



Artikel

Model ADDIE dan Waterfall sebagai *framework* pengembangan media pembelajaran (studi kasus: media pembelajaran sistem peredaran darah)

Andi Rustandi ^{a,*} , Darmawati ^b

^a Pendidikan Komputer, Universitas Mulawarman, Samarinda, 75123, Indonesia

^b SMA Negeri 5 PPU, Penajam Paser Utara, 76285, Indonesia

Abstrak—Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran berbasis teknologi dengan menggunakan *framework* integrasi model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) dan Waterfall. Model ADDIE dipilih karena keunggulannya dalam aspek pedagogis, sementara Waterfall diintegrasikan untuk mengakomodasi kebutuhan teknis dalam pengembangan perangkat lunak. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan produk berupa media pembelajaran pada materi sistem peredaran darah kelas XI SMA. Instrumen penelitian meliputi validasi ahli, angket respons pengguna, serta tes hasil belajar. Hasil validasi ahli dari unsur guru pendidikan biologi dan akademisi bidang komputer menunjukkan skor rata-rata sebesar 92% yang berada pada kategori sangat layak. Respons pengguna yang melibatkan 150 siswa dan guru mata pelajaran biologi memperoleh persentase sebesar 95% dengan kategori sangat baik. Efektivitas media pembelajaran ditunjukkan melalui peningkatan rata-rata hasil belajar siswa dari nilai pre-test 62 menjadi post-test 86, dengan nilai N-Gain sebesar 0.63 (kategori sedang). Hasil ini membuktikan bahwa *framework* ADDIE–Waterfall mampu menghasilkan media pembelajaran yang layak, praktis, dan efektif untuk meningkatkan pemahaman siswa, serta berpotensi untuk diterapkan pada pengembangan media pembelajaran di berbagai bidang studi.

Kata kunci—*addie; efektivitas belajar; media pembelajaran, research and development, waterfall.*

1. Pendahuluan

Model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) telah lama menjadi kerangka kerja utama dalam pengembangan instruksional dan media pembelajaran (Andi Rustandi & Rismayanti, 2021). Model ini dirancang untuk memberikan panduan sistematis dan iteratif dalam mengembangkan produk pembelajaran yang berkualitas (Branch, 2009). Setiap tahap dalam model ADDIE memiliki fungsi spesifik mulai dari analisis kebutuhan, perancangan media, pengembangan materi, pelaksanaan, hingga evaluasi hasil. Keunggulan utama ADDIE terletak pada fleksibilitas dan fokusnya pada kualitas instruksional serta evaluasi berkelanjutan yang memungkinkan perbaikan produk pembelajaran secara iteratif.

Namun, kendati model ADDIE sangat efektif dalam aspek instruksional, model ini kurang menekankan pada aspek rekayasa perangkat lunak, terutama dalam hal proses pengembangan sistem yang komprehensif dan detail, seperti yang dibutuhkan dalam pengembangan media pembelajaran berbasis aplikasi digital.

Dalam konteks pengembangan *software*, model Waterfall

* Penulis korespondensi.

Alamat E-mail: andi.rustandi@unmul.ac.id (A. Rustandi)

Email para penulis: AR (andi.rustandi@unmul.ac.id), D (dedarma5882@gmail.com)

Digital Object Identifier 10.32815/jitika.v19i2.1203

Manuskrip dikirim 19 September 2025; direvisi 23 September 2025; diterima 23 September 2025.

ISSN: 2580-8397(O), 0852-730X(P).

adalah salah satu metode klasik yang terkenal dengan pendekatannya yang linear dan berurutan, terdiri dari tahapan *requirement analysis*, *system design*, *implementation*, *testing*, dan *maintenance* (Kayande & Phadnis, 2024; Pressman & Maxim, 2020). Model Waterfall menuntut setiap tahapan diselesaikan secara tuntas sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya, sehingga memudahkan identifikasi dan perbaikan kesalahan pada tahap awal, mengurangi risiko kesalahan yang berakibat fatal di tahap akhir. Model Waterfall dengan enam tahapan digabungkan dengan model ADDIE yang memiliki lima tahapan, disesuaikan dengan fungsi masing-masing tahap dalam proses pengembangan media pembelajaran (Wan Ali & Wan Yahaya, 2023).

Model ADDIE yang tidak mengakomodasi aspek teknis secara mendalam dapat berpotensi menyebabkan pengembangan media pembelajaran yang kurang optimal dari sisi kualitas *software*, misalnya kurangnya validasi sistem, *bug*, atau ketidakcocokan dengan kebutuhan pengguna secara teknis. Oleh karena itu, mengintegrasikan tahapan model Waterfall ke dalam model ADDIE dapat menjembatani kekurangan tersebut.

ADDIE memberikan kerangka kerja yang fleksibel untuk merancang dan mengevaluasi efektivitas pembelajaran. Sementara itu, model Waterfall menekankan alur kerja yang terstruktur, sistematis, dan bertahap, sehingga meminimalkan terjadinya kekeliruan dalam proses pengembangan teknis. Dengan menggabungkan keduanya, proses perancangan dapat lebih terarah sekaligus adaptif: Waterfall memastikan ketertiban tahapan teknis, sedangkan ADDIE menjaga agar produk yang dihasilkan tetap relevan, efektif, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Kombinasi ini tidak hanya meningkatkan kualitas hasil akhir, tetapi juga efisiensi waktu, biaya, dan keberlanjutan dalam implementasi.

Integrasi tersebut bukan hanya sekadar menggabungkan dua model, tetapi juga menciptakan sebuah *framework* pengembangan yang holistik, di mana aspek pedagogis dan teknis menjadi satu kesatuan yang saling melengkapi. Dengan demikian, media pembelajaran yang dihasilkan tidak hanya memenuhi kebutuhan pembelajaran secara efektif dan efisien, tetapi juga layak secara teknis dari sisi kualitas perangkat lunak, keamanan, dan performa (Sommerville, 2016). Pendekatan ini juga dapat meningkatkan koordinasi antara tim pengembang media pembelajaran yang biasanya terdiri dari instruktur, desainer pembelajaran, dan *engineer software*, sehingga meminimalisir miskomunikasi dan meningkatkan produktivitas.

Secara praktis, model ADDIE yang disisipkan dengan proses Waterfall ini memungkinkan adanya verifikasi dan validasi perangkat lunak di setiap tahap pengembangan, memastikan bahwa spesifikasi teknis media pembelajaran telah terpenuhi sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya (Saravanas & Curinga, 2023). Hal ini sangat penting untuk menghasilkan media pembelajaran yang dapat diandalkan, *user-friendly*, serta sesuai dengan kebutuhan pembelajaran yang terus berkembang di era digital.

Meskipun saat ini metode modern seperti Agile lebih banyak digunakan karena fleksibilitasnya dalam menghadapi perubahan kebutuhan yang dinamis, pemilihan Waterfall dalam penelitian ini memiliki alasan kontekstual yang kuat. Pertama, kebutuhan pengembangan media pembelajaran relatif stabil sejak tahap awal, sehingga pendekatan linear Waterfall lebih efisien dibanding Agile yang menuntut perubahan berulang-

ulang (Pressman & Maxim, 2020). Kedua, model ADDIE sudah menyediakan mekanisme iteratif pada aspek pedagogis, sehingga penggunaan Agile berpotensi redundan, sementara Waterfall memberikan struktur teknis yang lebih jelas untuk mendukung dokumentasi, validasi, dan kontrol kualitas perangkat lunak (Sommerville, 2016). Ketiga, dalam penelitian berbasis *Research and Development* (R&D), Waterfall lebih sesuai karena tahapan pengembangan dapat didokumentasikan secara rinci, memudahkan proses evaluasi akademik dan replikasi penelitian (Kayande & Phadnis, 2024). Oleh karena itu, pemilihan Waterfall bukan sekadar mempertahankan metode klasik, tetapi justru untuk memastikan keseimbangan antara fleksibilitas pedagogis ADDIE dengan struktur teknis yang sistematis dari Waterfall.

Penelitian ini menggunakan pendekatan R&D, yaitu metode penelitian yang bertujuan menghasilkan produk tertentu sekaligus menguji keefektifan produk tersebut (Gall et al., 2003). Produk yang dikembangkan berupa media pembelajaran berbasis teknologi dengan model pengembangan ADDIE yang dimodifikasi dengan sisipan tahapan teknis dari model Waterfall.

Pengembangan media pembelajaran dengan *framework* ADDIE-Waterfall tersebut diterapkan pada materi sistem peredaran darah yang merupakan mata pelajaran Biologi di kelas XI tingkat sekolah menengah atas.

2. Metode

2.1. Tahapan pengembangan

Tahapan Pengembangan Media pembelajaran dengan Model ADDIE-Waterfall termodifikasi, diilustrasikan oleh Gambar 1.

a. Analisis (A)

Tahap analisis ini bertujuan menganalisis kebutuhan pembelajaran dan spesifikasi teknis. Aktivitas meliputi:

1. Analisis kebutuhan pembelajaran: identifikasi tujuan pembelajaran, karakteristik peserta didik, dan konteks pembelajaran.
2. Analisis teknis (Waterfall: *Requirement Analysis*): merumuskan spesifikasi fungsional dan non-fungsional media pembelajaran, kebutuhan perangkat keras dan lunak, serta batasan sistem.

b. Desain (D)

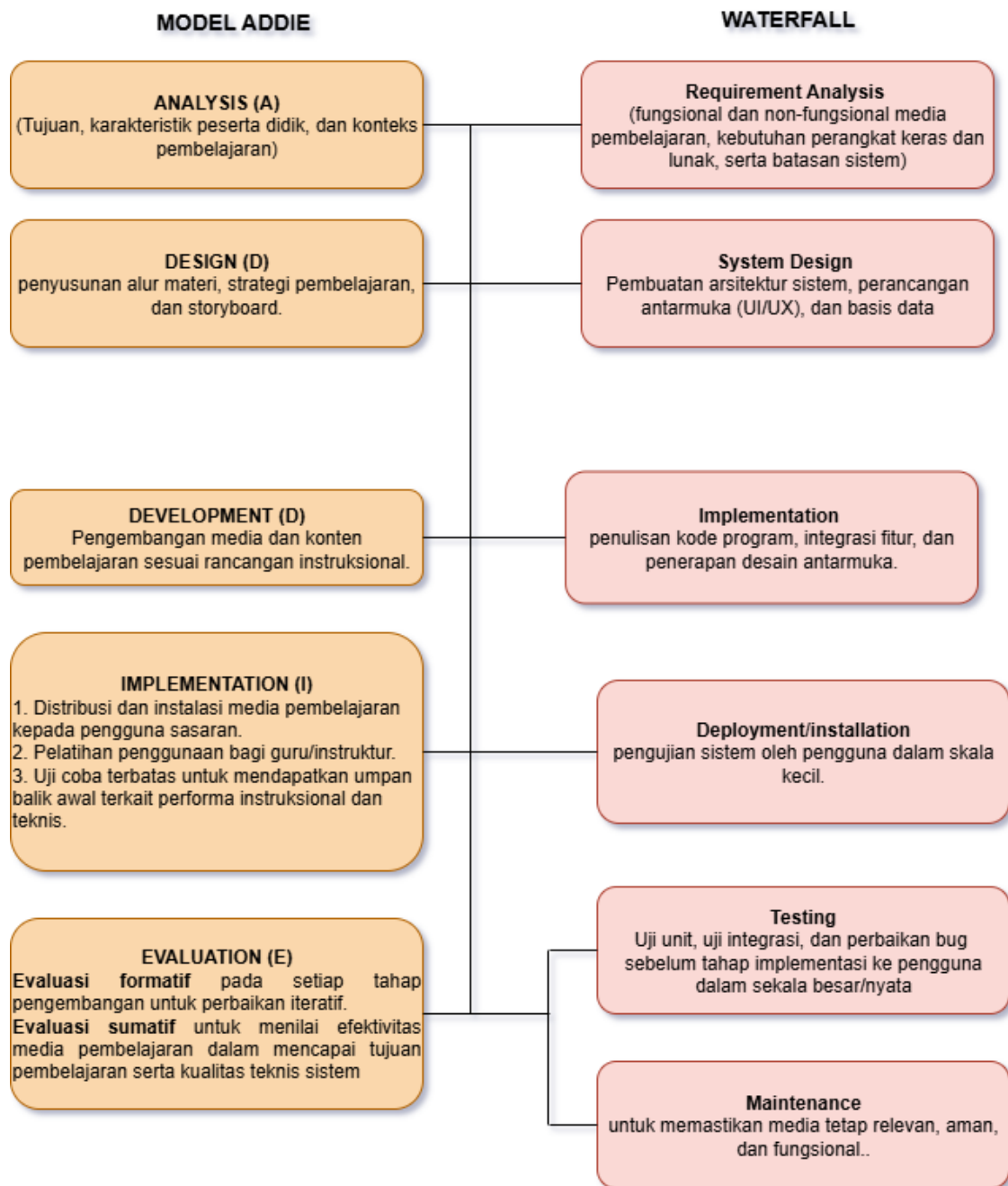
Tahap perancangan dilakukan untuk memvisualisasikan konsep media pembelajaran. Aktivitas meliputi:

1. Perancangan instruksional: penyusunan alur materi, strategi pembelajaran, dan *storyboard*.
2. Perancangan sistem (Waterfall: *System Design*): pembuatan arsitektur sistem, perancangan antarmuka (UI/UX), dan basis data.

c. Pengembangan (D)

Tahap ini mencakup proses pembuatan dan integrasi konten pembelajaran serta pemrograman aplikasi. Aktivitas meliputi:

1. Pengembangan media dan konten pembelajaran sesuai rancangan instruksional.
2. Implementasi teknis (Waterfall: *Implementation*): penulisan kode program, integrasi fitur, dan penerapan desain antarmuka.
3. Pengujian internal (Waterfall - *Testing*): uji unit, uji integrasi, dan perbaikan *bug* sebelum tahap



Gambar 1. Desain integrasi model ADDIE dengan Waterfall

implementasi ke pengguna.

d. Penerapan (I)

Tahap penerapan media pembelajaran di lingkungan nyata. Aktivitas meliputi:

1. Distribusi dan instalasi media pembelajaran kepada pengguna skala kecil (Waterfall: *Deployment/Installation*).
2. Pelatihan penggunaan bagi guru/instruktur.
3. Uji coba terbatas untuk mendapatkan umpan balik awal terkait performa instruksional dan teknis.

e. Evaluasi (E)

Evaluasi dilakukan secara formatif dan sumatif. Aktivitas meliputi:

1. Evaluasi formatif pada setiap tahap pengembangan

untuk perbaikan iteratif.

2. Evaluasi sumatif untuk menilai efektivitas media pembelajaran dalam mencapai tujuan pembelajaran serta kualitas teknis sistem.
3. Perawatan dan pembaruan (Waterfall: *Testing* dan *Maintenance*) untuk memastikan media tetap relevan, aman, dan fungsional.

2.2. Instrumen penelitian

Instrumen penelitian digunakan untuk mengumpulkan data terkait kelayakan, kepraktisan, dan keefektifan media pembelajaran yang dikembangkan dengan model ADDIE +

Waterfall. Instrumen meliputi lembar validasi ahli, angket respons pengguna, dan tes hasil belajar:

1. Validasi ahli

Tahapan validasi ahli merupakan penilaian kelayakan media dari aspek materi dan aspek desain pembelajaran yaitu guru mata pelajaran biologi, dan aspek teknis perangkat lunak yaitu akademisi Universitas Mulawarman bidang komputer. Penilaian dengan skala likert 1-5 sebagai berikut: 1 = sangat tidak layak, 2 = tidak layak, 3 = cukup layak, 4 = layak, 5 = sangat layak (Habibi & Agustini, 2022; Riduwan, 2023). Perhitungan kelayakan tersebut diilustrasikan oleh (1), dengan kriteria interpretasi yang dapat dilihat pada Tabel 1.

$$\text{kelayakan(\%)} = \frac{\sum \text{skor perolehan}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100\% \quad (1)$$

2. Validasi pengguna

Validasi pengguna merupakan penilaian terhadap aspek kemudahan penggunaan, tampilan, interaksi, dan kepuasan siswa/guru terhadap media pembelajaran. Perhitungan tersebut diilustrasikan oleh (2), dengan kriteria interpretasi yang dapat dilihat pada Tabel 2.

$$\text{Respons(\%)} = \frac{\sum \text{skor perolehan}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100\% \quad (2)$$

3. Efektivitas media

Tahapan ini merupakan pengujian keefektifan media pembelajaran dalam meningkatkan pemahaman siswa dengan tahapan sebagai berikut.

(1) Mengukur nilai per individu dan rata – rata nilai per kelas dengan (3).

$$\text{nilai siswa(\%)} = \frac{\text{skor perolehan}}{\text{skor maksimal}} \times 100\% \quad (3)$$

Dengan nilai rata – rata per kelas yang dapat dihitung menggunakan (4).

$$\bar{x} = \frac{\sum X}{N} \quad (4)$$

di mana

$\bar{x}$ = nilai rata – rata

$\sum X$ = jumlah nilai siswa

N = jumlah siswa dalam kelas.

(2) Uji *normalized gain*

Uji ini merupakan tahapan yang berfungsi untuk mengukur peningkatan pemahaman atau efektivitas pembelajaran setelah suatu perlakuan diberikan. Rumus ini menghitung selisih antara nilai post-test dan pre-test, lalu menormalisasinya dengan skor ideal seperti yang diilustrasikan pada (5) (Navarrete et al., 2024). Dengan interpretasi nilai *normalized gain* yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Interpretasi validasi ahli

Persentase	Kriteria
81% – 100%	Sangat Layak
61% – 80%	Layak
41% – 60%	Cukup Layak
21% – 40%	Kurang Layak
0% – 20%	Tidak Layak

Tabel 2. Interpretasi respons pengguna

Persentase	Kriteria
76% – 100%	Sangat Baik
56% – 75%	Baik
40% – 55%	Cukup
< 40%	Kurang

Tabel 3. Interpretasi nilai *normalized gain*

Nilai	Kriteria
$g \geq 0.7$	Tinggi
$0.3 \leq g < 0.7$	Sedang
$g < 0.3$	Rendah

$$g = \frac{\text{post}_{\text{test}} - \text{pre}_{\text{test}}}{X_{\text{max}} - \text{pre}_{\text{test}}} \quad (5)$$

Di mana:

g = *normalized gain*

$\text{post}_{\text{test}}$ = nilai post test

pre_{test} = nilai pre test

X_{max} = nilai maksimum

3. Hasil

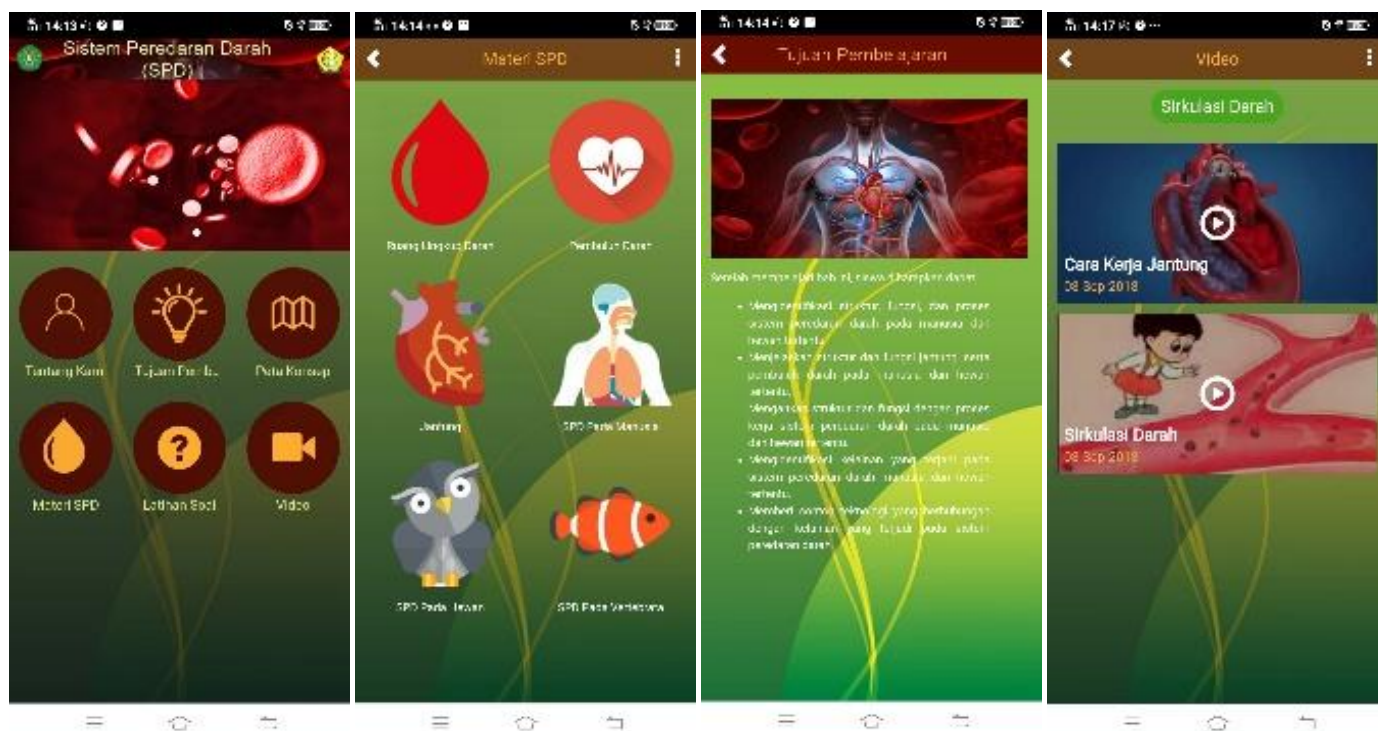
Penelitian ini menghasilkan rujukan *framework* ADDIE-Waterfall dalam pengembangan media pembelajaran dan produknya, yang dapat dilihat pada Gambar 2.

a. Validasi ahli

Instrumen validasi ahli dilakukan pada tiga aspek, yaitu; Aspek materi, Aspek desain pembelajaran, dan Aspek teknis perangkat lunak. Masing-masing aspek dinilai oleh ahli dengan skala Likert 1–5. Hasil penilaian menunjukkan rata-rata skor mencapai 92%, sehingga termasuk kategori “Sangat Layak” sesuai dengan tabel interpretasi.

b. Respons pengguna

Respons pengguna (150 siswa dan guru mata pelajaran pendidikan biologi dan akademisi Universitas Mulawarman bidang komputer) terhadap media pembelajaran diperoleh melalui angket yang menilai aspek kemudahan penggunaan, tampilan, interaksi, dan



Gambar 2. Produk media pembelajaran

kepuasan. Hasil persentase diperoleh sebesar 95%, yang termasuk kategori “Sangat Baik”.

c. Efektivitas media (tes hasil belajar dan *normalized gain*)

Perhitungan efektifitas diberikan data sebagai berikut:

1. Nilai rata-rata pre-test siswa adalah 62,
2. Nilai rata-rata post-test siswa adalah 86,
3. Nilai maksimum ideal adalah 100.

Jika peningkatan dihitung menggunakan rumus *normalized gain*, interpretasi nilai $g = 0.63$ termasuk dalam kategori “Sedang,” seperti pada (6).

$$\begin{aligned}
 g &= \frac{\text{post}_{\text{test}} - \text{pre}_{\text{test}}}{X_{\text{max}} - \text{pre}_{\text{test}}} \\
 &= \frac{86 - 62}{100 - 62} \\
 &= \frac{24}{38} = 0.63
 \end{aligned} \quad (6)$$

Dengan jumlah siswa 150 orang, rata-rata nilai kelas juga mencapai 86, sehingga menunjukkan media pembelajaran efektif meningkatkan pemahaman siswa.

4. Pembahasan

4.1. Kelayakan media

Kelayakan media diukur untuk mengetahui kualitas media yang dilakukan oleh guru bidang studi pendidikan biologi dan akademisi bidang komputer dari Universitas Mulawarman. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa media pembelajaran dengan integrasi model ADDIE dan Waterfall berada pada kategori

sangat layak (92%). Hal ini membuktikan bahwa media yang dikembangkan memenuhi standar dari sisi konten, desain instruksional, maupun aspek teknis perangkat lunak.

4.2. Respons pengguna

Respons pengguna dimaksudkan untuk mengetahui secara nyata kegunaan media pembelajaran yang telah dilakukan pengembangan. Respons pengguna dari unsur guru dan siswa menunjukkan nilai 95% (sangat baik). Artinya, media pembelajaran dinilai mudah digunakan, interaktif, dan sesuai kebutuhan pembelajaran. Dukungan guru juga menguatkan bahwa media tersebut praktis dalam implementasi pembelajaran.

4.3. Efektivitas media

Efektivitas media pembelajaran bertujuan untuk mengetahui dampak dari pengembangan media pembelajaran sistem peredaran darah berdasarkan hasil tes belajar. Hasil tes belajar memperlihatkan peningkatan yang signifikan dari pre-test ke post-test. Nilai *normalized gain* sebesar 0.63 menunjukkan efektivitas media berada pada kategori sedang-tinggi. Dengan demikian, media ini berhasil meningkatkan pemahaman konsep sistem peredaran darah pada siswa SMA.

4.4. Implikasi

Pengembangan media pembelajaran dengan model kombinasi sangat mendukung pengembangan *software* bidang pendidikan. Pengembangan media dengan integrasi ADDIE dan Waterfall mampu menjawab kebutuhan pedagogis sekaligus teknis. Media tidak hanya layak digunakan dalam pembelajaran,

tetapi juga memberi dampak nyata pada peningkatan hasil belajar siswa.

5. Kesimpulan

Pengembangan media pembelajaran berbasis *framework* ADDIE-Waterfall terbukti sangat layak digunakan dalam pembelajaran. Validasi ahli memperoleh skor 92% dengan kategori sangat layak, sementara respons pengguna dari 150 siswa dan guru bidang studi pendidikan biologi mencapai 95% yang masuk kategori sangat baik. Hasil ini memperlihatkan bahwa media tidak hanya memenuhi standar kelayakan materi, desain, dan teknis, tetapi juga diterima dengan sangat baik oleh pengguna karena mudah digunakan, interaktif, dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.

Dari sisi efektivitas, media ini mampu meningkatkan capaian hasil belajar siswa. Nilai rata-rata kelas meningkat signifikan dari 62 (pre-test) menjadi 86 (post-test), dengan nilai N-Gain = 0.63 yang termasuk kategori sedang-tinggi. Hal ini membuktikan bahwa integrasi model ADDIE dengan pendekatan Waterfall dapat menghasilkan media pembelajaran yang holistik, yaitu kuat dari sisi pedagogis sekaligus terjamin kualitas teknisnya. Media ini berpotensi dikembangkan lebih luas pada berbagai mata pelajaran lain di era digital.

Ketersediaan data

Semua data yang dihasilkan atau dianalisis selama penelitian tersedia dalam artikel ini.

Deklarasi konflik kepentingan

Para penulis menyatakan bahwa mereka tidak memiliki konflik kepentingan atau hubungan pribadi yang diketahui yang dapat mempengaruhi pekerjaan yang dilaporkan dalam makalah ini.

Kontribusi penulis

Semua penulis mendesain artikel, berkontribusi dalam penulisan konten, dan merevisi naskah artikel. AR adalah penulis utama draf pertama naskah dan D merevisi naskah. Semua penulis membaca dan menyetujui naskah versi akhir.

Daftar rujukan

Andi Rustandi, & Rismayanti. (2021). Penerapan Model ADDIE dalam Pengembangan Media Pembelajaran di SMPN 22 Kota Samarinda. *Jurnal Fasikom*, 11(2), 57–60.

- <https://doi.org/10.37859/jf.v11i2.2546>
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Gall, M. D. ., Gall, J. P. ., & Borg, W. R. . (2003). *Educational Research: An Introduction*. Allyn and Bacon.
- Habibi, A. R., & Agustini, R. (2022). Validity of Learning Media in Reaction Rate Material. *JCER (Journal of Chemistry Education Research)*, 6(1), 8–13. <https://doi.org/10.26740/jcer.v6n1.p8-13>
- Kayande, Prof. (Dr.) P. S., & Phadnis, Mr. S. (2024). A Study on the Software Development Life Cycle–Waterfall Model at a Aviation Management Consultant. *Indian Journal of Software Engineering and Project Management*, 4(1), 1–20. <https://doi.org/10.54105/ijsep.A9019.014124>
- Navarrete, J., Giaconi, V., Contador, G., & Vazquez, M. (2024). Another Reason Why Normalized Gain Should Continue to be Used to Analyze Concept Inventories (and Estimate Learning Rates). *ArXiv*.
- Pressman, R. S. ., & Maxim, B. R. . (2020). *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill Education.
- Riduwan. (2023). *Dasar-Dasar Statistika* (17th ed.). Alfabeta.
- Saravanos, A., & Curinga, M. X. (2023). Simulating the Software Development Lifecycle: The Waterfall Model. *Applied System Innovation*, 6(6), 108. <https://doi.org/10.3390/asi6060108>
- Sommerville, Ian. (2016). *Software engineering*. Pearson.
- Wan Ali, W. N. A., & Wan Yahaya, W. A. J. (2023). Waterfall-ADDIE Model: An Integration of Software Development Model and Instructional Systems Design in Developing a Digital Video Learning Application. *Asean Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 15(1), 1–28. <https://doi.org/10.17576/ajtlhe.1501.2023.01>



Andi Rustandi merupakan seorang dosen Universitas Mulawarman, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Ia aktif mengajar dan riset bidang pendidikan komputer, di mana terobosan risetnya terus dikembangkan guna mendukung program Indonesia emas. Saat ini, ia sedang menyelesaikan studi doktoralnya di bidang komputer di Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.



Darmawati merupakan seorang pengajar yang bertugas di Dinas Pendidikan Dan Kebudayaan, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia. penulis lulusan Sarjana Pendidikan Biologi (S.Pd) dari Universitas Mulawarman, Kota Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia. Saat ini, ia aktif dalam mengajar mata pelajaran biologi di SMAN 5 Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur, Indonesia.