

UJI USABILITAS MEDIA INTERAKTIF BERBASIS *AUGMENTED REALITY* UNTUK PEMBELAJARAN KONSEP PEMROGRAMAN

Sukirman^{*1)}, Irma Yuliana²⁾, Irsyad Ihsanuddin³⁾, Bayu Setia Abi⁴⁾

1. Pendidikan Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia
2. Pendidikan Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia
3. Pendidikan Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia
4. Pendidikan Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

Article Info

Kata Kunci: algoritma; augmented reality; flowchart; media interaktif berbasis augmented reality; pemrograman;

Keywords: algorithm; augmented reality; flowchart; AR-based interactive media; programming

Article history:

Received 10 October 2024
Revised 22 December 2024
Accepted 1 March 2025
Available online 1 March 2025

DOI :

<https://doi.org/10.29100/jupi.v10i1.5717>

* Corresponding author.

Sukirman

E-mail address:

sukirman@ums.ac.id

ABSTRAK

Pemrograman merupakan salah satu keahlian yang sangat dibutuhkan di era teknologi digital saat ini. Akan tetapi, media pembelajaran yang digunakan kebanyakan kurang interaktif dan inovatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media interaktif berbasis *augmented reality* (AR) yang dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran konsep pemrograman dan menguji usabilitasnya. Pengujian usabilitas dilakukan menggunakan *System Usability Scale* (SUS) untuk mengukur efektivitas, efisiensi, dan kepuasan pengguna. Media ini menekankan pembelajaran konsep algoritma melalui representasi visual *flowchart* yang interaktif. Partisipan yang terlibat dalam penelitian ini sebanyak 38 siswa SMK dengan usia 15-16 tahun. Mereka diminta untuk menggunakan media interaktif AR yang sudah dikembangkan untuk belajar konsep pemrograman dan kemudian mengisi kuesioner SUS. Hasil menunjukkan bahwa nilai rata-rata SUS adalah 71.32, yang berada di atas ambang batas 70, menunjukkan tingkat usabilitas yang baik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa media interaktif berbasis AR ini dapat digunakan (*usable*) untuk belajar konsep pemrograman.

ABSTRACT

Programming is a skill that is really needed in the current era of digital technology. However, the learning media used are mostly less interactive and innovative. This research aims to develop an augmented reality (AR) based interactive media, which is designed to facilitate learning programming concepts and test its usability. The usability testing is carried out using the System Usability Scale (SUS) to measure effectiveness, efficiency, and user satisfaction. This media emphasizes learning algorithm concepts through interactive visual flowchart representations. The participants involved in this research were 38 vocational school students aged 15-16 years. They were allowed to use AR interactive media that had been developed to learn programming concepts and then fill out the SUS questionnaire. The results show that the average value of SUS is 71.32, which is above the threshold of 70, indicating a good level of usability. Thus, it can be concluded that this AR-based interactive media can be used to learn programming concepts.

I. PENDAHULUAN

PEMROGRAMAN merupakan salah satu keahlian yang sangat dibutuhkan di era teknologi digital saat ini. Aktivitas sehari-hari semakin banyak melibatkan teknologi komputer, yang dasar pengembangannya berasal dari pemrograman. Berdasarkan riset yang dilakukan oleh LinkedIn, sebuah situs penyedia lowongan kerja dan profil profesional, profesi pengembang perangkat lunak atau *software developer* menjadi salah satu profesi yang paling dicari dibandingkan profesi lain [1]. Oleh karena itu, siswa yang memiliki kemampuan pemrograman komputer memiliki peluang lebih tinggi untuk mendapatkan pekerjaan atau bahkan menciptakan lapangan pekerjaan sendiri dengan mengembangkan perangkat lunak yang dapat dipasarkan.

Tingginya permintaan dalam bidang teknologi informasi (*Information Technology/IT*) mendorong beberapa negara untuk mulai menerapkan atau bahkan mengintegrasikan ilmu komputer, yang inti dasarnya adalah pemrograman, ke dalam sistem pendidikan nasional mereka. Misalnya, Inggris dan Amerika Serikat telah mengimplementasikan kebijakan ini bahkan sejak sebelum 2016 [2]. Di Portugal, pemerintah telah menetapkan

ilmu komputer dan pemrograman sebagai mata pelajaran wajib bagi siswa di sekolah tingkat dasar dan menengah [3]. Di Malaysia, ilmu komputer dan *computational thinking* (CT) telah diperkenalkan dalam kurikulum nasional sejak tahun 2017, karena dianggap sebagai katalisator untuk mengubah siswa dari sekadar pengguna digital menjadi pencipta digital [4].

Di Indonesia, mata pelajaran teknologi informasi dan komunikasi (TIK) pernah diterapkan namun dihilangkan saat pemberlakuan Kurikulum 2013 karena dianggap hanya berfokus pada penggunaan aplikasi komputer. Akhirnya, pada awal tahun 2019, pemerintah Indonesia mengeluarkan kebijakan baru yang menetapkan ilmu komputer sebagai mata pelajaran wajib mulai tahun ajaran 2019/2020 [5]. Kebijakan ini berlaku bagi sekolah jenjang SMP dan SMA yang memenuhi kriteria untuk menerapkan mata pelajaran ini, yang kini dikenal dengan nama Informatika. Salah satu materi yang diajarkan dalam pelajaran ini adalah konsep pemrograman.

Secara umum, pemrograman memiliki peran penting dalam konteks pendidikan yang tidak dapat disangkal. Pemrograman tidak hanya mengajarkan keterampilan teknis yang sangat dibutuhkan dalam dunia kerja modern, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kreativitas [6]. Konsep-konsep pemrograman, seperti algoritma, logika, dan struktur data, membantu siswa memahami cara kerja teknologi di balik aplikasi dan perangkat yang mereka gunakan sehari-hari. Bahkan beberapa penelitian juga menyatakan bahwa keterampilan pemrograman ini seharusnya mulai diajarkan dan dimiliki oleh siswa sebagai salah satu keterampilan abad 21 [7], [8]. Hal ini penting untuk membekali generasi muda dengan pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk menjadi inovator di masa depan.

Selain itu, pemrograman juga berperan dalam membangun keterampilan *computational thinking* (CT), yang mencakup dekomposisi masalah, pengenalan pola, abstraksi, dan desain algoritma [9]. Keterampilan ini tidak hanya berguna dalam bidang teknologi informasi tetapi juga dapat diterapkan dalam berbagai disiplin ilmu lainnya, sehingga memperluas wawasan dan kemampuan analitis siswa. Dengan demikian, integrasi pemrograman ke dalam kurikulum pendidikan dasar dan menengah di berbagai negara merupakan langkah strategis untuk mempersiapkan siswa menghadapi tantangan dan peluang di era digital.

Salah satu konsep pemrograman yang paling esensial adalah algoritma, yaitu serangkaian langkah logis dan sistematis untuk menyelesaikan suatu masalah atau mencapai tujuan tertentu dalam pemrograman. Algoritma memiliki peran fundamental karena mereka mendasari struktur dan alur kerja program, memastikan bahwa tugas-tugas diselesaikan dengan cara yang efisien dan terorganisir. Salah satu metode untuk mempelajari dan memahami algoritma adalah melalui penggunaan flowchart. Flowchart merupakan representasi grafis dari aliran langkah-langkah dalam suatu algoritma, menggunakan simbol-simbol standar seperti oval untuk titik awal dan akhir, persegi panjang untuk proses, dan rhombus untuk keputusan. Dengan menggunakan flowchart, konsep abstrak algoritma dapat divisualisasikan secara konkret, sehingga memudahkan pemahaman terhadap urutan logis dari langkah-langkah yang harus diikuti. Visualisasi ini juga membantu dalam mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan logika dalam algoritma sebelum diimplementasikan ke dalam kode program.

Akan tetapi, mengajarkan konsep pemrograman, misalnya algoritma, kepada siswa merupakan tantangan yang tidak mudah, terutama jika siswa belum memiliki pengalaman sebelumnya dalam bidang ini. Kesulitan tersebut semakin meningkat ketika metode pembelajaran menggunakan pemrograman berbasis teks atau sintaks seperti C/C++, Java, dan Python. Bahasa pemrograman ini sering kali memiliki sintaks yang kompleks, yang dapat menyebabkan frustrasi bagi pemula dan mengurangi minat serta antusiasme mereka terhadap pembelajaran pemrograman [10]. Untuk itu, perlu dikembangkan media pembelajaran inovatif yang dapat menjadikan siswa mudah dalam mempelajari konsep pemrograman.

Penelitian menunjukkan bahwa siswa yang baru belajar pemrograman sering mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep dasar karena mereka harus menguasai sintaks sekaligus mengembangkan keterampilan logika dan pemecahan masalah [11]. Untuk mengatasi tantangan ini, beberapa pendekatan alternatif seperti pemrograman visual dan lingkungan pemrograman berbasis blok, seperti Scratch atau Blockly, telah diperkenalkan [12]. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk fokus pada logika pemrograman tanpa terbebani oleh kerumitan sintaks, sehingga dapat meningkatkan pemahaman dan minat mereka terhadap pemrograman [6].

Pendekatan pembelajaran alternatif tersebut bertujuan untuk membuat pengalaman belajar pemrograman lebih intuitif dan menyenangkan bagi siswa pemula. Selain itu, penggunaan media interaktif dan teknologi inovatif terbukti efektif dalam meningkatkan keterlibatan siswa dan mempermudah pemahaman. Salah satu teknologi inovatif tersebut adalah *augmented reality* (AR). AR didefinisikan sebagai teknologi yang mampu melakukan visualisasi objek atau model virtual (digital) ke dalam lingkungan nyata secara *real-time* [13]. AR menawarkan visualisasi yang lebih konkret dan interaktif, yang dapat membantu siswa mengaitkan konsep abstrak dengan pengalaman nyata [14]. Keunggulan ini dapat digunakan untuk memvisualisasikan konsep atau objek yang tidak

terlihat sehingga menjadikan pengguna lebih mudah memahami pesan yang dimaksud [15].

Teknologi AR telah digunakan dalam berbagai konteks pendidikan dan menunjukkan hasil yang positif. Dalam pembelajaran sains, AR digunakan untuk memvisualisasikan struktur molekul dan proses kimia yang kompleks, sehingga memudahkan siswa memahami konsep-konsep yang sulit dijelaskan secara tekstual [16]. Dalam bidang sejarah, AR telah digunakan untuk menghadirkan kembali peristiwa sejarah secara interaktif dan menarik, memungkinkan siswa berinteraksi dengan artefak sejarah dalam lingkungan yang lebih dinamis [17]. Studi lainnya menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep geometris dengan memberikan visualisasi tiga dimensi yang lebih konkret [18]. Hasil-hasil positif dari berbagai studi ini menunjukkan bahwa AR memiliki potensi besar dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran di berbagai disiplin ilmu.

Di ilmu komputer, konsep pemrograman sering dianggap sebagai sesuatu yang abstrak, terutama bagi siswa pemula yang belum terbiasa dengan logika dan struktur berpikir komputasional. Abstraksi ini dapat menyulitkan mereka dalam memahami bagaimana instruksi-instruksi dalam kode diterjemahkan menjadi tindakan-tindakan spesifik oleh komputer. Oleh karena itu, visualisasi dalam penyampaian konsep pemrograman menjadi sangat penting untuk membantu siswa mengaitkan teori dengan praktik.

Teknologi AR menawarkan keunggulan dalam hal visualisasi untuk mewujudkan konsep-konsep abstrak menjadi representasi visual yang lebih konkret dan interaktif. Misalnya, AR dapat digunakan untuk memvisualisasikan alur kerja algoritma, struktur data, atau hasil eksekusi kode dalam bentuk yang lebih mudah dipahami oleh siswa. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pendidikan dapat meningkatkan pemahaman konsep dan keterlibatan siswa [14]. Dengan demikian, integrasi teknologi AR dalam pembelajaran pemrograman memiliki potensi besar untuk mengatasi hambatan-hambatan yang dihadapi siswa pemula dan meningkatkan efektivitas proses belajar.

Namun, meskipun telah banyak penelitian yang menunjukkan manfaat penggunaan AR dalam pendidikan, studi yang secara khusus meneliti penerapan AR untuk pembelajaran pemrograman masih terbatas. Kesenjangan ini penting untuk diatasi mengingat tantangan yang dihadapi oleh siswa pemula dalam memahami konsep-konsep abstrak pemrograman. Media pembelajaran inovatif berbasis AR memiliki potensi untuk memberikan visualisasi yang lebih konkret dan interaktif, yang dapat membantu mengatasi kesulitan tersebut. Penelitian ini berupaya untuk mengisi gap tersebut dengan mengembangkan media interaktif berbasis AR yang dirancang khusus untuk mengajarkan konsep pemrograman dasar. Melalui pengujian usability, penelitian ini tidak hanya akan menilai sejauh mana media ini dapat digunakan secara efektif, tetapi juga bagaimana media ini dapat membantu siswa dalam memahami dan mengaplikasikan konsep-konsep pemrograman.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media interaktif berbasis augmented reality (AR) untuk pengenalan konsep pemrograman dan menguji usabilitynya. Pengujian usability menjadi penting dalam pengembangan media pembelajaran karena menentukan sejauh mana media itu dapat digunakan dengan efektif, efisien, dan memuaskan oleh pengguna. Untuk mengukur usability media interaktif berbasis AR yang dikembangkan, penelitian ini menggunakan *System Usability Scale* (SUS), sebuah alat yang telah terbukti andal dan valid dalam menilai pengalaman pengguna terhadap berbagai jenis sistem dan produk [19], [20].

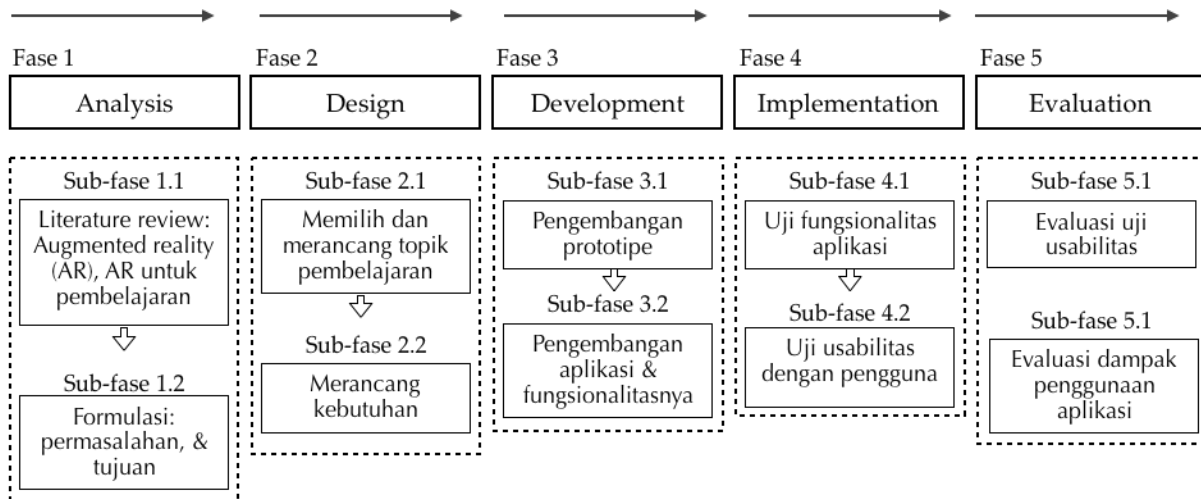
Pertanyaan dalam penelitian ini adalah apakah media interaktif berbasis AR yang dikembangkan memiliki tingkat usability yang tinggi menurut penilaian SUS, serta bagaimana media ini dapat membantu siswa dalam memahami konsep-konsep dasar pemrograman. Dengan menjawab pertanyaan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan metode pembelajaran inovatif yang lebih efektif dalam mengajarkan pemrograman kepada siswa pemula.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Design and Development Research* (DDR), yaitu studi sistematis suatu desain, pengembangan, dan proses evaluasi dengan tujuan membangun sebuah dasar empiris untuk menciptakan produk maupun peralatan instruksional atau non-instruksional, serta dapat berupa model baru maupun yang disempurnakan [21], [22]. Hal ini sejalan dengan saran dari para profesional di bidang desain instruksional dan teknologi pembelajaran untuk meningkatkan performa dengan cara membuat, menggunakan, dan mengelola intervensi instruksional dan non-instruksional yang sesuai. Dalam studi ini, aplikasi berbasis teknologi AR dirancang dan dikembangkan untuk mendukung pembelajaran konsep pemrograman.

Secara umum, DDR terbagi menjadi 2, yaitu: (1) Studi tentang proses dan dampak dari suatu desain tertentu dan upaya pengembangannya; atau (2) Studi tentang proses desain dan pengembangan secara keseluruhan atau komponen proses tertentu [23]. Lebih jauh, metode DDR dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu: (1) Penelitian

pada suatu produk dan perangkat; dan (2) Penelitian pada suatu model desain dan pengembangan [22]. Jenis pertama berkaitan dengan studi desain serta pengembangan produk dan alat, sedangkan jenis kedua merujuk pada model desain dan pengembangan proses itu sendiri, bukan demonstrasi. Jenis yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe yang pertama, yaitu tentang produk dan perangkat. Produk yang dikembangkan adalah media interaktif dalam bentuk aplikasi perangkat lunak berbasis AR yang digunakan sebagai alat atau media untuk pembelajaran. Richey & Klein (2014) menyatakan bahwa seluruh proses desain dan pengembangan dapat didokumentasikan melalui model yang terdiri dari 5 fase, yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation* (ADDIE) [22]. Lebih lengkap, desain yang digunakan dalam penelitian ini dapat diilustrasikan seperti Gambar 1.



Gambar 1. Desain dan tahapan penelitian

A. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian terbagi menjadi 5 seperti yang terlihat di Gambar 1. Fase pertama yaitu *Analysis*, tujuan utamanya yaitu memformulasikan masalah, dan tujuan, yang dijadikan sebagai rujukan penelitian. Fase ini dilakukan dengan cara melakukan tinjauan pustaka yang berkaitan dengan AR secara umum dan lebih khusus AR untuk pembelajaran maupun yang terkait. Selain itu, dokumen kurikulum maupun buku referensi yang digunakan untuk belajar pemrograman juga dianalisis sebagai salah satu bahan yang akan disajikan sebagai konten pembelajaran. Selanjutnya di fase 2 atau *Design*, penentuan topik pembelajaran perlu ditentukan untuk membatasi lingkup area sehingga dapat lebih fokus, sebab materi pemrograman bisa sangat banyak tergantung dari level pendidikan masing-masing. Di fase 2 ini juga kebutuhan untuk pengembangan aplikasi dan instrumen perlu dirancang. Dengan begitu, kebutuhan untuk tahap pengembangan di fase 3 menjadi lebih mudah dilakukan. Sebab di fase 3 terdiri dari 2 sub-fase yang tujuannya untuk mengembangkan aplikasi berbasis AR. Di tahap *Development*, prosesnya dimulai dari pengembangan prototipe yang dilanjutkan dengan pengembangan aplikasi dan fungsionalitasnya. Apabila sudah selesai dikembangkan, maka aplikasi akhir dilakukan uji coba fungsionalitasnya dan dilanjutkan dengan uji pengguna di fase 4 atau *Implementation*.

Fase *Implementation* merupakan uji coba aplikasi berbasis AR yang melibatkan dua tahap utama: uji coba fungsionalitas dan uji pengguna. Uji coba fungsionalitas bertujuan untuk memastikan semua fitur aplikasi berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang. Pengujian dilakukan oleh tim pengembang menggunakan skenario uji yang mencakup seluruh fitur aplikasi, di mana setiap fungsi diuji secara individual untuk mengidentifikasi dan mengatasi potensi bug atau malfungsi. Kriteria keberhasilan untuk uji coba fungsionalitas ini adalah berfungsinya setiap fitur tanpa error dan kemampuan aplikasi untuk berjalan dengan lancar serta memberikan output yang diharapkan.

Tahap kedua, yaitu uji pengguna, bertujuan untuk menilai usabilitas aplikasi melalui interaksi langsung dengan siswa sebagai partisipan pengguna. Eksperimen dilakukan dengan *one-group experiment*, di mana siswa diberikan waktu untuk menggunakan media interaktif berbasis AR yang telah dikembangkan, dan kemudian diminta untuk mengisi SUS guna menilai pengalaman mereka. Metode pengumpulan data mencakup observasi langsung, di mana pengamat mencatat interaksi pengguna dengan aplikasi, termasuk kesulitan yang dialami dan cara berinteraksi dengan berbagai fitur. Kriteria keberhasilan uji pengguna mencakup skor SUS di atas 70, yang menunjukkan usabilitas baik, minimnya keluhan atau masalah serius selama penggunaan, serta kepuasan pengguna berdasarkan umpan balik positif. Evaluasi ini dilakukan di tahap paling akhir atau *Evaluation*, dengan analisis data untuk memperoleh kesimpulan dari eksperimen dan rekomendasi pengembangan lebih lanjut.

B. Prosedur dan Instrumen

Prosedur penelitian ini melibatkan partisipan yang diberikan kesempatan untuk menggunakan media interaktif berbasis AR yang telah dikembangkan. Setiap siswa diberi waktu sekitar 20 hingga 45 menit untuk mencoba pengalaman baru dalam mempelajari konsep pemrograman melalui media interaktif berbasis AR. Selama sesi ini, siswa berinteraksi dengan berbagai fitur media untuk memahami konsep-konsep dasar pemrograman. Setelah selesai menggunakan media tersebut, partisipan diminta untuk mengisi kuesioner, yang memakan waktu sekitar 5 hingga 10 menit. Kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini diadaptasi dari kuesioner SUS seperti yang terlihat di Tabel I. Karena sudah terbukti handal dan valid dalam berbagai konteks evaluasi usability maka tidak diperlukan uji coba awal, cukup penyesuaian saja. Pertanyaan dengan nomor ganjil bernada positif, sedangkan pertanyaan dengan nomor genap bernada negatif. Kuesioner ini digunakan untuk menilai usability media interaktif berbasis AR berdasarkan pengalaman mereka.

TABEL I
 INSTRUMEN PENELITIAN YANG DIADAPTASI DARI SUS [20]

No.	Pernyataan
1.	Saya pikir, saya akan menggunakan media pembelajaran berbasis AR ini lagi untuk belajar konsep pemrograman
2.	Menurut saya media pembelajaran ini terlalu rumit digunakan sebagai media untuk pengenalan konsep pemrograman
3.	Menurut saya media pembelajaran ini mudah digunakan sebagai media untuk pengenalan konsep pemrograman
4.	Saya memerlukan bantuan orang lain untuk menggunakan media pembelajaran berbasis AR ini sebagai media untuk belajar konsep pemrograman
5.	Saya merasa bagian-bagian media pembelajaran berbasis AR ini dapat digunakan dengan baik
6.	Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten pada media pembelajaran berbasis AR ini
7.	Menurut saya orang lain akan memahami cara menggunakan media pembelajaran berbasis AR ini
8.	Saya menganggap media pembelajaran berbasis AR ini tidak praktis digunakan untuk belajar konsep pemrograman
9.	Saya merasa yakin bisa menggunakan media pembelajaran berbasis AR ini
10.	Saya perlu belajar lebih dulu untuk dapat menggunakan media pembelajaran berbasis AR

Kuesioner dalam SUS berisi pernyataan yang dapat digunakan sebagai alat pengukuran untuk mengevaluasi usability berbagai jenis sistem dan produk, termasuk perangkat lunak, perangkat keras, dan layanan berbasis web. SUS pertama kali diperkenalkan oleh John Brooke pada tahun 1986 dan telah menjadi standar de facto dalam penelitian dan industri untuk menilai pengalaman pengguna. Kuesioner SUS terdiri dari 10 pertanyaan yang disusun dalam format likert scale dengan skala 5 poin, mulai dari "sangat tidak setuju" hingga "sangat setuju." Setiap pertanyaan dirancang untuk mengevaluasi aspek spesifik dari usability, seperti kemudahan penggunaan, keefektifan, dan kepuasan pengguna. Skor SUS dihitung dengan mengkonversi respons ke dalam nilai numerik, yang kemudian dijumlahkan dan dikalibrasi ke dalam skala 0-100. Meskipun sederhana, SUS telah terbukti sangat reliabel dan valid dalam berbagai konteks evaluasi usability. Penggunaan SUS dalam penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai sejauh mana media interaktif berbasis AR dapat digunakan dengan efektif dan memuaskan oleh siswa dalam mempelajari konsep pemrograman.

C. Partisipan

Partisipan yang terlibat dalam penelitian ini sebanyak 38 orang siswa SMK dengan usia 15-16 tahun. Informasi demografi partisipan dapat dilihat pada Tabel II. Berdasarkan jenis kelamin, partisipan terdiri dari 17 siswa laki-laki (44%) dan 21 siswa perempuan (56%). Dalam hal usia, 14 partisipan (37%) berusia 15 tahun, sementara 24 partisipan (63%) berusia 16 tahun. Selain itu, mayoritas partisipan (96%) belum pernah menggunakan aplikasi sejenis sebelumnya, dengan hanya 4 partisipan (4%) yang memiliki pengalaman menggunakan aplikasi serupa. Distribusi demografi ini memberikan gambaran yang seimbang antara jenis kelamin dan usia. Sementara itu, tabel II itu juga menunjukkan bahwa sebagian besar partisipan belum memiliki pengalaman menggunakan aplikasi berbasis AR. Sehingga, bisa dikatakan bahwa sebagian besar partisipan memperoleh pengalaman pertama dalam menggunakan media interaktif berbasis AR dari aktivitas penelitian ini.

TABEL II
 INFORMASI DEMOGRAFI PARTISIPAN

Info	n	%
Jenis kelamin	Laki-laki	17 44
	Perempuan	21 56
Total	38	100
Usia	15 tahun	14 37
	16 tahun	24 63
Total	38	100
Pernah menggunakan aplikasi sejenis?	Pernah	4 4
	Tidak pernah	34 96
Total	38	100

D. Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan beberapa langkah untuk mengevaluasi usabilitas media interaktif berbasis AR menggunakan kuesioner SUS. Setelah partisipan menggunakan media interaktif berbasis AR, mereka diminta untuk mengisi kuesioner SUS yang terdiri dari 10 pernyataan dengan skala Likert 5 poin. Skor SUS dihitung dengan mengkonversi respons partisipan ke dalam nilai numerik, di mana pernyataan bernomor ganjil dikurangi 1 dari nilai respons dan pernyataan bernomor genap dikurangi nilai respons dari 5. Total skor SUS diperoleh dengan menjumlahkan semua skor pernyataan dan mengalikannya dengan 2.5, sehingga menghasilkan skor dalam rentang 0 hingga 100 [24].

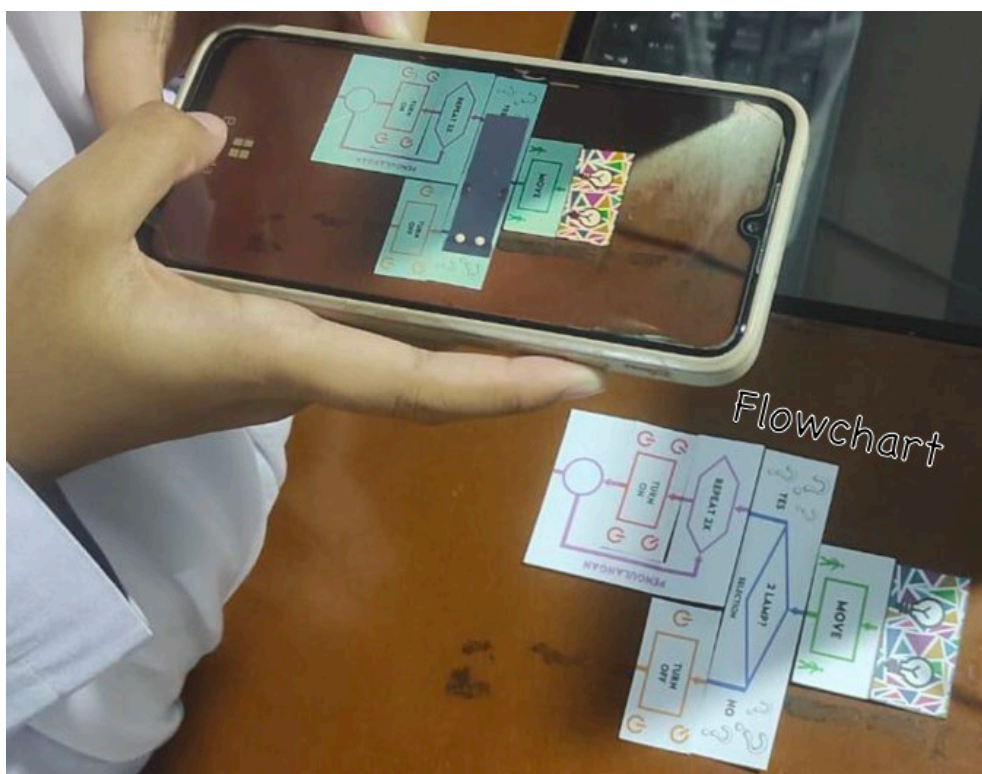
Analisis statistik deskriptif dilakukan untuk mengukur nilai rata-rata, median, dan standar deviasi dari skor SUS, serta distribusi frekuensi untuk melihat pola penilaian usabilitas. Skor SUS kemudian diinterpretasikan berdasarkan standar yang telah ditetapkan dalam literatur, di mana skor di atas 70 umumnya dianggap sebagai indikasi usabilitas yang baik [25]. Selain itu, analisis tambahan seperti uji korelasi atau uji beda (t-test) dapat dilakukan untuk mengeksplorasi hubungan antara demografi partisipan dengan skor SUS atau untuk membandingkan skor antara kelompok yang berbeda. Hasil analisis ini memberikan wawasan mendalam tentang tingkat usabilitas media interaktif berbasis AR dan dapat digunakan sebagai dasar untuk rekomendasi pengembangan lebih lanjut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Produk Pengembangan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media interaktif berbasis augmented reality (AR) yang dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran konsep pemrograman dan kemudian menguji usabilitasnya. Pengujian usabilitas merupakan langkah penting dalam pengembangan media pembelajaran karena menentukan sejauh mana media tersebut dapat digunakan dengan efektif, efisien, dan memuaskan oleh pengguna. Dengan menguji usabilitas, identifikasi kekuatan dan kelemahan dari media yang dikembangkan dapat diketahui, serta memahami pengalaman pengguna secara mendalam. Hal ini tidak hanya memastikan bahwa media interaktif itu memenuhi kebutuhan dan ekspektasi, tetapi juga memberikan wawasan berharga untuk perbaikan dan penyempurnaan lebih lanjut.

Salah satu konsep pemrograman yang menjadi fokus dalam media ini adalah algoritma, yang merupakan dasar dalam pemrograman untuk menyelesaikan masalah secara sistematis. Algoritma dapat dipelajari melalui representasi visual seperti flowchart, yang membantu siswa memahami langkah-langkah logis untuk mencapai solusi tertentu. Penggunaan AR dalam media interaktif ini memungkinkan flowchart untuk dihadirkan dalam bentuk visual interaktif yang diwujudkan di lingkungan nyata. Sehingga, siswa akan memperoleh pengalaman menarik dalam mempelajari konsep pemrograman.



Gambar 2. Flowchart dirangkai dan dipindai melalui aplikasi AR

Gambar 2 menunjukkan seorang siswa yang sedang menggunakan AR yang sudah dikembangkan untuk memindai marker. Marker yang digunakan dalam aplikasi ini berupa gambar flowchart yang dirangkai terlebih

dahulu layaknya puzzle yang harus disusun membentuk satu rangkaian tertentu. Dengan memindai marker ini, aplikasi AR memproyeksikan flowchart yang disusun menggunakan marker sehingga memungkinkan siswa untuk melihat dan berinteraksi dengan setiap langkah dalam algoritma secara lebih nyata dan interaktif. Proses penyusunan puzzle ini tidak hanya membantu siswa memahami urutan logis dari algoritma tetapi juga meningkatkan keterlibatan dan pemahaman mereka terhadap konsep pemrograman yang kompleks melalui visualisasi yang lebih menarik dan dinamis.

Selain fitur pemindai marker yang dirangkai dalam bentuk flowchart, aplikasi yang dikembangkan ini juga dilengkapi dengan animasi interaktif. Animasi ini menampilkan karakter yang mematikan dan menghidupkan lampu. Untuk menjalankan animasi tersebut, pengguna harus menyusun marker sesuai dengan alur yang benar pada potongan marker yang tersedia. Jika penyusunan marker tidak sesuai, fungsi flowchart tidak akan berjalan dengan baik, sehingga animasi tidak dapat dijalankan. Hal ini mengajarkan siswa tentang pentingnya urutan dan logika dalam algoritma pemrograman, karena setiap kesalahan dalam penyusunan flowchart akan langsung terlihat melalui kegagalan animasi untuk berfungsi.

B. Pengujian Usabilitas

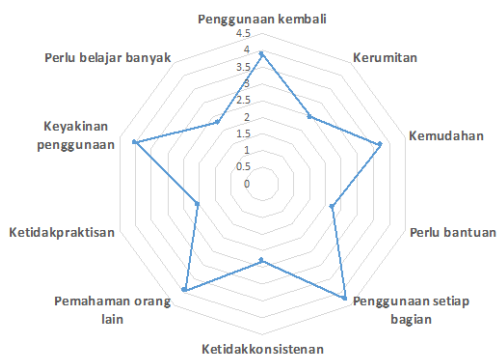
Setelah mencoba menggunakan media interaktif berbasis AR untuk mempelajari konsep pemrograman, partisipan diminta untuk mengisi kuesioner yang diadaptasi dari penilaian SUS. Untuk menghitung nilai SUS, setiap pernyataan diberi skor sesuai dengan respons partisipan: pernyataan bernomor ganjil dihitung dengan mengurangi 1 dari nilai respons (nilai Likert - 1), sedangkan pernyataan bernomor genap dihitung dengan mengurangi nilai respons dari 5 (5 - nilai Likert) [12]. Skor dari semua pernyataan kemudian dijumlahkan dan hasilnya dikalikan dengan 2.5 untuk mendapatkan skor akhir dalam rentang 0 hingga 100.

Tabel III menunjukkan hasil perhitungan 10 pertanyaan SUS yang mencakup nilai rata-rata asli dari kuesioner, nilai SUS dalam rentang 0-4, dan nilai SUS yang telah dikonversi ke rentang 0-100. Dari tabel tersebut, dapat dilihat bahwa nilai rata-rata asli berkisar antara 2.03 hingga 4.26, sementara nilai SUS 0-4 berkisar antara 2.53 hingga 3.26. Setelah dikonversi, nilai SUS 0-100 menunjukkan rata-rata 71.32, dengan nilai individual berkisar antara 63.16 hingga 81.58. Nilai rata-rata SUS sebesar 71.32 mengindikasikan bahwa media interaktif berbasis AR yang dikembangkan memiliki tingkat usabilitas yang baik. Sesuai dengan standar interpretasi yang umum digunakan, nilai di atas 70 dianggap sebagai indikasi usabilitas yang baik, yang menunjukkan bahwa media ini efektif dalam memenuhi kebutuhan dan ekspektasi pengguna. Interpretasi ini menegaskan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran konsep pemrograman dapat memberikan pengalaman yang memuaskan dan efisien bagi siswa, memperkuat potensi AR sebagai alat pendidikan inovatif.

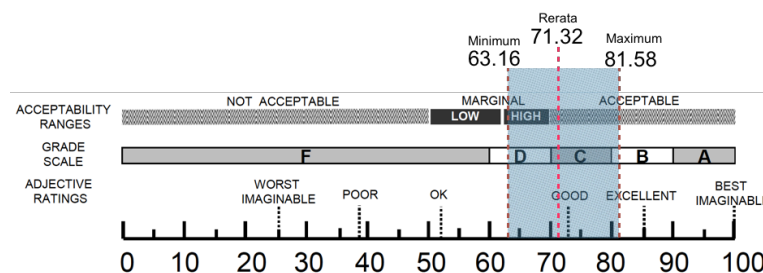
TABEL III
 NILAI HASIL PERHITUNGAN SUS

No. Pertanyaan	Nilai rata-rata		
	Asli	SUS	
		0-4	0-100
1	3.87	2.87	71.71
2	2.47	2.53	63.16
3	3.74	2.74	68.42
4	2.21	2.79	69.74
5	4.26	3.26	81.58
6	2.32	2.68	67.11
7	3.95	2.95	73.68
8	2.03	2.97	74.34
9	4.00	3.00	75.00
10	2.26	2.74	68.42
Rata-rata		2.85	71.32

Nilai rata-rata asli dari setiap pernyataan dalam SUS dapat direpresentasikan dalam bentuk radar chart dengan lima sudut, mengingat jumlah pertanyaan dalam SUS adalah 10. Menurut Hariyanto et al. [26], semakin radar chart ini menyerupai bentuk bintang dengan lima titik berujung, interpretasinya semakin bagus. Hal ini disebabkan oleh kenyataan bahwa pernyataan bernomor ganjil dalam SUS memiliki nada positif, sedangkan pernyataan bernomor genap memiliki nada negatif. Gambar 3 menunjukkan radar chart yang merepresentasikan nilai rata-rata asli yang diperoleh dari kuesioner SUS.



Gambar 3. Radar chart nilai asli SUS



Gambar 4. Nilai kategori SUS (0-100)

Dari Gambar 3, dapat dilihat bahwa media interaktif berbasis AR yang dikembangkan mendapatkan penilaian yang baik dari partisipan. Puncak-puncak radar chart yang menyerupai bintang menunjukkan bahwa respon positif (pernyataan bernomor ganjil) memiliki skor yang tinggi, sementara respon negatif (pernyataan bernomor genap) memiliki skor yang lebih rendah. Ini mengindikasikan bahwa pengguna merasa media tersebut mudah digunakan (kemudahan), memberikan keyakinan dalam penggunaan, dan memungkinkan penggunaan kembali tanpa banyak kesulitan. Sebaliknya, aspek-aspek negatif seperti kerumitan dan perlunya bantuan dalam mengoperasikan aplikasi mendapatkan skor yang lebih rendah, menunjukkan bahwa media interaktif berbasis AR ini memiliki usability yang baik dan dapat diterima dengan baik oleh pengguna.

Bangor et al. [27] menyatakan bahwa tidak ada skema penilaian khusus untuk menginterpretasi skor SUS. Oleh karena itu, mereka mengadaptasi skor SUS ke dalam penilaian sekolah tradisional dengan standar nilai 0-100. Berdasarkan skor rata-rata dan mempertimbangkan skor kelulusan tradisional, mereka mengusulkan skor 70 sebagai ambang batas yang dapat diterima, skor 50-69 sebagai nilai marjinal, dan di bawah 50 masuk dalam kategori tidak diterima [19]. Gambar 3 menunjukkan konversi nilai tradisional (0-100) dari SUS untuk media interaktif berbasis AR yang digunakan untuk pembelajaran pemrograman. Dari gambar tersebut, terlihat bahwa nilai minimum berada pada skor 63.16, nilai maksimum pada skor 81.58, dan nilai rata-rata pada 71.32, yang berarti bahwa penilaian keseluruhan berada di atas nilai ambang batas 70.

Interpretasi dari gambar tersebut menunjukkan bahwa media interaktif berbasis AR ini secara umum diterima dengan baik oleh partisipan, mengindikasikan tingkat usability yang baik. Skor rata-rata 71.32 berada dalam kategori "baik" (good) menurut skala yang diusulkan oleh Bangor et al., dan berada di dalam rentang "acceptable" pada skema penerimaan. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas pengguna merasa nyaman dan puas dengan penggunaan media interaktif berbasis AR ini dalam pembelajaran konsep pemrograman. Nilai minimum yang berada pada 63.16 masih dalam kategori marjinal tinggi, mendekati ambang batas yang dapat diterima, menunjukkan bahwa ada beberapa aspek yang mungkin memerlukan perbaikan untuk meningkatkan pengalaman pengguna lebih lanjut. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa media interaktif berbasis AR memiliki potensi besar sebagai alat pendidikan yang efektif dan dapat diterima oleh pengguna.

C. Pembahasan

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, hasil penelitian menunjukkan bahwa media interaktif berbasis AR yang dikembangkan memiliki tingkat usability yang baik, dengan skor rata-rata SUS sebesar 71.32. Skor ini berada di atas ambang batas 70 yang diusulkan oleh Bangor et al. [27], mengindikasikan bahwa media ini diterima dengan baik oleh pengguna dan dianggap efektif dalam memenuhi kebutuhan serta ekspektasi mereka. Dari Tabel III dan Gambar 3, terlihat bahwa nilai rata-rata asli dari setiap pernyataan dalam kuesioner berkisar antara 2.03 hingga 4.26, dengan konversi skor SUS dalam rentang 0-100 menunjukkan nilai minimum 63.16 dan maksimum 81.58.

Interpretasi dari radar chart (Gambar 3) menunjukkan bahwa media ini mendapatkan penilaian yang baik untuk aspek-aspek positif seperti kemudahan penggunaan, keyakinan penggunaan, dan kemungkinan penggunaan kembali. Skor yang tinggi pada pernyataan positif (ganjil) dan lebih rendah pada pernyataan negatif (genap) mengindikasikan bahwa pengguna merasa media tersebut mudah digunakan dan intuitif. Namun, aspek-aspek seperti kerumitan dan kebutuhan akan bantuan menunjukkan bahwa ada beberapa area yang memerlukan perbaikan untuk meningkatkan pengalaman pengguna secara keseluruhan.

Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa teknologi AR dapat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa dalam pembelajaran [14]. Meskipun demikian, beberapa keterbatasan penelitian, seperti ukuran sampel yang terbatas dan fokus pada satu kelompok usia tertentu, perlu

diperhatikan. Penelitian lanjutan dengan sampel yang lebih besar dan variasi kelompok usia dapat membantu mengkonfirmasi temuan ini dan memberikan wawasan lebih lanjut tentang efektivitas media AR dalam berbagai konteks pendidikan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan potensi besar dari media interaktif berbasis AR sebagai alat pendidikan yang inovatif dan efektif. Pengembangan lebih lanjut dan penyempurnaan media ini, terutama dalam mengatasi kerumitan dan kebutuhan akan bantuan, dapat meningkatkan usabilitas dan kepuasan pengguna. Implementasi media interaktif berbasis AR dalam kurikulum pendidikan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif, memperkuat pemahaman siswa terhadap konsep pemrograman.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji usabilitas media interaktif berbasis AR yang dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran konsep pemrograman, khususnya algoritma yang bisa dipelajari melalui flowchart. Dapat disimpulkan bahwa media yang dikembangkan ini dapat digunakan untuk belajar konsep pemrograman. Hal ini dapat dilihat dari tingkat usabilitas yang baik, dengan skor rata-rata SUS sebesar 71.32, yang berada di atas ambang batas 70. Nilai ini mengindikasikan bahwa media AR ini diterima dengan baik oleh pengguna dan dianggap efektif dalam memenuhi kebutuhan serta ekspektasi mereka.

Analisis data menunjukkan bahwa aspek-aspek positif seperti kemudahan penggunaan, keyakinan penggunaan, dan kemungkinan penggunaan kembali mendapatkan penilaian yang tinggi. Sementara itu, aspek-aspek seperti kerumitan dan kebutuhan akan bantuan mendapatkan skor yang lebih rendah, menunjukkan bahwa ada beberapa area yang memerlukan perbaikan lebih lanjut untuk meningkatkan pengalaman pengguna. Implementasi media interaktif berbasis AR dalam pembelajaran konsep pemrograman terbukti mampu meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa. Penggunaan visualisasi interaktif dan pengalaman belajar yang lebih menarik memberikan nilai tambah yang signifikan dalam proses pembelajaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Majelis Pendidikan Tinggi Penelitian dan Pengembangan (Diktilitbang) Pimpinan Pusat Muhammadiyah yang telah memberikan pendanaan atas penelitian ini. Penelitian ini merupakan skema Penelitian Fundamental Reguler 1 dengan nomor kontrak: 0258.068/I.3/D/2024. Terimakasih juga kami sampaikan kepada Lembaga Riset dan Inovasi (LRI) Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membantu memfasilitasi berbagai keperluan untuk mendukung terlaksananya penelitian ini. Selain itu, kami juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak bisa disebutkan semuanya yang telah membantu jalannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. A. Uly and B. P. Jatmiko, "Berdasarkan Riset LinkedIn, Ini 10 Pekerjaan yang Paling Dicari Saat Pandemi," *Kompas.com*, Jul. 04, 2020. Accessed: Jan. 10, 2021. [Online]. Available: <https://money.kompas.com/read/2020/07/04/113000526/berdasarkan-riset-linkedin-ini-10-pekerjaan-yang-paling-dicari-saat-pandemi>
- [2] F. Heintz, L. Mannila, and T. Färnqvist, "A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in K-12 education," in *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, Oct. 2016, pp. 1–9. doi: 10.1109/FIE.2016.7757410.
- [3] P. João, D. Nuno, S. F. Fábio, and P. Ana, "A Cross-analysis of Block-based and Visual Programming Apps with Computer Science Student-Teachers," *Educ. Sci.*, vol. 9, no. 3, 2019, doi: 10.3390/educsci9030181.
- [4] A. Saad, "Students' Computational Thinking Skill through Cooperative Learning Based on Hands-on, Inquiry-based, and Student-centric Learning Approaches," *Univers. J. Educ. Res.*, vol. 8, no. 1, pp. 290–296, 2020.
- [5] D. Kemdikbud, *Kesiapan Sekolah Menengah Pertama dan Sekolah Menengah Atas dalam Menerapkan Informatika sebagai Mata Pelajaran pada Tahun 2019/2020*. Indonesia, 2019.
- [6] Y. Hu, C.-H. Chen, and C.-Y. Su, "Exploring the Effectiveness and Moderators of Block-Based Visual Programming on Student Learning: A Meta-Analysis," *J. Educ. Comput. Res.*, vol. 58, no. 8, pp. 1467–1493, Jul. 2020, doi: 10.1177/0735633120945935.
- [7] C. Angeli and N. Valanides, "Developing young children's computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy," *Comput. Human Behav.*, p. 105954, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.03.018>.
- [8] L. Zhang and J. Nouri, "A systematic review of learning computational thinking through Scratch in K-9," *Comput. Educ.*, vol. 141, p. 103607, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103607>.
- [9] S. SUKIRMAN, L. F. M. IBHARIM, C. S. SAID, and B. MURTIYASA, "A Strategy of Learning Computational Thinking through Game Based in Virtual Reality: Systematic Review and Conceptual Framework," *Informatics Educ.*, vol. 21, no. 1, pp. 179–200, Jun. 2022, doi: 10.15388/infedu.2022.07.
- [10] D. Topalli and N. E. Cagiltay, "Improving programming skills in engineering education through problem-based game projects with Scratch," *Comput. Educ.*, vol. 120, pp. 64–74, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.01.011>.
- [11] B. A. Becker, P. Denny, J. Finnie-Ansley, A. Luxton-Reilly, J. Prather, and E. A. Santos, "Programming Is Hard - Or at Least It Used to Be: Educational Opportunities and Challenges of AI Code Generation," in *Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1*, in SIGCSE 2023. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2023, pp. 500–506. doi: 10.1145/3545945.3569759.
- [12] Sukirman, D. A. Pramudita, A. Afianto, and Utaminingsih, "Block-Based Visual Programming as a Tool for Learning the Concepts of Programming for Novices," *Int. J. Inf. Educ. Technol.*, vol. 12, no. 5, pp. 365–371, 2022, doi: 10.18178/ijiet.2022.12.5.1628.
- [13] R. Azuma, Y. Baillot, R. Behringer, S. Feiner, S. Julier, and B. MacIntyre, "Recent advances in augmented reality," *IEEE Comput. Graph. Appl.*,

- vol. 21, no. 6, pp. 34–47, 2001, doi: 10.1109/38.963459.
- [14] M. Billinghurst and A. Duenser, “Augmented reality in the classroom,” *Computer (Long Beach, Calif.)*, vol. 45, no. 7, pp. 56–63, 2012.
- [15] K.-Y. Chin and C.-S. Wang, “Effects of augmented reality technology in a mobile touring system on university students’ learning performance and interest,” *Australas. J. Educ. Technol.*, vol. 37, no. 1, pp. 27–42, 2021, doi: 10.14742/ajet.5841.
- [16] M. Bower, C. Howe, N. McCredie, A. Robinson, and D. Grover, “Augmented Reality in education – cases, places and potentials,” *EMI. Educ. Media Int.*, vol. 51, no. 1, pp. 1–15, Jan. 2014, doi: 10.1080/09523987.2014.889400.
- [17] D. Holley and M. Hobbs, “Augmented Reality for Education BT - Encyclopedia of Educational Innovation,” M. A. Peters and R. Heraud, Eds., Singapore: Springer Singapore, 2019, pp. 1–7. doi: 10.1007/978-981-13-2262-4_120-1.
- [18] H. A. Abd Al-hassan, J. H. Suad, and H. H. Ali, “Augmented Reality Technology in Education,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 928, no. 3, p. 032065, Nov. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/928/3/032065.
- [19] A. Bangor, P. T. Kortum, and J. T. Miller, “An Empirical Evaluation of the System Usability Scale,” *Int. J. Human–Computer Interact.*, vol. 24, no. 6, pp. 574–594, Jul. 2008, doi: 10.1080/10447310802205776.
- [20] J. Brooke, “SUS: A ‘quick and dirty’ usability scale,” *Usability Eval. Ind.*, vol. 189, no. 194, pp. 4–7, 1996.
- [21] R. C. Richey and J. D. Klein, *Design and Development Research: Methods, Strategies, and Issues*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2007. doi: 10.4324/9780203826034.
- [22] R. C. Richey and J. D. Klein, “Design and Development Research BT - Handbook of Research on Educational Communications and Technology,” J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, and M. J. Bishop, Eds., New York, NY: Springer New York, 2014, pp. 141–150. doi: 10.1007/978-1-4614-3185-5_12.
- [23] R. C. Richey and J. D. Klein, “Research on design and development,” in *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*, J. M. Spector, M. D. Merrill, J. van Merriënboer, and M. P. Driscoll, Eds., 3rd ed. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2008, pp. 748–757.
- [24] J. R. Lewis, “The System Usability Scale: Past, Present, and Future,” *Int. J. Human–Computer Interact.*, vol. 34, no. 7, pp. 577–590, Jul. 2018, doi: 10.1080/10447318.2018.1455307.
- [25] P. Vlachogianni and N. Tselios, “Perceived usability evaluation of educational technology using the System Usability Scale (SUS): A systematic review,” *J. Res. Technol. Educ.*, vol. 54, no. 3, pp. 392–409, Jul. 2022, doi: 10.1080/15391523.2020.1867938.
- [26] D. Hariyanto, A. C. Nugraha, A. Asmara, and H. Liu, “An Asynchronous Serial Communication Learning Media: Usability Evaluation,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1413, p. 12018, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1413/1/012018.
- [27] A. Bangor, P. Kortum, and J. Miller, “Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale,” *J. usability Stud.*, vol. 4, no. 3, pp. 114–123, 2009.