



Development of Microcontroller-Based SKARDIOLED (Cardiovaskular System LED) Teaching Aids in Class XI Biology

Pengembangan Alat Peraga SKARDIOLED (Sistem Kardiovaskular LED) Berbasis Mikrokontroler pada Pembelajaran Biologi Kelas XI SMA/MA

Muhammad Yusman¹⁾, Adieba Warda Hayya¹⁾

¹⁾Tadris Biologi, Tarbiyah, Institut Agama Islam Negeri Kudus

Jl. Conge ngemalrejo, Ngemal Rejo, Ngemalrejo, Kecamatan Bae, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah, Indonesia

Email: myusman@student.iainkudus.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRACT
<p>Sejarah Artikel</p> <p>Dikirim 08-05-2023 Direvisi 22-12-2023 Diterima 29-12-2023 Dipublikasi 30-12-2023</p> <p>Kata Kunci SKARDIOLED Teaching Aids Circulatory System Research and Development</p>	<p><i>Curriculum changes to independent learning are a result of developments in the Society 5.0 era and this is a challenge for educators to be able to plan student-centered learning and solutions by utilizing media in learning. So that research was carried out on the Development of SKARDIOLED Teaching Aids (LED Cardiovascular Systems) Based on Microcontrollers, the research aims to determine the development and feasibility of SKARDIOLED teaching aids. The research method uses Research and Development using a 3-D model with the Define, Design, and Develop stages, this model is adapted from the model developed by Thiagarajan, namely 4-D. Research subjects include validators and students. The validators included media experts and material experts from the Tadris Biology lecturer at IAIN Kudus and educator experts from the Biology teacher MAN 1 Kudus and students from Class XI MIPA MAN 1 Kudus with 9 students from XI MIPA 6 as a limited test and 30 students from class XI MIPA 5 as a field test. The validation results obtained a score of 100% from media experts, a score of 93.33% from material experts, and a score of 88% from educators, with the category "Very Valid". After validation and improvements were made according to the advice of experts, the product practicality test was continued with a score of 84.95% in the limited test and 82.27% in the field test in the "Very Eligible" category. Overall SKARDIOLED can be said to be feasible to use for learning.</i></p> <p>ABSTRAK</p> <p>Perubahan kurikulum menjadi merdeka belajar akibat dari perkembangan era Society 5.0 dan ini menjadi tantangan bagi pendidik untuk dapat merencanakan pembelajaran yang berpusat pada siswa dan solusinya dengan memanfaatkan media dalam pembelajaran. Sehingga dilakukan penelitian Pengembangan Alat Peraga SKARDIOLED (Sistem Kardiovaskuler LED) Berbasis Mikrokontroler, penelitian bertujuan untuk mengetahui pengembangan dan kelayakan dari produk alat peraga SKARDIOLED. Metode penelitian menggunakan <i>Research and Development</i> dengan menggunakan model 3-D dengan tahap <i>Define, Design, dan Develop</i>, model ini diadaptasi dari model yang dikembangkan oleh Thiagarajan yaitu 4-D. Subjek penelitian meliputi validator dan peserta didik. Validator meliputi ahli media dan ahli materi dari dosen Tadris Biologi IAIN Kudus dan ahli pendidik dari guru Biologi MAN 1 Kudus dan peserta didik dari Kelas XI MIPA MAN 1 Kudus dengan 9 peserta didik dari XI MIPA 6 sebagai uji terbatas dan 30 peserta didik kelas XI MIPA 5 sebagai uji lapangan. Hasil validasi mendapatkan skor 100% dari ahli media, skor 93,33% dari ahli materi, dan skor 88% dari pendidik, dengan kategori “Sangat Valid”. Setelah validasi dan dilakukan perbaikan sesuai saran para ahli</p>

dilanjutkan uji kepraktisan produk dengan hasil skor 84,95% pada uji terbatas dan 82,27% pada uji lapangan dengan kategori “**Sangat Praktis**”. Secara keseluruhan SKARDIOLED dapat dikatakan layak untuk digunakan untuk pembelajaran.

How to cite artikel ? Yusman, M. & Hayya, A. W. (2023). Development of Microcontroller-Based SKARDIOLED Teaching Aids (LED Cardiovascular Systems) in Class XI Biology. *Bioeducation Journal*. Vol 7(1), 59-70.

Copyright © 2023, Yusman & Hayya, This is an open access article under the CC BY-NC-SA 4.0 license



PENDAHULUAN

Perkembangan pendidikan era sekarang telah mengalami banyak sekali kemajuan yang sangat pesat, hal ini disebabkan karena perkembangan pada dunia yang telah berada di era society 5.0. Era society 5.0 merupakan sebuah konsep untuk mewujudkan kesejahteraan masyarakat yang berpusat pada manusia, yang menggabungkan antara ruang dunia maya dengan ruang dunia nyata untuk menghasilkan data yang dapat membantu menjawab tantangan dan solusi dari permasalahan-permasalahan manusia (Mayumi, 2018).

Untuk menghadapi tantangan tersebut Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia membuat kebijakan baru dengan menggantikan kurikulum “KTSP 2013” menjadi kurikulum “Merdeka Belajar”. Kurikulum Merdeka Belajar memiliki konsep yaitu merdeka dalam berpikir, maksudnya yaitu dalam proses pembelajarannya lebih mengarah pada hal-hal yang dibutuhkan peserta didik atau pembelajaran yang lebih memusatkan kepada peserta didik atau disebut Student-Center, sehingga diharapkan peserta didik mampu untuk memahami materi yang disampaikan oleh pendidik tidak hanya sekedar mengingat materi yang disampaikan saja (Indarta et al., 2022).

Media pembelajaran salah satu faktor penting untuk membantu pembelajaran pada kurikulum merdeka belajar, hal ini dikarenakan dengan menggunakan media pembelajaran peserta didik dapat lebih leluasa untuk mampu memahami dan belajar mengenai materi yang akan dipelajari. Media pembelajaran yang bisa digunakan untuk menunjang pembelajaran dapat berupa modul, LKPD, buku pendukung, video, dan juga alat peraga. Pentingnya media pembelajaran di kurikulum merdeka belajar ini juga berlaku dalam proses pembelajaran Biologi, dimana dengan penerapan media pembelajaran di materi Biologi akan memudahkan peserta didik dalam memberikan gambaran dan memahami konsep teori-teori yang terdapat dalam materi Biologi.

Biologi atau ilmu hayat merupakan ilmu yang mengkaji tentang makhluk hidup, Biologi memiliki cabang-cabang keilmuan yang mempelajari mengenai kehidupan yang ada di alam baik organisme yang mencakup struktur, morfologi, fisiologi, taksonomi, dan evolusi, serta cabang-cabang keilmuan lainnya yang mengkaji lebih dalam mengenai makhluk hidup serta lingkungan tempat hidupnya (Wardhani, 2019). Sebagai bidang keilmuan yang mempelajari mengenai makhluk hidup beserta lingkungan, menjadikan Biologi termasuk ilmu sains yang penting untuk dipelajari, akan tetapi dalam proses pembelajaran Biologi mengalami kesulitan terutama kesulitan peserta didik dalam memahami materi dan teori Biologi. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Nurul Zakiyatin Nisak (2021) menunjukkan rata-rata peserta didik mengalami kesulitan untuk mempelajari dan memahami materi Biologi, dikarenakan materi Biologi terlalu banyak serta rumit untuk dipahami, selain itu didapatkan bahwa materi sistem peredaran darah menduduki peringkat kelima dari jumlah materi biologi yang sulit menurut peserta didik (Nisak, 2021).

Sistem kardiovaskular atau yang bisa disebut sistem peredaran darah yang mempelajari mengenai sistem pada tubuh manusia yang memiliki fungsi untuk mengedarkan darah melalui dua organ yaitu jantung dan pembuluh darah yang mengantarkan darah yang kaya akan oksigen atau nutrisi dari jantung keseluruh tubuh dan menukarkan oksigen atau nutrisi dari darah ke sel-sel tubuh dengan zat sisa metabolisme sel kemudian mengantarkan darah yang membawa karbondioksida hasil sisa metabolisme dari seluruh tubuh menuju ke jantung dan kemudian ke paru-paru untuk menukarkan karbondioksida hasil sisa metabolisme dari seluruh tubuh dengan oksigen yang ada di paru-paru, zat karbondioksida tersebut akan dibuang melalui

pernapasan, selain itu berfungsi sebagai sistem pertahanan tubuh dimana terdapat sistem limfatika yang mengandung sel darah putih yang berfungsi memusnahkan zat-zat asing yang membahayakan bagi tubuh. Pada Sistem kardiovaskular juga mengenal dua sistem dalam peredaran darah, yaitu sistem peredaran besar dan sistem peredaran kecil, dan pada masing-masing sistem peredaran darah tersebut terdapat bagian-bagian organ yang mendukung sistem tersebut sesuai dengan tugasnya, selain itu juga terdapat gangguan-gangguan yang terjadi di Sistem kardiovaskular (Apriyanti et al., 2021).

Memanfaatkan penggunaan media alat peraga, peserta didik cenderung lebih mudah memahami materi yang disampaikan, menurut Brunner (Suherman, 2003) dalam proses pembelajaran peserta didik sebaiknya diberikan kesempatan untuk peserta didik dapat memanipulasi media pembelajaran seperti alat peraga, sehingga dengan kesempatan tersebut peserta didik dapat diberikan kesempatan untuk dapat berfikir secara langsung mengenai bentuk pola dan materi yang disampaikan dari media yang diperhatikannya (Muhammad Anas, 2014). Penggunaan alat peraga dalam proses pembelajaran membuat peserta didik memiliki pengalaman secara langsung atau konkret sehingga peserta didik dapat lebih memahami dan menangkap penyampaian informasi yang diberikan melalui bantuan alat peraga, yang nantinya akan meminimalkan kesalahan dan kekeliruan dari pemahaman konsep materi yang dipahami dan diterima oleh peserta didik.

Penggunaan media berupa alat peraga dalam pembelajaran biologi pada materi sistem kardiovaskular dapat menggunakan bantuan peraga sistem peredaran darah yang dibuat menggunakan NeoPixel LED Arduino. NeoPixel ini digunakan sebagai peraga aliran darah di dalam pembuluh darah, yang kemudian akan dilakukan pemrograman menggunakan Arduino agar LED dapat menyala dan mengalir seperti darah yang sesuai dengan kerja sistem aliran darah dalam peredaran darah pada sistem kardiovaskular. Pemrograman ini menggunakan aplikasi Arduino IDE yang termasuk sebuah platform dalam membuat kode pemrograman yang dihubungkan software dengan hardware dan dapat diakses oleh umum untuk membuat objek interaktif. Kode pemrograman tersebut dapat beroperasi secara sendiri ataupun dapat terhubung dengan jaringan wireless. Arduino sendiri memiliki dua bagian utama yaitu modul Arduino atau Arduino board sebagai bagian perangkat keras yang digunakan untuk mengontrol serta membuat objek, dan Arduino IDE (Integrated Development Environment) sebagai bagian perangkat lunak dalam bentuk aplikasi pemrograman yang digunakan untuk membuat sketsa pemrograman melalui komputer yang kemudian program tersebut diunggah ke module Arduino sehingga objek interaktif dapat menjalankan tugas sesuai sketsa pemrograman yang telah dibuat (Banzi & Shiloh, 2022).

Hasil dari need assessment di sekolah MA Darul Hikam Undaan Kudus dan MAN 1 Kudus dari hasil wawancara dari peserta didik kelas XI MIPA dapat diketahui bahwa mayoritas dari peserta didiknya tidak menyukai pembelajaran Biologi, hal tersebut dikarenakan peserta didik menganggap materi Biologi sangat sulit dipelajari dan dipahami, hal ini karena menurut mereka materi Biologi terlalu banyak serta sangat rumit untuk dipelajari, selain itu mereka sering sekali bosan dalam proses pembelajaran yang cenderung monoton, dan peserta didik yang diwawancarai mayoritas membutuhkan alat peraga yang menarik untuk pembelajaran. Penggunaan alat peraga sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran dinilai dapat memudahkan dalam memahami materi dan dapat meningkatkan hasil belajar.

Hal ini dibuktikan dari hasil beberapa penelitian yang telah terlebih dahulu dilakukan, diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Sigit Mintoro (2018) yang berjudul “Pemanfaatan Teknologi dan Informasi Mikrokontroler Arduino sebagai Media Pembelajaran Mahasiswa didik” menunjukan hasil yang praktis dan mudah dipahami dalam proses belajar mengajar, dan berhasil memberikan motivasi serta inovasi dalam pembelajaran, dengan hasil pengujian kelayakan berdasarkan persentase uji validasi isi modul 89,2 % kategori sangat layak, dan uji validasi konstruk 89,1 % kategori sangat layak digunakan. Nilai persentase dari uji pengguna sebesar 78,2 % kategori cukup layak (Mintoro, 2018). Penelitian yang dilakukan oleh Imam Mutaqin dan Devita Amandasari (2020) yang berjudul “Implementasi Media Blood Sirculation dalam Mengidentifikasi Sistem Peredaran Darah Manusia di Madrasah Ibtidaiyah Kesamben Jombang”

mendapatkan respon yang baik dimana didapatkan hasil penelitian menunjukkan persentase rata-rata ketuntasan belajar secara klasikal sebesar 99,05 % (Mutaqin & Amandasari, 2020).

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan bahwa media alat peraga dinilai sangat praktis dalam bentuk meningkatkan minat serta pemahaman materi peserta didik dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik serta mampu memberikat motivasi dan inovasi bagi peserta didik. Dari hasil analisis penelitian-penelitian diatas maka dilakukan penelitian dengan judul “Pengembangan Alat Peraga SKARDIOLED (Sistem Kardiovaskular Led) Berbasis Mikrokontroler Pada Pembelajaran Biologi Kelas XI SMA/MA”. Alat Peraga yang akan dibuat dan dikembangkan sebagai bentuk untuk membantu proses pembelajaran pada materi Sistem Peredaran Darah pada kurikulum Merdeka Belajar serta sebagai upaya dalam memanfaatkan perkembangan teknologi di Era Society 5.0.

Penggunaan alat peraga yang dikembangkan ini diharapkan mampu menjadi trobosan untuk membantu dalam meningkatkan dan mencegah kesalahan pemahaman konsep materi sistem kardiovaskular terutama pada materi sistem peredaran darah, selain itu dengan alat peraga tersebut juga diharapkan dapat membantu sistem pembelajaran biologi terkhususnya pada sistem kardiovaskular dengan menggunakan kurikulum merdeka belajar dengan pemanfaatan teknologi tersebut yang telah berkembang di tengah kecanggihan teknologi pada era society 5.0.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian menggunakan penelitian Research and Development (R&D) dengan menggunakan model yang dikembangkan oleh Thiagrajan (2015), yaitu model 4D yang memiliki empat tahapan berupa *define, design, develop, dan disseminate* (Vidanti & Susilowibowo, 2021). Akan tetapi dalam penelitian ini, peneliti mengadaptasi model 4D tersebut menjadi model 3D atau hanya melalui tiga tahapan, yaitu tahap *define, design, dan develop* (Triyanti, 2015). Sehingga penelitian nantinya terbatas hanya akan sampai pada tahap pengembangan produk atau tahap *develop* tidak hingga pada tahap keempat yaitu tahap *disseminate* atau tahap menyebar luaskan, Penelitian ini hanya terbatas hingga tahap *development*, hal ini dikarenakan tujuan penelitian yang hanya untuk mengembangkan serta mengetahui kelayakan produk melalui uji kepraktisan produk serta terdapat keterbatasan pada biaya serta waktu dalam pembuatan serta pengembangan produk SKARDIOLED. Model 3D secara prosedural memiliki tahap-tahap yang dapat diilustrasikan pada Gambar 1.

1. Tahap *Define*

Tahap *define* merupakan tahap pendefinisian yang bertujuan untuk menganalisis serta menentukan syarat-syarat yang dibutuhkan dalam penelitian pengembangan, dimana syarat-syarat tersebut berupa analisis awal akhir, analisis peserta didik, analisis tugas dan konsep, dan perumusan tujuan.

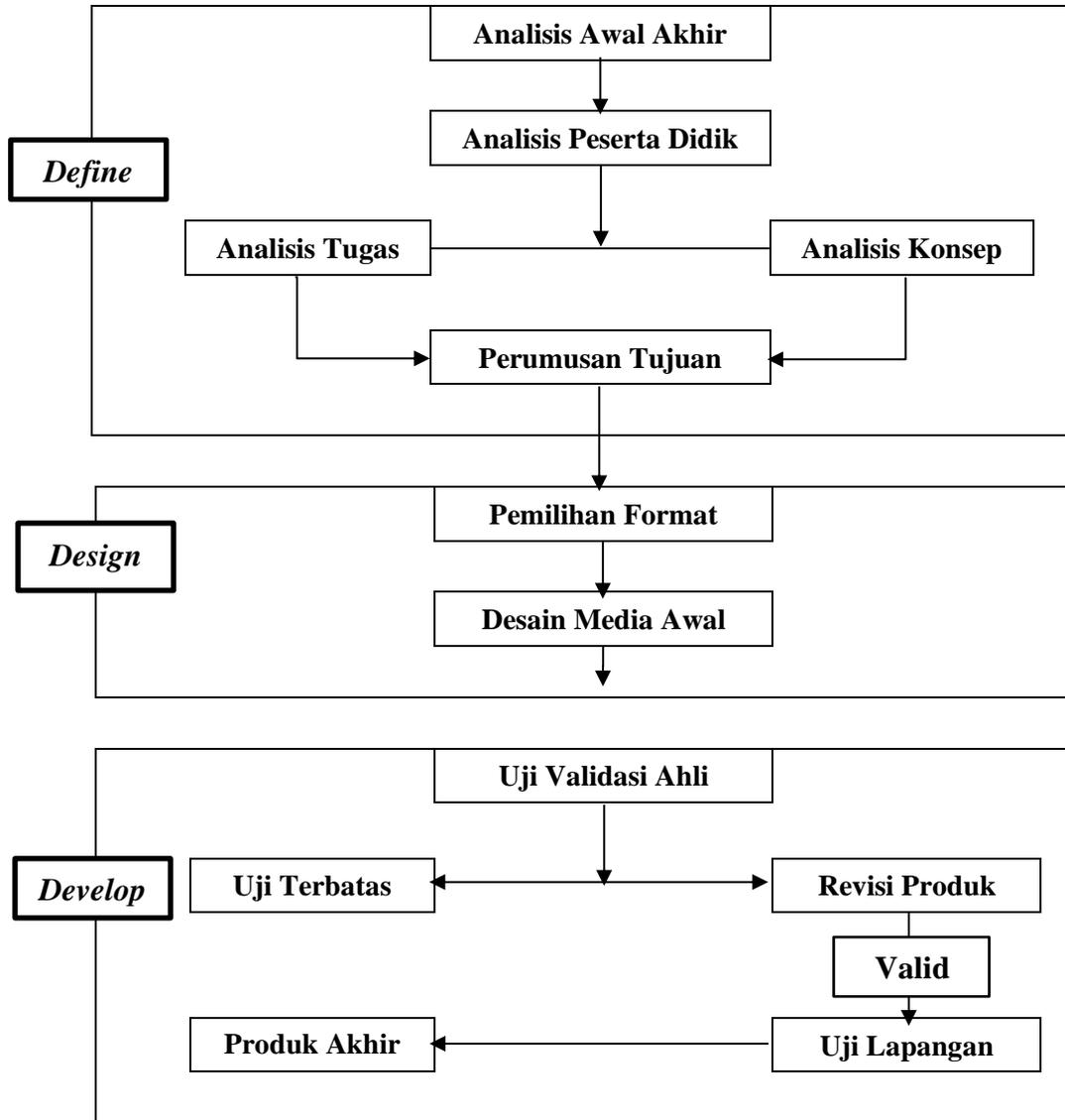
2. Tahap *Design*

Tahap *design* merupakan tahap perancangan produk alat peraga sistem peredaran darah yang dikembangkan dalam penelitian, yang nantinya akan menghasilkan *prototype* dari alat peraga sistem peredaran darah yang dikembangkan sebelum disempurnakan melalui proses revisi produk, tahap *design* terdiri dari beberapa tahap yaitu, pemilihan media, pemilihan format, dan rancangan awal.

3. Tahap *Develop*

Tahap *develop* merupakan tahap pengembangan produk dengan melewati pengujian validasi dan pengujian kelayakan dengan uji terbatas dan uji lapangan pada produk yang dikembangkan dari desain produk dimana penilaian dilakukan oleh para ahli terkait, kemudian dilakukan penganalisisan pada proses pengujian desain produk untuk mendapatkan data

respon dari penggunaan produk untuk menyempurnakan alat peraga, dari data tersebut dilakukan revisi produk sebelum di uji cobakan untuk mendapatkan hasil data yang valid.



Gambar 1. Tahapan Penelitian dengan Model 3D Adaptasi Model 4D Thiagarajan

Subjek uji coba dalam penelitian pengembangan alat peraga sistem peredaran darah terdiri dari dua Dosen Tadris Biologi IAIN Kudus sebagai validator ahli, satu pendidik mata pelajaran Biologi, serta 9 (sembilan) orang peserta didik kelas XII MIPA 6 MAN 1 Kudus untuk subjek uji terbatas dan 30 (tiga puluh) peserta didik kelas XI MIPA 5 MAN 1 Kudus untuk uji lapangan (luas) untuk mengetahui kelayakan produk dalam pembelajaran. Jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian merupakan jenis data primer atau jenis data yang didapatkan dengan mengumpulkan data secara langsung melalui instrumen-instrumen pengumpulan data penelitian, yaitu berupa data kuantitatif dan kualitatif dari data hasil validasi alat peraga oleh validator serta data dari hasil uji terbatas dan uji lapangan alat peraga dalam proses pembelajaran. Analisis data dimulai dengan mengumpulkan data-data untuk masing-masing pengujian melalui instrumen validitas kepada para ahli dan instrumen

kelayakan kepada peserta didik dengan menggunakan skala likert yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala Likert Instrumen

Skor	Kategori
5	Sangat Setuju
4	Setuju
3	Cukup Setuju
2	Kurang Setuju
1	Tidak Setuju

Aspek-aspek penilaian yang dinilai pada uji validitas dan uji kelayakan oleh para ahli dan respon peserta didik ditunjukkan pada instrumen validitas ahli materi (Tabel 2.), instrumen validitas ahli media (Tabel 3.), instrumen ahli pendidik (Tabel 4.), dan instrumen kelayakan (Tabel 5.)

Tabel 2. Kisi-kisi Instrumen Ahli Materi

No.	Aspek	Indikator
1	Keterkaitan materi	Kesesuaian dengan KD, menunjukkan proses sistem peredaran darah, visualisasi, penjelasan konsep
2	Nilai pendidikan	Kesesuaian alat peraga, kemudahan pemahaman alat peraga, kesesuaian kebutuhan, menumbuhkan motivasi, meningkatkan ketrampilan
3	Konten biologi	Mudah memahami materi

Tabel 3. Kisi-kisi Instrumen Ahli Media

No.	Aspek	Indikator
1	Tampilan	Tampilan alat peraga
2	Kualitas	Penggunaan alat peraga, daya tahan alat peraga, keamanan alat peraga

Tabel 4. Kisi-kisi Instrumen Ahli Pendidik

No.	Aspek	Indikator
1	Keterkaitan materi	Kesesuaian dengan KD, menunjukkan proses sistem peredaran darah, visualisasi, penjelasan konsep
2	Nilai Pendidikan	Kesesuaian dengan intelektual peserta didik, kemudahan pemahaman konsep, kesesuaian kebutuhan, menumbuhkan motivasi, meningkatkan ketrampilan
3	Konten Biologi	Mudah memahami materi
4	Tampilan	Tampilan alat peraga
5	Kualitas	Penggunaan alat peraga, daya tahan alat peraga, keamanan alat peraga

Tabel 5. Kisi-kisi Instrumen Kelayakan

No.	Aspek	Indikator
1	Kelayakan	Kualitas alat peraga, materi alat peraga, tampilan alat peraga, kemanfaatan alat peraga, kemudahan alat peraga

Data-data yang diperoleh dari pengumpulan data lewat instrumen-instrumen di analisis menggunakan rumus persentase sebagai berikut.

$$\text{Persentase Nilai} = \frac{\text{skor item yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100\%$$

Kemudian hasil pengolahan data yang diperoleh dianalisis dan ditetapkan kategori-kategori data yang nantinya digunakan untuk mengambil kesimpulan hasil dari penelitian dan pengujian alat peraga, kategori-kategori penilaian produk ditentukan pada kategori uji validitas alat peraga (Tabel 6.) dan kategori kepraktisan alat peraga (Tabel 7.) sebagai berikut.

Tabel 6. Kategori Uji Validitas Alat Peraga

Interval Skor Hasil	Kategori
0%-20%	Tidak Valid
21%-40%	Kurang Valid
41%-60%	Cukup Valid
61%-80%	Valid
81%-100%	Sangat Valid

(Suryana & Hijriani, 2022)

Tabel 7. Kategori Kepraktisan Alat Peraga

Interval Skor Hasil	Kategori
0%-20%	Tidak Praktis
21%-40%	Kurang Praktis
41%-60%	Cukup Praktis
61%-80%	Praktis
81%-100%	Sangat Praktis

(Irsalina & Dwiningsih, 2018)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengembangan alat peraga SKARDIOLED menggunakan penelitian yang dikembangkan oleh Thiagarajan, model penelitian ini terdiri dari 4 langkah atau disebut dengan model 4D, langkah-langkah model 4D yaitu Define, Design, Develop, dan Disseminater. Akan tetapi penggunaan model 4D dalam penelitian ini diadaptasi menjadi model 3D yang terdiri dari 3 langkah saja yaitu Define (tahap analisis kebutuhan), Design (tahap perencanaan produk), dan Develop (tahap pengembangan produk). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui proses pengembangan media alat peraga SKARDIOLED dan untuk mengetahui kelayakan pengembangan media alat peraga SKARDIOLED yang telah dibuat dalam proses pembelajaran.

Analisis kebutuhan dilakukan dengan penyebaran angket ke peserta didik dan pendidik di sekolah dan hasilnya dapat menjadi patokan untuk pengembangan media yang akan dibuat. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan dari penyebaran angket kepada peserta didik di sekolah didapatkan hasil bahwa 91% membutuhkan alat peraga pada materi sistem peredaran darah sebagai media bantu dalam proses pembelajaran untuk

memudahkan dalam proses memahami materi sistem peredaran darah selain dengan hanya menggunakan media buku.

Proses perencanaan desain alat peraga dilakukan dengan mengacu pada hasil analisis kebutuhan peserta didik, perencanaan desain alat peraga meliputi perencanaan serta pembuatan rangka alat peraga, desain gambar cover depan, rangkaian komponen elektronik, pemrograman, dan pembuatan software aplikasi. Kemudian dalam tahap pengembangan alat peraga dilakukan proses validasi alat peraga oleh ahli materi, ahli media, dan pendidik yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kevalidan media maupun materi pada alat peraga sebelum dilakukan uji coba kelayakan.

Media alat peraga SKARDIOLED divalidasi oleh dua dosen Tadris Biologi IAIN Kudus yang masing-masing menjadi ahli materi dan ahli media, hasil validasi dari ahli materi memperoleh skor persentase sebesar 93,33% dengan perolehan skor yang disajikan dalam Tabel 8. dan hasil validasi dari ahli media memperoleh skor persentase sebesar 100% dengan perolehan skor yang disajikan dalam Tabel 9. Sehingga dari kedua hasil validasi tersebut media alat peraga SKARDIOLED dikategorikan “Sangat Valid”. Selain itu hasil validasi pendidik memperoleh skor persentase sebesar 88% sehingga juga dapat dikategorikan alat peraga SKARDIOLED “Sangat Valid” dengan perolehan skor yang disajikan dalam Tabel 10. Kategori tersebut sesuai dengan ketentuan kriteria hasil validasi menurut Ridwan dan Sunarto (2009) yang dikutip pada penelitian yang dilakukan Dadan Suryana dan Aini Hijriani dalam penelitiannya yang berjudul “Pengembangan Media Video Pembelajaran Tematik Anak Usia Dini 5-6 Tahun Berbasis Kearifan Lokal” (Suryana & Hijriani, 2022).

Tabel 8. Data Hasil Validasi Ahli Materi

No.	Aspek	Skor	Persentase	Kriteria
1	Keterkaitan materi	37	92,5%	Sangat Valid
2	Nilai pendidikan	28	93,33%	Sangat Valid
3	Konten biologi	5	100%	Sangat Valid
	Skor Total	70	93,33%	Sangat Valid

Tabel 9. Data Hasil Validasi Ahli Media

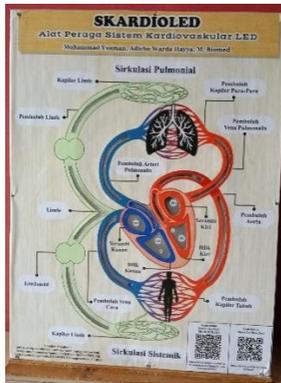
No.	Aspek	Skor	Persentase	Kriteria
1	Tampilan Alat Peraga	25	100%	Sangat Valid
2	Kualitas Alat Peraga	35	100%	Sangat Valid
	Skor Total	60	100%	Sangat Valid

Tabel 10. Data Hasil Validasi Pendidik

No.	Aspek	Skor	Persentase	Kriteria
1	Keterkaitan Materi	38	95%	Sangat Valid
2	Nilai Pendidik	28	93%	Sangat Valid
3	Konten	4	80%	Valid
4	Tampilan Alat Peraga	12	80%	Valid
5	Kualitas Alat Peraga	28	80%	Valid
	Skor Total	110	88%	Sangat Valid

Proses validasi oleh para ahli juga didapatkan saran dari para ahli untuk perbaikan media alat peraga SKARDIOLED, dari saran ahli materi dilakukan perbaikan pada aplikasi kontrol dari alat peraga SKARDIOLED dengan menambahkan menu tentang kompetensi dasar pada materi sistem peredaran darah beserta indikator pembelajarannya, serta menu materi yang memuat tentang rangkuman-rangkuman materi sistem peredaran darah, selain itu ahli materi memberikan saran perbaikan pada mode ilustrasi sistem

peredaran limfatik pada alat peraga agar peredaran darah limfatik dapat mengalir masuk ke sistem peredaran darah. Kemudian dari ahli media juga memberikan saran perbaikan pada media alat peraga SKARDIOLED untuk ditambahkan nama pembuat dan pengembang dari alat peraga SKARDIOLED sebagai identitas dari alat peraga SKARDIOLED, serta menambahkan QR Code untuk mengakses latihan soal pada google forms yang bertujuan untuk mengetahui tingkat pemahaman peserta didik setelah proses pembelajaran (Gambar 2-4).



Gambar 2. Cover



Gambar 3. Rangkaian



Gambar 4. Aplikasi Kontrol

Berdasarkan hasil validasi oleh para ahli kemudian dilakukan uji coba di sekolah dengan subjek penelitian peserta didik kelas XI MIPA di MAN 1 Kudus, uji coba dilakukan dengan dua tahap yaitu uji coba terbatas dan uji coba lapangan. Pada uji coba terbatas subjek penelitian berjumlah 9 responden peserta didik pada kelas XI MIPA 6 memperoleh hasil respon peserta didik sebesar 84,95% dengan kategori “Sangat Praktis” dengan perolehan skor yang disajikan dalam Tabel 11 dan pada uji coba lapangan subjek penelitian berjumlah 30 responden peserta didik pada kelas XI MIPA 5 memperoleh hasil respon peserta didik sebesar 82,27% dengan kategori “Sangat Praktis” dengan perolehan skor yang disajikan dalam Tabel 12, penilaian kategori tersebut sesuai dengan ketentuan kriteria kelayakan menurut Arikunto (2009) yang dikutip pada penelitian yang dilakukan Iis Ernawati dan Totok Sukardiyono dalam penelitiannya yang berjudul “Uji Kelayakan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Administrasi Server” (Ernawati & Sukardiyono, 2017).

Tabel 11. Data Hasil Uji Terbatas

No.	Aspek	Skor	Persentase	Kriteria
1	Kualitas	157	87,22%	Sangat Praktis
2	Materi	152	84,44%	Sangat Praktis
3	Tampilan	152	84,44%	Sangat Praktis
4	Kemanfaatan	236	87,41%	Sangat Praktis
5	Kemudahan	139	77,22%	Praktis
Skor Total		841	84,95%	Sangat Praktis

Tabel 12. Data Hasil Uji Terbatas

No.	Aspek	Skor	Persentase	Kriteria
1	Kualitas	505	84,17%	Sangat Praktis
2	Materi	505	84,17%	Sangat Praktis
3	Tampilan	507	84,50%	Sangat Praktis
4	Kemanfaatan	741	82,33%	Sangat Praktis
5	Kemudahan	456	76,17%	Praktis
Skor Total		2715	82,27%	Sangat Praktis

Hasil validasi dari para ahli dan hasil uji kelayakan produk pada penelitian ini selaras dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Susiati (2018), yang berjudul “Pengembangan Alat Peraga ‘Circulatory Drip Chamber’ untuk Memberdayakan Kemampuan Pemecahan Masalah pada Materi Sistem Peredaran Darah Maudis Kelas VIII SMP/MTs”, dalam penelitian ini dinyatakan bahwa alat peraga memiliki kriteria sangat baik sehingga layak untuk digunakan, adapun perolehan hasil rata-rata dari validasi materi sebesar 87%, validasi media sebesar 82,67%, hasil rata-rata dari respon guru biologi sebesar 95,20%, dan hasil dari respon ke peserta didik pada uji coba skala kecil menunjukkan hasil rata-rata 87%, dan pada uji coba skala besar menunjukkan hasil rata-rata 88% (Susiati, 2018).

Penelitian serupa yang dilakukan oleh Triyono Nugroho (2018), yang berjudul “Pengembangan Media Tiga Dimensi Sistem Peredaran Darah (Sipeda) untuk Materi Organ Peredaran Darah Manusia pada Siswa Kelas V SDN Sonoageng 1 Nganjuk Tahun Ajaran 2017/2018”, dalam penelitian ini penilaian validasi media sebesar 94% dan validasi perangkat pembelajaran memperoleh nilai 94%, selain itu dalam proses uji coba produk alat peraga mendapatkan nilai dari hasil angket respon peserta didik sebesar 88%, sehingga keseluruhan penilaian produk alat peraga dalam penelitian ini termasuk dalam kriteria sangat valid dan layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran di sekolah (Nugroho, 2018).

Kelebihan dari media alat peraga SKARDIOLED ini menggunakan aplikasi untuk mengontrol tampilan ilustrasi pada media melalui bluetooth, terdapat 4 menu mode tampilan yaitu mode sistem peredaran darah kompleks, mode sistem peredaran darah besar, mode sistem peredaran darah kecil, dan mode sistem peredaran limfatik sehingga dapat dengan mudah untuk dioperasikan baik bagi pendidik maupun bagi peserta didik, selain itu dengan mengamati ilustrasi yang ditampilkan pada media alat peraga SKARDIOLED peserta didik mampu memahami proses kerja sistem peredaran darah dan sistem peredaran limfatik, karena peserta didik secara langsung dapat mengamati bagaimana proses sistem tersebut terjadi. Latihan soal yang terdapat dalam media bertujuan untuk mengevaluasi tingkat pemahaman peserta didik setelah proses pembelajaran dengan menggunakan bantuan media alat peraga SKARDIOLED.

Pengamatan langsung terhadap alat peraga sebagai media pembelajaran pada proses pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman sebagaimana pendapat dari Swasono dkk (2013) dijelaskan dalam penelitiannya dengan menggunakan alat peraga pada proses pembelajaran dapat meningkatkan pengetahuan peserta didik karena dengan bantuan alat peraga peserta didik dapat mendapatkan pengalaman nyata dalam proses pembelajaran dengan mengamati secara langsung alat peraga yang digunakan dan mengilustrasikan informasi materi, selain hal tersebut penggunaan alat peraga juga dapat meningkatkan minat belajar peserta didik dalam proses pembelajaran sehingga dapat mengurangi rasa malas peserta didik ketika proses pembelajaran (Guswantoro et al., 2019).

Hal tersebut dikarenakan penggunaan media alat bantu visual memiliki daya tarik yang lebih kuat karena peserta didik dapat melihat secara langsung apa yang harus dipahami dan dipelajari, penggunaan media visual secara signifikan meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran dengan mendorong peserta didik untuk bisa berpikir memahami apa yang disampaikan media bantu visual tersebut dibandingkan hanya membaca teks saja selain itu dengan penggunaan media alat bantu visual proses pembelajaran akan menjadi lebih efisien dan membantu mencapai tujuan dari pembelajaran (Ghory & Ghafory, 2021).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka hasil akhir dari penelitian ini berupa produk akhir yaitu alat peraga SKARDIOLED yang merupakan pengembangan alat peraga dengan memanfaatkan teknologi Arduino UNO dan LED NeoPixel WS2812b dan sudah diujikan pada tahap validitas dan kepraktisan alat peraga dengan hasil penilaian kategori sangat praktis, sehingga alat peraga SKARDIOLED sangat layak digunakan di lapangan dalam proses pembelajaran pada materi sistem peredaran darah, dengan demikian manfaat pengembangan alat peraga ini dapat mendorong pendidik untuk mengaplikasikan teknologi dalam pembelajaran.

PENUTUP

Pengembangan media alat peraga SKARDIOLED menggunakan model penelitian 4-D dengan diadaptasi menjadi model penelitian 3-D dengan tahap define, design, dan develop. Tahap define didahului dengan analisis kebutuhan dengan menggunakan need assessment untuk mengetahui kebutuhan akan alat peraga pada sistem peredaran darah, kemudian tahap design yang dilakukan dengan pendesainan dan pembuatan alat peraga SKARDIOLED berdasarkan hasil need assessment, dan tahap terakhir atau tahap develop dilakukan pengembangan alat peraga dengan melakukan validasi alat peraga ke para ahli baik ahli media, ahli materi, dan pendidik, setelah dilakukan validasi dan perbaikan sesuai saran terhadap alat peraga kemudian dilakukan uji coba kepada peserta didik untuk mengetahui tingkat kelayakan alat peraga dalam proses pembelajaran.

Media alat peraga SKARDIOLED divalidasi dan diuji cobakan, dari hasil validasi alat peraga SKARDIOLED mendapatkan nilai 100% dengan kategori “Sangat Valid” dari hasil penilaian validasi ahli media, 93,33% dengan kategori “Sangat Valid” dari hasil penilaian validasi ahli materi, dan 88% dengan kategori “Sangat Valid” dari hasil penilaian validasi pendidik. Uji coba kelayakan alat peraga dilakukan secara uji terbatas dan uji lapangan, uji terbatas diujikan kepada 9 responden dari XI MIPA 6 MAN 1 Kudus dan mendapatkan nilai sebesar 84,95% dengan kategori “Sangat Layak”, dan pada uji lapangan diujikan kepada 30 responden dari XI MIPA 5 MAN 1 Kudus dan mendapatkan nilai sebesar 82,27 dengan kategori “Sangat Layak”. Sehingga berdasarkan uji validasi dan uji kelayakan, alat peraga SKARDIOLED dapat digunakan dilapangan untuk membantu proses pembelajaran pada materi sistem peredaran darah.

REFERENSI

- Apriyanti, E., Agustina, D. K., Kuntoadi, G. B., Pora, T. D., Wati, A. S., Nua, E. N., Adesta, R. O., Yantiana, Y., Pitang, Y., & Azis, P. A. (2021). *Teori Anatomi Tubuh Manusia*.
- Banzi, M., & Shiloh, M. (2022). *Getting Started with Arduino, 4th Edition*. Dale Dougherty.
- Ernawati, I., & Sukardiyono, T. (2017). Uji Kelayakan Media Pembelajaran Interaktif pada Mata Pelajaran Administrasi Server. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 2(2), 204–210.
- Ghory, S., & Ghafory, H. (2021). The Impact of Modern Technology in the Teaching and Learning Process. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*, 4(3), 168–173. <https://doi.org/10.53894/ijirss.v4i3.73>
- Guswantoro, T., Faradiba, Sianturi, M., & Kosnan, T. D. (2019). PERSEPSI SISWA SEKOLAH MENENGAH PERTAMA SANTO MARKUS 1 KRAMATJATI TERHADAP ALAT PERAGA SEDERHANA TEROPONG BINTANG PADA MATERI ALAT OPTIK. *JDP Jurnal Dinamika Pendidikan*, 12(2), 113–124.
- Indarta, Y., Jalinus, N., Waskito, Samala, A. D., Riyanda, A. R., & Adi, N. H. (2022). Relevansi Kurikulum Merdeka Belajar dengan Model Pembelajaran Abad 21 dalam Perkembangan Era Society 5.0. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(2), 3011–3024.
- Irsalina, A., & Dwiningsih, K. (2018). Practicality Analysis of Developing the Student Worksheet Oriented Blended Learning in Acid Base Material. *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 3(2), 171–182. <https://jurnal.uns.ac.id/jkpk/article/view/25648>
- Mayumi, F. (2018). Society 5.0: Aiming for a New Human-Centered Society. *Japan SPOTLIGHT*,

47–50.

- Mintoro, S. (2018). Pemanfaatan Teknologi dan Informasi Mikrokontroler Arduino sebagai Media Pembelajaran Mahasiswa. *Jurnal Darmajaya Prosiding Seminar Nasional Teknologi Dan Bisnis, 1*, 336–344.
- Muhammad Anas. (2014). *Alat Peraga & Media Pembelajaran*.
- Mutaqin, I., & Amandasari, D. (2020). IMPLEMENTASI MEDIA BLOOD SIRCULATION DALAM MENGIDENTIFIKASI SISTEM PEREDARAN DARAH MANUSIA DI MADRASAAH IBTIDAIYAH KESAMBEN JOMBANG. *JPDI: Jurnal Pendidikan Dasar Islam, 2*(2), 31–50.
- Nisak, N. Z. (2021). Analisis Kebutuhan Bahan Ajar Biologi untuk Siswa SMA Ditinjau dari Tingkat Kesulitan Materi , Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi , dan Keaktifan Belajar Siswa. *EduBiologia, 1*(2), 128–133.
- Nugroho, T. (2018). *PENGEMBANGAN MEDIA TIGA DIMENSI SISTEM PEREDARAN DARAH (SIPEDA) UNTUK MATERI ORGAN PEREDARAN DARAH MANUSIA PADA SISWA KELAS V SDN SONOAGENG 1 NGANJUK TAHUN AJARAN 2017/2018*. Universitas Nusantara PGRI Kediri.
- Suryana, D., & Hijriani, A. (2022). Pengembangan Media Video Pembelajaran Tematik Anak Usia Dini 5-6 Tahun Berbasis Kearifan Lokal. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini, 6*(2), 1077–1094. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i2.1413>
- Susiati. (2018). *PENGEMBANGAN ALAT PERAGA “CIRCULATORY DRIP CHAMBER” UNTUK MEMBERDAYAKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH PADA MATERI SISTEM PEREDARAN DARAH MANUSIA KELAS VIII SMP/MTs*. Universitas Islam Negeri Intan Lampung.
- Triyanti, M. (2015). Pengembangan Multimedia Interaktif pada Materi Sistem Saraf untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa SMA Kelas XI. *BIOEDUKATIKA, 3*(2), 9–14.
- Vidanti, T. A. M., & Susilowibowo, J. (2021). Pengembangan bahan ajar berbasis aplikasi pada mata pelajaran praktikum akuntansi lembaga kelas XI. *Jurnal Manajemen, 13*(3), 503–514.
- Wardhani, S. P. R. (2019). *INTISARI BIOLOGI DASAR*. Diandra Kreatif.