



Pengembangan Video Pembelajaran Pengisian Fluida Pendingin pada Sistem Pengkondisian Udara Mobil

Developing a Learning Video for Refrigerant Charging in Automotive Air Conditioning Systems

Ilham¹, Andrizal^{1*}, Milana¹, Dwi Sudarno Putra¹

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya pemahaman mahasiswa terhadap materi pengisian fluida pendingin pada mata kuliah Teknologi Pengkondisian Udara. Penelitian ini bertujuan mengembangkan video pembelajaran pengisian fluida pendingin pada sistem pengkondisian udara mobil yang valid dan praktis digunakan sebagai media pembelajaran. Metode yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan dengan model 4-D yang meliputi tahap *define, design, develop, dan disseminate*. Instrumen penelitian berupa angket validitas dan praktikalitas yang diberikan kepada dua validator dosen Universitas Negeri Padang, satu dosen pengampu mata kuliah, dan 40 mahasiswa sebagai responden. Video pembelajaran dikembangkan dengan dukungan *subtitle* dan peningkatan kualitas audio. Hasil penelitian menunjukkan bahwa video memperoleh validitas materi sebesar 80,00% dan validitas media sebesar 81,67%, keduanya pada kategori sangat valid. Hasil uji praktikalitas memperoleh skor 5.321 dari 6.000 dengan persentase 88,68% dan kategori sangat praktis. Temuan ini menunjukkan bahwa video pembelajaran layak digunakan sebagai media pendukung pembelajaran praktik pengisian fluida pendingin pada sistem pengkondisian udara mobil.

Kata Kunci

video pembelajaran; pengisian fluida pendingin; sistem AC mobil; model 4-D; validitas; praktikalitas.

Abstract

This study was motivated by students' limited understanding of refrigerant charging in the Air Conditioning Technology course. It aimed to develop a learning video on refrigerant charging in automotive air conditioning systems that is valid and practical for instructional use. The study employed a Research and Development design using the 4-D model, consisting of the define, design, develop, and disseminate stages. The research instruments included validity and practicality questionnaires administered to two expert validators from Universitas Negeri Padang, one course lecturer, and 40 student respondents. The learning video was developed with subtitles and improved audio quality to support clearer procedural instruction. The results showed that the video achieved a material validity score of 80.00% and a media validity score of 81.67%, both categorized as very valid. The practicality test obtained a score of 5,321 out of 6,000, with a percentage of 88.68%, categorized as very practical. These findings indicate that the developed learning video is feasible as a supporting medium for practical learning of refrigerant charging in automotive air conditioning systems.

Keywords

learning video; refrigerant charging; automotive air conditioning system; 4-D model; validity; practicality.

¹ Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang Sumatera Barat, Indonesia

* andrizal@ft.unp.ac.id

Dikirimkan: 07 Januari 2026. Diterima: 10 April 2026. Diterbitkan: 25 April 2026.



PENDAHULUAN

Sistem pengkondisian udara mobil atau *air conditioning* (AC) merupakan salah satu sistem pendukung kenyamanan yang penting pada kendaraan. Sistem ini berfungsi menjaga kenyamanan termal, kualitas udara, dan sirkulasi udara di dalam kabin kendaraan [1]. Dalam konteks pendidikan otomotif, penguasaan sistem AC mobil tidak hanya mencakup pemahaman terhadap prinsip kerja dan komponen sistem, tetapi juga keterampilan dalam melakukan prosedur servis secara tepat. Salah satu materi penting dalam mata kuliah Teknologi Pengkondisian Udara adalah pengisian fluida pendingin. Materi ini bersifat prosedural karena menuntut pemahaman terhadap urutan kerja, penggunaan alat, pembacaan tekanan, serta penerapan keselamatan kerja. Oleh karena itu, pembelajaran materi ini memerlukan media yang mampu menampilkan langkah kerja secara visual, runtut, dan mudah dipelajari kembali oleh mahasiswa.

Berdasarkan hasil observasi dan evaluasi pembelajaran pada mata kuliah Teknologi Pengkondisian Udara di Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, pemahaman mahasiswa terhadap materi pengisian fluida pendingin masih belum optimal. Kondisi ini terlihat dari hasil belajar mahasiswa pada semester Januari–Juni 2023 yang ditampilkan pada Tabel 1. Dari 39 mahasiswa, sebanyak 16 mahasiswa atau 41% memperoleh nilai E, sedangkan mahasiswa yang memperoleh nilai A hanya 4 orang atau 10%. Data ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam memahami materi dan prosedur kerja pada sistem pengkondisian udara mobil. Dengan demikian, pembelajaran membutuhkan media pendukung yang dapat membantu mahasiswa memahami proses pengisian fluida pendingin secara lebih konkret, sistematis, dan realistis.

Tabel 1. Nilai Akhir Mahasiswa Mata Kuliah Teknologi Pengkondisian Udara Semester Januari–Juni 2023 Departemen Teknik Otomotif FT UNP

No	Nilai	Jumlah Mahasiswa	Persentase
1	A	4	10%
2	A-	2	5%
3	B+	3	8%
4	B	6	15%
5	B-	1	3%
6	C+	0	0%
7	C	2	5%
8	C-	3	8%
9	D	2	5%
10	E	16	41%
JUMLAH		39	100%

Salah satu faktor yang dapat memengaruhi rendahnya pemahaman mahasiswa adalah keterbatasan media pembelajaran yang mampu menampilkan prosedur kerja secara jelas. Materi pengisian fluida pendingin tidak cukup disampaikan melalui penjelasan verbal atau gambar statis, karena mahasiswa perlu melihat urutan kerja, posisi alat, pembacaan indikator, dan prosedur keselamatan secara langsung. Pada konteks ini, video pembelajaran menjadi media yang relevan karena mampu menyajikan informasi dalam bentuk audio-visual yang lebih konkret. Media video juga memungkinkan mahasiswa mengulang materi sesuai kebutuhan belajar, sehingga dapat mendukung pemahaman terhadap materi praktik yang membutuhkan ketelitian [2]–[5].

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pengembangan media video pada pembelajaran vokasi dan otomotif memiliki potensi kuat untuk mendukung pemahaman materi praktik. Video pembelajaran pada mata kuliah Teknologi Pengkondisian Udara, peralatan servis, dan perawatan AC mobil telah dilaporkan valid dan praktis sebagai media pendukung pembelajaran [2]–[4]. Selain itu, pengembangan media digital pada bidang otomotif juga menunjukkan bahwa media yang dirancang sesuai kebutuhan pembelajaran dapat membantu peserta didik memahami materi secara lebih fleksibel dan mandiri [5]. Secara lebih luas, pembelajaran berbasis video juga didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa video dapat memperjelas prosedur, meningkatkan keterlibatan belajar, serta membantu peserta didik mengikuti demonstrasi kerja secara bertahap [6]–[10].

Selain aspek visual, kualitas audio dan *subtitle* juga menjadi komponen penting dalam video pembelajaran. *Subtitle* atau takarir dapat membantu mahasiswa mengikuti penjelasan, terutama ketika video memuat istilah teknis, instruksi prosedural, dan narasi yang harus dipahami secara tepat. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan *subtitle* pada video pendidikan dapat mendukung pemahaman belajar, mengurangi hambatan dalam menerima informasi, dan meningkatkan pengalaman belajar pengguna [11]–[13]. Dengan demikian, video pembelajaran yang dilengkapi *subtitle* dan audio yang jelas memiliki potensi lebih baik dalam menyampaikan materi prosedural dibandingkan video yang hanya menampilkan demonstrasi visual tanpa dukungan teks dan suara yang memadai.

Berdasarkan kajian tersebut, penelitian terdahulu umumnya telah membahas pengembangan video pembelajaran pada bidang otomotif, media digital vokasi, serta manfaat *subtitle* dalam pembelajaran berbasis video. Namun, penelitian yang secara spesifik mengembangkan video pembelajaran pengisian fluida pendingin pada sistem pengkondisian udara mobil dengan penekanan pada penambahan *subtitle* dan peningkatan kualitas audio masih terbatas, khususnya pada konteks mata kuliah Teknologi Pengkondisian Udara di Departemen Teknik Otomotif. Oleh karena itu, kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan video pembelajaran yang menyajikan prosedur pengisian fluida pendingin secara sistematis, dilengkapi *subtitle*, dan didukung audio yang lebih jelas agar mahasiswa lebih mudah memahami tahapan kerja.

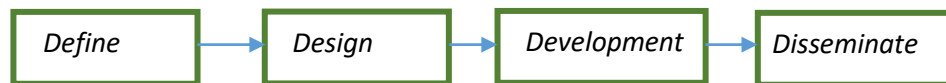
Sejalan dengan permasalahan dan gap tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan video pembelajaran pengisian fluida pendingin pada sistem pengkondisian udara mobil yang valid dan praktis digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Teknologi Pengkondisian Udara. Produk yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi media pendukung pembelajaran praktik yang membantu mahasiswa memahami prosedur pengisian fluida pendingin secara lebih terstruktur, visual, dan mudah diakses kembali.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Metode ini dipilih karena penelitian bertujuan menghasilkan produk media pembelajaran berupa video pembelajaran pengisian fluida pendingin pada sistem pengkondisian udara mobil, sekaligus menguji kelayakan produk tersebut dari aspek validitas dan praktikalitas. Objek penelitian ini adalah video pembelajaran yang memuat materi pengenalan sistem pengkondisian udara mobil, jenis dan fungsi fluida pendingin, persiapan pengisian, prosedur pengisian fluida pendingin, serta tips perawatan sederhana pada sistem AC mobil. Penggunaan metode pengembangan dalam penelitian media pembelajaran relevan karena memungkinkan produk disusun secara sistematis, divalidasi oleh ahli, dan diuji kepraktisannya kepada pengguna sebelum digunakan dalam pembelajaran [14]–[20].

Model pengembangan yang digunakan adalah model 4-D yang terdiri atas empat tahap, yaitu *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Model ini digunakan karena memiliki alur kerja

yang jelas dalam pengembangan media, mulai dari analisis kebutuhan, perancangan produk, pengembangan dan pengujian kelayakan, hingga penyebaran produk secara terbatas. Alur penelitian ditunjukkan pada [Gambar 1](#). Gambar tersebut menjelaskan bahwa proses pengembangan video pembelajaran dilakukan secara bertahap, dimulai dari tahap pendefinisian kebutuhan pembelajaran, perancangan struktur dan isi video, pengembangan produk melalui proses produksi dan uji kelayakan, serta penyebaran terbatas kepada pengguna. Alur 4-D ini juga telah banyak digunakan dalam pengembangan video pembelajaran pada bidang otomotif dan pendidikan vokasi karena mampu menghasilkan media yang terarah, teruji, dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran [14]-[16], [20].



[Gambar 1](#). Alur pengembangan video pembelajaran dengan model 4-D

Tahap *define* dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran pada mata kuliah Teknologi Pengkondisian Udara di Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang. Pada tahap ini, peneliti menganalisis karakteristik mahasiswa, materi pembelajaran, capaian pembelajaran, serta kendala mahasiswa dalam memahami prosedur pengisian fluida pendingin. Hasil analisis tersebut digunakan sebagai dasar untuk menentukan ruang lingkup materi, bentuk media, serta kebutuhan visual dan audio yang harus dimuat dalam video pembelajaran. Tahap pendefinisian menjadi penting karena kualitas produk pengembangan sangat dipengaruhi oleh ketepatan identifikasi kebutuhan dan karakteristik pengguna [14], [15], [20].

Tahap *design* dilakukan dengan menyusun rancangan video pembelajaran secara sistematis. Kegiatan pada tahap ini meliputi penentuan tujuan pembelajaran, penyusunan *storyboard*, penyusunan skenario video, penentuan urutan *scene*, perencanaan narasi, serta rancangan visual, audio, *subtitle*, dan ilustrasi pendukung. Rancangan video disesuaikan dengan urutan prosedur pengisian fluida pendingin yang benar dan aman sesuai kebutuhan pembelajaran praktik. Pada pengembangan media berbasis video, tahap perancangan berperan penting untuk memastikan bahwa informasi disusun secara runtut, visual mudah dipahami, dan demonstrasi prosedur dapat diikuti oleh pengguna secara bertahap [17].

Tahap *develop* dilakukan melalui proses produksi dan pengujian kelayakan video pembelajaran. Produksi video meliputi perekaman praktik pengisian fluida pendingin, pengambilan gambar alat dan komponen sistem AC mobil, penyuntingan video, penambahan narasi, *subtitle*, teks penjelas, efek suara, serta peningkatan kualitas audio. Setelah produk awal selesai, video divalidasi oleh dua validator yang berasal dari dosen Universitas Negeri Padang. Validator pertama menilai aspek materi, sedangkan validator kedua menilai aspek media. Validasi materi dilakukan untuk menilai kesesuaian isi, ketepatan prosedur, keterkaitan materi dengan capaian pembelajaran, dan kelengkapan informasi. Validasi media dilakukan untuk menilai kualitas tampilan visual, keterbacaan teks, kejelasan audio, kesesuaian durasi, kejelasan gambar, dan keterpaduan penyajian video. Prosedur validasi seperti ini lazim digunakan dalam penelitian pengembangan media karena memastikan bahwa produk tidak hanya benar secara substansi, tetapi juga layak dari sisi penyajian [14]-[16], [18], [19].

Setelah video dinyatakan valid, dilakukan uji praktikalitas kepada pengguna. Uji praktikalitas melibatkan satu dosen pengampu mata kuliah Teknologi Pengkondisian Udara dan 40 mahasiswa yang telah mengikuti atau menempuh mata kuliah tersebut. Uji praktikalitas dilakukan untuk mengetahui kemudahan penggunaan, kejelasan penyajian, kebermanfaatan media, keterbacaan *subtitle*, kenyamanan audio, serta kesesuaian video sebagai media pendukung pembelajaran praktik. Data praktikalitas mahasiswa dikumpulkan menggunakan

angket yang terdiri atas 30 butir pernyataan dengan skala penilaian 1 sampai 5. Penggunaan angket praktikalitas pada penelitian pengembangan bertujuan untuk memperoleh penilaian langsung dari pengguna terhadap kemudahan dan kebermanfaatan produk dalam konteks pembelajaran nyata [18]–[20].

Tahap *disseminate* dilakukan secara terbatas dengan menyebarkan video pembelajaran melalui platform Google Drive agar dapat diakses oleh dosen dan mahasiswa. Penyebaran terbatas dilakukan setelah video melalui tahap validasi dan uji praktikalitas, sehingga produk yang disebar telah memiliki dasar kelayakan awal sebagai media pembelajaran. Pada penelitian pengembangan, tahap penyebaran terbatas dapat digunakan untuk memastikan bahwa produk dapat diakses dan dimanfaatkan oleh pengguna sasaran sebelum dilakukan implementasi lebih luas [18], [19].

Instrumen penelitian terdiri atas angket validitas materi, angket validitas media, dan angket praktikalitas. Angket validitas digunakan oleh validator untuk menilai kelayakan isi dan media, sedangkan angket praktikalitas digunakan oleh dosen pengampu dan mahasiswa untuk menilai kemudahan penggunaan serta kebermanfaatan media. Setiap butir angket diberi skor menggunakan skala Likert 1 sampai 5, dengan skor 1 menunjukkan penilaian terendah dan skor 5 menunjukkan penilaian tertinggi.

Data dianalisis menggunakan teknik deskriptif kuantitatif. Analisis dilakukan dengan menghitung persentase kelayakan berdasarkan perbandingan antara skor yang diperoleh dan skor maksimum yang diharapkan. Rumus umum yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum X}{\sum X_{maks}} \times 100\% \quad (1)$$

Pada rumus tersebut, P menunjukkan persentase kelayakan, validitas, atau praktikalitas produk, $\sum X$ menunjukkan jumlah skor yang diperoleh dari validator atau responden, sedangkan $\sum X_{maks}$ menunjukkan jumlah skor maksimum yang diharapkan. Nilai persentase digunakan untuk menentukan kategori kelayakan produk berdasarkan hasil penilaian ahli dan pengguna.

Skor maksimum yang diharapkan dihitung dengan mempertimbangkan jumlah validator atau responden, jumlah butir pernyataan, dan skor tertinggi pada skala penilaian. Rumus yang digunakan adalah:

$$\sum X_{maks} = N \times I \times S_{maks} \quad (2)$$

Dalam rumus tersebut, $\sum X_{maks}$ merupakan skor maksimum yang diharapkan, N menunjukkan jumlah validator atau responden, I menunjukkan jumlah butir pernyataan pada angket, dan S_{maks} menunjukkan skor tertinggi pada skala penilaian.

Validitas materi dihitung berdasarkan skor yang diberikan oleh validator materi terhadap aspek isi video pembelajaran. Rumus yang digunakan adalah:

$$V_m = \frac{\sum X_m}{\sum X_{m,maks}} \times 100\% \quad (3)$$

Pada rumus tersebut, V_m menunjukkan persentase validitas materi, $\sum X_m$ menunjukkan jumlah skor yang diperoleh dari validator materi, sedangkan $\sum X_{m,maks}$ menunjukkan skor maksimum pada instrumen validitas materi. Hasil perhitungan digunakan untuk menentukan tingkat kelayakan isi video pembelajaran.

Validitas media dihitung berdasarkan skor yang diberikan oleh validator media terhadap aspek tampilan, audio, *subtitle*, durasi, dan penyajian video. Rumus yang digunakan adalah:

$$V_{md} = \frac{\sum X_{md}}{\sum X_{md,maks}} \times 100\% \quad (4)$$

Dalam rumus tersebut, V_{md} menunjukkan persentase validitas media, $\sum X_{md}$ menunjukkan jumlah skor yang diperoleh dari validator media, sedangkan $\sum X_{mdmaks}$ menunjukkan skor maksimum pada instrumen validitas media. Hasil perhitungan digunakan untuk menentukan tingkat kelayakan video dari aspek media pembelajaran.

Praktikalitas media dihitung berdasarkan skor angket yang diberikan oleh dosen pengampu dan mahasiswa sebagai pengguna. Rumus yang digunakan adalah:

$$Pr = \frac{\sum X_p}{\sum X_{p,maks}} \times 100\% \quad (5)$$

Pada rumus tersebut, Pr menunjukkan persentase praktikalitas media pembelajaran, $\sum X_p$ menunjukkan jumlah skor praktikalitas yang diperoleh dari responden, sedangkan $\sum X_{pmaks}$ menunjukkan skor maksimum pada instrumen praktikalitas. Nilai praktikalitas digunakan untuk menentukan tingkat kemudahan penggunaan, kejelasan penyajian, dan kebermanfaatannya video pembelajaran bagi pengguna.

Rata-rata skor praktikalitas dihitung untuk mengetahui kecenderungan penilaian responden terhadap seluruh butir angket. Rumus yang digunakan adalah:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_p}{N \times I} \quad (6)$$

Pada rumus tersebut, X menunjukkan rata-rata skor praktikalitas, $\sum X_p$ menunjukkan jumlah skor praktikalitas yang diperoleh, N menunjukkan jumlah responden, dan I menunjukkan jumlah butir pernyataan pada angket. Hasil rata-rata digunakan sebagai informasi tambahan untuk melihat kecenderungan penilaian pengguna terhadap media yang dikembangkan. Seluruh hasil perhitungan validitas dan praktikalitas kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan media pembelajaran. Media dinyatakan layak digunakan apabila memperoleh kategori valid atau sangat valid pada uji ahli, serta kategori praktis atau sangat praktis pada uji pengguna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian ini berupa produk media pembelajaran dalam bentuk video pembelajaran pengisian fluida pendingin pada sistem pengkondisian udara mobil. Produk dikembangkan menggunakan model 4-D yang terdiri atas tahap *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Setiap tahap menghasilkan luaran yang saling berkaitan, mulai dari identifikasi kebutuhan pembelajaran, perancangan struktur video, produksi dan validasi media, hingga penyebaran terbatas kepada pengguna. Secara umum, hasil pengembangan menunjukkan bahwa video pembelajaran yang dihasilkan telah memenuhi kriteria kelayakan awal sebagai media pembelajaran berdasarkan hasil validasi ahli dan uji praktikalitas pengguna.

Tahap *define*

Tahap *define* dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran pada mata kuliah Teknologi Pengkondisian Udara. Hasil tahap ini menunjukkan bahwa mahasiswa membutuhkan media pembelajaran yang mampu menampilkan prosedur pengisian fluida pendingin secara visual, runtut, dan mudah dipelajari kembali. Materi yang ditetapkan dalam video meliputi pengenalan komponen sistem pengkondisian udara mobil, jenis dan fungsi fluida pendingin, persiapan pengisian, prosedur pengisian fluida pendingin, serta tips perawatan sederhana pada sistem AC mobil. Sumber daya yang digunakan dalam pengembangan video meliputi kamera, tripod, laptop, perangkat perekaman, aplikasi penyuntingan video seperti *Filmora* atau *CapCut*, aplikasi *noise reducer*, mobil, dan simulator AC mobil.

Tahap *design*

Tahap *design* menghasilkan rancangan struktur video pembelajaran dan pembagian *scene*. Video dirancang dengan alur yang sistematis agar mahasiswa dapat mengikuti materi dari pengenalan konsep dasar hingga prosedur praktik. Struktur video terdiri atas pembukaan, pengenalan sistem AC mobil, pengenalan fluida pendingin, persiapan pengisian, proses pengisian, tips perawatan dan perbaikan, serta kesimpulan dan penutup. Rancangan *scene* video pembelajaran disajikan pada [Tabel 2](#).

Tabel 2. Rancangan Scene Video Pembelajaran

No.	Skenario	Visual	Audio	Deskripsi	Durasi	No.	Skenario
1	Pembukaan	Video animasi pembukaan dan pemateri yang menyampaikan pengantar materi	<i>Back sound</i> , efek suara, suara narator	Perkenalan dan penyampaian materi yang akan dibahas, yaitu pengisian fluida pendingin pada sistem pengkondisian udara mobil	0:45	1	Pembukaan
2	Pengenalan sistem AC mobil	Pemateri menjelaskan cara kerja dan komponen sistem AC mobil, dilengkapi gambar komponen pada simulator AC mobil	<i>Back sound</i> , suara narator	Penjelasan prinsip kerja dan komponen-komponen sistem pengkondisian udara mobil	3:00	2	Pengenalan sistem AC mobil
3	Peran fluida pendingin	Pemateri menjelaskan fluida pendingin dan menampilkan visual fluida pendingin	<i>Back sound</i> , suara narator	Pengenalan jenis-jenis fluida pendingin dan sifat-sifatnya	2:00	3	Peran fluida pendingin
4	Persiapan pengisian	Pemateri menjelaskan keselamatan kerja, alat yang digunakan, serta proses pengecekan tekanan dan suhu	<i>Back sound</i> , suara narator	Penjelasan langkah persiapan pengisian fluida pendingin, meliputi keselamatan kerja,	5:00	4	Persiapan pengisian

No.	Skenario	Visual	Audio	Deskripsi	Durasi	No.	Skenario
				persiapan alat, serta pengecekan tekanan dan suhu			
5	Proses pengisian	Pemateri melakukan proses pengisian fluida pendingin pada mobil	<i>Back sound</i> , suara narator	Tampilan prosedur pengisian fluida pendingin pada sistem AC mobil	7:00	5	Proses pengisian

Berdasarkan [Tabel 2](#), video pembelajaran disusun dalam tujuh *scene* dengan durasi yang disesuaikan dengan kedalaman materi. Bagian proses pengisian fluida pendingin memiliki durasi paling panjang, yaitu 7 menit, karena bagian tersebut menjadi fokus utama dalam video. Penyusunan *scene* ini menunjukkan bahwa video dirancang untuk menampilkan materi secara bertahap, mulai dari pengantar konsep hingga prosedur praktik.

Tahap *develop*

Tahap *develop* dilakukan melalui proses produksi dan pengujian kelayakan video pembelajaran. Proses produksi dimulai dengan perekaman video menggunakan kamera dan tripod agar tampilan visual lebih stabil. Perekaman dilakukan berdasarkan *scene* dan *storyboard* yang telah dirancang pada tahap sebelumnya. Selanjutnya, peneliti menambahkan elemen pendukung seperti narasi, teks, *subtitle*, animasi, gambar pendukung, *back sound*, dan efek suara.

Proses penyuntingan dilakukan menggunakan aplikasi penyuntingan video untuk menggabungkan seluruh rekaman menjadi satu video utuh. Perbaikan audio dilakukan menggunakan aplikasi *noise reducer* untuk mengurangi gangguan suara selama proses perekaman. *Subtitle* dibuat menggunakan aplikasi *VN*, kemudian diekspor dalam format *.srt* dan disunting kembali untuk memastikan tidak terdapat kesalahan penulisan. Hasil tahap pengembangan berupa video pembelajaran yang telah dilengkapi visual prosedural, narasi, *subtitle*, dan audio yang lebih jelas.

Hasil validasi media pembelajaran

Uji validitas dilakukan oleh dua validator yang berasal dari dosen Universitas Negeri Padang. Validasi dilakukan pada dua aspek, yaitu validasi materi dan validasi media. Validasi materi digunakan untuk menilai kesesuaian isi video dengan capaian pembelajaran, ketepatan prosedur pengisian fluida pendingin, serta kelengkapan informasi yang disajikan. Validasi media digunakan untuk menilai kualitas tampilan video, keterbacaan teks, kejelasan audio, kesesuaian durasi, dan keterpaduan penyajian media.

Hasil validasi materi menunjukkan bahwa video pembelajaran memperoleh skor 44 dari skor maksimum 55. Nilai tersebut setara dengan persentase 80,00% dan termasuk dalam kategori sangat valid. Hasil ini menunjukkan bahwa materi yang disajikan dalam video telah sesuai dengan kebutuhan pembelajaran dan prosedur pengisian fluida pendingin pada sistem pengkondisian udara mobil.

Hasil validasi media menunjukkan bahwa video pembelajaran memperoleh skor 49 dari skor maksimum 60. Nilai tersebut setara dengan persentase 81,67% dan termasuk dalam kategori sangat valid. Hasil ini menunjukkan bahwa video pembelajaran telah memenuhi

kelayakan dari aspek tampilan, kualitas penyajian, audio, *subtitle*, dan keterpaduan elemen media.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Validasi Media Pembelajaran

No.	Aspek Validasi	Skor Diperoleh	Skor Maksimum	Persentase	Kategori
1	Validasi materi	44	55	80,00%	Sangat valid
2	Validasi media	49	60	81,67%	Sangat valid

Berdasarkan **Tabel 3**, kedua aspek validasi berada pada kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa video pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi kelayakan awal dari sisi isi materi dan kualitas media sebelum diuji kepada pengguna.

Hasil uji praktikalitas media pembelajaran

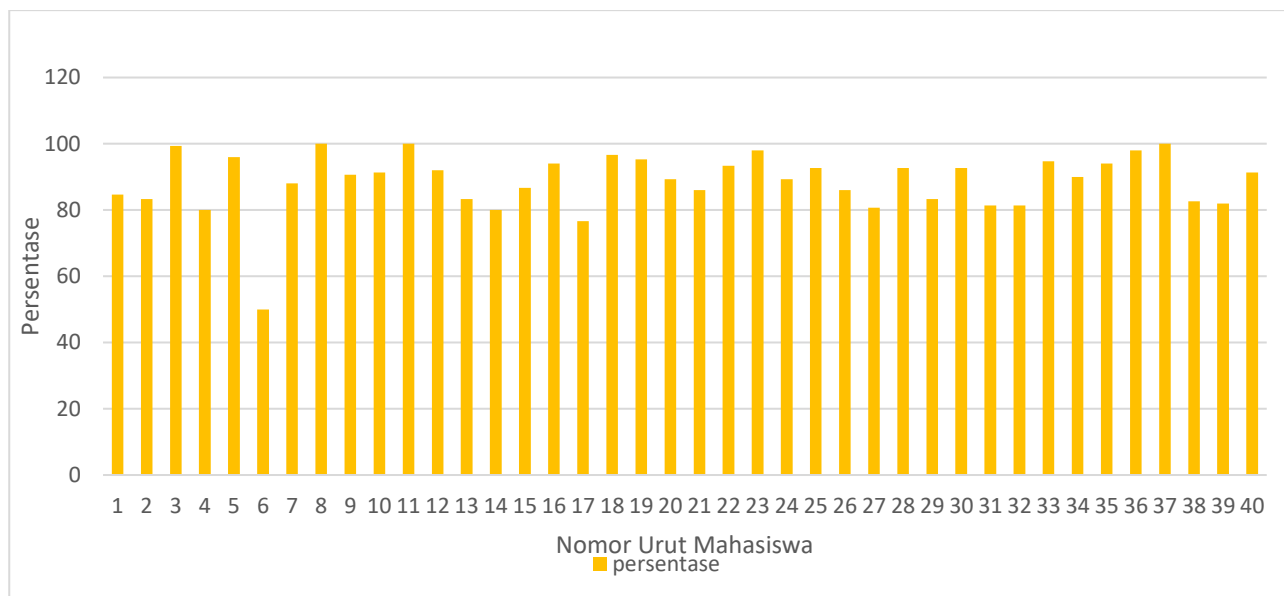
Setelah video pembelajaran dinyatakan valid oleh ahli materi dan ahli media, tahap berikutnya adalah uji praktikalitas kepada pengguna. Uji praktikalitas dilakukan kepada 40 mahasiswa Departemen Teknik Otomotif yang telah menempuh mata kuliah Teknologi Pengkondisian Udara. Instrumen praktikalitas terdiri atas 30 butir pernyataan dengan skala penilaian 1 sampai 5.

Berdasarkan hasil analisis data mentah, diperoleh skor total praktikalitas sebesar 5,321 dari skor maksimum 6, seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 4**. Hasil perhitungan menunjukkan persentase praktikalitas sebesar 88,68% dengan nilai rata-rata skor 4,43. Dengan demikian, video pembelajaran pengisian fluida pendingin pada sistem pengkondisian udara mobil termasuk dalam kategori sangat praktis. Hasil ini menunjukkan bahwa video yang dikembangkan mudah digunakan, mudah dipahami, dan dinilai bermanfaat oleh mahasiswa sebagai media pendukung pembelajaran.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Praktikalitas Mahasiswa

No.	Komponen	Nilai
1	Jumlah responden	40 mahasiswa
2	Jumlah butir angket	30 butir
3	Skor maksimum per butir	5
4	Skor maksimum total	6.000
5	Skor diperoleh	5.321
6	Rata-rata skor	4,43
7	Persentase praktikalitas	88,68%
8	Kategori	Sangat praktis

Sebaran hasil angket praktikalitas ditampilkan pada **Gambar 2**. Berdasarkan gambar tersebut, sebagian besar mahasiswa memberikan penilaian pada rentang tinggi, terutama pada kisaran 80% hingga 100%. Pola ini menunjukkan bahwa respons mahasiswa terhadap video pembelajaran cenderung positif. Meskipun terdapat variasi skor antarresponden, nilai rata-rata praktikalitas tetap berada pada kategori sangat praktis, sehingga media yang dikembangkan dapat dinyatakan mudah digunakan dalam pembelajaran.



Gambar 2. Hasil Angket Praktikalitas

Tahap *disseminate*

Tahap *disseminate* dilakukan secara terbatas dengan mengunggah video pembelajaran ke platform Google Drive. Penyebaran ini bertujuan agar video dapat diakses oleh dosen dan mahasiswa sebagai media pendukung pembelajaran pada mata kuliah Teknologi Pengkondisian Udara. Tahap ini menunjukkan bahwa produk yang telah dikembangkan tidak hanya berhenti pada proses validasi dan praktikalitas, tetapi juga telah disiapkan untuk digunakan secara terbatas oleh pengguna sasaran.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa video pembelajaran pengisian fluida pendingin pada sistem pengkondisian udara mobil berhasil dikembangkan melalui model 4-D. Video tersebut memperoleh kategori sangat valid berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media, serta memperoleh kategori sangat praktis berdasarkan respons mahasiswa. Dengan demikian, video pembelajaran yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pendukung pembelajaran pada mata kuliah Teknologi Pengkondisian Udara.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa video pembelajaran pengisian fluida pendingin pada sistem pengkondisian udara mobil telah memenuhi kelayakan awal sebagai media pembelajaran. Hal ini ditunjukkan oleh validasi materi sebesar 80,00% dan validasi media sebesar 81,67%, yang keduanya berada pada kategori sangat valid. Temuan pada Tabel 3 menegaskan bahwa video yang dikembangkan telah memenuhi dua aspek penting, yaitu kesesuaian isi dan kelayakan penyajian media. Validitas materi menunjukkan bahwa prosedur pengisian fluida pendingin telah disusun sesuai kebutuhan pembelajaran, sedangkan validitas media menunjukkan bahwa tampilan, audio, *subtitle*, dan alur penyajian telah mendukung fungsi video sebagai media pembelajaran. Hasil ini sejalan dengan penelitian pengembangan video pembelajaran pada bidang otomotif dan teknologi pengkondisian udara yang menunjukkan bahwa video dinilai layak ketika materi, visual, dan urutan demonstrasi disusun secara sistematis [14]–[16], [20].

Struktur video pada Tabel 2 juga menunjukkan bahwa media disusun secara bertahap, mulai dari pembukaan, pengenalan sistem AC mobil, pengenalan fluida pendingin, persiapan pengisian, proses pengisian, tips perawatan, hingga penutup. Susunan ini penting karena materi pengisian fluida pendingin bersifat prosedural dan membutuhkan pemahaman terhadap urutan kerja, penggunaan alat, serta penerapan keselamatan kerja. Dalam konteks

pembelajaran prosedural, video yang baik perlu menampilkan demonstrasi yang jelas, tersegmentasi, dan mudah diikuti oleh pengguna. Hal ini didukung oleh penelitian tentang desain video pembelajaran yang menekankan pentingnya alur, segmentasi, narasi, dan scaffolding agar pengguna dapat mengikuti proses belajar secara mandiri [17], [21], [22]. Dengan demikian, validitas video dalam penelitian ini dapat dipahami sebagai hasil dari desain media yang tidak hanya menampilkan informasi, tetapi juga menyusun prosedur kerja secara runtut dan terarah.

Hasil praktikalitas pada [Tabel 4](#) menunjukkan bahwa video pembelajaran memperoleh skor 5,321 dari 6, rata-rata 4,43, dan persentase 88,68% dengan kategori sangat praktis. Sebaran data pada [Gambar 2](#) juga memperlihatkan bahwa sebagian besar mahasiswa memberikan penilaian tinggi terhadap media yang dikembangkan. Temuan ini menunjukkan bahwa video mudah digunakan, mudah dipahami, dan dinilai bermanfaat oleh mahasiswa sebagai media pendukung pembelajaran. Kepraktisan yang tinggi dapat dikaitkan dengan karakter video yang memungkinkan mahasiswa melihat prosedur secara langsung, mengulang materi sesuai kebutuhan, dan memahami tahapan kerja sebelum praktik. Penelitian di bidang pendidikan teknik juga menunjukkan bahwa pelatihan berbasis video dapat membantu pengembangan keterampilan praktik dan meningkatkan pengalaman belajar ketika dipadukan dengan alat atau konteks kerja yang sesuai [23]. Namun, hasil ini tetap perlu ditafsirkan secara proporsional. Penelitian ini baru membuktikan bahwa video valid dan praktis, belum menguji efektivitasnya terhadap peningkatan hasil belajar melalui desain eksperimen.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan video pembelajaran yang dilengkapi *subtitle* dan peningkatan kualitas audio. Kedua aspek tersebut memberi nilai tambah karena materi pengisian fluida pendingin memuat istilah teknis dan instruksi prosedural yang perlu dipahami secara tepat. *Subtitle* membantu mahasiswa mengikuti narasi, sedangkan audio yang jelas membantu menjaga keutuhan informasi selama video diputar. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *subtitle* pada video pendidikan dapat membantu pemahaman, mengurangi hambatan penerimaan informasi, dan meningkatkan pengalaman belajar pengguna [24]. Oleh karena itu, implikasi penelitian ini adalah video pembelajaran dapat digunakan sebagai media pendukung sebelum praktik, saat penguatan materi, atau sebagai bahan belajar mandiri setelah perkuliahan. Video ini tidak menggantikan praktik langsung, tetapi dapat membantu mahasiswa membangun pemahaman awal yang lebih sistematis sebelum melakukan pengisian fluida pendingin pada sistem pengkondisian udara mobil [25].

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa video pembelajaran pengisian fluida pendingin pada sistem pengkondisian udara mobil berhasil dikembangkan menggunakan model 4-D melalui tahap *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Produk yang dikembangkan dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Teknologi Pengkondisian Udara. Kelayakan tersebut ditunjukkan oleh hasil validasi materi sebesar 80,00% dan validasi media sebesar 81,67% yang termasuk dalam kategori sangat valid, serta hasil praktikalitas sebesar 88,68% dengan rata-rata skor 4,43 yang termasuk dalam kategori sangat praktis. Temuan ini menegaskan bahwa tujuan penelitian telah tercapai, yaitu menghasilkan video pembelajaran yang valid dan praktis untuk membantu mahasiswa memahami prosedur pengisian fluida pendingin secara lebih sistematis, visual, dan mudah diakses kembali.

Saran

Berdasarkan temuan penelitian, video pembelajaran yang telah dikembangkan disarankan untuk digunakan sebagai media pendukung pada mata kuliah Teknologi Pengkondisian Udara, terutama sebelum kegiatan praktik agar mahasiswa memiliki gambaran awal tentang prosedur pengisian fluida pendingin, penggunaan alat, dan tahapan kerja yang benar. Dosen dapat mengintegrasikan video ini dalam pembelajaran teori maupun praktik untuk memperkuat pemahaman mahasiswa secara lebih terarah. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji efektivitas video pembelajaran terhadap hasil belajar, keterampilan praktik, dan retensi pemahaman mahasiswa melalui desain eksperimen atau quasi-eksperimen, serta mengembangkan media serupa pada materi otomotif lain yang juga membutuhkan demonstrasi prosedural.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] D. Sachelarie, G. Achitei, A. I. Munteanu, A. Sachelarie, A. I. Dontu, G. D. Tcaciuc, and A. Popescu, "Air Conditioning Systems in Vehicles: Approaches and Challenges," *Sustainability*, vol. 17, no. 12, Art. no. 5257, 2025, doi: 10.3390/su17125257.
- [2] R. Vernando, Andrizal, I. Y. Basri, and N. Hidayat, "Pengembangan Video Pembelajaran Mata Kuliah Teknologi Pengkondisian Udara di Laboratorium Departemen Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang," *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 2, no. 3, pp. 307–318, 2024, doi: 10.24036/jtpvi.v2i3.183.
- [3] E. Suherman, Andrizal, I. Y. Basri, and Rifdarmon, "Pengembangan Video Pembelajaran Peralatan Servis Pada Mata Kuliah Teknik Pengkondisian Udara di Departemen Teknik Otomotif," *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 2, no. 4, pp. 501–508, 2024, doi: 10.24036/jtpvi.v2i4.192.
- [4] A. Yunus, Andrizal, Rifdarmon, and H. D. Saputra, "Pengembangan Media Video Pembelajaran Cara Perawatan AC Mobil pada Mata Kuliah Teknik Pengkondisian Udara," *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 3, no. 2, pp. 689–698, 2025, doi: 10.24036/jtpvi.v3i2.255.
- [5] N. Hadi, H. D. Saputra, H. Maksun, I. Y. Basri, and S. D. Ramdani, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Aplikasi Android Mata Pelajaran Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif," *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 251–266, 2023, doi: 10.24036/jtpvi.v1i2.59.
- [6] S. Heikkinen, M. Saqr, J. Malmberg, and M. Tedre, "A longitudinal study of interplay between student engagement and self-regulation," *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 22, no. 1, Art. no. 21, 2025, doi: 10.1186/s41239-025-00523-3.
- [7] O. T. Adigun, N. Mpofo, and M. C. Maphalala, "Fostering self-directed learning in blended learning environments: A constructivist perspective in higher education," *Higher Education Quarterly*, vol. 79, no. 1, Art. no. e12572, 2025, doi: 10.1111/hequ.12572.
- [8] Asrowi, I. Maulana, M. K. Budiarto, and T. S. Qodr, "Assessing critical thinking skills in vocational school students during hybrid learning," *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, vol. 19, no. 1, pp. 232–240, 2025, doi: 10.11591/edulearn.v19i1.21754.
- [9] Q. Aini, S. R. Rindrayani, and I. S. Sujai, "Media Interaktif iSpring Suite 11 untuk Peningkatan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran," *Andragogi: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, vol. 5, no. 2, pp. 75–84, 2025, doi: 10.31538/adrg.v5i2.2288.
- [10] N. Nonthamand, "Designing the video-based learning environments using workflow and scaffolding to enhance self-instructional video production ability of pre-service teacher,"

- Contemporary Educational Technology*, vol. 16, no. 1, Art. no. ep492, 2024, doi: 10.30935/cedtech/14102.
- [11] W. S. Chan, J.-L. Kruger, and S. Doherty, "An investigation of *subtitles* as learning support in university education," *The Journal of Specialised Translation*, no. 38, pp. 155–179, 2022, doi: 10.26034/cm.jostrans.2022.087.
- [12] S. Chen, "Effects of *subtitles* on vocabulary learning through videos: An exploration across different learner types," *The Journal of Specialised Translation*, no. 42, pp. 257–276, 2024, doi: 10.26034/cm.jostrans.2024.5992.
- [13] S. Malakul and I. Park, "The effects of using an auto-*subtitle* system in educational videos to facilitate learning for secondary school students: learning comprehension, cognitive load, and satisfaction," *Smart Learning Environments*, vol. 10, no. 1, Art. no. 4, 2023, doi: 10.1186/s40561-023-00224-2.
- [14] R. Rizal, Ganefri, and Ambiyar, "Developing a project-based learning-based e-module to enhance critical thinking skills on vocational students," *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*, vol. 7, no. 3, pp. 213–228, 2024, doi: 10.24036/jptk.v7i3.37923.
- [15] Z. Zulbaidah, A. Faridah, W. Nelmira, and R. Darni, "Development of concept-based video tutorial learning media for basic clothing patternmaking skills," *JPPI: Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia*, vol. 11, no. 3, pp. 425–431, 2025, doi: 10.29210/020256475.
- [16] D. Indra, Andrizar, N. Hidayat, and Wakhinuddin, "Pengembangan Media Video Pembelajaran Tentang Cara Kerja AC Mobil Pada Mata Kuliah Teknik Pengkondisian Udara," *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 3, no. 1, pp. 547–556, 2024, doi: 10.24036/jtpvi.v3i1.260.
- [17] K. Ackermans, B. B. de Koning, and H. Jarodzka, "Instructional videos and deeper processing: Insights and applications," *Learning and Instruction*, vol. 98, Art. no. 102137, 2025, doi: 10.1016/j.learninstruc.2025.102137.
- [18] A. Prayudi, Supriyaddin, Burhanuddin, Akhirwan, and A. Rasul, "Development of Learning Object Materials for Multimedia Learning Integrated with Dompu Local Wisdom for Students," *Journal of Educational Sciences*, vol. 9, no. 5, pp. 3922–3934, 2025, doi: 10.31258/jes.9.5.p.3922-3934.
- [19] M. Z. Ansori, D. Faiza, Thamrin, and Efrizon, "Development of Digital Circuits Learning Media Using Articulate Storyline with the 4D Model," *Journal of Hypermedia & Technology-Enhanced Learning*, vol. 2, no. 3, pp. 338–351, 2024, doi: 10.58536/j-hytel.v2i3.145.
- [20] M. Luthfi, Andrizar, M. Nasir, and N. Hidayat, "Pengembangan Video Pembelajaran Sistem Pendingin Pada Mata Pelajaran Perawatan Mesin Sepeda Motor Kelas XI TSM di SMKN 1 Bukittinggi," *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 2, no. 1, pp. 109–118, 2023, doi: 10.24036/jtpvi.v2i1.93.
- [21] K. Srinivasa, A. Charlton, F. Moir, and F. Goodyear-Smith, "How to Develop an Online Video for Teaching Health Procedural Skills: Tutorial for Health Educators New to Video Production," *JMIR Medical Education*, vol. 10, Art. no. e51740, 2024, doi: 10.2196/51740.
- [22] P. Ayres and K. Ackermans, "Some do's and don'ts of Educational Videos," *Learning and Instruction*, vol. 96, Art. no. 102077, 2025, doi: 10.1016/j.learninstruc.2024.102077.
- [23] C. D. Resendiz-Calderón, L. I. Farfan-Cabrera, I. O. Cazares-Ramírez, P. Nájera-García, and K. Okoye, "Assessing benefits of computer-based video training and tools on learning outcomes and motivation in mechanical engineering education: digitalized intervention and approach," *Frontiers in Education*, vol. 9, Art. no. 1292405, 2024, doi: 10.3389/feduc.2024.1292405.
- [24] G. Matthew, "The effect of *subtitle* format on cognitive load and comprehension: An eye-tracking study," *Technology, Pedagogy and Education*, vol. 34, no. 3, pp. 239–255, 2025, doi: 10.1080/1475939X.2024.2433259.

- [25] F. Shao, L. Tang, and H. Zhang, "Video watching and hands-on experiments to learn science: what can each uniquely contribute?," *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, vol. 6, Art. no. 17, 2024, doi: 10.1186/s43031-024-00103-x.