

## PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ANIMASI 2D SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN TATA TERTIB LABORATORIUM MENGGUNAKAN METODE *FRAME-BY-FRAME*

Nanda Saputri<sup>1\*</sup>, Nafa Aziatul Khaira <sup>2</sup>, Muhammad Nasir<sup>3</sup>

1,2,3) Jurusan Teknologi Informasi dan Komputer, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Indonesia

| Article Info                                                                                                                         | ABSTRACT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><i>Article history:</i></p> <p>Received: 29 April 2026<br/>         Revised: 28 Juli 2026<br/>         Accepted: 30 Juli 2026</p> | <p style="text-align: center;"><b>Abstrak</b></p> <p>Laboratorium Gedung Teknologi Informasi dan Komputer Politeknik Negeri Lhokseumawe merupakan fasilitas penting dalam mendukung kegiatan praktikum mahasiswa, sehingga diperlukan tata tertib yang jelas dan mudah dipahami untuk menjaga ketertiban, keamanan, dan kelancaran aktivitas. Namun, penyampaian tata tertib selama ini masih mengandalkan penjelasan lisan dan media cetak yang dinilai kurang menarik dan kurang efektif. Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran berupa animasi 2D berbasis teknik frame-by-frame untuk menyampaikan tata tertib laboratorium secara lebih interaktif, menarik, dan mudah dipahami. Metode yang digunakan adalah pengembangan animasi 2D dengan pendekatan frame-by-frame yang memungkinkan visualisasi aturan secara detail dengan gerakan yang halus dan ekspresif. Hasil penelitian berupa video animasi edukatif berdurasi 6–7 menit. Pengujian menggunakan FFmpeg menunjukkan frame rate stabil pada 24 fps dengan resolusi Full HD (1920×1080) tanpa frame drop. Hasil User Based Testing menunjukkan aspek waktu memperoleh skor tertinggi (51,0%), diikuti cerita (20,6%) dan audio (16,0%), sedangkan ritme dan pencahayaan berada pada kategori netral. Secara teknis, animasi terdiri dari 9.096 frame yang digambar manual dan menerapkan sembilan prinsip animasi, sehingga dinilai efektif sebagai media pembelajaran tata tertib laboratorium.</p> <p><b>Kata Kunci:</b> Animasi 2D, <i>Frame-by-Frame</i>, Media Pembelajaran, FFmpeg.</p> <p style="text-align: center;"><b>Abstract</b></p> <p><i>The laboratory of the Information Technology and Computer Building at Politeknik Negeri Lhokseumawe plays a vital role in supporting students' practical activities; therefore, clear and understandable regulations are required to ensure order, safety, and efficiency. However, the current delivery method, relying on verbal explanations and printed media, is considered less engaging and ineffective. This study aims to develop a 2D animation-based learning media using the frame-by-frame technique to present laboratory regulations in a more interactive and understandable manner. The animation was developed through a frame-by-frame approach, enabling detailed visualization with smooth motion. The result is a 6–7 minute educational video. Technical testing using FFmpeg shows a stable frame rate of 24 fps with Full HD resolution (1920×1080) without frame drops. User-based testing indicates that the time aspect achieved the highest score (51.0%), followed by storyline and audio, while rhythm and lighting were rated neutral. The animation consists of 9,096 manually drawn frames, demonstrating the effectiveness of the method for educational media development.</i></p> |

---

**Keywords:** *2D animation, Frame-by-Frame, Learning Media, FFmpeg.*

Djtechno: Jurnal Teknologi Informasi oleh Universitas Dharmawangsa Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan dengan Lisensi Internasional Creative Commons Attribution NonCommercialL ShareAlike 4.0 ([CC-BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)).




---

**Corresponding Author:**

E-mail : [nandasaputri@pnl.ac.id](mailto:nandasaputri@pnl.ac.id)

---

## 1. PENDAHULUAN

Teknologi Teknologi informasi merupakan sarana yang dapat mempermudah proses pembelajaran yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja. Pemanfaatan teknologi dalam kegiatan belajar mengajar membuat siswa lebih mudah memahami materi yang diajarkan serta membantu guru dalam menyajikan materi secara visual [1], [2]. Aplikasi pembelajaran multimedia interaktif adalah salah satu alat bantu dalam proses belajar mengajar yang mengintegrasikan berbagai jenis media seperti teks, gambar, video, animasi, dan suara sehingga dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran [3], [4].

Jurusan Teknologi Informasi dan Komputer di Politeknik Negeri Lhokseumawe adalah jurusan yang mempunyai aturan dan ketentuan akademik yang harus dipatuhi oleh mahasiswa. Contoh peraturan yang harus ditatati yaitu pada saat mahasiswa menggunakan Laboratorium. Tata tertib ini berisi sejumlah peraturan, mulai dari tata cara pemanfaatan fasilitas laboratorium, perawatan alat, hingga menjaga keteraturan dan kebersihan saat melakukan praktikum. Namun, informasi seputar aturan ini umumnya disampaikan dalam bentuk tulisan, sehingga mahasiswa tidak tertarik untuk membaca aturan tersebut walaupun sudah dipajang di dalam laboratorium aturan tersebut. Oleh sebab itu, diperlukan cara penyampaian informasi yang lebih menarik agar mahasiswa menjadi lebih antusias dan mematuhi peraturan yang ada. [5], [6].

Penelitian ini berfokus pada pengembangan video animasi 2D dengan menggunakan teknik animasi frame-by-frame. Pemilihan animasi 2D sebagai media komunikasi visual didasarkan pada kemampuannya dalam menghasilkan penyajian visual yang menarik, kreatif, dan memiliki nilai estetika tinggi, sehingga mampu meningkatkan perhatian mahasiswa serta keterlibatan pengguna dalam memahami informasi [7], [8]. Metode *frame-by-frame* ini diharapkan mampu memvisualisasikan aturan dengan jelas dan menarik.

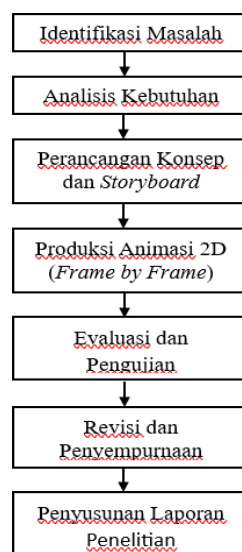
FFmpeg merupakan sebuah aplikasi yang digunakan untuk melakukan manipulasi file audio dan video melalui *command line interface*. [9]. FFmpeg juga mampu melakukan

pemrosesan audio dan video secara *real-time*, termasuk konversi format, pengolahan streaming, serta integrasi dengan berbagai sistem *streaming server*. Keunggulan lain dari FFmpeg adalah sifatnya yang *open-source* serta kemampuannya untuk berjalan sebagai *background process*, sehingga mudah diintegrasikan dengan aplikasi lain dalam pengembangan multimedia. Hasil video animasi yang dibuat diuji dengan aplikasi FFmpeg untuk melihat kualitas dari frame video animasi yang dihasilkan.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Tahapan penelitian

Tahapan penelitian ini dilakukan untuk mendukung proses pembuatan animasi 2D tentang tata tertib laboratorium di Gedung TIK Politeknik Negeri Lhokseumawe. Setiap langkah dalam penelitian ini dirancang secara sistematis agar menghasilkan animasi yang informatif, menarik, dan mudah dipahami. Pendekatan ini sejalan dengan metode pengembangan multimedia interaktif yang menekankan tahapan terstruktur mulai dari analisis hingga evaluasi [10]. Adapun tahapan penelitiannya dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Tahapan penelitian animasi 2D tata tertib di laboratorium gedung TIK

Dalam penelitian ini, fokus utama diarahkan pada pengembangan animasi 2D dengan metode *frame-by-frame* yang menampilkan tata tertib penggunaan laboratorium di Gedung TIK Politeknik Negeri Lhokseumawe. Adapun tahapan penelitian yang dilaksanakan meliputi:

1. Identifikasi masalah yaitu mengamati kendala penyampaian tata tertib laboratorium yang masih bersifat konvensional.
- 2.

3. Analisis kebutuhan yaitu menentukan kebutuhan media pembelajaran yang lebih menarik dan interaktif berbasis multimedia. [12][13]
4. Perancangan konsep dan *storyboard* yaitu menyusun ide, naskah, desain karakter, dan latar tempat sesuai alur tata tertib. [14][15]
5. Produksi animasi adalah membuat animasi 2D dengan metode *frame-by-frame* menggunakan perangkat lunak pendukung. [16][17]
6. Evaluasi dan pengujian yaitu melakukan uji teknis dengan FFmpeg, uji berbasis pengguna, serta uji kompatibilitas perangkat. [18]
7. Revisi dan penyempurnaan yaitu memperbaiki hasil animasi berdasarkan masukan dari pengujian.
8. Penyusunan laporan yaitu mendokumentasikan seluruh proses penelitian dalam bentuk skripsi.

## **2.2 Data dan Pengumpulan Data**

Penelitian ini menggunakan dua jenis sumber data, yaitu primer dan sekunder, serta mengumpulkannya melalui observasi, kuesioner, dan dokumentasi. Data primer diperoleh langsung dari responden untuk menggali informasi terkait pelaksanaan tata tertib laboratorium di Gedung TIK Politeknik Negeri Lhokseumawe, mencakup penggunaan peralatan, ketertiban, dan pemeliharaan fasilitas. Data sekunder diperoleh dari sumber yang sudah ada, seperti peraturan tertulis, prosedur peminjaman peralatan, dan standar operasional pemeliharaan fasilitas yang relevan dengan penelitian. Observasi dilakukan untuk melihat kepatuhan pengguna laboratorium terhadap tata tertib, kuesioner digunakan untuk menilai efektivitas animasi 2D dari aspek visual, daya tarik, pemahaman, serta perubahan perilaku, sementara dokumentasi berupa tata tertib dan panduan dimanfaatkan sebagai dasar penyusunan konten animasi agar sesuai dengan kondisi nyata di laboratorium.

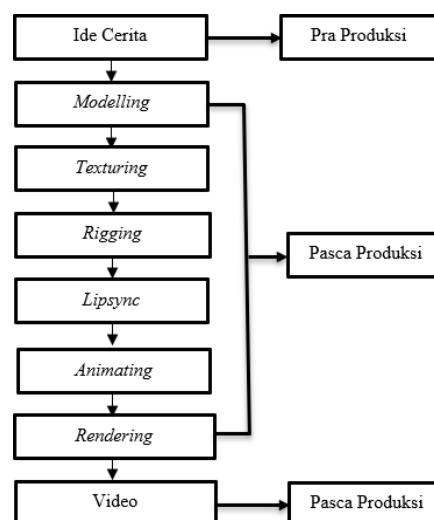
## **2.3 Rancangan Sistem (Hardware/Software)**

Dalam pengembangan animasi digunakan perangkat keras dan perangkat lunak yang tepat menjadi faktor penting untuk mendukung kelancaran proses produksi. Perangkat keras yang digunakan meliputi laptop dengan sistem operasi minimal *Windows 11*, RAM 4 GB, serta *mouse* yang menunjang kenyamanan dalam proses desain dan editing. Sementara itu, perangkat lunak yang digunakan terdiri dari Adobe Photoshop untuk pengolahan gambar karena menyediakan fitur pengeditan raster yang lengkap, mendukung layer, color correction, serta berbagai format gambar berkualitas tinggi. *Adobe Animate CC* untuk pembuatan animasi karena mendukung animasi berbasis timeline dan keyframe, serta menghasilkan animasi dengan kualitas yang baik. Adobe Premiere untuk pengeditan video karena mendukung penyuntingan non-linear, penggabungan

video dan audio, pemberian efek, serta ekspor ke berbagai format, serta Audacity untuk pengolahan audio karena memiliki fitur perekaman, pengeditan, pengurangan noise, dan peningkatan kualitas suara yang mudah digunakan. Kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak tersebut memungkinkan terciptanya media pembelajaran yang tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga interaktif dan efektif dalam menyampaikan pesan pembelajaran sesuai dengan kebutuhan pengguna. [19]

### 2.3.1 Perancangan Animasi

Perancangan animasi 2D meliputi 3 tahap utama, yaitu pra produksi, produksi, dan pasca produksi. Pada tahap pra produksi, dilakukan berbagai persiapan awal sebelum proses pembuatan animasi dimulai, seperti menentukan konsep dan tema yang akan diangkat. Tahap produksi menjadi bagian inti di mana sketsa kasar dibuat sebagai panduan dalam menghasilkan gerakan animasi. Sementara itu, tahap pasca produksi berfokus pada penyempurnaan hasil dengan melakukan proses modifikasi dan pengeditan agar animasi terlihat lebih maksimal. Alur proses produksi animasi secara lengkap dapat dilihat pada gambar 2 berikut



Gambar 2. Tahap-tahap Proses pembuatan Animasi

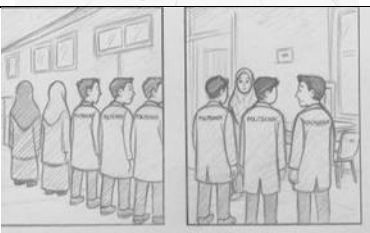
#### a. Pra Produksi

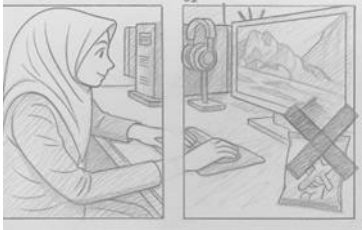
Tahap Awal Produksi adalah fase di mana desain, perencanaan, dan pembuatan sketsa dari berbagai elemen yang terpisah disatukan menjadi satu kesatuan yang komprehensif dan berfungsi. Di tahap awal produksi ini, *storyboard* disusun sebagai gambaran alur cerita dari video animasi yang akan diproduksi. Berikut elemen-elemen dalam tahapan pra-produksi yaitu ide cerita, tema, *longline*, naskah, sinopsis dan *storyboard*.

1. *Storyboard*

*Storyboard* dibuat untuk menggambarkan urutan adegan secara runtut, termasuk posisi karakter, latar, dan alur peristiwa yang terjadi. Tujuannya adalah untuk memastikan setiap bagian animasi dapat divisualisasikan dengan jelas sesuai dengan cerita yang telah dirancang. Hasil *storyboard* yang telah dibuat dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. *Storyboard*

| <i>Scene</i> | <i>Visual</i>                                                                       | <i>Deskripsi</i>                                                                 | <i>Times</i> |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1            |    | Logo institusi, transisi ke gedung TIK                                           | 00.07        |
| 2            |   | <i>Karakter utama (mahasiswi) berdiri di depan gedung dengan ekspresi ramah.</i> | 00.32        |
| 6            |  | <i>Karakter utama menyebutkan poin-poin peraturan laboratorium</i>               | 00.53        |
| 7            |  | Mahasiswa masuk, meletakkan tas ke dalam loker. Loker terlihat rapi dan tertutup | 00.57        |
| 8            |  | <i>Mahasiswa memakai baju laboratorium.</i>                                      | 01.32        |
| 9            |  | <i>Mahasiswa berbaris rapi di depan pintu lab.</i>                               | 02.07        |

|    |                                                                                     |                                                                                   |       |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 12 |    | makanan dan minuman dan tampilan rambu larangan.                                  | 03.18 |
| 13 |    | <i>Mahasiswa memakai headset</i>                                                  | 03.38 |
| 14 |   | <i>Mahasiswa berbicara dengan teknisi laboratorium, mencatat peminjaman alat.</i> | 03.56 |
| 15 |  | <i>Mahasiswa selesai praktikum, merapikan kursi dan peralatan</i>                 | 04.21 |
| 16 |  | <i>Mahasiswa melakukan piket, membersihkan ruangan laboratorium</i>               | 04.41 |
| 17 |  | Mahasiswa keluar dari LAB dan berbaris diluar                                     | 05.04 |
| 21 |  | <i>Karakter menutup video dengan latar Gedung TIK.</i>                            |       |

## 2. Pembuatan Karakter

Perancangan karakter dilakukan menggunakan Adobe Photoshop, dimulai dari pembuatan tokoh utama, lingkungan laboratorium, hingga karakter pendukung sesuai alur cerita tata tertib di Laboratorium Gedung TIK. Setiap adegan dirancang untuk menggambarkan situasi berbeda, seperti mahasiswa masuk ruangan, menyimpan barang, menerima arahan dosen, melakukan praktik, dan menjaga kebersihan. Desain mempertahankan konsistensi visual pada proporsi tubuh, warna pakaian, dan ekspresi wajah, sehingga karakter mudah dikenali di setiap adegan. Gaya dibuat sederhana agar proses animasi *frame-by-frame* lebih efisien, namun tetap mampu menampilkan ekspresi dan gerakan yang mendukung cerita. prosedur operasional yang ditampilkan dalam animasi. Ilustrasi karakter dalam animasi dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Desain Karkter

## 3. Latar Tempat

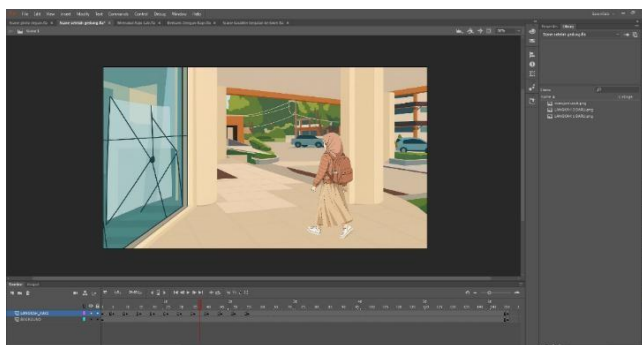
Pembuatan latar tempat animasi disesuaikan dengan kondisi laboratorium Gedung TIK Politeknik Negeri Lhokseumawe. Elemen-elemen penting seperti meja praktikum, komputer, rak alat, dan papan pengumuman digambarkan secara detail untuk menciptakan suasana ruang laboratorium yang rapi dan realistis. Desain latar dibuat menggunakan Adobe Photoshop, kemudian diimpor ke Adobe Animate sebagai bagian dari aset visual. Penggunaan warna-warna netral dan tata letak yang teratur mendukung suasana belajar serta mempermudah pergerakan karakter dalam setiap adegan. Latar ini menjadi bagian penting dalam mendukung penyampaian pesan tata tertib secara visual dan menarik. Gambar latar tempat dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Latar Tempat

#### b. Tahap Produksi

Tahap produksi merupakan tahapan di mana pembuatan atau perancangan dari animasi tersebut dimulai. Tahap ini melibatkan pembuatan animasi secara teknis dengan menggunakan metode *frame-by-frame*. Salah satu proses penting dalam tahap ini adalah pembuatan *keyframe*, yaitu proses penentuan titik-titik kunci dalam *timeline* animasi yang digunakan untuk menetapkan perubahan posisi, bentuk, atau ekspresi dari objek animasi pada waktu tertentu. pembuatan *keyframe* dapat dilakukan secara manual (*Frame-by-frame*) dengan menggambar setiap perubahan gerakan, atau secara otomatis menggunakan *tweening*. Teknik ini memungkinkan animator mengontrol alur gerakan dan memastikan transisi antar *frame* berjalan secara halus dan sesuai dengan kebutuhan narasi visual. Adapun pembuatan *keyframe* nya dapat dilihat pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Scene Mahasiswa Masuk Gedung TIK

Pada *scene* ini ditampilkan animasi seorang karakter wanita yang sedang berjalan menuju gedung kampus. Proses animasi dilakukan dengan menggunakan teknik *frame-by-frame* di software Adobe Animate, di mana setiap perubahan langkah kaki karakter digambar secara manual dan ditempatkan pada *keyframe* yang berbeda dalam *timeline*. Pada tahap ini, digunakan dua layer utama, yaitu layer "Langkah Kaki" yang berisi gambar karakter dengan variasi gerakan kaki, dan layer "Baground" yang berisi latar belakang statis tanpa perubahan selama animasi berlangsung. *Keyframe* diletakkan pada layer karakter untuk mengganti gambar langkah kaki seperti "Karakter Berdiri.png" dan "Karakter Melangkah.png" secara bergantian, sehingga menciptakan ilusi karakter yang sedang

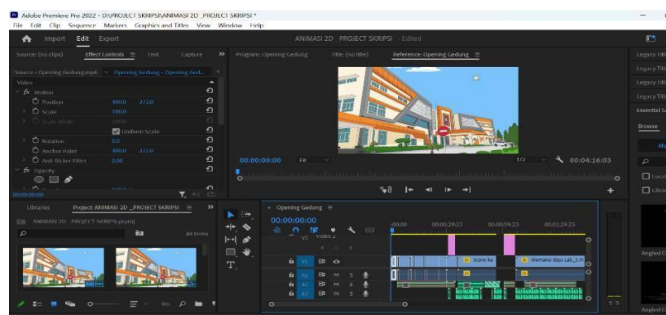
berjalan. *Frame* yang aktif berada pada *frame* ke-37 dengan kecepatan 24 *frame* per detik (fps), yang berarti posisi ini berada pada durasi sekitar 1,5 detik dalam animasi.

### c. Tahap Pasca Produksi

Tahap pasca produksi merupakan proses akhir dalam pembuatan animasi 2D yang bertujuan untuk menyempurnakan seluruh hasil dari proses produksi sebelumnya agar menjadi sebuah video animasi yang utuh, menarik, dan siap digunakan sebagai media pembelajaran. Dalam tahap ini, dilakukan berbagai proses penting seperti penyuntingan, penggabungan elemen visual dan audio, hingga pengecekan kualitas akhir.

#### 1. *Compositing* dan *Editing*

Pada tahap ini, seluruh elemen visual yang telah dirender, seperti karakter, latar, objek, dan animasi pergerakan, digabungkan menjadi satu kesatuan adegan melalui proses *compositing*. Tujuan dari *compositing* adalah menyatukan seluruh bagian animasi agar tampak selaras secara visual dan naratif. Selanjutnya, dilakukan proses *editing* untuk menyusun urutan adegan sesuai *storyboard*, menyesuaikan durasi antar *scene*, memotong bagian yang tidak diperlukan, serta menambahkan transisi agar alur cerita berjalan lancar dan menarik. Pengeditan juga memastikan ritme dan tempo animasi sesuai dengan pesan yang disampaikan. Gambar dari tahap penggabungan dapat dilihat pada gambar 6.

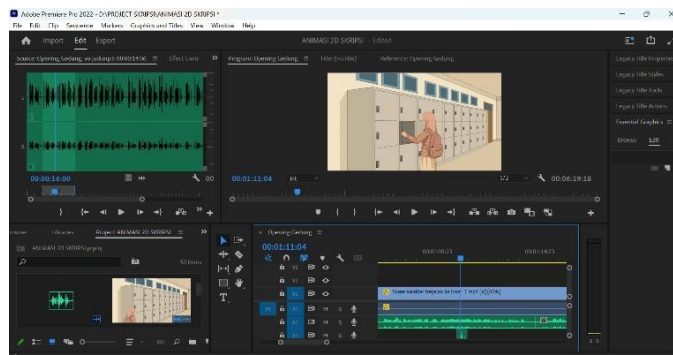


Gambar 6. Tampilan Editing Video di Adobe Premiere Pro

#### 2. Penambahan Audio

Setelah urutan visual selesai disusun, langkah selanjutnya adalah menyinkronkan elemen audio dengan adegan dalam animasi. Proses ini mencakup beberapa komponen penting, seperti pengisian suara narator (*voice over*) yang berfungsi sebagai pemandu jalannya cerita, penambahan musik latar (*background music*) untuk menciptakan suasana yang sesuai dengan alur animasi, serta penempatan efek suara (*sound effects*) guna memperkuat kesan realistik pada setiap adegan. Penyusunan audio dilakukan secara teliti agar ritme suara sejalan dengan gerakan visual, ekspresi karakter, dan momen transisi antar *scene*. Dengan sinkronisasi audio yang baik, animasi menjadi lebih hidup, komunikatif, dan mudah dipahami oleh penonton. Proses

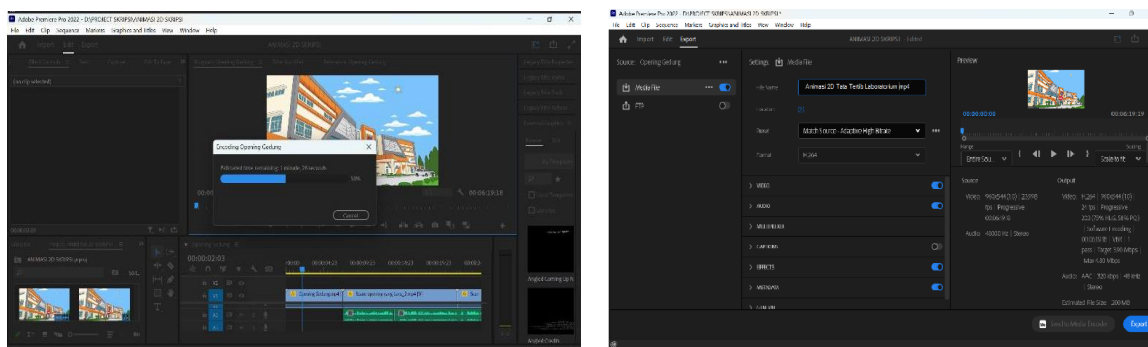
ini juga berkontribusi besar dalam membangun emosi dan memperjelas pesan yang ingin disampaikan melalui visual. Proses sinkronisasi elemen audio dalam tahapan pasca produksi dapat dilihat pada gambar 7 berikut.



Gambar 7. Tampilan Penambahan Audio

### 3. Final Render

Setelah semua elemen visual dan audio selesai digabungkan serta disusun secara menyeluruh, tahap akhir yang dilakukan adalah proses *rendering*. *Rendering* merupakan proses penting dalam produksi animasi yang berfungsi untuk mengubah proyek animasi yang masih berupa *file* kerja (*project file*) menjadi format video utuh yang dapat diputar di berbagai perangkat. Pada tahap ini, dilakukan pengaturan teknis seperti resolusi video, format *file output* (.mp4), *frame rate* sebesar 24 *frame per secon* (fps), serta kualitas visual agar sesuai dengan standar publikasi dan dapat diakses dengan lancar di berbagai media pemutaran. Proses rendering ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Adobe Premiere Pro, yang mampu mengoptimalkan hasil akhir dari segi kualitas gambar dan suara. Hasil akhirnya berupa video animasi berdurasi sekitar 6-7 menit, yang telah siap digunakan sebagai media pembelajaran interaktif untuk memperkenalkan tata tertib laboratorium Gedung TIK secara lebih menarik, informatif, dan mudah dipahami oleh mahasiswa. Gambar *rendering* dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Tampilan Proses Rendering Animasi 2D

## 2.4 Teknik Pengujian

Teknik pengujian dalam pembuatan animasi 2D tentang Tata Tertib di Laboratorium Gedung TIK dengan menggunakan metode *frame-by-frame* dilakukan untuk memastikan bahwa animasi yang dihasilkan telah sesuai dengan tujuan edukatif, mudah dipahami, dan menarik secara visual.

### 2.4.1 Pengujian Ffmpeg

Pengujian FFmpeg dilakukan untuk menilai kualitas teknis video animasi melalui parameter *frame rate*, *bit rate*, resolusi, dan *codec*. Uji ini memastikan animasi berjalan lancar tanpa patah-patah, kualitas visual tetap baik, serta ukuran *file* efisien. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan 24 fps dengan resolusi Full HD (1920×1080) menghasilkan tampilan yang halus, stabil, dan sesuai standar animasi.

### 2.4.2 Hasil Pengujian Berbasis Pengguna (*User Based Testing*)

Pengujian berbasis pengguna bertujuan untuk mengetahui bagaimana responden menilai kualitas animasi secara langsung. Melalui kuesioner, diperoleh gambaran mengenai efektivitas animasi dalam menyampaikan pesan, sekaligus mengukur aspek visual, audio, cerita, ritme, pencahayaan, dan waktu. Hasil pengujian ini menjadi dasar untuk menilai kelayakan animasi sebagai media pembelajaran.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Implementasi Sistem

Penelitian ini menghasilkan video dalam bentuk animasi 2D yang dibuat menggunakan teknik *frame-by-frame* dengan aplikasi Adobe Animate pada 24 FPS, memiliki durasi antara 6 hingga 7 menit, dan menyajikan aturan – aturan laboratorium, mulai dari penggunaan alat, larangan untuk membawa barang pribadi, kebersihan hingga proses peminjaman alat praktikum.

### 3.2 Pembahasan Penelitian

#### 3.2.1 Hasil Pengujian Ffmpeg

Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan FFmpeg pada berbagai variasi *frame rate* (12 FPS, 24 FPS, 30 FPS, dan 60 FPS), dapat disimpulkan bahwa peningkatan *frame rate* memberikan pengaruh terhadap kualitas visual dan ukuran *file* video. Pada *frame rate* rendah (12 FPS), pergerakan animasi terlihat kurang halus dan cenderung patah-patah, meskipun ukuran *file* relatif lebih kecil. Pada *frame rate* menengah (24 FPS dan 30 FPS), animasi terlihat lebih natural dan halus, dengan ukuran file yang masih efisien sehingga cocok untuk kebutuhan standar.

Sementara itu, pada *frame rate* tinggi (60 FPS), kualitas animasi menjadi sangat halus dan detail, namun ukuran *file* jauh lebih besar dibandingkan dengan *frame rate* sebelumnya. Dengan demikian, pemilihan *frame rate* perlu disesuaikan dengan kebutuhan: 24–30 FPS untuk keseimbangan antara kualitas dan ukuran *file*, sedangkan 60 FPS digunakan apabila mengutamakan kelancaran visual meski membutuhkan ruang penyimpanan lebih besar. Ringkasan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Uji Video Animasi Dengan Teknik FFMpeg

| NO | Resolusi        | Frame Rate | Bite Rate  | Jumlah Frame | Kualitas Visual       | Kelancaran Gerakan | Ukuran File |
|----|-----------------|------------|------------|--------------|-----------------------|--------------------|-------------|
| 1  | 1080p (Full HD) | 12 FPS     | 1–3 Mbps   | 4.556        | Rendah, detail hilang | Patah-patah        | 48,5 MB     |
| 2  | 1080p (Full HD) | 24 FPS     | 4–6 Mbps   | 9.112        | Cukup baik            | Halus              | 56 MB       |
| 3  | 1080p (Full HD) | 30 FPS     | 8–12 Mbps  | 11.391       | Tajam                 | Mulus              | 61 MB       |
| 4  | 1080p (Full HD) | 60 FPS     | 16–20 Mbps | 22.782       | Sangat tajam          | Sangat mulus       | 65 MB       |

Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa peningkatan *frame rate* berpengaruh pada kualitas visual dan kelancaran gerakan video. Pada 12 FPS tampilan terlihat patah-patah dengan detail yang hilang, sedangkan pada 24 FPS dan 30 FPS kualitas gambar sudah cukup baik hingga tajam dengan gerakan yang lebih mulus. Sementara itu, 60 FPS menghasilkan gerakan yang sangat halus dan detail gambar lebih jelas, tetapi ukuran *file* menjadi lebih besar dibanding pengaturan lainnya.

### 3.2.2 Hasil Pengujian Berbasis Pengguna (User Based Testing)

Pengujian yang didasarkan pada pengguna dilakukan untuk menilai seberapa efektif animasi 2D yang dihasilkan. Metode yang diterapkan pada pengujian pengguna adalah dengan mendistribusikan kuesioner kepada mahasiswa sebagai partisipan. Masing-masing partisipan diberi pertanyaan yang terkait dengan pengalaman pengguna, seperti alur cerita, pencahayaan, durasi, ritme animasi, dan suara. Skala Likert digunakan sebagai pengukuran dengan kategori yaitu Sangat Setuju (SS) = 5, Setuju (S) = 4, Netral (N) = 3, Tidak Setuju (TS) = 2, dan Sangat Tidak Setuju (STS) = 1. Hasil jawaban dari para responden dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi Jawaban Responden Perkategori

| Kategori    | SS  | S   | N   | TS | STS |
|-------------|-----|-----|-----|----|-----|
| Cerita      | 103 | 237 | 118 | 11 | 31  |
| Pencahayaan | 67  | 244 | 154 | 28 | 7   |
| Waktu       | 65  | 255 | 159 | 15 | 6   |
| Ritme       | 52  | 241 | 179 | 20 | 8   |

Perhitungan skor rata-rata dilakukan dengan rumus:

Skor rata-rata =  $\frac{\sum (\text{Skor Jawaban})}{n}$  Skor rata-rata =  $\frac{\sum (\text{Skor Jawaban})}{n}$  dengan  $n=100$  responden  $\times 5$  pertanyaan = 500  $n = 50 \times 5 \times 2 = 500$   $n=100$  responden  $\times 5$  pertanyaan = 500.

Hasil perhitungan sebagai berikut: Cerita: 47,4, Pencahayaan: 48,8, Waktu: 51,0, Ritme: 48,2 dan Audio: 48,8.

Dengan demikian, hasil perhitungan skor rata-rata, aspek waktu memperoleh nilai tertinggi (51,0), menunjukkan durasi animasi sudah sesuai. Aspek pencahayaan dan audio sama-sama bernilai 48,8, menandakan kualitas visual dan suara cukup baik. Aspek ritme (48,2) dan cerita (47,4) memiliki skor lebih rendah, sehingga perlu mendapat perhatian untuk peningkatan agar animasi lebih efektif dan menarik.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil studi dan serangkaian pengujian yang dilakukan terhadap animasi 2D menggunakan metode *frame-by-frame* yang menampilkan tata tertib penggunaan laboratorium di Gedung TIK Politeknik Negeri Lhokseumawe, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode *frame-by-frame* terbukti dapat digunakan secara efektif dalam pembuatan animasi edukasi tata tertib laboratorium Gedung Teknologi Informasi dan Komputer di Politeknik Negeri Lhokseumawe. Melalui tahapan pra-produksi, produksi, hingga pasca-produksi, animasi edukatif berdurasi 6–7 menit berhasil dikembangkan menggunakan perangkat lunak Adobe Animate CC. Teknik *frame-by-frame* memungkinkan setiap gerakan dianimasikan secara detail sehingga menghasilkan visual yang halus, ekspresif, dan mudah dipahami. Pendekatan ini terbukti efektif dalam menyampaikan informasi prosedural secara menarik dan jelas. Dengan asumsi penggunaan kecepatan standar 24 *frame* per detik. Animasi berdurasi 6 menit 19 detik atau 379 detik terdiri dari total 9.096 *frame*. Seluruh *frame* dirancang secara manual untuk memastikan kesinambungan gerak dan keakuratan informasi di setiap adegan.
2. Berdasarkan hasil pengujian FFmpeg, *User Based Testing*, dan *Device Compatibility Testing*, animasi 2D tata tertib laboratorium dinyatakan memenuhi kriteria sebagai media

informasi edukatif. Pengujian FFmpeg menunjukkan *frame rate* stabil di 24 fps, *bit rate* dan resolusi Full HD (1920×1080) sesuai standar, tanpa *frame drop* atau distorsi visual. Hasil *User Based Testing* menunjukkan aspek waktu memperoleh skor tertinggi 51,0%, diikuti cerita 20,6% dan audio 16,0%, sedangkan ritme (35,8%) dan pencahayaan (30,8%) netral. Secara umum, animasi efektif menyampaikan tata tertib laboratorium dengan peluang peningkatan pada aspek teknis dan estetika.

## REFERENCES

- [1] I. Subagio and A. M. Limbong, "DAMPAK TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI TERHADAP AKTIVITAS PENDIDIKAN," *The Journal of Learning and Technology*, vol. 2 no. 1, p. 43, Jun. 2023, doi: 10.33830/jlt.v2i1.5844
- [2] UNESCO, *Reimagining Our Futures Together: A New Social Contract for Education*, Paris: UNESCO, 2022. DOI: 10.54675/ASRB4722
- [3] R. C. Clark and R. E. Mayer, *e-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*, 4th ed. Hoboken: Wiley, 2021. DOI: 10.1002/9781119239086.
- [4] V. Tasril, "Pengembangan Aplikasi Multimedia Interaktif Pembelajaran Matematika Untuk Siswa SMA," *LOFIAN Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 1, no. 2, p. 38, Mar. 2022, doi: 10.58918/lofian.v1i2.174.
- [5] R. Ramadhani, F. Susilawati, D. M. Sari, and I. Ichsan, "ANIMASI INTERAKTIF MENGENAL ATURAN LALU LINTAS UNTUK SISWA SEKOLAH DASAR," *J-Innovation*, vol. 11, no. 2, p. 69, Dec. 2022, doi: 10.55600/jipa.v11i2.157.
- [6] M. S. Dewy, M. Isnaini, Y. Simamora, A. I. Silitinga, and E. Astrid, "IMPLEMENTASI MODEL 4D DALAM PENGEMBANGAN BUKU DIGITAL MATA KULIAH ELEKTRONIKA DASAR," *JURNAL TEKNOLOGI INFORMASI & KOMUNIKASI DALAM PENDIDIKAN*, vol. 10, no. 2, p. 97, Dec. 2023, doi: 10.24114/jtikp.v10i2.54003.
- [7] R. O. Dwiflora and E. Cofriyanti, "Pembuatan Media Pembelajaran Animasi 2D (Motion Graphic) Pada Mata Kuliah Praktikum Fotografi Dasar," *CogiTo Smart Journal*, vol. 7, no. 2, p. 204, Dec. 2021, doi: 10.31154/cogito.v7i2.315.204-214
- [8] H. R. Kuspiyah, K. Amaliah, M. I. Mustofa, and D. G. Ramadhani, "Visualisasi Karakter Video Animasi 2D Legenda Pulau Kemaro," *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, vol. 6, no. 3, p. 145, Oct. 2021, doi: 10.30591/jpit.v6i3.2877
- [9] FFmpeg Developers, *FFmpeg Documentation*, 2024. <https://ffmpeg.org/documentation.html>
- [10] P. A. Saputra and E. Retnoningsih, "Animasi Interaktif Pengenalan Negara ASEAN Menggunakan Metode Multimedia Development Life Cycle," *Journal of Students' Research in Computer Science*, vol. 1, no. 2, p. 153, Nov. 2020, doi: 10.31599/jsrsc.v1i2.406
- [11] A. U. Karimah, R. Rusdi, and M. Fachruddin, "Efektifitas media pembelajaran matematika menggunakan software animasi berbasis multimedia interaktif model tutorial pada materi garis dan sudut untuk siswa SMP/Mts kelas VII," *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS)*, vol. 1, no. 1, p. 9, Aug. 2017, doi: 10.33369/jp2ms.1.1.9-13
- [12] I. I. Irwanto, "Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Multimedia Interaktif untuk Mata Kuliah Elektronika Daya," *JURNAL PENDIDIKAN*, vol. 30, no. 2, p. 353, Jun. 2021, doi: 10.32585/jp.v30i2.1375
- [13] D. Darwis and M. Mursid, "PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN PRODUKTIF KIMIA BERBASIS KOMPUTER PADA KOMPETENSI TEKNIK DASAR PEKERJAAN LABORATORIUM SMK," *JURNAL TEKNOLOGI INFORMASI & KOMUNIKASI DALAM PENDIDIKAN*, vol. 2, no. 1, Jun. 2015, doi: 10.24114/jtikp.v2i1.
- [14] B. Widyantoro, P. Choirina, B. S. I. Cipta, and A. A. Septarina, "RANCANG BANGUN LABORATORIUM VIRTUAL MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF IPA BERBASIS ANDROID PADA SISWA MINU JATIREJOYOSO, KABUPATEN MALANG," *Biner: Jurnal Ilmiah Informatika dan Komputer*, vol. 3, no. 2, p. 72, Jul. 2024, doi: 10.32699/biner.v3i2.7303

- 
- [15] Reny, S. Sugiarti, and P. Salempa, "PENGEMBANGAN LABORATORIUM VIRTUAL BERBASIS MULTIMEDIA INTERAKTIF PADA PRAKTIKUM TITRASI ASAM BASA," *Chemistry Education Review (CER)*, p. 32, Sep. 2018, doi: 10.26858/cer.v
- [16] D. D. Banuaq, A. Topadang, and D. Nurcahyono, "Pembuatan Animasi 2D 'Petualangan Hijau Lili' Menggunakan Teknik Frame by Frame," *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, vol. 8, no. 4, p. 1894, Aug. 2025, doi: 10.32672/jnkti.v8i4.9237
- [17] C. Hutagalung, Y. K. Amalia, A. Rahmi, and A. Mu'minin, "VIDEO PENGAYAAN E-LEARNING POLIBATAM DALAM BENTUK ANIMASI," *Journal of Digital Education, Communication and Arts (DECA)*, vol. 6, no. 1, p. 54, Dec. 2023, doi: 10.30871/deca.v6i01.5735
- [18] H. R. Aisy, N. Riska, and R. Febriana, "Pengembangan Media Video sebagai Edukasi Stunting," *Cokroaminoto Journal of Primary Education*, vol. 5, no. 1, p. 134, Mar. 2022, doi: 10.30605/cjpe.512022.1589
- [19] H. AS and K. Khaidarsyah, "PELATIHAN PEMBUATAN MEDIA VIDEO MENGGUNAKAN POWER POINT BAGI GURU SMA NEGERI 1 GALESONG," *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 1, no. 2, p. 141, Jun. 2020, doi: 10.31004/cdj.v1i2.830
- [20] I. Irwan, R. Angraini, and M. Tiara, "Multimedia Interaktif sebagai Media Pembelajaran," in *Proceedings of the International Conference on Social Studies, Globalisation and Technology (ICSSGT 2019)*, vol. 458, Atlantis Press, 2020.