



## Pengembangan Video Pembelajaran Interaktif Berbasis Teknologi tentang Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Menggunakan Model ADDIE

Alwy Misbakhudin<sup>1\*</sup>, Muhammad Akmal Raihan<sup>2</sup>, Sahmawati<sup>3</sup>, Jessen Parulian Sianturi<sup>4</sup>, Muhammad Raihan Galih<sup>5</sup>, Didik Aribowo<sup>6</sup>

<sup>1-6</sup>Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: [misbahudin091997@gmail.com](mailto:misbahudin091997@gmail.com)

**Abstract.** *Steam Power Plant (SPP) material is considered a complex topic because it involves thermodynamic concepts and mechanical processes occurring within closed components, making it difficult for students to observe directly. This study aims to develop and evaluate the feasibility of interactive technology-based learning videos as supporting media in electrical engineering education. The research employed a Research and Development (R&D) method using the ADDIE development model, which consists of Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation phases. The analysis phase identified students' needs to visualize the water-steam cycle and understand the operational processes of steam power plants. During the design phase, storyboards and animation concepts for the main SPP components were created. The development phase produced interactive learning videos using Canva and CapCut, which were validated and deemed feasible by subject matter experts and media experts. The implementation stage demonstrated that the media could be effectively integrated into the learning process. Furthermore, the evaluation results revealed highly positive student responses, with an average score of 4.4 out of 5.0. Based on these findings, the developed interactive learning video is considered feasible, practical, and effective in enhancing students' understanding of Steam Power Plant concepts.*

**Keywords:** ADDIE Model; Educational Technology; Interactive Learning Video; Learning Media; Steam Power Plant (SPP).

**Abstrak.** Materi Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTS) dianggap sebagai topik yang kompleks karena melibatkan konsep termodinamika dan proses mekanis yang terjadi di dalam komponen tertutup, sehingga sulit bagi mahasiswa untuk mengamatinya secara langsung. Studi ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi kelayakan video pembelajaran berbasis teknologi interaktif sebagai media pendukung dalam pendidikan teknik elektro. Penelitian ini menggunakan metode Penelitian dan Pengembangan (R&D) dengan model pengembangan ADDIE, yang terdiri dari fase Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Fase analisis mengidentifikasi kebutuhan mahasiswa untuk memvisualisasikan siklus air-uap dan memahami proses operasional PLTS. Selama fase desain, storyboard dan konsep animasi untuk komponen utama PLTS dibuat. Fase pengembangan menghasilkan video pembelajaran interaktif menggunakan Canva dan CapCut, yang divalidasi dan dianggap layak oleh para ahli materi pelajaran dan ahli media. Tahap implementasi menunjukkan bahwa media tersebut dapat diintegrasikan secara efektif ke dalam proses pembelajaran. Lebih lanjut, hasil evaluasi menunjukkan respons mahasiswa yang sangat positif, dengan skor rata-rata 4,4 dari 5,0. Berdasarkan temuan ini, video pembelajaran interaktif yang dikembangkan dianggap layak, praktis, dan efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep Pembangkit Listrik Tenaga Uap.

**Kata Kunci:** Media Pembelajaran; Model ADDIE; Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTS); Teknologi Pendidikan; Video Pembelajaran Interaktif.

### 1. LATAR BELAKANG

Era Revolusi Industri 4.0 telah membawa perubahan mendasar dalam dunia pendidikan, khususnya dalam cara penyampaian materi pembelajaran di perguruan tinggi. Kemajuan dalam teknologi informasi dan komunikasi telah menyebabkan terjadinya pergeseran paradigma dalam pembelajaran, dari pendekatan tradisional berbasis kuliah menjadi pembelajaran menggunakan media digital interaktif (Supriyadi et al., 2025).

Dalam konteks pendidikan vokasi di bidang teknik elektro, pergeseran ini menjadi semakin relevan, mengingat karakteristik mahasiswa saat ini yang tumbuh sebagai generasi digital. Hal ini berarti mereka terbiasa berinteraksi dengan teknologi sejak dini dan memiliki gaya belajar yang membutuhkan visualisasi dinamis serta respons langsung dari media yang digunakan (Prasetya et al., 2021).

Salah satu mata pelajaran dengan tingkat kesulitan konseptual yang tinggi dalam pendidikan kejuruan Teknik Elektro di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa adalah Pembangkit Listrik, khususnya Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). PLTU adalah jenis pembangkit listrik yang bekerja menurut prinsip siklus Rankine, di mana energi panas dari pembakaran bahan bakar digunakan untuk mengubah air menjadi uap bertekanan tinggi. Uap ini kemudian menggerakkan turbin, yang selanjutnya menggerakkan generator untuk menghasilkan energi listrik (Abbas, 2020; Haris et al., 2023). Secara teknis, sebuah PLTU mencakup interaksi yang sangat kompleks antara berbagai komponen mekanis, termal, dan elektrik, termasuk ketel, turbin tekanan tinggi, turbin tekanan menengah, turbin tekanan rendah, kondensor, generator, dan sistem pendukung seperti precipitator elektrostatik (ESP), instalasi penghilangan belerang gas buang (FGD), bunkers batu bara, penggiling, dan sistem pengolahan abu (kolam abu) (Thriskadewi, 2023; Santoso et al., 2025).

Masalah mendasar dalam mempelajari pembangkit listrik tenaga batu bara adalah tingkat abstraksi yang tinggi. Proses konversi energi dari panas menjadi uap, dari uap menjadi energi mekanik, dan akhirnya menjadi energi listrik semuanya terjadi dalam sistem tertutup yang tidak bisa langsung diamati oleh siswa. Situasi ini membuat siswa sulit untuk mengembangkan pemahaman konseptual yang lengkap hanya melalui penjelasan tekstual atau gambar statis dalam buku pelajaran (Fitri et al., 2023). Ketersediaan media visual dinamis yang terbatas di kelas merupakan hambatan utama yang menghalangi pencapaian kompetensi belajar yang optimal (Dewi & Primasari, 2022; Setiawan et al., 2023).

Penelitian dalam psikologi pendidikan menunjukkan bahwa kemampuan manusia untuk memproses informasi sangat dipengaruhi oleh modalitas sensorik yang digunakan. Hasil belajar diperoleh 75% melalui penglihatan, 75% melalui pendengaran, dan 12% melalui indra lainnya (Nurwahidah, 2021). Data ini menunjukkan bahwa media yang secara bersamaan merangsang penglihatan dan pendengaran seperti media audiovisual memiliki potensi yang jauh lebih besar untuk membantu siswa memahami dan mengingat materi pelajaran dibandingkan media monomodale (Gunawan et al., 2021; Astuti et al., 2021).

Teori Cone of Experience, yang diajukan oleh Dale (1969), juga menegaskan bahwa orang dapat mengingat sekitar lima puluh persen dari apa yang mereka lihat dan dengarkan secara bersamaan, persentase yang jauh lebih tinggi dibandingkan membaca teks (10%) atau mendengarkan penjelasan lisan (20%).

Berdasarkan keadaan ini, kebutuhan akan bahan pembelajaran interaktif berbasis video yang menampilkan proses kerja pembangkit listrik tenaga batubara secara dinamis tidak bisa diabaikan. Video pembelajaran interaktif dapat menampilkan animasi aliran uap dalam pipa, pergerakan bagian turbin, proses kondensasi, dan sistem pengendalian emisi secara berurutan dan mudah dipahami, sehingga mahasiswa dapat mengembangkan pemahaman menyeluruh tentang materi abstrak ini (Rahman, 2023; Lestari et al., 2022). Selain itu, video interaktif memungkinkan mahasiswa untuk mempelajari materi secara mandiri dan berulang kali (belajar mandiri) di luar jam kuliah, yang sejalan dengan prinsip pembelajaran fleksibel yang kini semakin dibutuhkan (Sari et al., 2022; Hidayat et al., 2024). Respon positif mahasiswa terhadap media video interaktif juga telah ditunjukkan dalam berbagai penelitian sebelumnya, yang menunjukkan peningkatan signifikan dalam motivasi dan pemahaman konseptual dibandingkan dengan media konvensional (Putri et al., 2023; Mahmud & Hendri, 2024).

Untuk memenuhi kebutuhan ini, pengembangan media pembelajaran harus dilakukan secara sistematis dan terstruktur agar dapat menghasilkan produk dengan kualitas yang terukur. Model pengembangan ADDIE (Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, Evaluasi) dipilih sebagai kerangka untuk studi ini, karena memiliki alur kerja yang sistematis dengan evaluasi formatif di setiap tahapan, sehingga memungkinkan perbaikan berkelanjutan sebelum produk akhir diimplementasikan (Kurniawan et al., 2023; Fajrianti et al., 2022). Untuk produksi video, platform Canva digunakan untuk visualisasi animasi komponen PLTU dan CapCut untuk pengeditan keseluruhan, termasuk *voice-over*, subtitle, dan efek transisi (Indrawati & Nugroho, 2022; Rahayu et al., 2024) dua platform yang mudah diakses, gratis, dan dilengkapi dengan kemampuan desain yang luas yang sesuai dengan kebutuhan media pembelajaran di pendidikan tinggi.

Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan video pembelajaran interaktif berbasis teknologi tentang pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) dengan menggunakan model ADDIE, untuk menghasilkan media pembelajaran yang relevan secara akademik, praktis digunakan di perkuliahan, dan mampu meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap materi teknik elektro yang abstrak dan kompleks (Aribowo et al., 2021).

## **2. STUDI TEORITI**

### **Video Pembelajaran**

Media pembelajaran video, yang juga disebut media audiovisual, dapat menyajikan konten audio dan visual secara bersamaan untuk menyampaikan pesan pembelajaran yang membantu siswa memahami dan menguasai materi (Rizal Farista).

### **Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)**

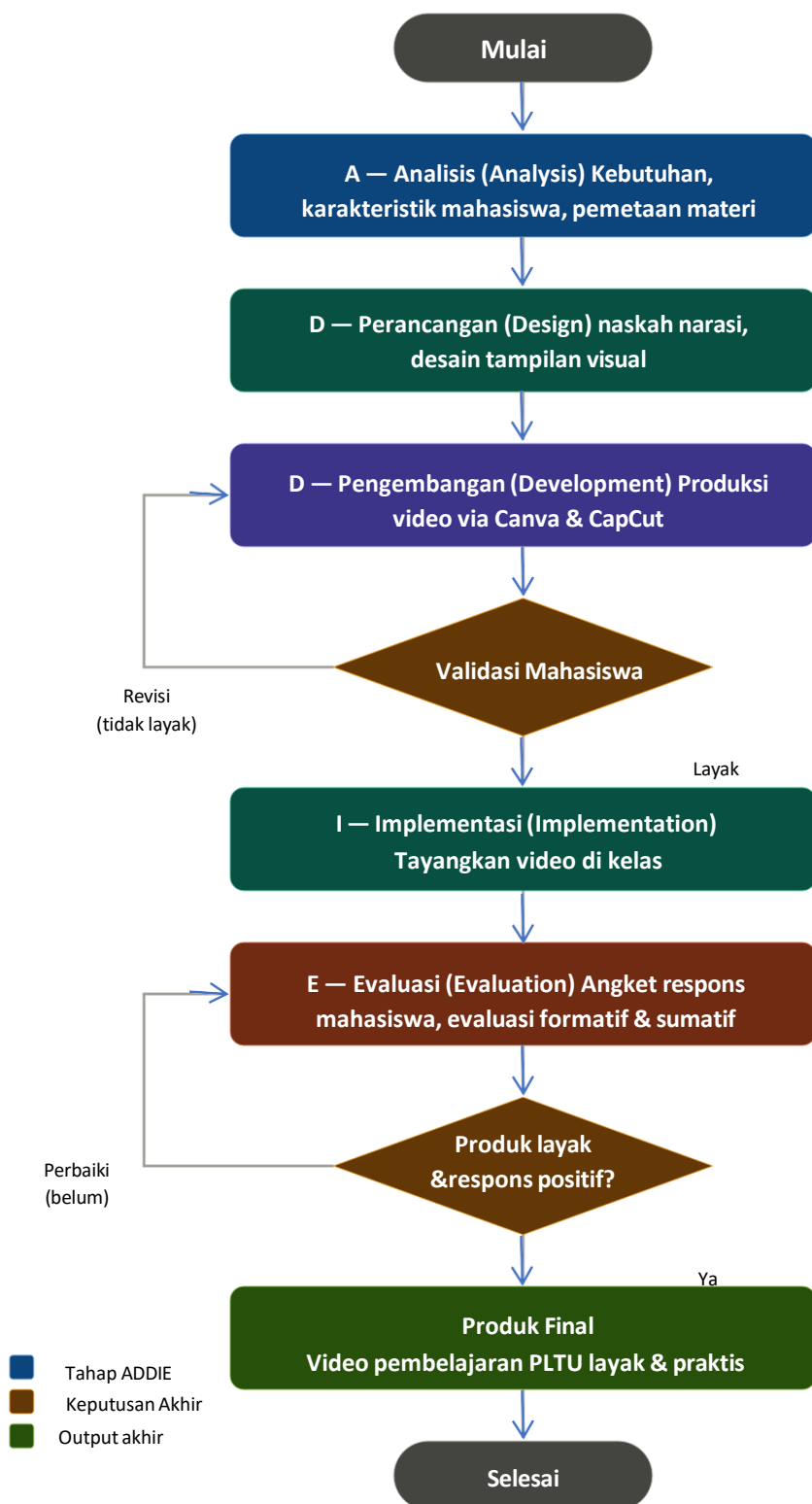
Sebuah pembangkit listrik berbasis batu bara bekerja menurut siklus Rankine, di mana energi panas dari pembakaran bahan bakar (biasanya batu bara) digunakan untuk mengubah air menjadi uap bertekanan tinggi. Uap ini kemudian menggerakkan turbin yang terhubung dengan generator untuk menghasilkan listrik. Komponen utama dari pembangkit listrik berbasis batu bara adalah: (1) ketel/boiler, tempat bahan bakar dibakar dan air diuapkan; (2) turbin uap, tempat energi kinetik dari uap diubah menjadi energi mekanik; (3) kondensator, tempat uap buangan diubah menjadi air kondensat; (4) generator, tempat energi mekanik diubah menjadi energi listrik; serta sistem pendukung seperti presipitator elektrostatik (ESP), instalasi desulfurisasi gas buang (FGD), bunker batu bara, penggiling, dan sistem pengolahan abu.

### **Model Pengembangan ADDIE**

Setiap fase ADDIE saling terhubung dan mencakup evaluasi formatif yang memungkinkan perbaikan berkelanjutan selama proses pengembangan. Model ADDIE dipilih karena alur kerjanya yang sistematis, terstruktur, dan fleksibel yang cocok untuk diterapkan dalam media instruksional. (Kurniawan et al., 2023; Fajrianti et al., 2022)

### **Jenis dan Rancangan Penelitian**

Penelitian ini adalah proyek penelitian dan pengembangan (R&D) yang berfokus pada produksi dan pengujian kelayakan video pembelajaran interaktif berbasis teknologi tentang pembangkit listrik tenaga batubara. Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE (Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, Evaluasi) karena sifatnya yang sistematis dan terstruktur (Kurniawan et al., 2023; Aribowo et al., 2021).



**Gambar 1.** Diagram Alir Video Pembelajaran PLTU.  
**Prosedur Pengembangan**

Pengembangan media mengikuti lima tahap dari model ADDIE. Di bawah ini Anda akan menemukan prosedur rinci untuk setiap tahapan:

### ***Fase Analisis***

Kebutuhan pembelajaran diidentifikasi berdasarkan tiga aspek: (1) analisis keterbatasan kuliah dan media visual; (2) analisis karakteristik mahasiswa sebagai generasi digital; dan (3) pemetaan materi PLTU, termasuk definisi, komponen utama, prinsip kerja, dan konversi energi.

### ***Tahap Perancangan***

Desain rencana media mencakup: penulisan naskah; desain antarmuka dengan skema warna kontras; dan penentuan elemen grafis, animasi 2D dari komponen PLTU, serta alur cerita berurutan dari definisi hingga prinsip kerja.

### ***Tahap Pengembangan***

Untuk produksi video digunakan Canva (untuk menyusun materi visual dan animasi untuk bagian PLTU) dan CapCut (untuk memotong klip, menyinkronkan pengisi suara, menambahkan teks dan efek animasi). Sebelum video diterapkan, konsepnya dinilai oleh para ahli bidang dan pakar media.d) Implementatifase

Selama kuliah, video digunakan sebagai media pendukung utama, yang juga bisa ditonton secara mandiri oleh mahasiswa. Para peneliti mengamati antusiasme mahasiswa dan penerapan sintaksis pembelajaran sepanjang proses implementasi.

### ***Fase Evaluasi***

Evaluasi formatif dilakukan di akhir setiap fase, sementara evaluasi sumatif dilakukan melalui kuesioner yang diberikan kepada siswa untuk mengukur kegunaan dan efektivitas produk secara keseluruhan.

### **Instrumen dan Teknik untuk Pengumpulan Data**

Data dikumpulkan berdasarkan tanggapan siswa setelah menonton video instruksional di kelas. Data dianalisis secara kuantitatif dan deskriptif untuk menentukan kelayakan dan penerapan praktis dari media tersebut.

## **3. HASIL DAN DISKUSI**

### **Tahap Analisis**

Selama tahap analisis, masalah utama diidentifikasi: mahasiswa mengalami kesulitan dalam mengabstraksi proses termal dan mekanik dari PLTU, karena proses-proses ini terjadi dalam sistem tertutup yang tidak dapat diamati secara langsung. Hasil analisis materi menghasilkan empat poin diskusi: (1) definisi dan fungsi PLTU sebagai pembangkit listrik berbahan bakar fosil; (2) identifikasi komponen utama (ketel, turbin tekanan tinggi/menengah/rendah, kondensor, generator);

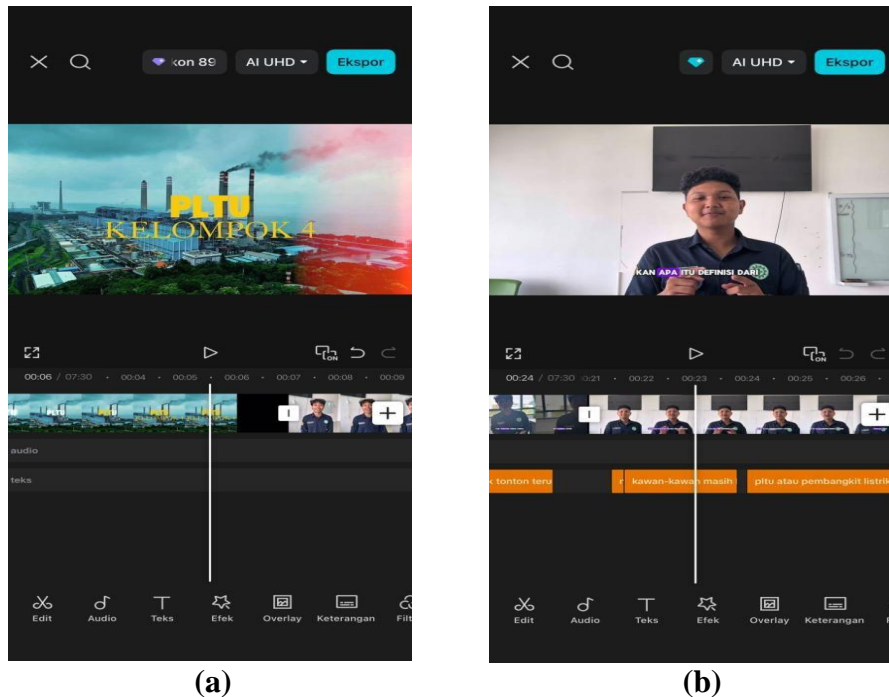
(3) prinsip kerja siklus uap-air (siklus Rankine); dan (4) sistem pendukung seperti presipitator elektrostatis (ESP), desulfurisasi gas buang (FGD), kolam abu, dan penanganan batubara. Analisis karakteristik mahasiswa menegaskan kebutuhan akan media audiovisual yang dinamis dan interaktif (Prasetya et al., 2021; Hidayat et al., 2024).

### Tahap Desain

Berdasarkan hasil analisis, dibuatlah rencana media dengan naskah cerita yang terstruktur dan storyboard visual. Desain ini menggunakan skema warna kontras dengan latar gelap untuk menekankan animasi komponen PLTU. Pemilihan elemen grafis, font, dan animasi 2D yang menggambarkan pergerakan uap dan air di pipa sistem PLTU juga ditentukan pada tahap ini. Desain video dibangun secara bertahap, sesuai dengan struktur materi pelajaran: dari definisi PLTU dan penjelasan komponen utamanya hingga prinsip kerja siklus energi, sehingga siswa dapat memahami materi secara bertahap dan sistematis.

### Tahap Pengembangan

Tahap ini menghasilkan produk yang dapat dirasakan: sebuah video pembelajaran interaktif berdurasi 7 menit 30 detik. Video ini dikembangkan menggunakan Canva untuk visualisasi materi dan animasi diagram alir komponen pembangkit listrik tenaga uap, serta menggunakan CapCut untuk keseluruhan proses penyuntingan, termasuk narasi, subtitle, dan efek transisi. Berikut ini adalah tangkapan layar dari antarmuka video pembelajaran yang telah dikembangkan:



**Gambar 1.** (a) Tampilan Video Pembuka PLTU Grup 4; (b) Tampilan Segmen yang Menjelaskan Definisi PLTU dengan Teks Otomatis.



**Gambar 2.** Tampilan Bagian Penjelasan dari Komponen PLTU dengan Subtitle Interaktif.

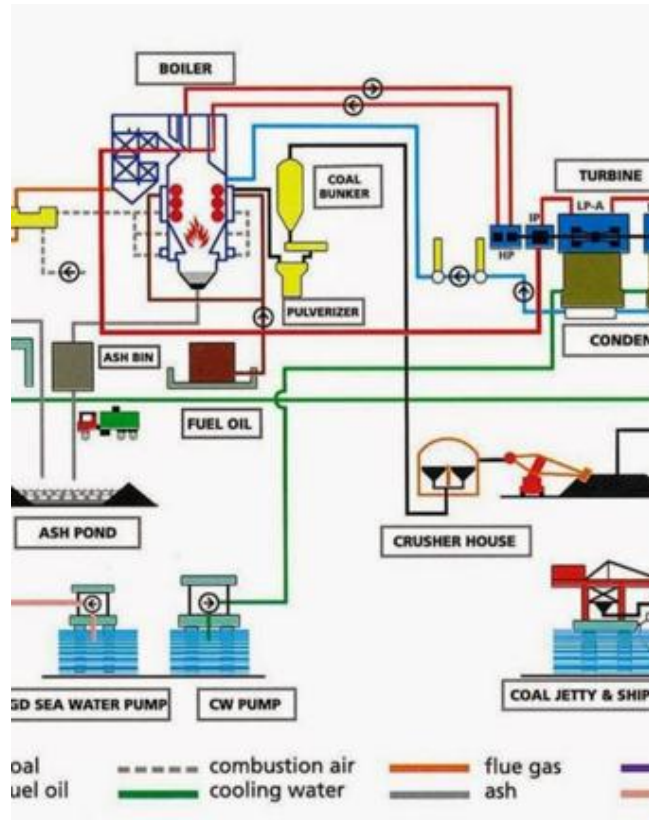
Hasil validasi menunjukkan bahwa media ini sangat cocok untuk implementasi. Ringkasan hasil validasi ditampilkan dalam tabel 1 di bawah ini.

**Tabel 1.** Hasil Validasi Ahli dan Tanggapan Mahasiswa.

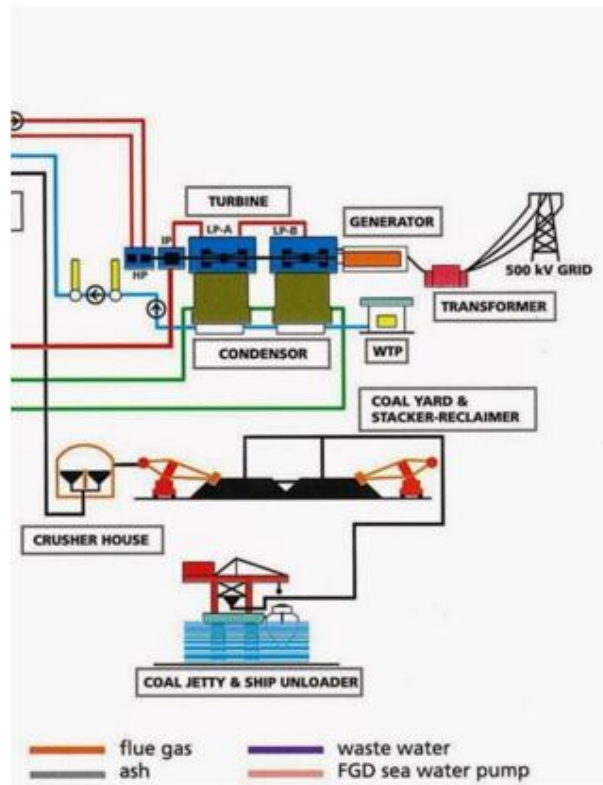
<u>Validator</u>	<u>Aspek</u>	<u>Skor Rata-rata</u>
Respons Mahasiswa	Kepuasan & Keterbacaan	4,4 / 5,0 (Sangat Positif)

### **Fase Implementasi**

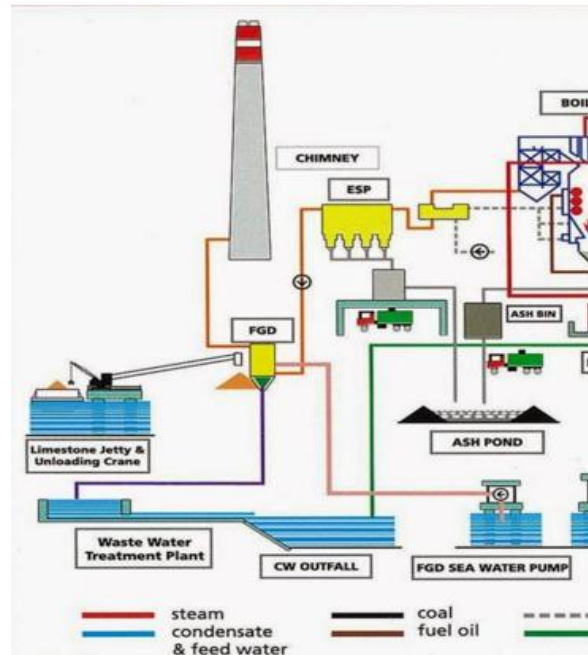
Video tersebut digunakan dalam kuliah Teknik Elektro di Fakultas Teknik Elektro Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Selama implementasi, video diputar sebagai materi pendukung utama dan mahasiswa dapat menontonnya secara mandiri. Observasi menunjukkan antusiasme yang besar di antara mahasiswa, terutama pada animasi aliran uap dan subtitle yang ditampilkan secara dinamis yang menjelaskan tentang komponen-komponennya. Tidak ada masalah teknis yang signifikan yang ditemui selama implementasi. Diagram alur kerja PLTU yang digunakan sebagai sumber visual utama dalam pengembangan video dapat dilihat pada gambar berikut. Gambar-gambar ini menampilkan seluruh sistem, dari instalasi pengolahan batubara hingga transmisi listrik ke jaringan 500 kV.



**Gambar 3.** Diagram alir sistem PLTU: Ketel, Penggiling, Gudang Batubara, Turbin HP/IP/LP, Kondensator dan Dermaga Batubara.



**Gambar 4.** Diagram Alir Sistem PLTU: Turbin, Generator, Kondensator, Penyimpanan Batubara dan Instalasi Pemulihan Penimbun serta Transmisi Ke Jaringan 500 Kv.



**Gambar 5.** Diagram Sistem Pengendalian Emisi PLTU: Cerobong, Presipitator Elektrostatis (ESP), Instalasi Penghilangan Belerang Gas Buang (FGD), Kolam Abu, Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Pembuangan Air Pendingin.

### **Fase Evaluasi**

Evaluasi akhir dilakukan melalui kuesioner yang membagikan umpan balik pengguna kepada mahasiswa. Hasil evaluasi mengungkapkan tiga temuan utama:

#### ***Aspek Tampilan***

Mahasiswa menegaskan bahwa visualisasi komponen dan animasi aliran uap (gambar 3, 4, dan 5) sangat berguna dalam menjelaskan materi abstrak, terutama siklus Rankine dan sistem pengolahan abu.

#### ***Aspek Konten***

Penjelasan lisan (voice-over) dan teks terjemahan berjalan sinkron dan mudah dipahami. Istilah teknis seperti ESP (elektrostatik presipitator), FGD (penghilangan sulfur gas buang), dan siklus kondensat dijelaskan dengan jelas tanpa menimbulkan kebingungan.

#### ***Aspek Kualitas Presentasi***

Animasi aliran uap, diagram komponen, dan teks terjemahan yang sinkron dengan cerita diterima dengan sangat positif karena mampu mempertahankan fokus belajar dan mendorong partisipasi aktif siswa sepanjang tayangan.

Secara umum, skor rata-rata untuk tanggapan siswa adalah 4,4/5,0, yang termasuk dalam kategori 'Sangat positif'. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa media video interaktif dapat secara signifikan meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa dibandingkan dengan media konvensional (Putri et al., 2023; Sari et al., 2022; Supriyadi et al., 2025).

## **Diskusi**

Pengembangan video pembelajaran interaktif untuk pembangkit listrik tenaga batu bara (PLTU) dengan menggunakan model ADDIE telah menghasilkan produk yang dapat diukur secara ilmiah dan memenuhi persyaratan penerimaan akademik. Visualisasi siklus air-uap yang berhasil melalui diagram alir (gambar 3-5) dan video interaktif (gambar 1-2) telah menyelesaikan masalah abstraksi teori tekstual, yang merupakan hambatan penting dalam mempelajari pembangkit listrik tenaga batu bara.

Dari validasi oleh mahasiswa, terungkap bahwa desain untuk visualisasi teknik elektro, yang dibuat dengan platform Canva dan CapCut, memenuhi kriteria penerimaan akademik (Indrawati & Nugroho, 2022; Mahmud & Hendri, 2024). Elemen terpenting yang membuat media ini lebih unggul daripada video konvensional adalah kombinasi animasi 2D dari komponen PLTU, voice-over yang terstruktur, dan teks terjemahan sinkron, sehingga mahasiswa harus memberikan perhatian penuh selama seluruh video. Evaluasi formatif di akhir setiap tahap ADDIE menjamin bahwa video tetap akurat, bebas dari kesalahan konseptual teknis, dan siap digunakan sebagai alat belajar mandiri yang fleksibel (Sari et al., 2022; Rahayu et al., 2024).

Temuan ini mendukung teori 'kerucut pengalaman' Dale (1969), yang menyatakan bahwa orang mengingat 50% dari apa yang mereka lihat dan dengar sekaligus. Media video interaktif yang menggabungkan narasi audio dan animasi visual langsung mengoptimalkan ketiga modalitas belajar.

## **4. KESIMPULAN DAN SARAN**

Penelitian ini telah menghasilkan media pembelajaran video interaktif tentang pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), yang dikembangkan menurut metode ADDIE. Tahapannya, termasuk analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi, telah menghasilkan media yang menyampaikan materi pelajaran dengan cara yang lebih komunikatif dan menarik. Integrasi elemen animasi, teks yang dibacakan, dan visualisasi alur kerja PLTU memberikan gambaran yang lebih konkret tentang proses, yang sulit untuk diamati secara langsung. Hasil implementasi menunjukkan bahwa mahasiswa merespons positif penggunaan media tersebut dan bahwa video dapat digunakan secara optimal dalam kegiatan belajar. Oleh karena itu, media video interaktif yang dikembangkan dapat dianggap sebagai alat bantu belajar yang sesuai, karena membantu mahasiswa memahami konsep PLTU dengan lebih baik sekaligus menciptakan pengalaman belajar yang lebih efektif dan interaktif.

Perkembangan media pembelajaran interaktif berbasis video harus terus ditingkatkan dengan menambahkan fitur-fitur yang mendorong keterlibatan lebih aktif dari siswa, seperti pertanyaan latihan, kuis interaktif, dan simulasi sederhana terkait proses kerja pembangkit listrik tenaga batu bara. Selanjutnya, penelitian lebih lanjut dapat difokuskan pada pengukuran dampak penggunaan media terhadap peningkatan hasil belajar siswa melalui pengujian yang lebih luas. Media serupa juga dapat dikembangkan untuk topik terkait listrik lainnya yang memiliki karakteristik kompleks, agar proses pembelajaran menjadi lebih mudah dipahami dan lebih sesuai dengan kebutuhan siswa di era digital.

## **DAFTAR REFERENSI**

- Aribowo, D., Hasbullah, H., & Noval, M. (2021). Pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis video animasi untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa pendidikan vokasional teknik elektro. *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Elektro*, 5(2), 88-97.
- Astuti, I. A. D., Bhakti, Y. B., & Sumarni, R. A. S. (2021). Pengembangan media pembelajaran fisika berbasis video animasi menggunakan aplikasi Canva pada materi kinematika gerak. *Jurnal Riset Pendidikan Fisika*, 6(1), 31-40.
- Daniyati, A. (2023). Media Pembelajaran Berbasis Digital: Konsep dan Implementasi. *Jurnal Pendidikan Teknologi*, 8(1), 45-58.
- Dewi, C. K., & Primasari, I. F. N. D. (2022). Efektivitas penggunaan media video pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa pada mata kuliah konversi energi. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 9(1), 12-21.
- Fajrianti, N., Yusuf, M., & Arsal, A. F. (2022). Penerapan model ADDIE dalam pengembangan media pembelajaran berbasis animasi untuk materi sistem tenaga listrik. *Jurnal Teknologi dan Vokasional*, 10(2), 55-66.
- Fitri, R., Murnawan, H., & Rahma, A. (2023). Analisis kebutuhan media pembelajaran digital pada perkuliahan pembangkitan energi listrik di era industri 4.0. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 29(1), 44-53.
- Gunawan, I., Tryanasari, D., & Sholeh, M. (2021). Pengembangan bahan ajar berbasis audio-visual pada materi mesin-mesin listrik untuk program studi teknik elektro. *Jurnal Inovasi Pendidikan Vokasi*, 2(2), 78-89.
- Haris, A., Syarifudin, S., & Nugroho, P. (2023). Optimalisasi siklus Rankine pada PLTU berbahan bakar batubara: Tinjauan termodinamika dan efisiensi energi. *Jurnal Teknik Energi*, 19(1), 1-10.
- Hidayat, R., Kurniawan, A., & Prasetyo, B. (2024). Pengaruh penggunaan media video berbasis CapCut terhadap motivasi dan hasil belajar mahasiswa teknik pada pembelajaran daring. *Jurnal Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(1), 102-113.
- Indrawati, S., & Nugroho, A. S. (2022). Pemanfaatan platform Canva dalam desain media pembelajaran visual interaktif pada pendidikan teknik vokasional. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 12(3), 233-245.

- Kurniawan, D. T., Sari, Y. P., & Maulana, I. (2023). Model ADDIE sebagai kerangka sistematis pengembangan e-learning untuk perkuliahan teknik tenaga listrik di perguruan tinggi vokasi. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 25(2), 119-131.
- Lestari, D. A., Wulandari, B., & Santoso, H. (2022). Validitas dan kepraktisan media pembelajaran berbasis video animasi untuk mata pelajaran instalasi tenaga listrik di SMK. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 11(2), 67-78.
- Mahmud, A., & Hendri, Z. (2024). Evaluasi kelayakan media pembelajaran berbasis animasi 2D untuk materi sistem pembangkit listrik menggunakan pendekatan expert judgment. *Jurnal Pendidikan Sains dan Teknologi*, 11(1), 29-41.
- Nurwahidah, C. D. (2021). Efektivitas Media Video dalam Pembelajaran Daring. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 9(1), 77-89.
- Prasetya, F., Asbari, M., & Purwanto, A. (2021). Pembelajaran berbasis digital native: Strategi inovatif untuk generasi Z di perguruan tinggi teknik. *Jurnal Manajemen dan Supervisi Pendidikan*, 6(1), 14-25.
- Putri, A. R., Sucipto, A., & Wahyuni, S. (2023). Respons mahasiswa terhadap media pembelajaran video interaktif pada materi termodinamika teknik di program studi pendidikan teknik mesin. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(4), 1987-1996.
- Rahayu, N. S., Ferdiansyah, F., & Akbar, S. (2024). Integrasi voice-over dan subtitle dalam video pembelajaran teknik untuk mendukung aksesibilitas dan pemahaman mahasiswa berkebutuhan khusus. *Jurnal Inklusi Pendidikan Tinggi*, 4(2), 55-67.
- Rahman, M. (2023). *Media Pembelajaran Interaktif: Teori dan Praktik*. Penerbit Edukasi Nusantara.
- Santoso, A. B., Nugroho, W., & Daryanto, D. (2025). Penerapan teknologi FGD dan ESP pada PLTU batubara di Indonesia: Kajian teknis dan implikasi pembelajaran vokasional. *Jurnal Teknik Lingkungan dan Energi*, 7(1), 22-34.
- Sari, M. P., Oktavianti, R., & Yusuf, A. (2022). Self-paced learning berbasis video interaktif: Pengaruhnya terhadap kemandirian belajar mahasiswa vokasi di era pascapandemi. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 9(2), 141-153.
- Setiawan, B., Hamid, A., & Rohmah, N. (2023). Pengembangan dan uji kelayakan video pembelajaran berbasis model R&D untuk materi boiler dan sistem uap pada pendidikan vokasional teknik mesin. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 30(1), 34-46.
- Supriyadi, E., Latifah, S., & Anggraeni, D. (2025). Transformasi pembelajaran teknik energi berbasis multimedia interaktif: Studi komparatif antara media konvensional dan video animasi bagi mahasiswa pendidikan vokasional. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan*, 9(1), 73-85.
- Thriskadewi, T. (2023). Analisis Sistem Konversi Energi pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap. *Jurnal Teknik Elektro dan Energi*, 5(2), 101-115.