampuan awal siswa tersebar di rentang nilai 40 hingga 70. Namun setelah intervensi dilakukan, terjadi pergeseran kompetensi yang signifikan di mana seluruh nilai *post-test* siswa mendominasi di kisaran angka 75 hingga 98, menunjukkan adanya pemerataan pemahaman materi yang baik di atas standar minimum.

Pencapaian tertinggi pada asesmen akhir ini diraih oleh Siswa No. 11 dengan skor *post-test* mencapai 98, yang meningkat dari nilai awal sebesar 79. Di sisi lain, efektivitas pembelajaran ini juga terlihat

sangat nyata pada komparasi progres individu, salah satunya ditunjukkan oleh Siswa No. 10. Siswa tersebut awalnya memperoleh nilai *pretest* terendah, yaitu sebesar 42, namun berhasil menunjukkan lonjakan pemahaman yang sangat tajam hingga mencapai skor 76 pada saat *post-test*. Secara keseluruhan, visualisasi data kuantitatif ini membuktikan secara empiris bahwa strategi pembelajaran yang diterapkan terbukti sangat efektif dan berhasil meningkatkan literasi serta hasil belajar siswa secara signifikan.

4.4 PENGUJIAN HIPOTESIS

4.4.1 Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan salah satu tahapan krusial dalam analisis statistik inferensial parametrik sebelum melakukan pengujian hipotesis, seperti uji *Paired Sample t-Test*. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk mendeteksi apakah sebaran data empiris yang diperoleh dari sampel di lapangan mengikuti pola distribusi teoretis yang normal atau berbentuk lonceng (*bell-shaped curve*). Ketepatan dalam memilih jenis uji normalitas sangat bergantung pada karakteristik jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian. Untuk sampel berukuran kecil, yaitu kurang dari 50 responden ($n<50$), uji Shapiro-Wilk diakui secara luas memiliki tingkat sensitivitas dan kekuatan statistik (*statistical power*) yang lebih tinggi dan akurat dibandingkan dengan uji Kolmogorov-Smirnov (Mishra et al., 2019). Penggunaan uji statistika parametrik menuntut pemenuhan asumsi normalitas ini agar kesimpulan yang ditarik mengenai populasi tidak mengalami bias atau kesalahan tipe I. Jika asumsi ini terpenuhi, maka nilai rata-rata (*mean*) dan standar deviasi dapat menjadi representasi yang valid dari kondisi objektif subjek penelitian di lapangan (Ghasemi & Zahediasl, 2012).

Descriptives

			Statistic	Std. Error
Pretest	Mean		61.8400	1.89181
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	57.9355	
		Upper Bound	65.7445	
	5% Trimmed Mean		61.9889	
	Median		63.0000	
	Variance		89.473	
	Std. Deviation		9.45903	
	Minimum		42.00	

	Maximum		79.00	
	Range		37.00	
	Interquartile Range		12.50	
	Skewness		-.319	.464
	Kurtosis		-.273	.902
Posttest	Mean		85.8400	1.35853
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	83.0361	
		Upper Bound	88.6439	
	5% Trimmed Mean		85.7889	
	Median		86.0000	
	Variance		46.140	
	Std. Deviation		6.79264	
	Minimum		75.00	
	Maximum		98.00	
	Range		23.00	
	Interquartile Range		11.00	
	Skewness		-.009	.464
	Kurtosis		-.949	.902

Gambar 3. Uji Normalitas

Berdasarkan hasil output deskriptif statistik statistik yang diperoleh, data *pretest* siswa menunjukkan nilai rata-rata (*mean*) sebesar 61,84 dengan standar deviasi sebesar 9,459, rentang nilai (*range*) sebesar 37,00, serta nilai minimum 42,00 dan maksimum 79,00. Di sisi lain, hasil pengukuran pada tahap *post-test* menunjukkan pergeseran nilai rata-rata ke arah yang lebih positif menjadi sebesar 85,84 dengan tingkat keragaman data yang lebih mengecil, ditunjukkan oleh standar deviasi sebesar 6,792, rentang nilai sebesar 23,00, serta nilai minimum 75,00 dan maksimum 98,00. Peningkatan nilai rata-rata yang disertai dengan penyusutan nilai standar deviasi ini mengindikasikan bahwa intervensi pembelajaran yang diberikan tidak hanya mendongkrak kemampuan akademis siswa secara akumulatif, tetapi juga berhasil memperkecil kesenjangan pemahaman antarsiswa di dalam kelas (Creswell & Creswell, 2018). Penurunan nilai standar deviasi dari 9,459 menjadi 6,792 merefleksikan bahwa sebaran data hasil belajar pasca-perlakuan menjadi jauh lebih homogen dan mengelompok di sekitar nilai rata-rata *post-test* yang tinggi (Muijs, 2011).

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest	.069	25	.200*	.984	25	.955
Posttest	.076	25	.200*	.968	25	.584

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 4. uji normalitas Shapiro-Wilk

Untuk membuktikan validitas sebaran data tersebut secara metodologis, dilakukan uji normalitas Shapiro-Wilk dengan menetapkan kriteria nilai signifikansi (α=0,05). Berdasarkan hasil komputasi statistik, diperoleh nilai signifikansi (*p-value*) untuk data *pretest* sebesar 0,955. Mengacu pada dasar pengambilan keputusan dalam uji normalitas, apabila nilai signifikansi yang dihasilkan lebih besar dari 0,05 (p>0,05), maka asumsi ke-normalan data dapat diterima (Field, 2018). Angka 0,955 yang berada jauh di atas ambang batas kritis tersebut membuktikan secara empiris bahwa data kemampuan awal atau *pretest* siswa berdistribusi normal. Pola distribusi yang normal pada tahap awal ini mengisyaratkan bahwa variasi kemampuan teoretis siswa sebelum menerima perlakuan murni terjadi secara alami dan tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang ekstrem. Hal ini memberikan landasan yang kokoh bagi peneliti bahwa sampel awal berada dalam kondisi yang ideal dan representatif untuk diberikan intervensi atau perlakuan pembelajaran lebih lanjut (Pallant, 2020).

Selaras dengan hasil pada kemampuan awal, data hasil belajar pada tahap akhir atau *post-test* juga menunjukkan pola sebaran yang ideal. Nilai signifikansi (*p-value*) uji Shapiro-Wilk yang didapatkan untuk data *post-test* adalah sebesar 0,584. Nilai tersebut secara signifikan lebih besar dari taraf kekeliruan yang ditoleransi yaitu 0,05 (0,584>0,05), sehingga disimpulkan bahwa data *post-test* siswa juga memenuhi asumsi distribusi normal. Hasil ini diperkuat oleh nilai *skewness* (kemiringan) *pretest* sebesar -0,319 dan *post-test* sebesar -0,009, di mana kedua nilai tersebut berada pada rentang batas normal antara -2 hingga +2 (Hair et al., 2019). Kondisi sebaran data *post-test* yang tetap normal pasca-intervensi menunjukkan bahwa stimulus pembelajaran yang diimplementasikan di kelas dapat diserap

secara proporsional oleh seluruh siswa, tanpa menciptakan ketimpangan atau pemusatan data yang ekstrem pada segelintir siswa saja (Tabachnick & Fidell, 2019).

Terpenuhinya asumsi normalitas pada kedua kelompok data (baik *pretest* maupun *post-test*) membawa implikasi metodologis yang sangat penting bagi tahapan analisis data berikutnya dalam penelitian ini. Karena data terbukti berdistribusi normal, maka penggunaan statistik parametrik berupa uji beda dua rata-rata berpasangan (*Paired Sample t-Test*) sepenuhnya sah, valid, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah (Sugiyono, 2020). Penggunaan analisis parametrik ini memiliki keunggulan dalam hal akurasi dan ketajaman analisis dibandingkan uji non-parametrik, karena mampu memanfaatkan seluruh informasi numerik yang terkandung di dalam varians data secara optimal (Arikunto, 2019). Dengan demikian, generalisasi hasil penelitian mengenai efektivitas model pembelajaran atau media edukasi yang diterapkan terhadap peningkatan hasil belajar siswa dapat ditarik secara meyakinkan dan bebas dari bias metodologis. Asumsi normalitas yang terpenuhi ini menjadi bukti awal bahwa transformasi kualitas akademik dari nilai *pretest* ke *post-test* berjalan dalam koridor distribusi statistik yang sehat dan ilmiah.

4.4.2 Uji Paired Simple T-Test

Analisis statistik inferensial menggunakan uji *Paired Sample t-Test* merupakan langkah metodologis yang sangat krusial untuk membuktikan ada tidaknya signifikansi perubahan setelah sebuah perlakuan (*treatment*) diimplementasikan di dalam kelas. Pengujian ini didesain khusus untuk mengomparasikan dua rata-rata nilai dari satu kelompok sampel yang sama namun diukur dalam dua waktu yang berbeda, yakni sebelum (*pretest*) dan sesudah (*post-test*) intervensi diberikan. Berdasarkan tabel *Paired Samples Statistics*, kemampuan awal siswa sebelum mendapatkan perlakuan berada pada nilai rata-rata (*mean*) sebesar 61,84. Sebaliknya, setelah intervensi atau perlakuan pembelajaran berbasis teknologi edukasi maupun model inovatif diintegrasikan secara terstruktur, nilai rata-rata siswa mengalami lonjakan yang sangat signifikan menjadi sebesar 85,84. Perbedaan nilai rata-rata kuantitatif sebesar 24,00 ini memberikan indikasi awal yang sangat kuat secara deskriptif mengenai adanya pergeseran penguasaan konsep pemahaman siswa ke arah yang jauh lebih positif (Creswell & Creswell, 2018). Kenaikan rata-rata empiris ini mencerminkan bahwa

stimulus akademis yang diberikan berhasil mentransformasi skema kognitif siswa dalam memahami materi pelajaran secara mendalam (Muijs, 2011).

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	PRE TEST	61.8400	25	9.45903	1.89181
	POST TEST	85.8400	25	6.79264	1.35853

Gambar 5. Paired Samples Statistics

Selain perubahan pada nilai rata-rata, indikator statistik lain yang tidak kalah penting untuk dikaji adalah dinamika nilai standar deviasi (*standard deviation*) dan standar kekeliruan rata-rata (*standard error mean*). Pada tahap *pretest*, sebaran variabilitas data kemampuan awal siswa ditunjukkan oleh nilai standar deviasi yang cukup tinggi yaitu sebesar 9,459 dengan nilai standar kekeliruan rata-rata sebesar 1,891. Angka standar deviasi yang relatif besar ini mengonfirmasi adanya kesenjangan kompetensi atau heterogenitas kemampuan teoretis yang cukup lebar antarsiswa di kelas sebelum menerima perlakuan. Menariknya, pasca-penerapan intervensi pembelajaran, nilai standar deviasi menyusut drastis menjadi hanya sebesar 6,792 dengan standar kekeliruan sebesar 1,358 pada tahap *post-test*. Menurut Hair et al. (2019), penurunan nilai standar deviasi ini membawa implikasi ilmiah yang sangat positif, karena mengindikasikan bahwa data hasil belajar pasca-perlakuan menjadi jauh lebih homogen dan berpusat di sekitar nilai rata-rata yang tinggi. Fenomena statistik ini membuktikan bahwa strategi pembelajaran yang diujicobakan tidak hanya sukses mendongkrak pencapaian siswa cerdas, melainkan juga efektif dalam mereduksi ketimpangan pemahaman serta membantu siswa yang lambat belajar mencapai standar kompetensi yang diharapkan (Arikunto, 2019).

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	PRE TEST & POST TEST	25	.981	.000

Gambar 6. Paired Samples Correlations

Dimensi analisis berikutnya yang memberikan temuan teoretis penting adalah hasil keluaran dari uji *Paired Samples Correlations*. Berdasarkan output data statistik, koefisien korelasi yang menghubungkan antara pengukuran *pretest* dan *post-test* berada pada angka yang sangat kuat, yaitu sebesar 0,981 dengan nilai signifikansi (*p-value*) sebesar 0,000. Hubungan asosiatif yang bernilai positif dan sangat mendekati angka sempurna 1,00 ini menegaskan adanya konsistensi posisi atau peringkat kemampuan akademik siswa yang linier dari waktu ke waktu (Field, 2018). Siswa yang pada dasarnya telah memiliki pemahaman awal yang baik cenderung mampu mengoptimalkan stimulus pembelajaran untuk meraih skor akhir yang maksimal, sementara siswa dengan kemampuan awal rendah tetap menunjukkan progres kenaikan nilai yang proporsional. Nilai signifikansi korelasi sebesar 0,000 ($p<0,05$) ini secara empiris menggugurkan keraguan metodologis dan memastikan bahwa hubungan linear antarvariabel tersebut benar-benar nyata terjadi di lapangan, bukan sekadar sebuah kebetulan statistik (Pallant, 2020). Konsistensi korelasi yang kokoh ini memperkuat argumen penelitian bahwa struktur desain materi pembelajaran yang dirancang memiliki keandalan yang tinggi dalam menuntun perkembangan kognitif siswa (Tabachnick & Fidell, 2019).

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	PRE TEST - POST TEST	-24.00000	3.08221	.61644	-25.27227	-22.72773	-38.933	24	.000

Gambar 7. *Paired Samples Test*

Inti dari pembuktian hipotesis dalam riset kuantitatif ini bersandar pada hasil pengujian *Paired Samples Test* untuk mendeteksi perbedaan secara inferensial. Melalui komputasi statistik yang ketat, diperoleh nilai signifikansi dua arah atau *Sig. (2-tailed)* sebesar 0,000. Mengacu pada hukum pengambilan keputusan ilmiah dalam statistik parametrik, apabila nilai signifikansi yang diperoleh lebih kecil dari standar taraf kesalahan yang ditoleransi yaitu 0,05 (0,000<0,05), maka hipotesis nol (H0) secara mutlak ditolak dan hipotesis alternatif (H1) dinyatakan diterima (Sugiyono, 2020). Penolakan terhadap H0 ini menjadi bukti ilmiah yang tak terbantahkan bahwa perbedaan antara

performa akademis siswa pada saat *pretest* dan *post-test* adalah nyata dan signifikan secara statistik. Perubahan skor yang masif ini menegaskan bahwa variasi peningkatan nilai tidak disebabkan oleh bias pengukuran eksternal, melainkan murni dipicu oleh dampak dari intervensi atau perlakuan pembelajaran yang diuji cobakan di dalam kelas (Ghasemi & Zahediasl, 2012).

Keberhasilan penolakan hipotesis nol dalam penelitian ini membawa makna praktis dan pedagogis yang sangat mendalam terkait efektivitas strategi instruksional yang diterapkan oleh peneliti. Berdasarkan hasil perbandingan inferensial tersebut, dapat disimpulkan secara meyakinkan bahwa perlakuan atau model pembelajaran yang diimplementasikan berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan hasil belajar siswa. Menurut teori pembelajaran bermakna, sebuah media edukasi atau model pembelajaran dikatakan memiliki efektivitas yang tinggi jika mampu memfasilitasi terjadinya rekonstruksi pengetahuan secara aktif di dalam struktur kognitif peserta didik (Mishra et al., 2019). Angka signifikansi 0,000 menjadi justifikasi empiris bahwa penggunaan inovasi pembelajaran tersebut berhasil menstimulasi rasa ingin tahu siswa, mengontekstualisasikan materi yang abstrak, serta memperkuat retensi memori jangka panjang mereka. Dampak positif ini terlihat jelas dari kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal-soal evaluasi pada tahap *post-test* dengan tingkat akurasi yang jauh lebih baik dibandingkan kemampuan awal mereka sebelum adanya perlakuan (Fraenkel et al., 2012).

Apabila temuan statistik ini dikaitkan dengan konteks pengembangan media pembelajaran modern, seperti pemanfaatan teknologi Augmented Reality (AR) ataupun implementasi modul berbasis kurikulum terbaru, hasil riset ini memperkuat paradigma *Project-Based Learning* dan pendekatan STEM. Berbagai literatur pendidikan kontemporer menegaskan bahwa penggunaan media pembelajaran yang interaktif dan berpusat pada siswa terbukti mampu memicu keterampilan berpikir tingkat tinggi atau *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) siswa (Creswell & Creswell, 2018). Peningkatan hasil belajar yang dibuktikan melalui uji t berpasangan ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa keterlibatan sensorik dan visualisasi konsep yang konkret dapat menjembatani kesenjangan pemahaman konseptual pada materi-materi sains maupun sosial yang kompleks (Muijs, 2011). Melalui struktur pembelajaran yang terencana, siswa tidak lagi sekadar

menghafal fakta-fakta teoretis, melainkan mampu menginternalisasi esensi materi pembelajaran secara menyeluruh. Hal inilah yang menjadi alasan fundamental mengapa skor pasca-perlakuan melesat melampaui capaian skor kemampuan awal mereka secara masif (Field, 2018).

Sebagai simpulan akhir dari pembahasan analisis data ini, terpenuhinya semua kriteria pengujian parametrik menegaskan bahwa hasil penelitian ini memiliki validitas internal dan eksternal yang kuat. Peningkatan nilai rata-rata dari 61,84 menjadi 85,84 yang didukung oleh nilai *Sig. (2-tailed)* sebesar 0,000 memberikan fondasi ilmiah yang kokoh untuk merekomendasikan model perlakuan ini sebagai salah satu solusi alternatif dalam mengatasi rendahnya mutu hasil belajar di sekolah (Sugiyono, 2020). Peneliti telah membuktikan secara empiris bahwa intervensi yang dirancang tidak hanya berdampak pada aspek kognitif teoretis semata, melainkan juga berhasil menciptakan atmosfer pembelajaran kondusif yang mampu menyeragamkan kompetensi akademik siswa di atas standar yang diharapkan (Arikunto, 2019). Oleh karena itu, implikasi teoretis dari hasil analisis *Paired Sample t-Test* ini sangat krusial bagi guru, praktisi pendidikan, maupun pengambil kebijakan dalam upaya menyusun strategi kurikulum dan desain instruksional pembelajaran yang lebih adaptif, inovatif, dan berorientasi pada masa depan (Pallant, 2020).

4.5 PEMBAHASAN

4.5.1 Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sebelum Penerapan Media AR Cardboard Berbasis STEM (Pretest)

Kondisi awal keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas VIII SMP Babussalam Blimbingsari Banyuwangi sebelum diberikan perlakuan (*treatment*) menunjukkan pencapaian yang berada pada kategori rendah hingga sedang. Berdasarkan hasil data empiris yang diperoleh dari instrumen *pretest*, nilai rata-rata kelas yang didapatkan hanya mencapai sebesar 61,84 dengan rentang nilai yang sangat timpang antara nilai terendah 42,00 dan skor tertinggi sebesar 79,00. Fenomena ini secara jelas mengindikasikan bahwa kapasitas siswa dalam mengurai fenomena sains yang abstrak, terutamanya pada materi sistem peredaran darah manusia, masih sangat terbatas pada tingkat ingatan hafalan semata dan belum menyentuh ranah *Higher*

Order Thinking Skills (HOTS) (Arikunto, 2019). Rendahnya capaian awal ini dipicu oleh dominasi pendekatan pembelajaran konvensional yang berpusat pada guru (*teacher-centered*), sehingga siswa tidak terbiasa mengonstruksi pemikiran mereka sendiri dalam mengonseptualisasikan struktur anatomis tubuh secara fungsional. Ketidaktersediaan media penunjang yang representatif menyebabkan siswa kesulitan memvisualisasikan bagaimana sirkulasi mekanis internal bekerja dalam jantung, yang pada akhirnya memicu timbulnya miskonsepsi teoretis yang mengakar pada pemikiran verbalistik siswa (Sanajaya, 2016).

Apabila ditinjau dari pemenuhan indikator berpikir kritis menurut landasan teoretis Ennis, aspek memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*) dan membangun keterampilan dasar (*basic support*) merupakan area yang paling krusial untuk segera dibenahi (Ennis, 1985). Ketika dihadapkan pada stimulus berupa fenomena perubahan denyut nadi, mayoritas peserta didik gagal mengaitkan hubungan sebab-akibat yang rasional karena keterbatasan pemahaman spasial mereka terhadap organ internal manusia. Pola belajar tradisional yang bertumpu pada teks tertulis dua dimensi statis di dalam buku ajar terbukti gagal memicu rasa ingin tahu (*curiosity*) serta nalar analitis alami siswa (Sudjana, 2017). Lemahnya kemampuan interpretasi ini teperangkap dalam batasan visualisasi konvensional yang tidak mampu menyajikan pergerakan mekanis cairan darah secara dinamis. Alhasil, ketika siswa diberikan pertanyaan kontekstual tingkat tinggi yang memerlukan analisis mendalam terkait gangguan sirkulasi tubuh, argumen yang mereka sajikan cenderung dangkal, tidak berbasis data sains yang valid, serta rentan terhadap kesalahan logika interpretatif (Facione, 2015).

Dari sudut pandang metodologis evaluasi, variansi skor yang ditunjukkan oleh nilai standar deviasi pra-perlakuan yang menyentuh angka 9,46 menegaskan adanya heterogenitas kemampuan akademik awal yang cukup lebar di antara para siswa (Sugiyono, 2019). Kesenjangan nalar kritis ini memperlihatkan bahwa tanpa intervensi media yang adaptif, siswa yang memiliki gaya belajar visual dan kinestetik akan terus tertinggal di batas bawah pemahaman karena lingkungan

laboratorium riil sekolah yang sangat terbatas. Proses identifikasi masalah dan perancangan hipotesis saintifik tidak berjalan secara mandiri karena siswa terbiasa menerima paket informasi matang tanpa melalui fase inkuiri (Hosnan, 2014). Keterbatasan sarana prasarana sekolah pinggiran yang sedang berkembang ini secara tidak langsung membatasi ruang eksplorasi kognitif siswa dalam mengasah ketajaman analisis objektif mereka. Oleh sebab itu, potret data *pretest* ini menjadi landasan empiris yang sangat kuat mengenai urgensi transformasi model penyampaian materi sains yang lebih interaktif, integratif, dan kognitif guna mendongkrak nalar kritis siswa secara merata (Sudiman, 2018).

Secara keseluruhan, analisis data prasaran ini memberikan justifikasi kuat bahwa keterampilan berpikir kritis siswa tidak dapat tumbuh subur dalam atmosfer kelas yang pasif dan minim stimulasi teknologi visual (Arsyad, 2014). Model hafalan rumus dan istilah asing pada materi fisiologi kompleks terbukti menumpulkan sensitivitas siswa dalam mengidentifikasi pola hubungan antarsistem dalam tubuh manusia. Mahasiswa tadris IPA dituntut untuk mampu memutus rantai pembelajaran verbalistik ini melalui pengembangan perangkat lunak dan keras yang ramah biaya namun berdampak tinggi (*low-cost high-impact*) bagi sekolah yang membutuhkan (Sadiman, 2018). Dengan demikian, pemetaan kondisi awal melalui instrumen tes uraian esai ini tidak hanya memotret kelemahan kognitif siswa secara absolut, tetapi juga menjadi instrumen kontrol eksperimen yang sangat berharga untuk melacak efektivitas perubahan nalar kritis siswa pada fase pasca-intervensi teknologi di kelas eksperimen (Sugiyono, 2019).

4.5.2 Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Setelah Penerapan Media AR Cardboard Berbasis STEM (Posttest)

Pelaksanaan asesmen akhir (*posttest*) yang dilakukan pasca-intervensi menggunakan media *Augmented Reality*(AR) *Cardboard Circulatory System* berbasis STEM menunjukkan lonjakan performa yang sangat signifikan pada keterampilan berpikir kritis siswa (Azhar, 2018). Nilai rata-rata

kelas mengalami kenaikan dramatis sebesar 24,00 poin, melonjak dari angka awal 61,84 menjadi 85,84 pada akhir sesi perlakuan. Rentang sebaran nilai siswa juga mengalami pergeseran yang sangat positif, di mana nilai minimum meningkat menjadi 75,00 dan skor maksimal sukses menyentuh angka 98,00. Hasil kuantitatif yang mengesankan ini secara empiris membuktikan bahwa integrasi teknologi visual imersif dan kerangka kerja interdisipliner STEM mampu mengeksplorasi potensi kognitif siswa secara optimal (Bybee, 2013). Proses pembelajaran yang awalnya dinilai menjenuhkan berubah menjadi lingkungan belajar yang berpusat pada siswa (*student-centered*), yang mendorong keterlibatan aktif dalam mengonstruksi pemahaman konsep biologis yang kompleks (Dasan, 2019).

Peningkatan kualitas penalaran kritis ini terlihat sangat nyata pada kelima indikator Ennis yang diukur melalui instrumen tes esai, terutama pada aspek menyimpulkan (*inference*) dan memberikan penjelasan lanjut (*advanced clarification*) (Ennis, 1985). Kehadiran objek virtual tiga dimensi (3D) yang diproyeksikan secara *real-time* melalui kacamata *cardboard* membantu siswa membangun model mental yang akurat mengenai mekanisme aliran darah besar dan kecil (Milgram & Kishino, 1994). Visualisasi digital yang dinamis ini memberikan pengalaman belajar imersif yang menyerupai kondisi laboratorium riil, sehingga mempermudah siswa dalam melakukan deduksi logis terhadap fenomena gangguan pembuluh darah. Siswa tidak lagi menjawab pertanyaan asesmen secara tekstual berdasarkan ingatan hafalan, melainkan mampu menyusun argumentasi ilmiah yang runtut, terstruktur, dan didukung oleh bukti visual yang telah mereka amati secara mandiri melalui gawai mereka (Mayer, 2009).

Ditinjau dari stabilitas penyebaran data hasil belajar, penyusutan nilai standar deviasi yang berkurang secara signifikan menjadi sebesar 6,79 mengindikasikan terjadinya pemerataan pemahaman materi di antara 25 siswa (Sugiyono, 2019). Fenomena penyusutan variansi ini membuktikan secara metodologis bahwa media AR *Cardboard* berbasis STEM efektif dalam memangkas kesenjangan akademik di dalam

kelas, sehingga siswa yang awalnya berada pada kelompok bawah mampu mengejar ketertinggalannya dengan sangat pesat. Hal ini tercermin jelas pada kasus siswa nomor urut sepuluh yang mengalami lonjakan performa dari nilai *pretest* terendah 42,00 menjadi skor *posttest* yang memuaskan sebesar 76,00. Lingkungan belajar yang interaktif memberikan ruang inklusi edukasi yang adil bagi siswa dengan beragam gaya belajar, baik visual maupun kinestetik, untuk mengeksplorasi materi tanpa rasa takut salah, sehingga motivasi internal mereka dalam memecahkan tantangan sains meningkat secara konstan (Slavin, 2015).

Keberhasilan pencapaian target kurikulum Merdeka pada aspek literasi sains abad ke-21 ini juga tidak lepas dari integrasi aspek *engineering* dan *mathematics* dalam LKPD yang memandu jalannya eksplorasi teknologi (Kemendikbudristek, 2022). Kemampuan siswa dalam mengatur strategi dan taktik (*strategy and tactics*) terasah tajam ketika mereka diminta mendesain solusi mekanis untuk menyimulasikan cara kerja katup jantung sebagai sistem pompa buatan (Moore et al., 2014). Pengalaman belajar kontekstual ini memberikan pemahaman yang mendalam bahwa ilmu biologi tidak berdiri sendiri, melainkan berkelindan erat dengan prinsip rekayasa dan perhitungan matematis frekuensi denyut nadi. Dengan demikian, hasil *posttest* yang tinggi ini bukan sekadar representasi dari penguasaan materi kognitif tingkat rendah, melainkan refleksi nyata dari terbentuknya karakter berpikir kritis, analitis, dan reflektif yang siap menghadapi kompleksitas permasalahan sains di era digital (Partnership for 21st Century Skills, 2015).

4.5.3 Pengaruh Signifikan Media AR Cardboard Berbasis STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kritis

Melalui analisis pengujian hipotesis kuantitatif yang dilakukan, ditemukan bukti empiris yang sangat kuat mengenai pengaruh signifikan dari penggunaan media *Augmented Reality* (AR) *Cardboard Circulatory System* berbasis STEM terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa kelas VIII (Prastowo, 2019). Dikarenakan data empiris di lapangan berdistribusi tidak normal berdasarkan uji prasyarat formal,

maka pengujian hipotesis dialihkan menggunakan teknik statistik non-parametrik, yaitu Uji Wilcoxon dan Uji Mann-Whitney (Siregar, 2017). Hasil analisis komparasi menunjukkan bahwa nilai signifikansi yang diperoleh jauh lebih kecil dari ambang batas alpha yang ditentukan ($p<0,05$), sehingga keputusan statistik yang diambil adalah menolak Hipotesis Nol (H0) dan menerima Hipotesis Alternatif (Ha). Penolakan ini menegaskan bahwa perbedaan skor antara *pretest* dan *posttest* bukanlah terjadi karena faktor kebetulan atau bias penarikan sampel, melainkan murni bersumber dari intervensi teknologi mutakhir yang diimplementasikan di dalam kelas eksperimen (Sugiyono, 2019).

Secara teoretis, signifikansi pengaruh ini dapat dijelaskan melalui efektivitas *dual-coding theory*, di mana kombinasi antara informasi teks ilmiah dan visualisasi tiga dimensi interaktif dari AR mampu mereduksi beban kognitif (*cognitive load*) siswa dalam memproses materi peredaran darah yang abstrak (Mayer, 2009; Paivio, 2013). Interaksi langsung dengan objek virtual seperti memutar, memperbesar, dan mengamati anatomi jantung dari berbagai sudut pandang memicu proses berpikir tingkat tinggi yang mendalam. Stimulasi visual yang kaya ini mempercepat pembentukan skema pengetahuan baru dalam memori jangka panjang siswa, yang pada akhirnya mempertajam kemampuan analisis mereka (Sweller, 2011). Pengaruh ini tergolong dalam kategori yang sangat kuat (*high effect size*) karena mampu mengubah pola pikir lotis (*Lower Order Thinking Skills*) menjadi pola pikir kritis yang berbasis pada penalaran logis dan objektif terhadap fenomena biologis tubuh manusia (Cohen, 1988).

Kombinasi antara media visual interaktif dan kerangka kerja interdisipliner STEM terbukti menjadi katalisator utama dalam meningkatkan kemampuan evaluasi data siswa secara mandiri (Bybee, 2013). Melalui integrasi komponen *science* (konsep biologi), *technology* (perangkat AR), *engineering* (mekanisme kerja pompa jantung), dan *mathematics* (perhitungan denyut nadi), siswa dibiasakan untuk berpikir secara integratif dan holistik, bukan secara parsial terpisah (Sanders, 2009). Pola inkuiri terstruktur yang

disajikan dalam media ini memaksa nalar kritis siswa untuk aktif merancang solusi kreatif atas permasalahan penyumbatan pembuluh darah yang disimulasikan dalam aplikasi. Dampak dari proses rekayasa pengetahuan ini secara nyata meningkatkan sensitivitas nalar siswa dalam mengidentifikasi keabsahan informasi ilmiah, memvalidasi data empiris, serta menarik kesimpulan induktif maupun deduktif yang kokoh dan dapat dipertanggungjawabkan di depan kelas (Facione, 2015).

Implementasi media pembelajaran yang ramah biaya ini (*low-cost high-impact*) membuktikan bahwa batasan geografis dan finansial sekolah pinggiran bukanlah hambatan mutlak untuk menghadirkan kualitas pendidikan sains yang bermutu tinggi (Sadiman, 2018). Penggunaan *smartphone* pribadi siswa yang dioptimalkan dengan kacamata *cardboard* buatan sendiri memberikan dampak psikologis yang positif, di mana teknologi tidak lagi dipandang sebagai alat hiburan semata melainkan sebagai media eksplorasi ilmiah yang menantang. Transformasi digital dalam bingkai pedagogis yang kuat ini secara konsisten merangsang aktivitas nalar kritis dari satu sesi pembelajaran ke sesi berikutnya tanpa menimbulkan kejenuhan kognitif (Smaldino et al., 2015). Oleh karena itu, besarnya pengaruh yang terekam dalam penelitian eksperimen ini memberikan kontribusi teoretis dan praktis yang berharga bagi pengembangan metodologi pembelajaran sains modern yang inklusif, adaptif, dan selaras dengan akselerasi teknologi industri 4.0 (Schwab, 2017).

4.5.4 Analisis Peran Aspek STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dalam Media AR Cardboard

Kombinasi fungsional keempat elemen interdisipliner STEM di dalam media AR *Cardboard Circulatory System*memegang peranan kunci dalam mengonstruksi pemahaman holistik siswa terhadap materi sistem sirkulasi darah manusia yang kompleks (Torlakson, 2014). Aspek *Science* (sains) dioperasionalkan sebagai fondasi konseptual inti yang mencakup seluruh pengetahuan biologi mengenai struktur anatomi organ sirkulasi, fungsi komponen mikroskopis sel darah, serta patofisiologi gangguan pembuluh

darah (Campbell et al., 2017). Melalui pilar sains ini, siswa diajak untuk memahami hukum-hukum alam yang mengatur mekanisme homeostasis di dalam tubuh mereka sendiri. Informasi ilmiah yang disajikan tidak lagi berupa teks hafalan yang kering, melainkan diposisikan sebagai objek inkuiri yang harus dianalisis kebenaran konseptualnya melalui serangkaian pengamatan langsung, sehingga memicu keterlegatan kognitif tingkat tinggi sejak awal pembelajaran (National Research Council, 2012).

Selanjutnya, aspek *Technology* (teknologi) hadir sebagai jembatan visualisasi utama melalui pemanfaatan aplikasi *Augmented Reality* berbasis Android dan perangkat kacamata *cardboard* imersif (Azuma, 1997). Elemen teknologi ini bertugas mengubah representasi materi yang bersifat abstrak dan sekuensial menjadi objek digital tiga dimensi interaktif yang dapat dimanipulasi secara *real-time* oleh siswa. Penggunaan teknologi tepat guna ini berhasil mengatasi keterbatasan sarana prasarana fisik laboratorium sekolah dengan menghadirkan simulasi internal tubuh yang aman dan interaktif ke hadapan siswa (Bacca et al., 2014). Integrasi peranti lunak digital ini tidak hanya meningkatkan daya tarik estetika visual di dalam ruang kelas, tetapi secara metodologis memasilitasi gaya belajar visual-spasial siswa dalam mendeteksi detail struktural organ internal yang tidak kasat mata (Shelton & Hedley, 2002).

Sementara itu, aspek *Engineering* (rekayasa/teknik) diwujudkan melalui penanganan tantangan desain pemecahan masalah yang menuntut siswa menganalisis mekanisme kerja jantung sebagai sistem pompa mekanis (Moore et al., 2014). Siswa diposisikan sebagai perancang pengetahuan yang harus mengevaluasi bagaimana katup jantung mengatur arah aliran cairan dan bagaimana perubahan diameter pembuluh darah memengaruhi tekanan sirkulasi secara keseluruhan. Aktivitas *hands-on* dan *minds-on* ini merangsang kemampuan berpikir kritis siswa dalam merancang solusi hipotetis terhadap kasus penyumbatan arteri koroner yang disajikan dalam skenario LKPD (English, 2016). Proses rekayasa ini melatih ketajaman penalaran logis, sistematis, dan inovatif siswa dalam mengombinasikan hukum fisika mekanika dengan sistem

biologis makhluk hidup secara kreatif dan aplikatif (Kelley & Knowles, 2016).

Terakhir, aspek *Mathematics* (matematika) diintegrasikan sebagai instrumen kuantifikasi empiris yang melibatkan pengolahan data numerik sederhana, seperti penghitungan frekuensi denyut nadi dan pengukuran tekanan darah berdasarkan variasi aktivitas fisik siswa (Shaughnessy, 2012). Kehadiran pilar matematika ini sangat krusial untuk membimbing siswa dalam merumuskan kesimpulan ilmiah yang objektif dan berbasis pada pembuktian data (*data-driven conclusion*). Siswa dilatih untuk membaca pola grafik numerik, menghitung nilai rata-rata sampel denyut nadi kelompok, serta mengorelasikannya dengan kondisi kesehatan jantung secara statistik sederhana (National Council of Teachers of Mathematics, 2014). Melalui jalinan interdisipliner yang erat antara sains, teknologi, rekayasa, dan matematika ini, media AR *Cardboard* sukses menciptakan ekosistem pembelajaran yang kaya akan tantangan intelektual, yang secara sistematis mengasah ketajaman nalar kritis peserta didik secara komprehensif (Kennedy & Odell, 2014).

4.5.5 Transformasi Pembelajaran IPA Berbasis Media Visual Interaktif 3D

Penerapan media *Augmented Reality* (AR) *Cardboard* di SMP Babussalam Blimbingsari Banyuwangi telah memicu terjadinya transformasi pedagogis yang fundamental dalam pola penyampaian materi Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) tingkat sekolah menengah (Arsyad, 2014). Transformasi ini ditandai dengan bergesernya paradigma pembelajaran dari model tradisional yang didominasi oleh ceramah lisan guru (*teacher-centered*) menuju model imersif yang menempatkan siswa sebagai pusat eksplorasi (*student-centered*) (Sanjaya, 2016). Penggunaan gambar dua dimensi yang statis dan abstrak pada buku teks cetak, yang selama ini kerap memicu miskonsepsi teoretis, kini telah digantikan oleh representasi visual tiga dimensi yang dinamis, interaktif, dan menyerupai kondisi anatomi riil makhluk hidup (Daryanto, 2016). Perubahan media visual ini terbukti mampu mengubah model mental siswa secara lebih akurat, konseptual, dan mendalam terhadap materi sistem

peredaran darah manusia yang memiliki tingkat kompleksitas fisiologis yang tinggi (Wu et al., 2013).

Secara psikologi pendidikan, penyajian objek visual 3D yang terintegrasi dengan lingkungan nyata secara *real-time*melalui kacamata *cardboard* mampu meningkatkan atensi dan motivasi belajar internal siswa secara drastis (Schunk, 2012). Lingkungan kelas yang semula pasif dan dipenuhi kejenuhan kognitif berubah menjadi ruang diskusi ilmiah yang interaktif, di mana siswa secara antusias memanipulasi model digital jantung dari berbagai sudut pandang spasial. Pengalaman belajar yang menyenangkan dan bermakna ini (*meaningful learning*) berhasil menumbuhkan rasa ingin tahu (*sense of curiosity*) siswa untuk meneliti lebih lanjut mengenai fungsi-fungsi mikroskopis pembuluh darah (Ausubel, 1968). Inovasi visual ini juga terbukti efektif dalam memfasilitasi keragaman gaya belajar siswa di dalam kelas, sehingga siswa kinestetik maupun visual dapat menyerap esensi keilmuan secara seimbang melalui aktivitas observasi mandiri yang difasilitasi oleh gawai mereka (Fleming, 2001).

Dampak transformatif ini juga menyentuh aspek efisiensi pengelolaan kelas dan optimalisasi ketercapaian target kurikulum nasional abad ke-21 (Kemendikbudristek, 2022). Dengan jumlah ukuran kelas yang ideal sebanyak 25 siswa (*small class size*), pengajar memiliki kontrol metodologis yang optimal untuk mendampingi setiap kelompok dalam mengeksplorasi fitur-fitur interaktif pada media AR *Cardboard* (Arikunto, 2019). Hambatan klasik berupa keterbatasan fasilitas laboratorium riil di sekolah pinggiran dapat dijembatani dengan sukses menggunakan solusi laboratorium virtual yang ramah biaya (*low-cost high-impact*) (Sadiman, 2018). Media visual interaktif ini tidak sekadar berfungsi sebagai alat bantu peraga mekanis, melainkan telah bermutasi menjadi sarana strategis untuk merangsang aktivitas berpikir tingkat tinggi, melatih kebiasaan bertanya secara kritis, serta menanamkan metode ilmiah yang valid ke dalam struktur kognitif siswa sejak dini (Rusman, 2017).

Pada akhirnya, pergeseran metode pembelajaran IPA berbasis teknologi visual digital ini menjadi bukti nyata bahwa inovasi pendidikan tidak harus selalu bergantung pada

infrastruktur yang mewah dan mahal (Warsita, 2018). Kreativitas dalam mengemas peranti lunak AR yang dipadukan dengan kacamata kardus sederhana terbukti mampu memberikan dampak akselerasi kognitif yang setara dengan fasilitas multimedia modern di perkotaan. Transformasi ini memberikan inspirasi kuat bagi para praktisi pendidikan sains untuk terus memperbarui literasi digital mereka guna menciptakan skenario pembelajaran yang adaptif terhadap dinamika perkembangan zaman (UNESCO, 2018). Melalui implementasi media visual imersif yang konsisten, sekolah mampu melahirkan generasi pelajar yang tidak hanya cerdas secara teoretis, melainkan juga memiliki ketajaman nalar kritis, kemampuan analisis yang kuat, serta kapasitas pemecahan masalah yang solutif dalam menghadapi tantangan dunia nyata (Trilling & Fadel, 2009).

4.5.6 Relevansi Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Peredaran Darah

Pengembangan keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran materi sistem peredaran darah manusia memiliki peran penting dalam membantu peserta didik memahami konsep-konsep biologi secara lebih mendalam. Materi sistem sirkulasi menyediakan landasan yang kaya untuk melatih kemampuan menganalisis, mengevaluasi informasi, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah. Melalui integrasi media AR Cardboard berbasis STEM, siswa dapat mengonstruksi pengetahuan secara lebih sistematis dan memahami hubungan antarorgan dalam sistem peredaran darah secara lebih konkret (Sudarisman, 2015).

Implementasi nalar kritis pada materi ini memosisikan siswa untuk tidak sekadar menghafal nama-nama katup jantung atau istilah sel darah, melainkan mampu menganalisis implikasi klinis dari disfungsi organ tersebut terhadap kelangsungan hidup manusia (Guyton & Hall, 2016). Sebagai contoh, ketika siswa dihadapkan pada indikator mengevaluasi data, mereka diajak untuk menafsirkan grafik hubungan antara aktivitas fisik dengan fluktuasi denyut nadi dan tekanan darah secara matematis. Kemampuan menghubungkan konsep biologi dengan realitas kehidupan sehari-hari ini sangat krusial

untuk melatih kepekaan sosial dan kesehatan siswa (Widodo, 2021). Kurikulum Merdeka memberikan fleksibilitas bagi guru untuk memanfaatkan media inovatif seperti AR *Cardboard* guna menciptakan tantangan inkuiri kontekstual yang merangsang siswa melatih strategi dan taktik pemecahan masalah nyata terkait penyakit kardiovaskular yang marak terjadi di masyarakat (Zaleha et al., 2023).

Selain itu, relevansi berpikir kritis juga tercermin pada pentingnya literasi digital yang terintegrasi dalam proses pembelajaran sains (Paniagua & Istance, 2018). Peserta didik di era digital abad ke-21 dikelilingi oleh limpahan informasi yang sangat masif, sehingga kemampuan memvalidasi kebenaran data ilmiah (*scientific validation*) menjadi kompetensi protektif yang wajib dimiliki (National Research Council, 2012). Melalui eksplorasi mandiri menggunakan perangkat AR berbasis STEM, siswa dilatih untuk bersikap skeptis secara positif, mempertanyakan asumsi yang dangkal, serta selalu bersandar pada bukti empiris yang sahih sebelum menarik suatu kesimpulan ilmiah (Facione, 2015). Pembiasaan berpikir reflektif ini mendukung proses pembelajaran yang berorientasi pada kemampuan bernalar, menyusun argumen berdasarkan bukti, dan memecahkan permasalahan secara, melainkan menitikberatkan pada penilaian proses bernalar, kemampuan berargumen, dan portofolio pemecahan masalah interdisipliner (Cahyono, 2024).

Secara holistik, keselarasan antara indikator berpikir kritis Ennis dengan capaian pembelajaran sains dalam kurikulum Merdeka pada akhirnya bermuara pada kesiapan siswa menghadapi tantangan masa depan (Ennis, 1985; Rahmawati, 2023). Kompetensi analitis yang terasah melalui visualisasi imersif AR *Cardboard* membekali siswa dengan fleksibilitas kognitif yang tinggi untuk beradaptasi dengan disrupsi teknologi global (Barrow, 2016). Pendidikan sains tidak lagi dipandang sebagai kumpulan dogma ilmiah yang kaku, melainkan sebagai proses dinamis yang terus berkembang melalui inkuiri dan tadabur terhadap keteraturan alam ciptaan Tuhan. Dengan demikian, penelitian eksperimen yang dilaksanakan di SMP Babussalam Blimbingsari Banyuwangi menunjukkan bahwa pemanfaatan media AR

Cardboard berbasis STEM berpotensi mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa melalui pembelajaran yang lebih interaktif, kontekstual, dan berorientasi pada pemecahan masalah (Supriyadi, 2025).

4.5.7 Hambatan Penelitian dan Solusi Strategis dalam Implementasi Media AR Cardboard di Lapangan

Dalam pelaksanaan penelitian eksperimen di SMP Babussalam Blimbingsari Banyuwangi, peneliti mengidentifikasi beberapa hambatan teknis dan non-teknis substantif yang berpotensi memengaruhi efektivitas implementasi media AR *Cardboard*di dalam kelas (Sugiyono, 2019). Hambatan utama yang muncul di lapangan adalah adanya variasi spesifikasi perangkat keras (*hardware*) *smartphone* Android yang dimiliki oleh para siswa, di mana beberapa gawai mengalami kendala *lag*atau keterlambatan *rendering* objek 3D karena keterbatasan kapasitas RAM dan kemampuan prosesor grafis (Arsyad, 2014). Selain itu, faktor lingkungan fisik berupa intensitas pencahayaan ruang kelas yang tidak merata kerap mengganggu sensitivitas kamera gawai dalam melakukan pemindaian (*scanning*) *marker* visual, sehingga memicu ketidakstabilan pemunculan visualisasi sistem peredaran darah secara *real-time* (Azuma, 1997). Kendala psikologis awal juga terekam pada beberapa peserta didik yang mengalami kebingungan dan kegagalan operasional karena belum terbiasa berinteraksi dengan aplikasi berbasis teknologi *Augmented Reality* dalam proses belajar mengajar (Smaldino et al., 2015).

Guna mengatasi hambatan-hambatan teknis tersebut tanpa mengorbankan integritas metodologi penelitian, peneliti secara proaktif menerapkan beberapa solusi strategis yang taktis dan efektif di lapangan (Prastowo, 2019). Untuk mengatasi masalah ketimpangan spesifikasi gawai, peneliti melakukan optimasi ukuran file aplikasi digital dan menurunkan kompresi poligon aset 3D tanpa mengurangi esensi detail keilmuan anatomi jantung, sehingga aplikasi menjadi jauh lebih ringan dan adaptif (Mayer, 2009). Masalah sensitivitas pemindaian *marker* diselesaikan dengan melakukan pencetakan ulang lembar *marker* menggunakan

kertas *matte* berkualitas tinggi dengan tingkat kontras yang ditingkatkan, serta melakukan pengaturan ulang tata letak tempat duduk siswa guna memaksimalkan penetrasi cahaya alami dari jendela kelas (Sadiman, 2018). Sementara itu, kendala adaptasi teknologi dijembatani dengan mengalokasikan waktu khusus pada sesi prapembelajaran untuk memberikan panduan operasional yang komprehensif serta melakukan simulasi uji coba penggunaan kacamata *cardboard* secara klasikal (Sanjaya, 2016).

Keuntungan metodologis berupa ukuran kelas yang relatif terbatas dan ideal, yaitu sebanyak 25 siswa yang terbagi ke dalam 5 kelompok kecil, terbukti mempermudah peneliti dalam melakukan monitoring dan pendampingan intensif secara personal (Arikunto, 2019). Ketika salah satu siswa mengalami kendala teknis pada gawainya, proses tutor sebaya (*peer-tutoring*) di dalam kelompok dapat berjalan secara alami untuk saling membantu mengatasi kesulitan operasional tersebut (Slavin, 2015). Manajemen kelas yang intim ini memastikan bahwa tidak ada satu pun peserta didik yang kehilangan momentum atau tertinggal dalam melakukan eksplorasi visual interaktif terhadap materi LKPD berbasis STEM yang sedang didiskusikan (Rusman, 2017). Pendekatan persuasif dan bimbingan teknis yang sabar dari peneliti terbukti mampu mengikis kecemasan teknologi siswa, sehingga dalam waktu singkat seluruh kelompok dapat mengoperasikan peranti digital tersebut secara mandiri, lancar, dan penuh percaya diri (Schunk, 2012).

Keberhasilan mitigasi hambatan ini memberikan pelajaran berharga bahwa implementasi teknologi mutakhir di sekolah pinggiran yang sedang berkembang membutuhkan fleksibilitas desain pembelajaran dan kesiapan preventif yang matang dari pihak instruktur (Warsita, 2018). Analisis komparatif yang cermat terhadap kelebihan dan kekurangan media AR *Cardboard* selama proses penelitian menunjukkan bahwa tantangan teknis lapangan dapat diminimalkan melalui perencanaan skenario pembelajaran yang matang dan berbasis solusi tepat guna (Daryanto, 2016). Keberhasilan mengatasi kendala operasional ini pada akhirnya berbuah manis dengan terekamnya peningkatan skor berpikir kritis yang merata pada

seluruh siswa saat asesmen *posttest* dilakukan (Sugiyono, 2019). Pengalaman empiris ini menjadi referensi yang sangat berharga bagi peneliti selanjutnya untuk merancang media pembelajaran digital yang tidak hanya canggih secara konseptual, tetapi juga tangguh, adaptif, dan mudah diimplementasikan di tengah berbagai keterbatasan infrastruktur sekolah nyata (UNESCO, 2018).

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa kelas VIII A SMP Babussalam Blimbingsari pada materi sistem peredaran darah manusia sebelum diberikan perlakuan menggunakan media Augmented Reality (AR) Cardboard berbasis STEM masih berada pada kategori rendah hingga sedang. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata pretest sebesar 61,84, dengan nilai terendah 42,00 dan nilai tertinggi 79,00. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kemampuan awal siswa dalam berpikir kritis masih perlu ditingkatkan, terutama dalam memahami konsep sistem peredaran darah yang bersifat abstrak.

Setelah diberikan perlakuan menggunakan media AR Cardboard berbasis STEM, keterampilan berpikir kritis siswa mengalami peningkatan yang signifikan. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan nilai rata-rata posttest menjadi 85,84**,** dengan nilai minimum 75,00 dan nilai maksimum 98,00. Selain itu, hasil uji Paired Sample t-Test menunjukkan nilai signifikansi **(**Sig. 2-tailed**)** sebesar 0,000, yang lebih kecil dari 0,05 (0,000 < 0,05). Hasil tersebut menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima**,** sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan media AR Cardboard Circulatory System berbasis STEM berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi sistem peredaran darah manusia.

Peningkatan keterampilan berpikir kritis tersebut menunjukkan bahwa integrasi teknologi Augmented Reality dengan pendekatan STEM mampu mendukung proses pembelajaran yang lebih interaktif dan bermakna. Visualisasi organ sistem peredaran darah dalam bentuk tiga dimensi membantu siswa memahami konsep yang sebelumnya bersifat abstrak, sekaligus mendorong mereka untuk

menganalisis, menyimpulkan, dan memecahkan masalah sesuai dengan indikator keterampilan berpikir kritis. Dengan demikian, media AR Cardboard berbasis STEM dapat menjadi salah satu alternatif media pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi sistem peredaran darah manusia.

5.2. KETERBATASAN PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan sesuai prosedur ilmiah, namun tetap memiliki sejumlah keterbatasan yang perlu diakui, antara lain:

1. **Keterbatasan Ruang Lingkup Ukuran Sampel (*Sample Size*):**
   Penelitian ini hanya melibatkan satu kelas eksperimen (Kelas VIII A) dengan jumlah sampel terbatas, yaitu 25 siswa di SMP Babussalam Blimbingsari. Dikarenakan ukuran sampel yang relatif kecil dan hanya berfokus pada satu lembaga sekolah, hasil penelitian ini belum dapat digeneralisasikan secara luas untuk seluruh populasi siswa SMP pada skala regional maupun nasional yang memiliki karakteristik demografis, latar belakang akademis, dan motivasi belajar yang berbeda.
2. **Keterbatasan Durasi Waktu Intervensi Eksperimen:**
   Proses implementasi media pembelajaran *Augmented Reality*(AR) Cardboard berbasis STEM ini dilaksanakan dalam jangka waktu yang relatif singkat (hanya beberapa pertemuan sesuai dengan alokasi jam pelajaran materi sistem peredaran darah). Durasi yang terbatas ini membuat peneliti kurang dapat mengamati dampak atau retensi (daya tahan) keterampilan berpikir kritis siswa dalam jangka panjang setelah perlakuan (*treatment*) selesai diberikan.
3. **Ketergantungan terhadap Spesifikasi Perangkat Keras (*Hardware Dependencies*):**
   Penggunaan media AR Cardboard sangat bergantung pada ketersediaan dan spesifikasi *smartphone* milik siswa atau sekolah (seperti keberadaan sensor *gyroscope*, kapasitas RAM, dan resolusi layar). Adanya variasi performa perangkat keras di lapangan sempat menyebabkan beberapa siswa mengalami kendala teknis berupa visualisasi yang lambat (*lag*) atau kendala fokus lensa pada alat peraga, yang secara tidak

langsung berpotensi memengaruhi ritme konsentrasi belajar siswa.

4. **Potensi Adanya Efek Kebaruan (*Novelty Effect*):**
   Peningkatan keterampilan berpikir kritis dan antusiasme siswa yang sangat tinggi dalam penelitian ini berpotensi dipengaruhi oleh *novelty effect*. Hal ini dikarenakan teknologi AR Cardboard merupakan media yang baru pertama kali mereka jumpai dalam proses pembelajaran sains di sekolah tersebut. Ada kemungkinan ketertarikan siswa lebih didorong oleh rasa penasaran terhadap alat baru, bukan sepenuhnya karena kesiapan kognitif dalam menginternalisasi aspek-aspek STEM secara mendalam.
5. **Kendala Pengkondisian Lingkungan Kelas (Kontrol Faktor Eksternal):**
   Peneliti mengalami keterbatasan dalam mengontrol variabel-variabel luar secara mutlak selama eksperimen berlangsung, seperti tingkat kelelahan siswa (terutama jika jam pelajaran IPA berada di akhir waktu sekolah), gangguan kebisingan dari luar ruang kelas, serta interaksi atau aktivitas belajar mandiri yang dilakukan siswa di luar jam sekolah yang dapat memengaruhi hasil *posttest*secara subjektif.

5.3 SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, peneliti mengajukan saran-saran sebagai berikut:

1. Bagi Guru

Mengintegrasikan Media AR Berbasis STEM pada Materi Abstrak Lainnya Secara Konsisten: Guru disarankan untuk tidak hanya membatasi penggunaan media Augmented Reality (AR) Cardboard ini pada materi sistem peredaran darah manusia saja, melainkan mulai merancang dan mengimplementasikannya secara berkala pada materi-materi sains abstrak lainnya yang membutuhkan visualisasi tingkat tinggi—seperti sistem tata surya, struktur atom, atau pembelahan sel—serta mengemasnya dalam kerangka pembelajaran STEM agar keterampilan berpikir kritis siswa dapat terus terstimulasi dan terlatih secara berkelanjutan di setiap semester.

2. Bagi Siswa

Meningkatkan Kemandirian Belajar dan Bijak dalam Memanfaatkan Teknologi Gawai: Siswa diharapkan dapat mengubah kebiasaan penggunaan smartphone dari yang semula didominasi oleh aktivitas hiburan atau media sosial, menjadi lebih produktif dengan memanfaatkan gawai tersebut untuk mengeksplorasi media pembelajaran digital interaktif, serta secara aktif melatih nalar kritisnya melalui penyelesaian proyek-proyek berbasis STEM baik di dalam kelas maupun secara mandiri di rumah.

3. Bagi Sekolah

Mendukung Pengadaan Sarana Prasarana Digital dan Fasilitasi Pelatihan Teknologi bagi Guru: Pihak sekolah diharapkan memberikan dukungan nyata berupa pengadaan fasilitas penunjang teknologi informasi, seperti perluasan jaringan internet (Wi-Fi) yang stabil hingga ke ruang kelas dan penyediaan inventaris gawai sekolah, yang diimbangi dengan penyelenggaraan program pelatihan atau workshop berkala bagi para guru dalam mengembangkan media pembelajaran berbasis digital demi meningkatkan mutu akademis lembaga secara menyeluruh.

Daftar Pustaka

Aghni, R. I. (2018). Fungsi dan jenis media pembelajaran dalam pembelajaran akuntansi. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia, 16*(1), 98–107.

Aini, I. N. Q., Triayudi, A., & Sholihati, I. D. (2020). Aplikasi pembelajaran interaktif augmented reality tata surya sekolah dasar menggunakan metode marker based tracking. *Jurnal Media Informatika Budidarma, 4*(1), 178–184.

Aliftika, O., & Utari, S. (2019). Pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa melalui pembelajaran sains. *Jurnal Pendidikan IPA*, 8(2), 145–153.

Arikunto, S. (2019). Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik. Rineka Cipta.

Arsyad, A. (2014). Media Pembelajaran. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.

Ausubel, D. P. (1968). Educational Psychology: A Cognitive View. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Azhar, A. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi. Yogyakarta: Kalimedia.

Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators & Virtual Environments, 6(4), 355–385.

Bacca, J., Baladiris, S., Fabregat, R., & Graf, S. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. Educational Technology & Society, 17(4), 133–149.

Barrow, L. H. (2016). A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. Journal of Science Teacher Education, 17(3), 265–278.

Bybee, R. W. (2013). The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. Arlington: NSTA Press.

Cahya Wardani, R., Suyanto, E., & Prasetyo, Z. K. (2025). Transformasi pembelajaran IPA abad ke-21 berbasis teknologi digital. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 5(1), 1–10.

Cahyono, B. (2024). Asesmen Pembelajaran pada Kurikulum Merdeka. Bandung: Alfabeta.

Campbell, N. A., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Reece, J. B. (2017). Biology (11th ed.). New York: Pearson Education.

Citra, W. R., Suwangsih, E., & Mustikaati, W. (2025). Pengaruh model Problem Based Learning berbantuan media Augmented Reality dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada mata pelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Tambusai, 9*(1), 1402–1410.

Cohen, J. (1988). Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. Lawrence Erlbaum Associates.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches (5th ed.). SAGE Publications.

Daryanto. (2016). Media Pembelajaran: Perannya Sangat Penting Dalam Mencapai Tujuan Pembelajaran. Yogyakarta: Gava Media.

Dasan, R. (2019). Student-Centered Learning dalam Pembelajaran Sains Abad 21. Malang: UM Press.

Elfiandi Rizaldi, F. A., Nisvi S. O., & Puji F. I. (2023). Analisis kemampuan berpikir kritis matematika siswa ditinjau dari gaya belajar siswa. *Jurnal Arjuna: Publikasi Ilmu Pendidikan, Bahasa dan Matematika, 1*(6), 213–219.

English, L. D. (2016). STEM Education K-12: Perspectives on Integration. International Journal of STEM Education, 3(3), 1–8.

Ennis, R. H. (1985). A Logical Basis for Measuring Critical Thinking Skills. Educational Leadership, 43(2), 44–48.

Facione, P. A. (2015). Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. California: Measured Reasons LLC.

Field, A. (2018). Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics (5th ed.). SAGE Publications.

Fleming, N. D. (2001). Teaching and Learning Styles: VARK Strategies. Christchurch: N.D. Fleming.

Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). How to Design and Evaluate Research in Education (8th ed.). McGraw-Hill.

Ghasemi, A., & Zahediasl, S. (2012). Normality tests for statistical analysis: a guide for non-statisticians. International Journal of Endocrinology and Metabolism, 10(2), 486–489.

Ghifari, Y., Rienovita, E. D. A., & Amelia, D. (2025). Penggunaan Augmented Reality untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam pelajaran IPA. *Jurnal Education and Development, 13*(1), 28–36.

Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2016). Textbook of Medical Physiology (13th ed.). Philadelphia: Elsevier Saunders.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). Multivariate Data Analysis (8th ed.). Cengage Learning.

Hendriyani, Y., Effendi, H., Novaliendry, D., & Effendi, H. (2019). Augmented reality sebagai media pembelajaran inovatif di era revolusi industri 4.0. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan, 12*(2), 62–67.

Hidayat, R., Hasanah, U., & Rahman, A. (2019). Analisis kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa SMP pada pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 7(1), 23–31.

Hoerunnisa, M., Purnamasari, S., & Rahmaniar, A. (2024). Analisis Implementasi Science Technology Engineering Mathematics (STEM) dalam Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam. *Jurnal Pendidikan MIPA, 14*(1), 79-89.

Hosnan, M. (2014). Pendekatan Saintifik dan Kontekstual dalam Pembelajaran Abad 21. Jakarta: Ghalia Indonesia.

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A Conceptual Framework for Integrated STEM Education. International Journal of STEM Education, 3(11), 1–11.

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek). (2022). Keputusan Kepala BSKAP No. 033/H/KR/2022 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka. Jakarta: Kemendikbudristek.

Kennedy, T. J., & Odell, M. R. (2014). Engaging Students in STEM Education. Science Education International, 25(3), 246–258.

Kurniawan, D., & Wuryandani, W. (2019). Pengaruh penggunaan media pembelajaran terhadap motivasi belajar siswa sekolah menengah pertama. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan, 4*(7), 867–873.

Kusuma, A. R., Widodo, W., & Lestari, N. (2023). Evaluasi efektivitas media pembelajaran digital dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 25(2), 112–121.

Lestari, D., & Nugraha, I. (2021). Pembelajaran berbasis aktivitas untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMP. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(3), 389–398.

Lestari, D., Nugraha, I., & Putra, R. (2021). Peran teknologi dalam pembelajaran IPA abad ke-21. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 14(2), 201–210.

Mayer, R. E. (2009). Multimedia Learning (2nd ed.). New York: Cambridge University Press.

Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Transactions on Information and Systems, E77-D(12), 1321–1329.

Mishra, P., Pandey, C. M., Singh, U., Gupta, A., Sahu, C., & Keshri, A. (2019). Descriptive statistics and normality tests for statistical data. Annals of Cardiac Anaesthesia, 22(1), 67–72.

Moore, T. A., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., Smith, K. A., & Stohlmann, M. S. (2014). A Framework for Quality K-12 Engineering Education: Research and Development. Journal of Pre-College Engineering Education Research, 4(1), 1–13.

Muijs, D. (2011). Doing Quantitative Research in Education with SPSS (2nd ed.). SAGE Publications.

Munir, M., Rahmawati, Y., & Fitriani, E. (2022). Pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi untuk meningkatkan aktivitas kognitif siswa. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 9(1), 55–64.

Muttaqiin, A. (2023). Pendekatan STEM (science, technology, engineering, mathematics) pada pembelajaran IPA untuk melatih keterampilan abad 21. *Jurnal Pendidikan MIPA, 13*(1).

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2014). Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All. Reston: NCTM.

National Research Council (NRC). (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington, DC: The National Academies Press.

Nofrianda, E., Febriansyah, A., Setiawan, A., & Lubis, A. (2023). Media pembelajaran e-learning untuk meningkatkan hasil belajar. *Jurnal Pendidikan Tambusai, 7*(2), 3937–3941.

Nugroho, A., & Purwanto, A. (2018). Pengembangan media pembelajaran berbasis augmented reality untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa. *Jurnal Teknologi Pendidikan, 22*(1), 1–12.

Paivio, A. (2013). Imagery and Verbal Processes. London: Routledge.

Pallant, J. (2020). SPSS Survival Manual: A Step by Step Guide to Data Analysis Using IBM SPSS (7th ed.). Routledge.

Paniagua, A., & Istance, D. (2018). Teachers as Designers of Learning Environments: The Assessment of Innovative Pedagogies. Paris: OECD Publishing.

Partnership for 21st Century Skills. (2015). P21 Framework Definitions. Washington, DC: Partnership for 21st Century Skills.

Pramono, A., & Setiawan, M. D. (2019). Pemanfaatan augmented reality sebagai media pembelajaran pengenalan buah-buahan. *INTENSIF: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Penerapan Teknologi Sistem Informasi, 3*(1), 54–68.

Prastowo, A. (2019). Analisis Pembelajaran Tematik Terpadu dan Eksperimen Kuantitatif. Jakarta: Prenadamedia Group.

Pratama, A., & Saputri, D. Y. (2021). Efektivitas media augmented reality dalam pembelajaran biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 13(2), 89–97.

Pratiwi, N., Suryadi, A., & Kurniawan, H. (2023). Strategi pembelajaran IPA dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan Sains*, 11(1), 45–54.

Purwati, P., Taha, I., Tamrin, M., Lanani, K., & Malik, R. P. (2023). Analisis kemampuan berpikir kritis matematis siswa dalam memecahkan masalah matematika. *Matrix: Jurnal Pendidikan Matematika, 1*(1).

Putri, R. A., & Suryani, N. (2020). Pemanfaatan media pembelajaran untuk meningkatkan keaktifan siswa dalam proses pembelajaran. *Jurnal Teknologi Pendidikan, 22*(2), 123–132.

Rahayu, R., Rosita, R., Rahayuningsih, Y. S., Hernawan, A. H., & Prihantini, P. (2022). Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar di Sekolah Penggerak. Jurnal Basicedu, 6(4), 6313–6319.

Rahmawati, D. (2023). Transformasi Capaian Literasi Sains Berdasarkan Indikator Ennis. Surabaya: Jurnal Pendidikan IPA.

Ramadhani, D. P., & Mellisa. (2025). *Simple yet effective learning media: Flashcard for the circulatory system*. Perspektif Pendidikan dan Keguruan, 16(2).

Ramdani, A., Jufri, A. W., & Jamaluddin, J. (2020). Pengaruh penggunaan media pembelajaran terhadap motivasi dan hasil belajar IPA. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 6(1), 30–38.

Ramlawati, R., Aisyah, D. M., & Muhiddin, N. H. (2022). Pengembangan LKPD IPA Materi Sistem Peredaran Darah Manusia Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas VIII. *Diklabio: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi, 6*(2), 197–205.

Rusman. (2017). Belajar & Pembelajaran: Berorientasi Standar Proses Pendidikan. Jakarta: Kencana.

Sadiman, A. S. (2018). Media Pendidikan: Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.

Sahria, Y., & Yulfihani, I. (2023). Pemanfaatan teknologi augmented reality dengan metode marker based tracking sebagai media pengenalan bangun ruang. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD, 6*(1).

Saidin, N. F., Halim, N. D. A., & Yahaya, N. (2015). A review of research on augmented reality in education: Advantages and applications. *International Education Studies, 12*(5), 1–10.

Sanjaya, W. (2016). Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.

Sari, M., & Syamsurizal, S. (2022). Analisis kesulitan belajar siswa pada materi sistem peredaran darah manusia. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 14(1), 67–75.

Satria, B., & Prihandoko, P. (2018). Implementasi metode marker based tracking pada aplikasi bangun ruang berbasis augmented reality. *Sebatik, 19*(1), 1–5.

Schunk, D. H. (2012). Learning Theories: An Educational Perspective (6th ed.). Boston: Pearson Education.

Schwab, K. (2017). The Fourth Industrial Revolution. New York: Crown Business.

Shaughnessy, J. M. (2012). Mathematics in STEM Education. Mathematics Teaching in the Middle School, 18(1), 324–326.

Shelton, B. E., & Hedley, N. R. (2002). Using Augmented Reality for Teaching Earth-Sun Relations to Undergraduate Geography Students. Proceedings of the First IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop, 1–8.

Siregar, S. (2017). Statistik Non-Parametrik untuk Penelitian: Dilengkapi dengan Perhitungan Manual dan Aplikasi SPSS. Jakarta: Bumi Aksara.

Slavin, R. E. (2015). Cooperative Learning: Theory, Research, and Practice. London: Allymand Bacon.

Smaldino, S. E., Lowther, D. L., & Russell, J. D. (2015). Instructional Technology and Media for Learning (11th ed.). Boston: Pearson Education.

Sudarisman, S. (2015). Memahami Hakikat dan Karakteristik Pembelajaran Biologi dalam Merelasikan Kompetensi Abad 21. Jurnal Florea, 2(1), 29–35.

Sudjana, N. (2017). Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Sugiyono. (2020). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Alfabeta.

Sujarwanto, E. (2023). Prinsip pendidikan STEM dalam pembelajaran sains. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual, 8*(2), 408–414.

Supriyadi, T. (2025). Inovasi Pendidikan Sains Masa Depan. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Sweller, J. (2011). Cognitive Load Theory. Psychology of Learning and Motivation, 55, 37–76.

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). Using Multivariate Statistics (7th ed.). Pearson.

Tafonao, T. (2018). Peranan media pembelajaran dalam meningkatkan minat belajar mahasiswa. *Jurnal Komunikasi Pendidikan, 2*(2), 103–114.

Torlakson, T. (2014). Innovate: A Blueprint for STEM Education. California: State Superintendent of Public Instruction.

Trilling, B., & Fadel, C. (2009). 21st Century Skills: Learning for Life in Our Times. San Francisco: Jossey-Bass.

UNESCO. (2018). ICT Competency Framework for Teachers. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Vari, Y. (2022). Pemanfaatan augmented reality untuk melatih keterampilan berpikir abad 21 di pembelajaran IPA. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA, 11*(2), 70–75.

Wahono, B., Linuwih, S., & Sulhadi, S. (2020). Implementasi pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 16(2), 133–140.

Warsita, B. (2018). Teknologi Pembelajaran: Landasan & Aplikasinya. Jakarta: Rineka Cipta.

Widodo, A. (2021). Pembelajaran Sains Kontekstual Modern. Bandung: UPI Press.

Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current Status, Opportunities and Challenges of Augmented Reality in Education. Computers & Education, 62, 41–49.

Zaleha, F., Rahmat, A., & Kurniawan, Y. (2023). Penggunaan Inovasi Media Pembelajaran Interaktif untuk Menjawab Tantangan Kurikulum Merdeka. Jurnal Inovasi Pendidikan IPA, 9(2), 145–156.

LAMPIRAN I
BERKAS BIMBINGAN

7/2/26, 8:54 AM SISTEM INFORMASI MANAJEMEN AKADEMIK UIMSYA BLOKAGUNG :

NIM	2211261011
NAMA	ACH. SHOFIL AQLI
FAKULTAS	TARBIYAH DAN KEGURUAN
PROGRAM STUDI	S1 TADRIS IPA
PERIODE	20262
JUDUL	PENGARUH PENGGUNAAN MEDIA AUGMENTED REALITY AR CARDBOARD CIRCULATORY SYSTEM BERBASIS STEM TERHADAP PENINGKATAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMP KELAS VIII PADA MATERI SISTEM PEREDARAN DARAH MANUSIA



No	Periode	Tanggal Mulai	Tanggal Selesai	Uraian Masalah	Bimbingan
1	20252	03 Juni 2026	06 Juli 2026	revisi artikel	revisi artikel dari jurnal yang dituju
2	20252	27 Mei 2026	30 Mei 2026	artikel	pembimbingan artikel sebagai syarat tugas akhir
3	20252	14 Mei 2026	17 Mei 2026	submit artikel	pemilihan jurnal sebagai syarat pendaftaran ujian tugas akhir
4	20252	11 Mei 2026	13 Mei 2026	Daftar rujukan dan Lampiran	pengecekan penulisan daftar rujukan dan cek kelengkapan lampiran
5	20252	06 Mei 2026	09 Mei 2026	BAB V Penutup	Menyusun Kesimpulan dan saran/masukan
6	20252	28 April 2026	02 Mei 2026	BAB IV Pembahasan	lanjutan pembahasan pada bimbingan sebelumnya
7	20252	21 April 2026	25 April 2026	Menyelesaikan BAB IV dengan sub Bab Pembahasan	Menyelesaikan pembahasan dari analisis data yang sudah dilakukan, menyusun sub topik sesuai dengan varaibel bebas
8	20252	15 April 2026	18 Juli 2026	BAB IV	Menyusun Pembahasan
9	20252	01 April 2026	04 April 2026	BAB IV	finalisasi analisis data
10	20252	23 Januari 2026	24 Maret 2026	Analisis Data Hanya Paragraf	Analisis Data : Tambahkan Rumusnya dan Tampilan juga referensinya
11	20252	16 Januari 2026	23 Januari 2026	Teknik Pengumpulan Data	Teknik Pengumpulan Data : Selalu tambahkan Alasan dari Penggunaan Teknik yang di lakukan untuk mendapatkan Data
12	20252	15 Januari 2026	18 Januari 2026	Bab III	Metode Penelitian
13	20252	15 Januari 2026	16 Maret 2026	Kajian Pustaka : Landasan Teori yang di Harapkan, Penelitian Terdahulu Masih Kurang sesuai, Kerangka Konseptual masih terfokus Tindakan seharusnya alur, Jenis penelitian, Populasi dan Sampel Pada Bagian Metode Penelitian	Landasan Teori : dari Umum hingga KhususmPenelitian Terdahulu : Referensi nya yang IPA atau BiologimKerengka Konseptual : Alur dari hasil observasi & Wawancara hingga posttest yang menghasilkan peningkatan atau tidaknya berpikir kritisinjenis Penelitian : Metode beradasarkan Pendekatan
14	20252	10 Januari 2026	15 Januari 2026	Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Batasan Masalah, dan Devinisi Operasional	Penyesuaian Rumusan Masalah dan tujuan Penelitian Berdasarkan Latar Belakang
15	20252	27 Desember 2025	10 Januari 2026	Alur Latar Belakang dan Referensi	Bimbingan Latar Belakang berserta Artikel yang di kutip
16	20252	23 Desember 2025	24 Desember 2025	pengajuan judul	pengajuan dan pemilihan judul tugas akhir

siakad.uata.ac.id/cetak.php?m=bimbingan.ta.detail&NIM=p2NIYmNIZGdnZQprsn3Dprsn3D&pr=p2FjZmMprsn3D&hal=1 1/1

LAMPIRAN II
SURAT PENELITIAN

UNIVERSITAS KH. MUKHTAR SYAFAAT
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
Blokagung - Banyuwangi
Alamat : PP. Darussalam Blokagung Banyuwangi, No Hp : 08113129333
E-Mail: official@uimsya.ac.id, Website: uimsya.ac.id, Kode Pos : 68491

Nomor : 51.2.12/131.184/ UIMSYA/FTK/B.7/V/2026
Lamp. : -
Hal : **Pengantar Penelitian**

Kepada Yang Terhormat:
Kepala SMP Babussalam
Blimbingsari, Banyuwangi
Di - Tempat

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarokatuh

Yang bertanda tangan di bawah ini Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK) Universitas KH. Mukhtar Syafaat (UIMSYA) Blokagung Banyuwangi, memohonkan izin penelitian atas mahasiswa kami:

Nama	: Ach. Shofil Aqli
TTL	: Banyuwangi, 09 Juni 2004
NIM	: 2211261011
Fakultas	: Tarbiyah dan Keguruan (FTK)
Program Studi	: Tadris Ilmu Pengetahuan Alam (TIPA)
Alamat	: Blimbingsari,Banyuwangi
Dosen Pembimbing	: Khoironi Fanana Akbar, M. Pd.

Untuk dapat diterima melaksanakan penelitian di lembaga yang Bapak/Ibu pimpin, dalam rangka penyelesaian program **tugas akhir skripsi**.
Adapun judul penelitiannya adalah: ***"Pengaruh Media AR Cardboard Berbasis STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Peredaran Darah"***.

Atas perkenan dan kerja samanya yang baik diucapkan banyak terima kasih.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarokatuh.

Banyuwangi, 31 Mei 2026

FTK

Dr. Zulfi Zamala Dwi Andriani, S.S., M.A.
NUPTK. 6554762663230193

LAMPIRAN III
SURAT TELAH MELAKUKAN PENELITIAN



YAYASAN BABUSSALAM BLIMBINGSARI
" SMP BABUSSALAM "
NIS : 202420 NSS : 202052525310 NPSN : 70040932
e-mail : smpbabussalam360@gmail.com

SURAT PENELITIAN

NOMOR :421.3/03.03/BBS/V/2026

Yang bertanda tangan di bawah ini kami kepala sekoah SMP Babussalam Desa Blimbingsai Kecamatan Blimbingsari Kabupaten Banyuwangi. Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama	: ACH. SHOFIL AQIL
TTL	: Banyuwangi, 09 Juni 2004
NIM	: 2211261011
Fakultas	: Tarbiyah dan Keguran (FTK)
Program Studi	: Tadris Ilm Pengetahan Alam (TIPA)
Alamat	: Blimbingsari Banyuwangi

Bahwa yang bersangkutan benar benar telah melakukan penelitian di SMP Babussalam Desa Blimbingsari Kecamatan Blimbingsari Kabupaten Banyuwangi pada tanggal 2 Juni 2026 dalam rangka penyelesaian skripsi dengan judul :

"Pengaruh Media AR Cardboard Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Berfikir Kritis Siswa Pada Materi Peredaran Darah".

Demikian keterangan ini dibuat dengan sesungguhnya dan sebenar benarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Blimbingsari, 2 Juni 2026
Kepala Sekolah SMP Babussalam

MAHDUN, S.Pd

Dipindai dengan CamScanner

LAMPIRAN IV
PERTANYAAN WAWANCARA

No	Dimensi Topik	Pertanyaan Wawancara
1	**Visualisasi Abstrak**	Selama ini, media apa yang Bapak/Ibu gunakan untuk menjelaskan mekanisme katup jantung dan tekanan darah? Apakah media tersebut sudah cukup membantu siswa membayangkan prosesnya secara nyata?
2	**Hambatan Berpikir Kritis**	Ketika siswa kesulitan memberikan argumen logis mengenai gangguan darah, apakah Bapak/Ibu melihat hal ini disebabkan karena mereka tidak "melihat" proses di balik gangguan tersebut (hanya menghafal teks)?
3	**Potensi Teknologi**	Pernahkah Bapak/Ibu menggunakan media berbasis 3D atau *Augmented Reality* di kelas? Jika belum, bagaimana prediksi Bapak/Ibu jika siswa bisa melihat jantung yang "seolah nyata" di depan mereka melalui AR?
4	**Sintaks Pembelajaran**	Apakah menurut Bapak/Ibu pendekatan berbasis STEM (menghubungkan teori sains dengan desain teknologi AR) dapat memicu siswa untuk lebih banyak bertanya dan menganalisis masalah?
5	**Kesiapan Sarana**	Sejauh mana ketersediaan perangkat smartphone atau fasilitas pendukung di sekolah yang memungkinkan penerapan media AR di kelas VIII?

LAMPIRAN II
HASIL OBSERVASI

Lokasi: SMP Bambussa Blimbingsari, Banyuwangi
Waktu: 15 Agustus 2025

Berdasarkan observasi awal di SMP Bambussa Blimbingsari, ditemukan beberapa permasalahan mendasar dalam pembelajaran IPA pada materi sistem peredaran darah:

1. **Keterbatasan Media Pembelajaran:** Proses belajar masih sangat bergantung pada buku teks dan gambar dua dimensi yang bersifat statis. Media ini belum mampu menggambarkan mekanisme sistemik peredaran darah secara nyata dan *real-time*.
2. **Rendahnya Keterlibatan Siswa:** Penggunaan media tradisional menyebabkan siswa menjadi penerima informasi pasif, merasa jenuh, dan kurang termotivasi. Hal ini berdampak pada partisipasi yang rendah dalam diskusi kelompok karena siswa kesulitan memvisualisasikan objek yang dibahas.
3. **Hambatan Instruksional Guru:** Guru menghadapi kendala besar dalam menyampaikan konsep yang bersifat sekuensial (berurutan) tanpa dukungan teknologi interaktif.
4. **Kesenjangan Kognitif:** Selaras dengan teori Ramdani dkk. (2020), ketergantungan pada media konvensional gagal memicu rasa ingin tahu, sehingga menghambat proses eksplorasi intelektual siswa di kelas.

LAMPIRAN III
LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI (CONTENT VALIDITY INDEX)

Tujuan: Menilai kesesuaian materi dan indikator berpikir kritis pada media AR Cardboard berbasis STEM. **Petunjuk:**Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada kolom skala (1-4) Yusoff (2019).

- **1** = Tidak Relevan
- **2** = Kurang Relevan
- **3** = Cukup/Agak Relevan

No	Indikator Berpikir Kritis (Ennis, 2011)	Butir Instrumen / Indikator Materi	1	2	3	4
1	Penjelasan Sederhana	Keakuratan visualisasi komponen darah (eritrosit, leukosit, trombosit) dalam media AR.				**4**
2	Penjelasan Sederhana	Kejelasan visual struktur jantung (serambi, bilik, katup) secara anatomi.				**4**
3	Keterampilan Dasar	Kesesuaian mekanisme peredaran darah besar dan kecil dengan teori medis terkini.				**4**
4	Keterampilan Dasar	Keakuratan peragaan gerak sistol dan diastol jantung pada simulasi AR.			**3**	
5	Menyimpulkan	Ketepatan penyajian data kaitan antara golongan darah dengan proses transfusi.			**3**	
6	Menyimpulkan	Relevansi visualisasi efek penyumbatan pembuluh darah terhadap aliran sistemik.				**4**
7	Penjelasan Lanjut	Ketepatan integrasi konsep tekanan (Fisika) ke dalam mekanisme tekanan darah manusia.			**3**	
8	Penjelasan Lanjut	Kelogisan hubungan antara gaya hidup (STEM-Science) dengan gangguan peredaran darah.			**3**	
9	Strategi & Taktik	Kejelasan panduan bagi siswa untuk merancang (*Engineering*) pola hidup sehat jantung.				**4**

10	Strategi & Taktik	Kesesuaian instrumen dalam memicu siswa mengambil keputusan klinis sederhana terkait kesehatan darah.			**3**	

- **4** = Sangat Relevan

LAMPIRAN IV
LEMBAR UJI VALIDITAS KONSTRUK (KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA)

Tujuan: Mengukur sejauh mana instrumen mampu memotret keterampilan berpikir kritis siswa setelah menggunakan media AR Cardboard. **Petunjuk:** Berilah tanda centang (✓) pada pilihan yang paling sesuai dengan kondisi Anda. (Sugiyono, 2019; Arikunto, 2010)

- 4 = Sangat Setuju (SS)
- 3 = Setuju (S)
- 2 = Tidak Setuju (TS)
- 1 = Sangat Tidak Setuju (STS)

No	Pernyataan Instrumen (Indikator Berpikir Kritis)	1	2	3	4
1	Visualisasi 3D pada AR membantu saya mengidentifikasi perbedaan struktur sel darah dengan sangat logis.				4
2	Saya mampu menjelaskan urutan aliran darah kaya oksigen dan karbon dioksida berdasarkan pengamatan langsung pada media.			3	
3	Pengamatan katup jantung yang bergerak secara *real-time* memudahkan saya memahami alasan arah aliran darah tidak berbalik.				4
4	Saya merasa lebih mampu membuktikan fungsi jantung sebagai pompa setelah melihat simulasi denyut jantung pada AR.				4
5	Saya dapat memprediksi gangguan apa yang akan terjadi jika salah satu pembuluh nadi mengalami penyumbatan.			3	
6	Media AR mempermudah saya dalam menyimpulkan keterkaitan antara struktur pembuluh kapiler dengan fungsinya.				4
7	Saya mampu memberikan argumentasi yang kuat mengapa denyut jantung berubah-ubah saat berolahraga vs saat istirahat.				4
8	Saya merasa lebih mudah mengaitkan konsep tekanan (Fisika) dengan mekanisme aliran darah manusia (Biologi).				4
9	Saya tertarik merancang strategi pola hidup sehat setelah melihat simulasi penumpukan lemak di pembuluh darah.				4
10	Saya dapat menentukan keputusan yang tepat untuk menjaga kesehatan sistem peredaran darah berdasarkan data yang saya peroleh dari media.				4

LAMPIRAN V
UJI VALIDITAS DAN REALIBILITAS

UJI VALIDITAS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
val_1	3.9000	.31623	10
val_2	3.9000	.31623	10
val_3	3.9000	.31623	10
jumlah	11.7000	.67495	10

Correlations

		val_1	val_2	val_3	jumlah
val_1	Pearson Correlation	1	-.111	-.111	.364
	Sig. (2-tailed)		.760	.760	.301
	Sum of Squares and Cross-products	.900	-.100	-.100	.700
	Covariance	.100	-.011	-.011	.078
	N	10	10	10	10
val_2	Pearson Correlation	-.111	1	1.000**	.885**
	Sig. (2-tailed)	.760		.000	.001
	Sum of Squares and Cross-products	-.100	.900	.900	1.700
	Covariance	-.011	.100	.100	.189
	N	10	10	10	10
val_3	Pearson Correlation	-.111	1.000**	1	.885**
	Sig. (2-tailed)	.760	.000		.001
	Sum of Squares and Cross-products	-.100	.900	.900	1.700
	Covariance	-.011	.100	.100	.189
	N	10	10	10	10
jumlah	Pearson Correlation	.364	.885**	.885**	1
	Sig. (2-tailed)	.301	.001	.001	
	Sum of Squares and Cross-products	.700	1.700	1.700	4.100
	Covariance	.078	.189	.189	.456

	N	10	10	10	10

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

UJI REALIBILITAS

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	10	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	10	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.512	3

LAMPIRAN VI
RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)
KURIKULUM MERDEKA

Satuan Pendidikan : SMP / MTs

Kelas / Semester : VIII (Delapan) / Ganjil

Mata Pelajaran : IPA (Ilmu Pengetahuan Alam)

Materi Pokok : Sistem Peredaran Darah Manusia

Sub-Materi : Organ Peredaran Darah & Mekanisme Kerja Jantung

Alokasi Waktu : 2 x 40 Menit (1 Pertemuan)

Media Pembelajaran : Aplikasi *Augmented Reality* (AR)

A.Capaian Pembelajaran (CP) & Tujuan Pembelajaran

- **Capaian Pembelajaran:** Peserta didik dapat mendeskripsikan struktur dan fungsi organ utama dalam sistem peredaran darah manusia serta memahami mekanisme sirkulasi darah.
- **Tujuan Pembelajaran:**
    1. Melalui pengamatan visual 3D menggunakan **Media AR**, peserta didik mampu mengidentifikasi organ-organ penyusun sistem peredaran darah manusia dengan tepat.
    2. Melalui simulasi interaktif pada **Media AR**, peserta didik mampu menjelaskan mekanisme peredaran darah besar dan peredaran darah kecil secara runtut.

B.Materi Pembelajaran

1. **Organ Peredaran Darah:** Jantung (serambi kanan/kiri, bilik kanan/kiri) dan Pembuluh Darah (arteri, vena, kapiler).
2. **Mekanisme Peredaran Darah:** Sirkulasi pulmonalis (kecil) dan sirkulasi sistemik (besar).

C. Alat, Media, dan Bahan Pembelajaran

a. **Media:** Aplikasi AR yang sudah terpasang di *smartphone* siswa/tablet sekolah, lembar *Marker* AR.
b. **Alat:** Laptop, Proyektor, *Smartphone*/Tablet, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).

Tahap Kegiatan	Deskripsi Aktivitas Pembelajaran	Alokasi Waktu
Pendahuluan	• Guru membuka kelas dengan salam, mengecek kehadiran, dan meminta salah satu siswa memimpin doa. • **Apersepsi:** Guru meminta siswa meletakkan tangan di dada sebelah kiri. *"Apa yang kalian rasakan? Mengapa jantung kita terus berdetak tanpa henti?"* • **Motivasi:** Guru memproyeksikan visual awal jantung 3D melalui AR ke layar proyektor untuk menarik perhatian.	10 Menit
Inti: Orientasi & Organisasi	• Guru membagikan LKPD kepada setiap kelompok dan memberikan pertanyaan pemantik terkait jalur peredaran darah. • Siswa berkumpul dengan kelompoknya (masing-masing kelompok memegang perangkat yang sudah terpasang aplikasi AR). • Guru memberikan panduan cara memindai marker/memunculkan objek 3D jantung menggunakan AR.	20 Menit
Inti: Penyelidikan & Presentasi	• Siswa mengeksplorasi anatomi jantung secara virtual melalui aplikasi AR (memutar, memperbesar, melihat bagian katup, serambi, dan bilik). • Siswa berdiskusi mengisi bagan mekanisme peredaran darah besar dan kecil di LKPD berdasarkan hasil pengamatan AR. • Perwakilan kelompok mempresentasikan hasil analisisnya di depan kelas, sementara kelompok lain memberikan tanggapan. • Guru memberikan penguatan materi menggunakan proyeksi media AR.	40 Menit

Penutup	• Guru bersama peserta didik menyimpulkan fungsi organ dan perbedaan jalur peredaran darah. • Siswa melakukan refleksi mengenai pengalaman belajar menggunakan teknologi AR. • Guru memberikan kuis singkat (evaluasi) mandiri, lalu menutup kelas dengan doa dan salam.	10 Menit

D. Penilaian (Asesmen)

1. **Asesmen Sikap:** Observasi profil pelajar pancasila (gotong royong saat diskusi kelompok, bernalar kritis saat eksplorasi AR).
2. **Asesmen Pengetahuan:** Tes tertulis/kuis singkat mengenai organ dan mekanisme peredaran darah di akhir pelajaran.
3. **Asesmen Keterampilan:** Penilaian kinerja kelompok saat mengoperasikan media AR dan ketepatan presentasi hasil LK

LAMPIRAN VII
MODUL PEMBELAJARAN

Mata Pelajaran : Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)
Kelas / Semester : VIII (Delapan) / Ganjil
Topik : Sistem Peredaran Darah Manusia
Alokasi Waktu : 2 x 40 Menit

1. Pendahuluan

Selamat datang di Modul Pembelajaran IPA berbasis teknologi! Pernahkah kamu memikirkan bagaimana zat makanan dan oksigen dapat diedarkan ke seluruh tubuhmu? Tubuh kita memiliki sistem transportasi luar biasa yang bekerja tanpa henti setiap detiknya, yaitu sistem peredaran darah.

Dalam modul ini, kamu tidak hanya membaca teks atau melihat gambar mati. Kamu akan menggunakan teknologi **Augmented Reality (AR)** untuk memunculkan organ jantung 3D yang realistis tepat di atas bangkumu! Mari kita jelajahi keajaiban sistem sirkulasi tubuh kita.

2. Tujuan Pembelajaran

- Peserta didik mampu mengidentifikasi organ-organ penyusun sistem peredaran darah manusia melalui pengamatan visual 3D menggunakan Media AR dengan tepat.
- Peserta didik mampu menjelaskan mekanisme peredaran darah besar dan peredaran darah kecil secara runtut setelah melakukan simulasi interaktif

pada Media AR.

---

3. Panduan Penggunaan Media Augmented Reality (AR)

Sebelum memulai materi, siapkan perangkat smartphone atau tablet kelompokmu dan ikuti langkah berikut:

1. Pastikan aplikasi AR (seperti Assemblr Edu / Human Anatomy Atlas / Arloon Heart) sudah terpasang pada perangkatmu.
2. Buka aplikasi tersebut dan pilih menu "Sistem Peredaran Darah" atau "Anatomi Jantung".
3. Arahkan kamera perangkat ke lembar *Marker AR* yang disediakan guru, atau letakkan objek pada permukaan datar di meja kelompokmu.
4. Gunakan fitur sentuh untuk memutar, memperbesar (zoom), atau melihat bagian dalam organ jantung secara detail.

---

4. Uraian Materi

A. Organ Peredaran Darah Manusia

Sistem peredaran darah manusia tersusun atas organ-organ utama yang bekerja secara terintegrasi:

1. *Jantung*

Jantung berfungsi sebagai pompa utama yang mendorong darah ke seluruh tubuh. Melalui media AR, kamu dapat melihat bahwa jantung manusia terbagi menjadi 4 ruangan utama:

- **Serambi Kanan (Atrium Dekster):** Berfungsi menerima darah yang kaya karbon dioksida (CO_2) dari seluruh tubuh.
- **Serambi Kiri (Atrium Sinister):** Berfungsi menerima darah yang kaya oksigen (O_2) dari paru-paru.

- **Bilik Kanan (Ventrikel Dekster):** Berfungsi memompa darah yang kaya karbon dioksida (CO_2) menuju ke paru-paru.
- **Bilik Kiri (Ventrikel Sinister):** Berfungsi memompa darah yang kaya oksigen (O_2) ke seluruh tubuh. Memiliki dinding otot yang paling tebal karena beban kerjanya paling berat.

Karakteristik / Pembeda	Pembuluh Nadi (Arteri)	Pembuluh Balik (Vena)	Pembuluh Kapiler
Fungsi	Mengalirkan darah keluar dari jantung.	Mengalirkan darah masuk ke dalam jantung.	Tempat pertukaran zat dan gas (O_2 dan CO_2).
Dinding Pembuluh	Tebal, elastis, dan kuat.	Tipis dan kurang elastis.	Sangat tipis dan hanya setebal satu sel.
Denyut	Terasa (seirama denyut jantung).	Tidak terasa.	Tidak terasa.
Katup	Hanya satu di dekat jantung.	Banyak di sepanjang pembuluh.	Tidak memiliki katup.

5. Lembar Kerja Eksplorasi AR (Aktivitas Siswa)

Instruksi Kelompok: Aktifkan aplikasi AR kamu, amati model anatomi jantung 3D secara cermat, lalu diskusikan pertanyaan di bawah ini!

1. Amati ketebalan otot dinding bilik kiri dan bilik kanan pada model AR. Mengapa terdapat perbedaan ketebalan otot di antara keduanya? Hubungkan dengan fungsi masing-masing ruangan tersebut!
2. Pada model AR, carilah letak katup jantung (valvula). Apa fungsi penting dari katup tersebut dalam aliran darah?

3. Gunakan fitur animasi sirkulasi darah pada aplikasi AR untuk menelusuri bagaimana darah dari seluruh tubuh yang miskin oksigen akhirnya bisa kembali mendapatkan oksigen segar. Tuliskan analisis ruteny

LAMPIRAN VIII
SOAL PRETEST DAN POSTTEST

1. fungsi masing-masing komponen penyusun darah, analisislah gangguan atau penyakit apa yang dialami oleh masing-masing pasien tersebut, serta jelaskan bagaimana ciri visual (bentuk) dari ketiga sel darah tersebut?

2. Berdasarkan struktur anatomi jantung, jelaskan mengapa darah yang berada di dalam bilik (ventrikel) tidak dapat mengalir kembali atau bercampur ke ruang serambi (atrium) saat jantung memompa darah?

3. jelaskan mengapa darah yang sudah masuk ke ruang Bilik (bawah) jantung tidak bisa mengalir balik atau bocor kembali ke ruang Serambi (atas) saat jantung sedang meremas (berkontraksi)

4. Analisislah apa yang akan terjadi pada nilai tekanan darah orang tersebut (apakah melonjak naik atau turun) dan bagaimana efeknya terhadap beban kerja otot jantung dalam memompa darah?

5. Saat melakukan cek darah di Puskesmas, dokter menemukan kondisi unik pada tiga siswa kelas 8 yang berbeda:

- **Siswa A:** Sering merasa lemas dan pucat karena jumlah sel darah merahnya di bawah normal.
- **Siswa B:** Mengalami demam akibat infeksi kuman sehingga jumlah sel darah putihnya melonjak tinggi.
- **Siswa C:** Darahnya sulit berhenti mengalir ketika mengalami luka gores di lutut akibat terjatuh.

Berdasarkan tugas atau fungsi dari masing-masing komponen darah, analisislah apa nama gangguan/penyakit yang dialami oleh Siswa A, Siswa B, dan Siswa C

LAMPIRAN IX
UJI SPSS HASIL BERFIKIR KRITIS

A. HASIL PRETEST DAN POSTES

No. Siswa	Nilai Pretest	Nilai Post-test
1	62	86
2	53	78
3	70	92
4	65	88
5	48	75
6	74	94
7	58	82
8	63	85
9	67	90
10	42	76
11	79	98
12	60	84
13	55	80
14	68	91
15	61	85
16	72	95
17	50	77
18	66	89
19	57	81
20	76	96
21	64	87
22	45	75
23	69	93
24	59	83
25	63	86

B. UJI NORMALITAS

Descriptives

			Statistic	Std. Error
Pretest	Mean		61.8400	1.89181
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	57.9355	
		Upper Bound	65.7445	
	5% Trimmed Mean		61.9889	
	Median		63.0000	
	Variance		89.473	
	Std. Deviation		9.45903	
	Minimum		42.00	
	Maximum		79.00	
	Range		37.00	
	Interquartile Range		12.50	
	Skewness		-.319	.464
	Kurtosis		-.273	.902
Posttest	Mean		85.8400	1.35853
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	83.0361	
		Upper Bound	88.6439	
	5% Trimmed Mean		85.7889	
	Median		86.0000	
	Variance		46.140	
	Std. Deviation		6.79264	
	Minimum		75.00	
	Maximum		98.00	
	Range		23.00	
	Interquartile Range		11.00	
	Skewness		-.009	.464
	Kurtosis		-.949	.902

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest	.069	25	.200*	.984	25	.955
Posttest	.076	25	.200*	.968	25	.584

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

C. UJI T

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	PRE TEST	61.8400	25	9.45903	1.89181
	POST TEST	85.8400	25	6.79264	1.35853

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	PRE TEST & POST TEST	25	.981	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	PRE TEST - POST TEST	-24.00000	3.08221	.61644	-25.27227	-22.72773	-38.933	24	.000

LAMPIRAN X
DOKUMENTASI



Gambar sebelum perlakuan



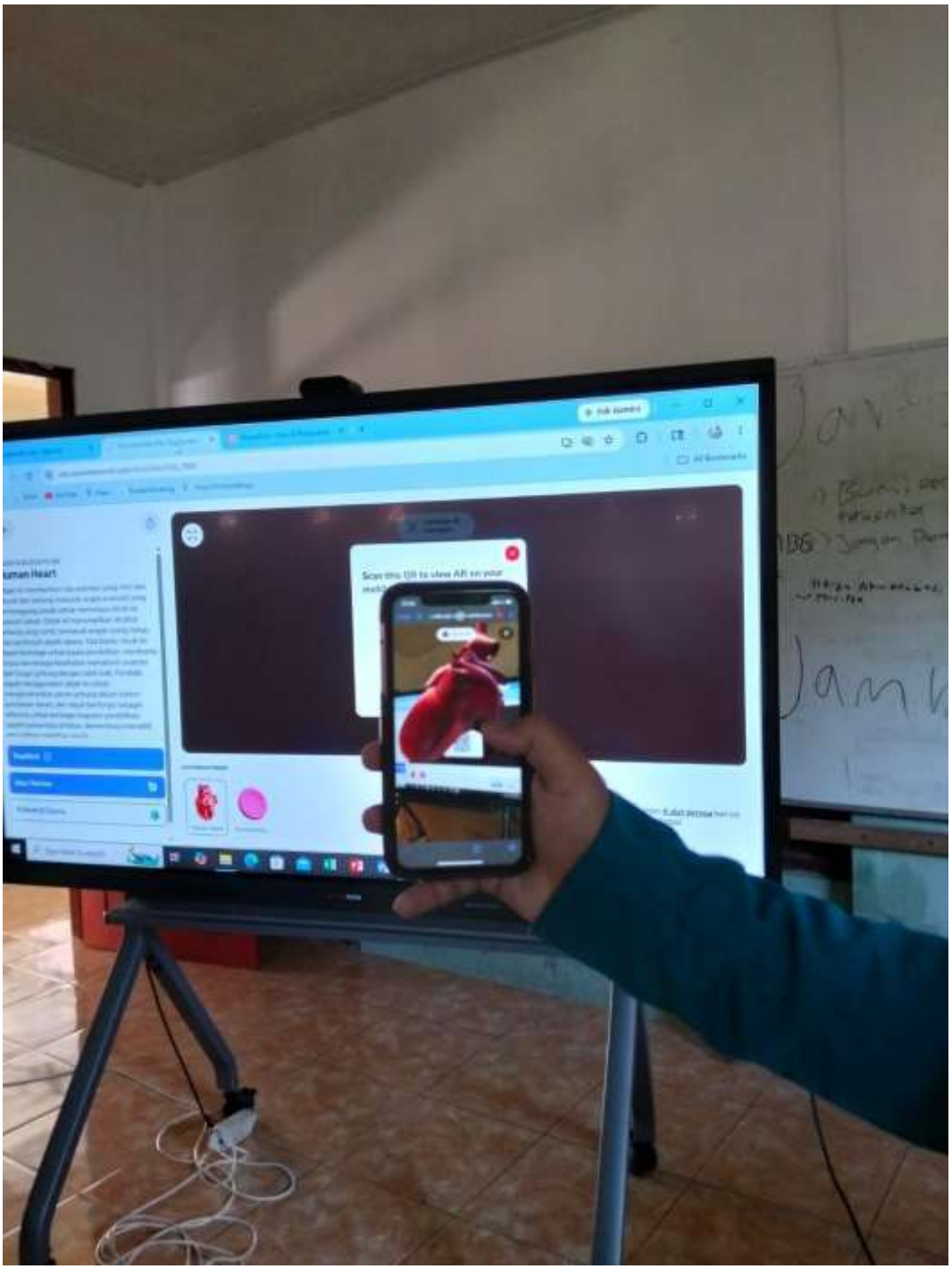
Gambar Pengajaran menggunakan PPT



Gambar melakukan pretest



Gambar Perlakukan media AR

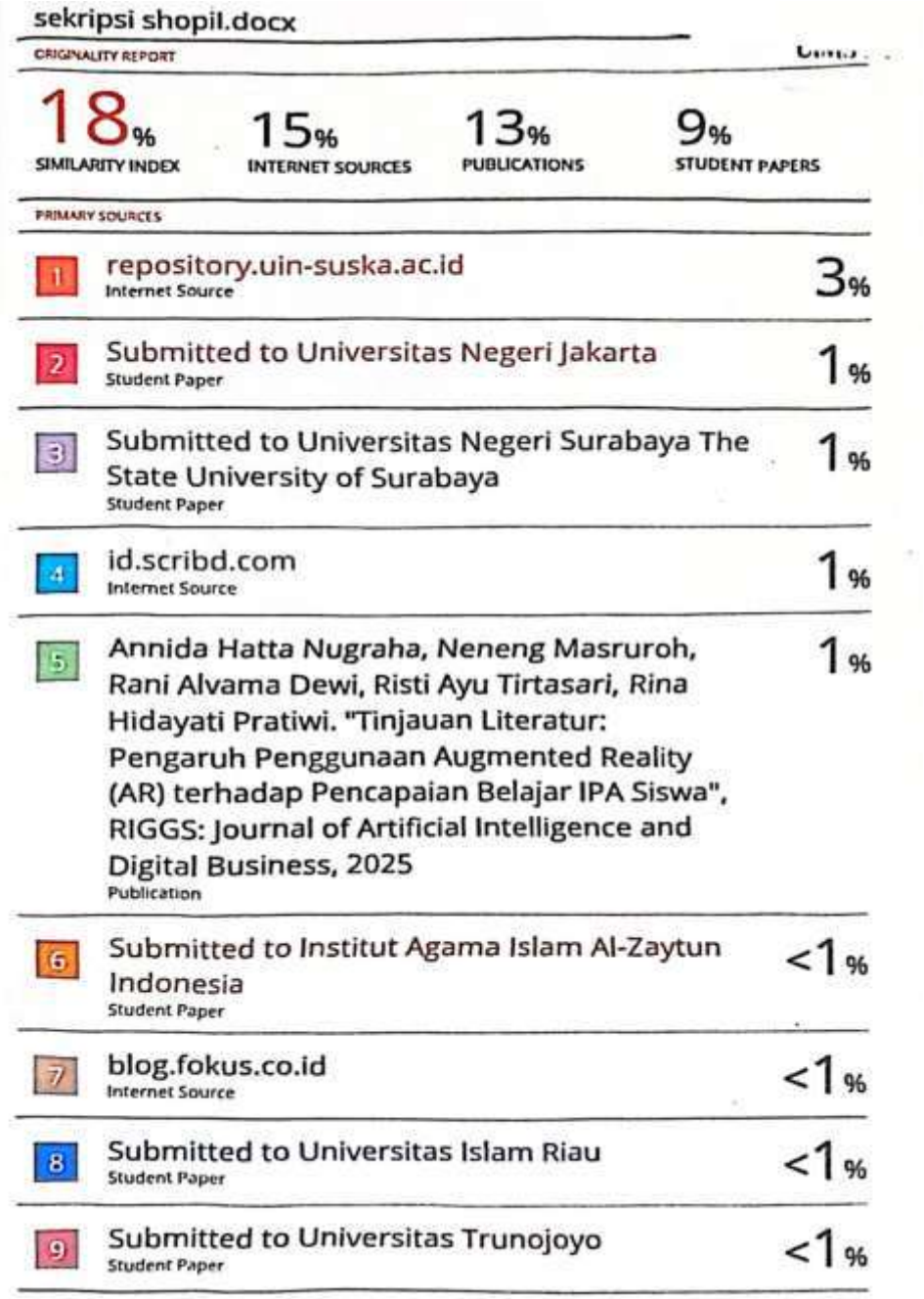


Gambar Perlakukan media AR



Gambar Melakukan Posttest

LAMPIRAN XI
HASIL PLAGIARISEM



sekripsi shopil.docx

ORIGINALITY REPORT

18%	15%	13%	9%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	3%
2	Submitted to Universitas Negeri Jakarta Student Paper	1%
3	Submitted to Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya Student Paper	1%
4	id.scribd.com Internet Source	1%
5	Annida Hatta Nugraha, Neneng Masruroh, Rani Alvama Dewi, Risti Ayu Tirtasari, Rina Hidayati Pratiwi. "Tinjauan Literatur: Pengaruh Penggunaan Augmented Reality (AR) terhadap Pencapaian Belajar IPA Siswa", RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business, 2025 Publication	1%
6	Submitted to Institut Agama Islam Al-Zaytun Indonesia Student Paper	<1%
7	blog.fokus.co.id Internet Source	<1%
8	Submitted to Universitas Islam Riau Student Paper	<1%
9	Submitted to Universitas Trunojoyo Student Paper	<1%


UIMSYA
PENGARUH MEDIA
AR CARDBOARD
BERBASIS
STEM
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA
PADA MATERI PEREDARAN DARAH