

## RANCANG BANGUN LABORATORIUM VIRTUAL MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF IPA BERBASIS ANDROID PADA SISWA MINU JATIREJOYOSO, KABUPATEN MALANG

Bagas Widyantoro<sup>1</sup>, Priska Choirina<sup>2</sup>, Bagus Seta Inba Cipta<sup>3</sup>, Amalia Agung Septarina<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup> Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Raden Rahmat  
Email : bagaswdev@gmail.com<sup>1)</sup>

Diterima : 11 Juni 2024 ; Disetujui : 24 Juni 2024 ; Dipublikasikan : 31 Juli 2024

### ABSTRAK

Latar belakang penelitian ini berdasarkan permasalahan yang dialami oleh Madrasah Ibtidaiyah Nahdlatul Ulama (MINU) Jatirejoyoso yaitu tidak memiliki ruang laboratorium IPA. Penelitian ini dilakukan untuk mengatasi permasalahan ketiadaan ruang laboratorium IPA di MINU Jatirejoyoso, yang menghambat optimalisasi kegiatan praktikum IPA. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun aplikasi laboratorium virtual IPA berbasis Android sebagai media pembelajaran interaktif bagi siswa. Metode pengumpulan data yang digunakan meliputi observasi, wawancara, dan studi literatur. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan model ADDIE dan software Adobe Animate dengan bahasa pemrograman Actionscript 3.0. Pengujian aplikasi dilakukan dengan teknik *White-box Testing* berbasis Path dan *Black-box Testing* berbasis *Equivalence Partitions*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi berfungsi dengan baik, dengan 11 keberhasilan dari 11 uji percobaan tanpa kegagalan dengan persentase sebesar 100%. Kesimpulannya, meskipun fasilitas praktikum IPA di MINU Jatirejoyoso masih kurang memadai, siswa tetap dapat melakukan praktikum IPA secara virtual menggunakan aplikasi ini.

**Kata Kunci** : laboratorium virtual IPA, Android, media pembelajaran interaktif, MINU Jatirejoyoso.

### ABSTRACT

*This study is based on the problem faced by Madrasah Ibtidaiyah Nahdlatul Ulama (MINU) Jatirejoyoso, which needs a science laboratory. A science laboratory at MINU Jatirejoyoso is necessary to optimize science practicum activities. This study aims to design and develop an Android-based virtual science laboratory application as an interactive learning medium for students. The data collection methods used include observation, interviews, and literature review. The application was developed using the Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation (ADDIE) model and Adobe Animate software with Actionscript 3.0 programming language. The application testing was conducted using Path-based White-box Testing and Equivalence Partitions-based Black-box Testing techniques. The results showed that the application functions well, achieving 11 successes out of 11 test trials with a 100% success rate. In conclusion, despite the inadequate science practicum facilities at MINU Jatirejoyoso, students can still conduct science practicums virtually using this application.*

**Keywords** : Science Virtual Laboratory, Android, Interactive Learning Media, MINU Jatirejoyoso.

## 1. PENDAHULUAN

Laboratorium virtual merupakan lingkungan laboratorium yang berbentuk media digital. Untuk dapat mengoperasikan laboratorium virtual, maka dapat menggunakan teknologi komputer. Karena berbentuk media digital, maka simulasi praktikum, dapat dilaksanakan secara virtual seperti pada kondisi nyata. Oleh karena itu, media pembelajaran digital dapat digunakan sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran, khususnya dalam praktikum IPA. Dampak dari laboratorium virtual adalah dapat meminimalisir terjadinya resiko fatal akibat proses praktikum, proses praktikum tidak mengeluarkan banyak alat dan bahan sehingga dapat menghemat biaya, dapat digunakan sebagai media praktikum alternatif untuk menggantikan proses praktikum asli yang tidak dapat dilaksanakan, dapat terciptanya keberagaman alat bantu pembelajaran, sehingga proses pembelajaran menjadi bervariasi [1], [2].

Kondisi ideal sekolah adalah harus memiliki laboratorium virtual IPA. Karena untuk menunjang proses pembelajaran praktikum bagi siswa [3]. Namun berdasarkan observasi dan wawancara dengan wali kelas 5 Madrasah Ibtidaiyah Nahdlatul Ulama (MINU) Jatirejoyoso, mendapatkan hasil bahwa di sekolah tersebut belum terdapat laboratorium IPA. Oleh karena itu, proses praktikum IPA dilakukan dengan alat dan bahan seadanya. Kegiatan pembelajaran praktikum IPA hanya dapat dilakukan di dalam ruang kelas biasa, sehingga tidak seluruh kegiatan praktikum dapat dilakukan. Proses pembelajaran praktikum IPA, dilakukan dengan menyampaikan materi secara verbal. Dari permasalahan tersebut, menjadikan siswa kurang memiliki pengalaman kegiatan praktikum. Oleh karena itu solusinya adalah diterapkan laboratorium virtual IPA, sehingga meskipun sarana dan prasarana kurang memadai siswa tetap dapat melakukan pembelajaran praktikum IPA secara virtual. Metode pembelajaran dengan praktikum, merupakan salah satu pelengkap untuk mendapatkan pengalaman dalam aktivitas belajar saintifik [4].

Penelitian sebelumnya oleh Elisa (2020) [5] menyebutkan bahwa pengembangan

laboratorium virtual kimia menggunakan model ADDIE menunjukkan hasil yang sangat positif. Laboratorium virtual tersebut dianggap sangat layak dan praktis untuk digunakan dalam pembelajaran kimia teknik, serta mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan keterampilan dalam proses sains secara mandiri. Selain itu, penelitian terdahulu lainnya menyatakan bahwa mengembangkan petunjuk praktikum berbasis laboratorium virtual Phet pada pembelajaran fisika dasar. Menggunakan model pengembangan *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation* (ADDIE), menunjukkan bahwa buku petunjuk praktikum yang telah dikembangkan, termasuk dalam kategori baik untuk digunakan [6]. Berdasarkan dari dua penelitian terdahulu yang sama-sama membahas laboratorium virtual, maka penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE untuk merancang dan membangun aplikasi.

Menurut penelitian terdahulu pada pengujian aplikasi menggunakan metode *Black-box Testing* berbasis *equivalence partitions* dapat membantu proses pembuatan studi kasus pengujian, dapat menguji kualitas, serta dapat menemukan kesalahan pengetikan yang tidak terdeteksi [7]. Selanjutnya, menurut penelitian terdahulu lainnya, pada pengujian aplikasi menggunakan metode *White-box Testing* berbasis basis *Path* dapat mengevaluasi kompleksitas sebuah alur aplikasi, serta pada saat melakukan unit test dapat menentukan jumlah jalur skenario pengujian yang dapat dilalui [8]. Berdasarkan dari dua penelitian terdahulu yang sudah sama-sama melakukan pengujian aplikasi, maka penelitian ini menggunakan *Black-box Testing* berbasis *equivalence partitions* dan *White-box Testing* berbasis basis *Path* sebagai metode pengujian terhadap aplikasi.

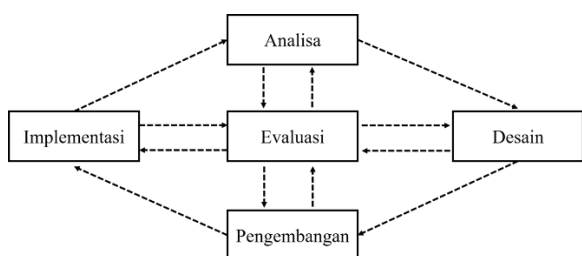
Berdasarkan dari uraian diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun laboratorium virtual IPA berbasis Android. Proses pengembangannya menggunakan metode pengembangan ADDIE. Penelitian ini menggunakan metode analisis *Black-box Testing* berbasis *Equivalence Partitions* dan *White-box Testing* berbasis Basis *Path* untuk menguji aplikasi. Pengembangan aplikasi dilakukan dengan

menggunakan *software* Adobe Animate CC dan bahasa pemrograman Actionscript 3.0. Dengan adanya laboratorium virtual IPA berbasis Android yang telah dibangun, maka harapannya aplikasi tersebut dapat membantu para pengajar dan siswa untuk mempermudah proses pembelajaran. Meskipun sarana dan prasarana praktikum IPA kurang memadai, siswa tetap dapat melakukan pembelajaran praktikum IPA secara virtual.

## 2. METODE

Dalam mensimulasikan serangkaian prosedur praktikum, laboratorium virtual memakai program komputer, sehingga praktikum dapat dilakukan secara virtual seperti suasana sebenarnya tanpa melakukan kegiatan praktikum secara langsung. Kemudian dengan adanya laboratorium virtual, maka dapat dijadikan sebagai media praktikum alternatif yang berguna untuk menggantikan proses pembelajaran praktikum asli yang tidak dapat dilakukan. Berdasarkan penelitian tersebut maka laboratorium virtual dapat dijadikan sebagai media pembelajaran alternatif yang dapat digunakan oleh pengajar [9].

Model pengembangan ADDIE memiliki 5 jumlah tahapan dalam proses pengembangannya, mulai dari *analysis*, *design*, *development*, *implementation* dan *evaluation* [10]. Berikut ini adalah langkah-langkah model pengembangan yang dilakukan oleh peneliti ditunjukkan pada Gambar 1. Pada Gambar 1 menjelaskan bahwa tahapan model pengembangan ADDIE adalah dimulai dari analisa, desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi [11].



**Gambar 1. Model Pengembangan ADDIE**  
[11]

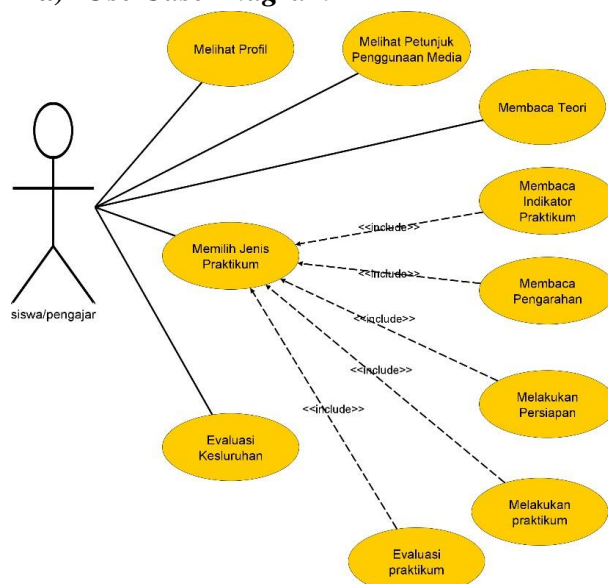
### 2.1 Analisa

Pada tahap ini, peneliti melakukan analisis terhadap kebutuhan program yang akan dibangun. Proses analisis dilakukan dengan

memperhatikan kendala yang ada dan tujuan yang ingin dicapai, sehingga dapat menjadi bahan yang mendasari peneliti dalam membuat aplikasi. Dalam mendapatkan data, peneliti melakukan pendekatan dengan cara melakukan observasi dan wawancara kepada kepala sekolah serta wali kelas 5 di MINU Jatirejoyoso. Hasil dari observasi dan wawancara yaitu menunjukkan bahwa sekolah tersebut belum memiliki ruangan laboratorium IPA, sehingga proses pembelajaran praktikum IPA dilakukan di dalam ruang kelas biasa serta menggunakan alat dan bahan seadanya. Oleh karena itu terdapat beberapa praktikum yang tidak dapat dilaksanakan.

### 2.2 Desain

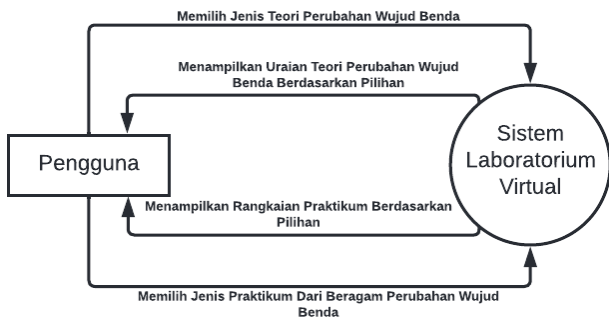
#### a) Use Case Diagram



**Gambar 2. Use Case Diagram Aplikasi**

Pada Gambar 2 menjelaskan bahwa peneliti merancang sebuah *use case diagram*. Aktor yang berperan adalah siswa/pengajar. Peran dari aktor tersebut adalah dapat mengoperasikan media laboratorium virtual sesuai dengan fungsi yang sudah ditentukan. Fungsi tersebut meliputi melihat profil, melihat petunjuk penggunaan, membaca teori, memilih jenis praktikum, membaca indikator praktikum, membaca pengarahan, melakukan persiapan, melakukan praktikum, evaluasi praktikum dan evaluasi keseluruhan.

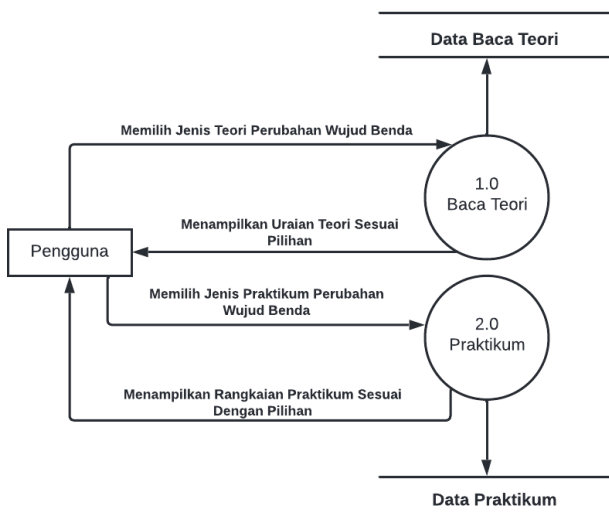
#### b) Diagram Konteks



**Gambar 3. Diagram Konteks**

Pada Gambar 3 menjelaskan bahwa pengguna dapat mengakses sistem laboratorium virtual dengan memberikan sebuah masukan berupa memilih jenis teori perubahan wujud benda yang akan dibaca, kemudian dari sisi sistem akan memberikan output berupa tampilan uraian teori perubahan wujud benda berdasarkan pilihan. Pengguna juga dapat memberikan masukan berupa memilih jenis-jenis praktikum yang ada, kemudian sistem akan memberikan output berupa menampilkan rangkaian praktikum berdasarkan jenis pilihan sebelumnya.

**c) Data Flow Diagram (DFD)**



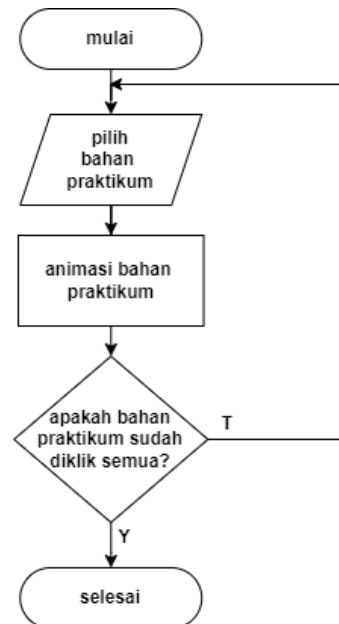
**Gambar 4. DFD Level 0 (Diagram Overview)**

Pada dari Gambar 4 menjelaskan bahwa pengguna dapat mengakses fitur “baca teori” dengan memberi masukan berupa memilih jenis teori perubahan wujud benda yang akan dibaca, kemudian dari sisi sistem akan memberikan *output* dengan menampilkan uraian teori perubahan wujud benda berdasarkan pilihan sebelumnya. Datanya diambil dari tempat penyimpanan “data baca teori”. Kemudian pengguna juga dapat

mengakses fitur “praktikum” dengan cara memberi masukan berupa memilih jenis perubahan wujud benda, kemudian sistem akan memberikan *output* dengan menampilkan rangkaian praktikum sesuai dengan jenis pilihan sebelumnya. Datanya diambil dari tempat penyimpanan “data praktikum”.

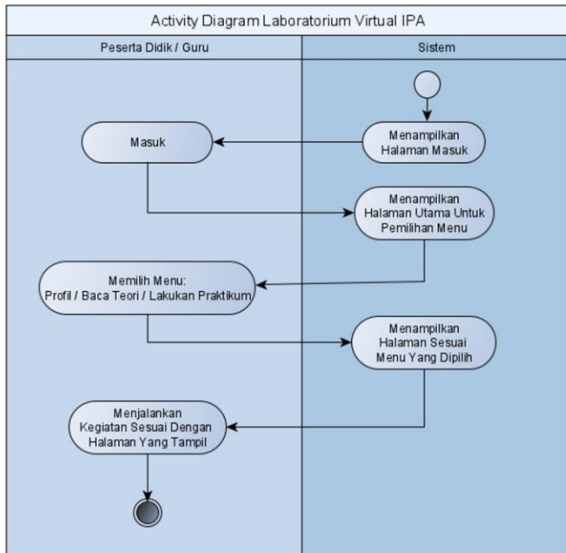
**2.2.4. Flowchart Sistem**

Pada Gambar 5 menjelaskan bahwa pengguna memberikan sebuah masukan dengan cara memilih bahan praktikum sesuai urutan atau sesuai perintah. Selanjutnya pengguna akan diarahkan ketampilan yang sesuai dengan bahan yang telah dipilih sebelumnya. Pengguna akan diarahkan untuk melakukan klik pada semua bahan praktikum sampai selesai.



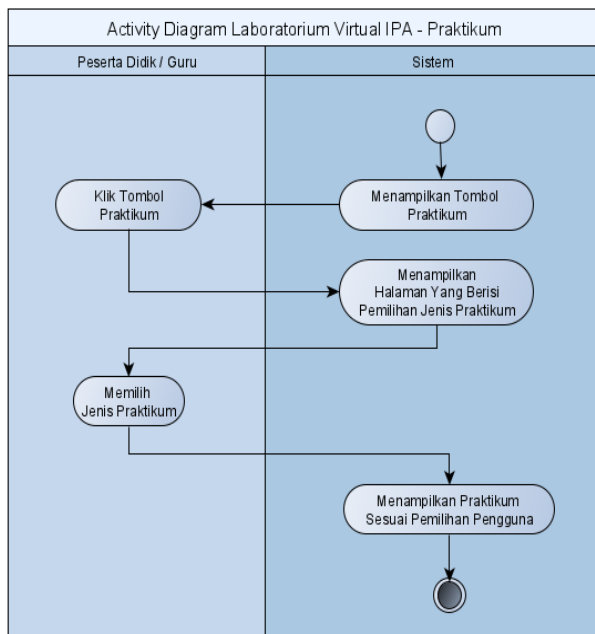
**Gambar 5. Flowchart Halaman Proses Praktikum**

**d) Activity Diagram**



**Gambar 6. Activity Diagram Laboratorium Virtual IPA**

Pada Gambar 6 menjelaskan bahwa peneliti membuat sebuah *Activity Diagram*, yang terdapat dua bagian, yaitu bagian pengguna (peserta didik/guru) dan bagian sistem. Adapun urutan aktivitas atau proses yang ada dalam sistem secara keseluruhan adalah dimulainya dengan sistem yang menampilkan halaman masuk untuk membuka media, kemudian dari pihak pengguna akan masuk kedalam media dan sistem akan menampilkan laman beranda yang berisi beberapa menu pilihan, mulai dari menu untuk membaca teori, melakukan praktikum, melihat profil dan melihat petunjuk penggunaan media. Selanjutnya, pengguna akan memilih pilihan menu yang sudah tersedia pada layar dan sistem akan menampilkan halaman sesuai menu yang dipilih, Setelah itu, pengguna akan menjalankan kegiatan sesuai dengan halaman yang telah tampil.

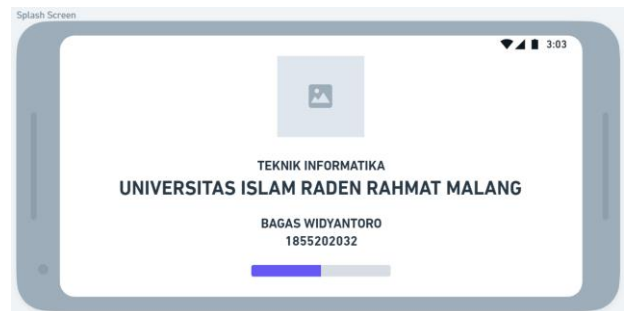


**Gambar 7. Activity Diagram Laboratorium Virtual IPA – Praktikum**

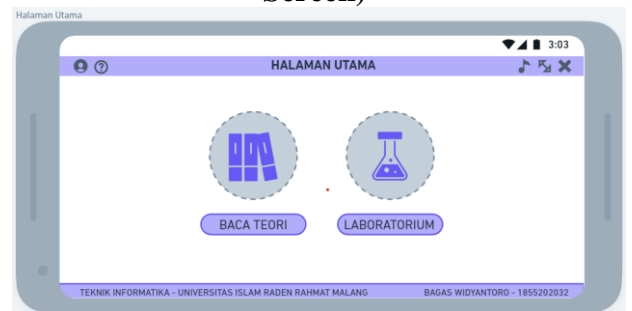
Pada Gambar 7 menjelaskan tentang fitur praktikum dan pemilihan praktikum, dengan penjelasan sebagai berikut. Sistem akan menampilkan tombol praktikum kemudian pengguna akan memilih jenis praktikum yang diinginkan, sehingga sistem akan mengarahkan pengguna ke tampilan proses praktikum sesuai dengan jenis yang dipilih sebelumnya.

**e) Desain Tampilan**

Pada Gambar 7 menjelaskan bahwa halaman ini akan muncul pertama kali saat aplikasi dibuka. Ketika halaman ini sudah selesai dalam prosesnya, maka tampilan akan menuju ke halaman masuk. Pada Gambar 9 menjelaskan bahwa pada halaman ini berisi mengenai urutan langkah pada setiap percobaan/praktikum yang harus dilakukan oleh pengguna.



**Gambar 7. Desain Aplikasi (Splash Screen)**



**Gambar 8. Desain Aplikasi Halaman Utama**

Pada Gambar 8 menjelaskan bahwa halaman ini terdapat tombol baca teori yang berguna untuk mengarahkan ke halaman data mengenai jenis-jenis teori praktikum, tombol laboratorium yang berguna untuk mengarahkan ke halaman praktikum, tombol profil yang berguna untuk mengarahkan ke halaman profil, tombol petunjuk yang berguna

untuk mengarahkan ke halaman petunjuk penggunaan media, tombol musik yang berguna untuk mengaktifkan atau mematikan musik dan tombol tutup aplikasi yang berguna untuk menutup aplikasi



**Gambar 9. Desain Tampilan Halaman Proses Praktikum**

### 2.3 Pengembangan

Pada tahap ini, kegiatan yang akan dilakukan peneliti adalah menyiapkan bahan-bahan yang dibutuhkan untuk keperluan pembuatan aplikasi. Setelah itu, akan dilanjutkan dengan merealisasikan desain tampilan halaman dari tahap sebelumnya menjadi aplikasi. Peneliti menggunakan *software* Adobe Animate CC untuk membuat aplikasi tersebut.

### 2.4 Implementasi

Pada tahap ini, kegiatan yang akan dilakukan adalah mengimplementasikan aplikasi yang sudah dibuat ke dalam kondisi nyata, yaitu pada proses pembelajaran di kelas. Peneliti melakukan uji coba aplikasi terhadap siswa.

### 2.5 Evaluasi

Pada tahap ini, kegiatan yang akan dilakukan adalah memberikan nilai terhadap produk yang sudah dikembangkan. Bentuk dari nilai tersebut, berasal dari hasil pengujian aplikasi menggunakan teknik *Black-box Testing* dan *White-box Testing*. Selain itu, nilai juga diambil dari temuan kritik dan saran. Kemudian nilai tersebut dapat menjadi hasil evaluasi terhadap aplikasi yang sedang dibangun.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam merancang bangun laboratorium virtual IPA berbasis Android ini, peneliti menggunakan metode ADDIE untuk

pengembangannya. Dalam tahap sebelumnya, peneliti sudah selesai melakukan tahap analisis dan tahap desain. Oleh karena itu, pada bab ini peneliti akan melanjutkan ketahap selanjutnya, yaitu tahap pengembangan, tahap implementasi dan tahap evaluasi.

### 3.1. Pengembangan

#### a) Lingkungan Pengembangan

Pada pengembangan aplikasi ini menggunakan *software* Adobe Animate dengan bahasa pemrograman Actionscript 3.0. Adobe Animate merupakan *software* yang dapat digunakan dalam membuat dan merancang suatu media pembelajaran. Berdasarkan penelitian tersebut maka dalam membuat media pembelajaran, dapat menggunakan *software* Adobe Animate [12].

#### b) Hasil Tampilan

Pada Gambar 7 menampilkan tulisan jenis praktikum yang sesuai dengan jenis tombol yang diklik sebelumnya. Terdapat tombol “kembali” yang mengarahkan ke halaman tahapan praktikum. Terdapat tulisan praktikum dan instruksi yang harus dilakukan untuk melaksanakan praktikum. Instruksi tersebut berisi perintah untuk melakukan klik pada bahan praktikum. Apabila bahan praktikum diklik, maka akan menjalankan fungsi yang sudah ditentukan dan animasi praktikum akan berjalan. Pada Gambar 8 menampilkan uraian teori mengenai teori perubahan wujud benda. Terdapat gambar perubahan wujud benda dan uraian singkat di bawahnya. Selanjutnya terdapat tombol “lebih rinci” yang akan mengarahkan ke uraian yang lebih detail.



**Gambar 7. Proses Praktikum Pada Aplikasi**

## Gambar 8. Teori Perubahan Wujud Benda

### 3.2. Implementasi

Pada tahap ini, kegiatan yang dilakukan adalah mengimplementasikan aplikasi yang sudah dibangun ke dalam proses pembelajaran di kelas. Berdasarkan dari hasil pengujian terhadap pengguna (pengajar dan siswa) mendapatkan hasil bahwa dari 10 studi kasus percobaan, mendapatkan nilai 10 keberhasilan dan 0 kegagalan. Maka aplikasi berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan

### 3.3. Evaluasi

Pada tahap ini, kegiatan yang dilakukan adalah memberikan nilai terhadap produk yang sudah dikembangkan. Bentuk dari nilai tersebut, berasal dari hasil pengujian aplikasi menggunakan teknik *Black-box Testing* dan *White-box Testing*. Selain itu, nilai juga diambil dari temuan kritik dan saran. Kemudian nilai tersebut dapat menjadi hasil evaluasi terhadap aplikasi yang dikembangkan.

#### a) *White-box Testing*

Berdasarkan nilai perhitungan pada fitur persiapan praktikum, tingkat kompleksitasnya terdapat 2 jalur. Dengan pengertian bahwa terdapat 2 jalur yang dapat dieksekusi pada fitur persiapan praktikum. Sedangkan berdasarkan nilai perhitungan pada fitur proses praktikum, tingkat kompleksitasnya terdapat 2 jalur. Dengan pengertian bahwa terdapat 2 jalur yang dapat dieksekusi pada fitur proses praktikum.

#### b) *Black-box Testing*

**Tabel 1. Rekapitulasi Pengujian *Black-box Testing***

No.	Pengujian	Jumlah		
		Pengujian	Berhasil	Gagal
1.	Halaman beranda	4	4	0
2.	Pemilihan baca teori	1	1	0

3.	Pemilihan jenis praktikum	1	1	0
4.	Tahapan praktikum	5	5	0
<b>Total pengujian</b>		11	11	0

Berdasarkan hasil rekapitulasi pengujian *Black-box Testing*, dapat disimpulkan bahwa pengujian mendapatkan hasil sejumlah 11 keberhasilan dari 11 uji percobaan dan 0 kegagalan. Hasil ini dapat dihitung dalam bentuk persentase seperti yang dijelaskan pada Persamaan 1, yang menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 100%. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa aplikasi berfungsi dengan baik sesuai dengan harapan.

$$\% \text{ keberhasilan} = \frac{\text{ujicoba berhasil}}{\sum \text{keseluruhan uji coba}} \times 100 \quad (1)$$

$$\% \text{ keberhasilan} = \frac{11}{11} \times 100 = 100\%$$

## 4. PENUTUP

### 4.1. Kesimpulan

Penelitian di MINU Jatirejoyoso bertujuan untuk mengatasi ketiadaan ruang laboratorium IPA yang menghambat optimalisasi kegiatan praktikum dengan merancang dan membangun aplikasi laboratorium virtual IPA berbasis Android sebagai media pembelajaran interaktif bagi siswa. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan studi literatur. Proses pengembangan aplikasi menggunakan model ADDIE, yang terdiri dari lima tahap: *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*, serta dibangun dengan software Adobe Animate dan bahasa pemrograman Actionscript 3.0. Pengujian aplikasi dilakukan menggunakan *White-box Testing* berbasis Path, yang mengevaluasi tingkat kompleksitas jalur eksekusi dan menemukan bahwa fitur

persiapan praktikum dan proses praktikum masing-masing memiliki 2 jalur eksekusi. Black-box Testing berbasis Equivalence Partitions digunakan untuk menguji kualitas dan mendeteksi kesalahan, dengan hasil rekapitulasi pengujian menunjukkan 11 keberhasilan dari 11 uji percobaan tanpa kegagalan, mencapai persentase keberhasilan 100%. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa aplikasi laboratorium virtual IPA ini berfungsi dengan baik dan memenuhi harapan, sehingga meskipun sarana dan prasarana praktikum IPA di MINU Jatirejoyoso masih kurang memadai, siswa tetap dapat melakukan praktikum IPA secara virtual menggunakan aplikasi ini.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Muhajarah and M. Sulthon, "Pengembangan laboratorium virtual sebagai media pembelajaran: Peluang dan tantangan," *Justek J. Sains Dan Teknol.*, vol. 3, no. 2, pp. 77–83, 2020.
- [2] D. D. Utami, A. Halim, Y. Yusrizal, E. Elisa, and F. Herliana, "Dampak Edmodo berbantuan Laboratorium Virtual terhadap Motivasi dan Kemandirian Belajar Siswa," *J. Penelit. Pendidik. IPA*, vol. 8, no. 6, pp. 2987–2994, 2022.
- [3] E. A. Subagiono, S. Defi, A. L. M. Rahmah, and A. S. Pratikno, "Analisis penggunaan KIT praktikum IPA sebelum dan sesudah pandemi covid-19 di SDN Demangan 02 Kabupaten Bangkalan," *J. Pendidik. Dasar*, vol. 12, no. 1, pp. 177–187.
- [4] Y. Khery, P. Pahriah, A. K. Jailani, A. Rizqiana, and N. A. Iswari, "Korelasi Keterampilan Proses Sains dengan Hasil Belajar Mahasiswa Pada Praktikum Kimia Dasar II (Kinetika Reaksi)," *Hydrog. J. Kependidikan Kim.*, vol. 7, no. 1, pp. 46–53, 2019.
- [5] E. Elisa, I. G. Wiratmaja, I. N. P. Nugraha, and K. R. Dantes, "Pengembangan Laboratorium Virtual Kimia Teknik untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Proses Sains Mahasiswa," *J. Indones. Soc. Integr. Chem.*, vol. 12, no. 2, pp. 55–61, 2020.
- [6] W. A. H. Mukti, S. Suherman, and N. Novitasari, "Pengembangan Petunjuk Praktikum Berbasis Laboratorium Virtual Pada Pembelajaran Fisika Dasar di Tadris IPA," *IJIS Edu Indones. J. Integr. Sci. Educ.*, vol. 3, no. 1, pp. 86–98, 2021.
- [7] F. C. Ningrum, D. Suherman, S. Aryanti, H. A. Prasetya, and A. Saifudin, "Pengujian black box pada aplikasi sistem seleksi sales terbaik menggunakan teknik equivalence partitions," *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 4, no. 4, pp. 125–130, 2019.
- [8] C. T. Pratala, E. M. Asyer, I. Prayudi, and A. Saifudin, "Pengujian White Box pada Aplikasi Cash Flow Berbasis Android Menggunakan Teknik Basis Path," *J Inf. Univ Pamulang*, vol. 5, no. 2, p. 111, 2020.
- [9] Z. Fatimah, D. R. Rizaldi, A. W. Jufri, and J. Jamaluddin, "Model inkuiri terbimbing berbantuan laboratorium virtual untuk meningkatkan keterampilan proses sains," *J. Pendidik. Sains Geol. Dan Geofis. Geosci. J.*, vol. 1, no. 2, 2020.
- [10] P. Octafianus, I. A. D. Astuti, and D. Dasmo, "Pengembangan E-Modul Praktikum Virtual Phet Simulation Berbasis Android Pada Materi Listrik Dinamis," *SINASIS Semin. Nas. Sains*, vol. 3, no. 1, Art. no. 1, Aug. 2022, Accessed: Jun. 11, 2024. [Online]. Available: <https://proceeding.unindra.ac.id/index.php/sinasis/article/view/6042>
- [11] J. Bata and E. V. B. Anggipranoto, "Pengembangan Aplikasi Virtual Reality untuk Pembelajaran Bangun Ruang Kelas V Sekolah Dasar menggunakan Model ADDIE," *JHIP-J. Ilm. Ilmu Pendidik.*, vol. 6, no. 2, pp. 826–832, 2023.
- [12] I. S. Prastyo and H. Hartono, "Pengembangan media pembelajaran dengan adobe animate cc pada materi gerak parabola," *Phenom. J. Pendidik. MIPA*, vol. 10, no. 1, pp. 25–35, 2020.