

# Pengembangan Sistem Berbasis Video dan Qr Code untuk SOP Pengoperasian Peralatan Personel Arff di Bandara Internasional I

Gusti Ngurah Rai Bali

Dewa Putu Arcelino Anggrean<sup>1</sup>, Dhian Supardam<sup>2</sup>, Alwazir Abdusshomad<sup>3</sup>

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

Email : <sup>1</sup>[arselratulangi@gmail.com](mailto:arselratulangi@gmail.com), <sup>2</sup>[dhian.supardam@ppicurug.ac.id](mailto:dhian.supardam@ppicurug.ac.id), <sup>3</sup>[alwazir@ppicurug.ac.id](mailto:alwazir@ppicurug.ac.id)

## ARTICLE INFO

### Article history:

Received: 01 Juni 2025

Revised: 23 Juli 2025

Accepted: 28 Juli 2025

### Keywords:

Training System

Instructional Video

QR Code

ARFF

### Published by

Impressio : Jurnal Teknologi dan Informatika

Copyright © 2025 by the Author(s) | This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



## ABSTRACT

Pelatihan bagi personel ARFF (Aircraft Rescue and Fire Fighting) merupakan kegiatan vital untuk menjamin kesiapan dan keselamatan operasional di lingkungan bandar udara. Namun, keterbatasan jadwal pelatihan dan tingginya jumlah jenis peralatan operasional menciptakan kebutuhan akan media pembelajaran tambahan yang fleksibel dan mudah diakses. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pelatihan berbasis video dan QR Code sebagai alat belajar mandiri untuk meningkatkan pemahaman dan kesiapan personel dalam situasi darurat. Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Sistem ini menyediakan video instruksional untuk prosedur operasi (SOP), yang dapat diakses melalui QR Code yang langsung ditempatkan pada setiap peralatan. Uji coba yang dilakukan terhadap 19 personel menunjukkan bahwa sistem ini layak dan efektif, dengan kepuasan yang tinggi terkait aksesibilitas, kejelasan konten, dan kontribusinya terhadap kesiapan operasional. Penelitian ini merekomendasikan implementasi yang lebih luas dan pengembangan fitur interaktif untuk penelitian mendatang.

*Training for ARFF (Aircraft Rescue and Fire Fighting) personnel is a vital activity to ensure readiness and operational safety within the airport environment. However, limited training schedules and the high number of operational equipment types create a need for additional learning media that is flexible and easily accessible. This study aims to design and develop a video and QR Code-based training system as a self-learning tool to improve personnel understanding and readiness in emergency situations. The research uses a Research and Development (R&D) approach with the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). The system provides instructional videos for operating procedures (SOPs), accessible via QR Codes directly placed on each equipment. Trials conducted with 19 personnel showed that the system is feasible and effective, with high satisfaction regarding accessibility, clarity of content, and its contribution to operational readiness. This study recommends broader implementation and the development of interactive features for future research.*

### Corresponding Author:

Dewa Putu Arcelino Anggrean

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

## PENDAHULUAN

Bandara merupakan infrastruktur strategis dalam sistem transportasi udara yang memiliki peran vital dalam menunjang konektivitas wilayah dan pertumbuhan ekonomi nasional. Keandalan operasional bandara tidak hanya bergantung pada ketersediaan fasilitas fisik semata, tetapi juga pada kesiapsiagaan sumber daya manusia di dalamnya, khususnya personel Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK). Dalam situasi darurat, personel PKP-PK bertindak sebagai garda

terdepan yang menjamin keselamatan penumpang, awak pesawat, serta infrastruktur penerbangan (Hidayatullah, 2024).

Pelatihan terhadap personel PKP-PK secara konvensional masih menghadapi sejumlah kendala, seperti keterbatasan waktu, kesenjangan antar jadwal pelatihan ulang (refreshment), dan kurangnya media bantu pembelajaran yang fleksibel. Berdasarkan observasi awal dan wawancara dengan personel di Bandara I Gusti Ngurah Rai Bali, diketahui bahwa mayoritas personel mengalami kesulitan dalam mengingat prosedur pengoperasian alat apabila tidak mendapatkan pelatihan rutin dalam rentang waktu enam bulan. Hal ini menunjukkan perlunya solusi pelatihan alternatif yang adaptif dan dapat diakses secara mandiri.

Pada saat menjawab tantangan tersebut, pengembangan sistem pelatihan berbasis video dan QR Code menawarkan pendekatan baru yang lebih fleksibel, visual, dan sesuai dengan dinamika kerja personel di lapangan. Sistem ini memungkinkan penyampaian prosedur operasional standar (SOP) melalui media audio-visual yang dapat diakses secara instan dengan hanya memindai QR Code yang terpasang pada alat terkait. Teknologi ini telah terbukti meningkatkan efisiensi transfer pengetahuan di berbagai sektor pendidikan dan industri.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan efektivitas media pembelajaran digital. Misalnya, (Jiang et al., 2018) mengembangkan pelatihan pemadam kebakaran berbasis Virtual Reality (VR), sementara (Desyanti et al., 2022) mengembangkan video animasi untuk meningkatkan pemahaman K3 di laboratorium. Namun, penelitian-penelitian tersebut belum secara spesifik membahas integrasi video dan QR Code untuk pengoperasian peralatan personel ARFF di lingkungan bandara. Dengan demikian, terdapat celah riset yang signifikan dan membuka ruang untuk inovasi berbasis kebutuhan nyata di lapangan.

Kebaruan ilmiah dalam penelitian ini terletak pada pengembangan sistem pelatihan berbasis video dan QR Code yang secara langsung terintegrasi dengan peralatan operasional PKP-PK di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali. Sistem ini tidak hanya memberikan solusi pelatihan alternatif, tetapi juga meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pembelajaran prosedural teknis. Penelitian ini mengusung pendekatan yang lebih aplikatif, realistis, dan berorientasi pada peningkatan performa kerja personel.

Permasalahan utama yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang sistem pelatihan video dan QR Code yang efektif dan sesuai dengan kebutuhan personel ARFF, serta bagaimana mengukur tingkat kelayakan dan efektivitas sistem tersebut dalam meningkatkan pemahaman dan kesiapan operasional personel. Di samping itu, ditelusuri pula apakah implementasi sistem ini benar-benar dapat menjadi solusi yang menjawab tantangan pelatihan konvensional (Wulandari et al., 2023). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengembangkan sistem pelatihan berbasis video dan QR Code yang efektif dan dapat diimplementasikan di lingkungan operasional ARFF Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengukur kelayakan dan efektivitas sistem sebagai media pembelajaran mandiri, serta memberikan kontribusi terhadap inovasi metode pelatihan dalam sektor keselamatan penerbangan di Indonesia.

## URAIAN TEORI

### Keselamatan Penerbangan

Keselamatan penerbangan merupakan unsur esensial dalam transportasi udara yang diatur dalam Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009. Aspek ini mencakup operasi bandara, navigasi penerbangan, dan kesiapan sumber daya manusia. Keandalan personel, terutama unit ARFF (Aircraft Rescue and Fire Fighting), sangat krusial dalam menjamin keamanan operasional bandara (Hasibuan et al., 2024). Maka, sistem pelatihan yang andal dan adaptif terhadap kebutuhan personel menjadi penting.

### Fire Station dan Fungsi Strategis PKP-PK

Fire Station adalah pusat operasional PKP-PK yang penempatannya ditentukan berdasarkan waktu tanggap darurat. Menurut KP.14 Tahun 2015, Fire Station harus mampu menjamin kesiapan personel, penyimpanan peralatan, dan sistem komunikasi darurat. Oleh karena itu, pengembangan SOP

dan sistem pelatihan berbasis teknologi menjadi penting untuk mendukung operasional harian dan kedaruratan.

### **Teknologi Video Pembelajaran**

Video pembelajaran merupakan media visual-audio yang efektif dalam menyampaikan prosedur teknis dan prosedural. Keunggulan video terletak pada kemampuannya memvisualisasikan langkah operasional secara sistematis dan nyata, sehingga meningkatkan pemahaman serta retensi informasi. Video pembelajaran memberikan gambaran nyata mengenai prosedur operasional peralatan, termasuk langkah-langkah teknis yang sulit divisualisasikan melalui teks atau ceramah. Secara kognitif, ini mendukung dual coding theory (Paivio), di mana informasi diterima dan diproses secara simultan dalam bentuk visual dan verbal. Hal ini menciptakan dua jalur memori yang memperkuat retensi, karena otak dapat mengingat informasi baik melalui gambar bergerak maupun narasi audio. Menurut (DODY ALFAYED, 2022), media ini dapat menyampaikan pesan-pesan pembelajaran yang kompleks secara ringkas dan interaktif. Menurut (Mayer, 2005) Teori Pembelajaran Multimedia Kognitif (*Cognitive Theory of Multimedia Learning*) yang dikembangkan merupakan salah satu kerangka teoretis paling relevan dalam menjelaskan bagaimana individu belajar secara efektif melalui media gabungan teks, gambar, dan suara. Dalam konteks pelatihan berbasis video dan QR Code bagi personel ARFF, teori ini menjelaskan mengapa penyampaian prosedur teknis melalui video menjadi lebih efektif dibandingkan metode teks atau ceramah semata. Ketika video menampilkan demonstrasi penggunaan alat (saluran visual) dan disertai narasi atau penjelasan verbal (saluran auditori), peserta pelatihan secara bersamaan membangun *mental model* dari prosedur tersebut. Hal ini mendukung *generative processing*, yakni proses pembentukan pemahaman yang bermakna. Secara keseluruhan, video pembelajaran bekerja dengan mengaktifkan berbagai jalur kognitif: visual, auditori, dan pengalaman simulatif. Dalam penelitian ini, 90% personel menyatakan bahwa video membantu mereka memahami materi lebih baik dibanding metode konvensional. Dengan demikian, video bukan hanya alat bantu belajar, tetapi merupakan media yang *secara neurologis dan psikologis* lebih efektif dalam menyimpan informasi ke dalam memori jangka panjang, terutama untuk pembelajaran prosedural yang bersifat teknis.

### **Pemanfaatan QR Code**

QR Code adalah teknologi barcode dua dimensi yang memungkinkan akses cepat terhadap informasi digital seperti tautan video atau dokumen SOP. Dalam konteks pelatihan personel ARFF, QR Code ditempatkan langsung pada alat, sehingga personel dapat mengakses video SOP hanya dengan satu kali pemindaian. Penelitian sebelumnya oleh (Asnur, 2018) dan (Subhan Perbawa, 2023) menunjukkan bahwa penggunaan QR Code dalam dunia pendidikan meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembelajaran mandiri. Hasil dari pemanfaatan QR Code yaitu (1) QR Code memungkinkan personel belajar secara mandiri kapan saja dan di mana saja. Hal ini mengatasi keterbatasan pelatihan tatap muka dan memperkuat penyegaran materi, terutama dalam jangka waktu 6 bulan tanpa pelatihan ulang. (2) Efisiensi akses dan pengurangan waktu pencarian materi. Akses langsung ke video SOP yang spesifik untuk tiap peralatan melalui QR Code menghemat waktu karena personel tidak perlu mencari manual atau bertanya kepada atasan. (3) Inklusivitas media belajar. Sistem ini dapat diakses oleh personel dari berbagai latar belakang pendidikan, menjadikan QR Code sebagai sarana pelatihan yang inklusif dan tidak membatasi berdasarkan level literasi teknologi atau akademik.

Pada penelitian (Nishom et al., 2023) Pengenalan teknologi di era disrupsi digital sangat diperlukan, terutama kepada siswa atau masyarakat yang tinggal di wilayah perdesaan atau terpencil karena dapat mengurangi disparitas knowledge yang dimiliki. Metode yang dipakai pada penelitian tersebut yaitu Ceramah, pelatihan, dan pendampingan berbasis cooperative learning. Hasil dari penelitian ini yaitu Peningkatan pemahaman QR Code sebesar 90%. 86.7% peserta berhasil membuat dan mengimplementasikan QR Code. Penerapan presensi QR Code sangat membantu evaluasi kehadiran. Kelemahan dari penelitian tersebut yaitu mayoritas peserta tidak memiliki smartphone, sehingga pelatihan harus bergiliran dengan alat scanner. Keterbatasan waktu pelatihan, pelatihan yang dilakukan

hanya dua hari, tidak cukup untuk eksplorasi lanjutan. Hanya dilakukan pada satu sekolah di lingkungan pondok pesantren.

### **Kajian Penelitian Terdahulu**

Beberapa studi sebelumnya turut memperkuat landasan penelitian ini (Jiang et al., 2018) mengembangkan sistem pelatihan pemadam kebakaran berbasis VR (Virtual Reality), namun pendekatannya memiliki biaya tinggi dan kebutuhan perangkat khusus. (Desyanti et al., 2022) mengembangkan video animasi 2D untuk pelatihan K3 di laboratorium, menunjukkan efektivitas media visual dalam meningkatkan pemahaman SOP. (Lorentza et al., 2021) mengembangkan sistem ujian daring berbasis website untuk personel komunikasi penerbangan, yang menunjukkan efektivitas pelatihan berbasis teknologi digital. Ketiga penelitian ini menegaskan bahwa pelatihan berbasis media digital terbukti mampu meningkatkan pemahaman dan kesiapan personel di berbagai sektor, termasuk penerbangan dan keselamatan kerja. (Tommy et al., 2024) mengembangkan upaya pengenalan dan penerapan teknologi QR Code dalam sistem absensi digital di SMA Nur Azizi, Tanjung Morawa. Kegiatan ini dilaksanakan untuk mengatasi kekurangan pemahaman siswa terhadap manfaat dan penggunaan QR Code dalam konteks pendidikan dan administrasi sekolah. (Syukri, n.d.) memfokuskan pada penerapan teori Cognitive Load (CLT) dalam desain pembelajaran berbasis multimedia. Penelitian ini menegaskan bahwa pengelolaan beban kognitif sangat penting agar proses belajar dapat berlangsung secara efektif dan efisien. (Hardianti & Dwiridotjahjono, 2023) Memfokuskan Implementasi pembelajaran dalam mengembangkan digital skill melalui program Studi Independen RevoU Tech Academy membuat mahasiswa mendapatkan pengetahuan secara teoritis serta melalui praktik langsung sesuai dengan output pembelajaran pada setiap bidang. Pembelajaran yang diterapkan memberi pemahaman kepada peserta mengenai keempat bidang besar tersebut secara umum beserta komponennya sehingga dapat menjadi gambaran dan dasar dalam mempersiapkan karier yang akan ditempuh di masa depan terutama pada industri digital.

### **Teknologi Video Pembelajaran**

Video pembelajaran merupakan media visual-audio yang efektif dalam menyampaikan prosedur teknis dan prosedural. Keunggulan video terletak pada kemampuannya memvisualisasikan langkah operasional secara sistematis dan nyata, sehingga meningkatkan pemahaman serta retensi informasi. Video pembelajaran memberikan gambaran nyata mengenai prosedur operasional peralatan, termasuk langkah-langkah teknis yang sulit divisualisasikan melalui teks atau ceramah. Secara kognitif, ini mendukung dual coding theory (Paivio), di mana informasi diterima dan diproses secara simultan dalam bentuk visual dan verbal. Hal ini menciptakan dua jalur memori yang memperkuat retensi, karena otak dapat mengingat informasi baik melalui gambar bergerak maupun narasi audio. Menurut (DODY ALFAYED, 2022), media ini dapat menyampaikan pesan-pesan pembelajaran yang kompleks secara ringkas dan interaktif. Menurut (Mayer, 2005) Teori Pembelajaran Multimedia Kognitif (*Cognitive Theory of Multimedia Learning*) yang dikembangkan merupakan salah satu kerangka teoretis paling relevan dalam menjelaskan bagaimana individu belajar secara efektif melalui media gabungan teks, gambar, dan suara. Dalam konteks pelatihan berbasis video dan QR Code bagi personel ARFF, teori ini menjelaskan mengapa penyampaian prosedur teknis melalui video menjadi lebih efektif dibandingkan metode teks atau ceramah semata. Ketika video menampilkan demonstrasi penggunaan alat (saluran visual) dan disertai narasi atau penjelasan verbal (saluran auditori), peserta pelatihan secara bersamaan membangun *mental model* dari prosedur tersebut. Hal ini mendukung *generative processing*, yakni proses pembentukan pemahaman yang bermakna. Secara keseluruhan, video pembelajaran bekerja dengan mengaktifkan berbagai jalur kognitif: visual, auditori, dan pengalaman simulatif. Dalam penelitian ini, 90% personel menyatakan bahwa video membantu mereka memahami materi lebih baik dibanding metode konvensional. Dengan demikian, video bukan hanya alat bantu belajar, tetapi merupakan media yang

*secara neurologis dan psikologis* lebih efektif dalam menyimpan informasi ke dalam memori jangka panjang, terutama untuk pembelajaran prosedural yang bersifat teknis.

### **Pemanfaatan QR Code**

QR Code adalah teknologi barcode dua dimensi yang memungkinkan akses cepat terhadap informasi digital seperti tautan video atau dokumen SOP. Dalam konteks pelatihan personel ARFF, QR Code ditempatkan langsung pada alat, sehingga personel dapat mengakses video SOP hanya dengan satu kali pemindaian. Penelitian sebelumnya oleh (Asnur, 2018) dan (Subhan Perbawa, 2023) menunjukkan bahwa penggunaan QR Code dalam dunia pendidikan meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembelajaran mandiri. Hasil dari pemanfaatan QR Code yaitu (1) QR Code memungkinkan personel belajar secara mandiri kapan saja dan di mana saja. Hal ini mengatasi keterbatasan pelatihan tatap muka dan memperkuat penyegaran materi, terutama dalam jangka waktu 6 bulan tanpa pelatihan ulang. (2) Efisiensi akses dan pengurangan waktu pencarian materi. Akses langsung ke video SOP yang spesifik untuk tiap peralatan melalui QR Code menghemat waktu karena personel tidak perlu mencari manual atau bertanya kepada atasan. (3) Inklusivitas media belajar. Sistem ini dapat diakses oleh personel dari berbagai latar belakang pendidikan, menjadikan QR Code sebagai sarana pelatihan yang inklusif dan tidak membatasi berdasarkan level literasi teknologi atau akademik.

Pada penelitian (Nishom et al., 2023) Pengenalan teknologi di era disrupsi digital sangat diperlukan, terutama kepada siswa atau masyarakat yang tinggal di wilayah perdesaan atau terpencil karna dapat mengurangi disparitas knowledge yang dimiliki. Metode yang dipakai pada penelitian tersebut yaitu Ceramah, pelatihan, dan pendampingan berbasis cooperative learning. Hasil dari penelitian ini yaitu Peningkatan pemahaman QR Code sebesar 90%. 86.7% peserta berhasil membuat dan mengimplementasikan QR Code. Penerapan presensi QR Code sangat membantu evaluasi kehadiran. Kelemahan dari penelitain tersebut yaitu mayoritas peserta tidak memiliki smartphone, sehingga pelatihan harus bergiliran dengan alat scanner. Keterbatasan waktu pelatihan, pelatihan yang dilakukan hanya dua hari, tidak cukup untuk eksplorasi lanjutan. Hanya dilakukan pada satu sekolah di lingkungan pondok pesantren.

### **Kajian Penelitian Terdahulu**

Beberapa studi sebelumnya turut memperkuat landasan penelitian ini (Jiang et al., 2018) mengembangkan sistem pelatihan pemadam kebakaran berbasis VR (Virtual Reality), namun pendekatannya memiliki biaya tinggi dan kebutuhan perangkat khusus. (Desyanti et al., 2022) mengembangkan video animasi 2D untuk pelatihan K3 di laboratorium, menunjukkan efektivitas media visual dalam meningkatkan pemahaman SOP. (Lorentza et al., 2021) mengembangkan sistem ujian daring berbasis website untuk personel komunikasi penerbangan, yang menunjukkan efektivitas pelatihan berbasis teknologi digital Ketiga penelitian ini menegaskan bahwa pelatihan berbasis media digital terbukti mampu meningkatkan pemahaman dan kesiapan personel di berbagai sektor, termasuk penerbangan dan keselamatan kerja. (Tommy et al., 2024) mengembangkan upaya pengenalan dan penerapan teknologi QR Code dalam sistem absensi digital di SMA Nur Azizi, Tanjung Morawa. Kegiatan ini dilaksanakan untuk mengatasi kekurangan pemahaman siswa terhadap manfaat dan penggunaan QR Code dalam konteks pendidikan dan administrasi sekolah. (Syukri, n.d.) memfokuskan pada penerapan teori Cognitive Load (CLT) dalam desain pembelajaran berbasis multimedia. Penelitian ini menegaskan bahwa pengelolaan beban kognitif sangat penting agar proses belajar dapat berlangsung secara efektif dan efisien. (Hardianti & Dwiridotjahjono, 2023) Memfokuskan Implementasi pembelajaran dalam mengembangkan digital skill melalui program Studi Independen RevoU Tech Academy membuat mahasiswa mendapatkan pengetahuan secara teoritis serta melalui praktik langsung sesuai dengan output pembelajaran pada setiap bidang. Pembelajaran yang diterapkan memberi pemahaman kepada peserta mengenai keempat bidang besar tersebut secara umum beserta komponennya sehingga dapat menjadi gambaran dan dasar dalam mempersiapkan karier yang akan ditempuh di masa depan terutama pada industri digital.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah metode Research and Development (R&D) dengan pendekatan model ADDIE, yang mencakup lima tahap pengembangan, yaitu: Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation. Pemilihan model ini bertujuan untuk menghasilkan produk pelatihan yang sistematis, terstruktur, dan dapat diuji efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman personel ARFF terhadap SOP pengoperasian peralatan. Model ini dinilai cocok untuk pengembangan sistem pelatihan berbasis teknologi karena mengintegrasikan proses analisis kebutuhan, perancangan konten, pengembangan media, penerapan di lapangan, serta evaluasi yang menyeluruh.

Subjek penelitian dalam pengembangan sistem ini adalah 19 personel Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK) yang bertugas di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali. Mereka dipilih secara purposive karena dianggap memahami fenomena yang diteliti dan merupakan pengguna langsung dari sistem pelatihan yang dikembangkan. Selain itu, juga melibatkan Kepala Unit ARFF sebagai narasumber dalam tahap analisis kebutuhan. Keterlibatan langsung personel operasional memastikan bahwa sistem yang dikembangkan sesuai dengan kondisi dan kebutuhan nyata di lapangan.

Instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data meliputi wawancara, kuesioner, dan observasi. Wawancara dilakukan secara mendalam dengan pihak terkait guna memperoleh informasi mengenai kebutuhan pelatihan dan peralatan prioritas. Kuesioner digunakan untuk mengukur tingkat kepuasan dan efektivitas sistem yang dikembangkan dari sudut pandang pengguna. Observasi digunakan selama tahap uji coba lapangan untuk mencatat secara langsung proses interaksi personel dengan sistem pelatihan. Pada tahap pengujian, teknik yang digunakan untuk menguji keefektifan sistem pelatihan berbasis video dan QR Code adalah Uji Coba Lapangan dan Uji Kelayakan dengan menyebarkan kuesioner dan wawancara pada personel PKP-PK di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali. Uji coba lapangan akan dilakukan dengan melibatkan sekelompok personel PKP-PK di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana sistem pelatihan berbasis video dan QR Code dapat diterima oleh pengguna dan seberapa besar peningkatan keterampilan mereka setelah mengikuti pelatihan. Uji kelayakan dilakukan untuk menilai sejauh mana sistem pelatihan yang dikembangkan memenuhi kriteria teknis dan fungsional. Kelayakan sistem ini akan diukur melalui feedback dari para ahli dan pengembang sistem yang akan memvalidasi aspek kualitas materi dan tujuan, dan aspek bahasa dan penyampaian. Validitas instrumen diuji melalui tinjauan ahli, sedangkan reliabilitas kuesioner dinilai dengan melihat konsistensi jawaban responden terhadap indikator-indikator yang telah dirancang.

Prosedur pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahapan yang sesuai dengan siklus model ADDIE. Tahap pertama adalah analisis kebutuhan dengan melakukan studi lapangan, wawancara, dan analisis dokumen SOP. Tahap kedua adalah perancangan sistem pelatihan dalam bentuk video tutorial dan integrasi QR Code. Tahap ketiga adalah pengembangan, termasuk proses perekaman, penyuntingan video, pembuatan QR Code, serta penyimpanan materi di Google Drive. Tahap keempat yaitu implementasi dilakukan dengan melibatkan 19 personel dalam uji coba sistem. Pada tahap kelima, dilakukan evaluasi menyeluruh terhadap efektivitas sistem dengan menggunakan kuesioner dan wawancara lanjutan.

Data yang terkumpul dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif dari wawancara dan observasi dianalisis dengan cara reduksi, penyajian, dan penarikan kesimpulan. Sementara itu, data kuantitatif dari kuesioner diolah menggunakan skala Likert untuk mengetahui tingkat persepsi pengguna terhadap kemudahan penggunaan, kejelasan materi, efektivitas pelatihan, dan kepuasan umum terhadap sistem. Hasil analisis ini digunakan untuk menilai keberhasilan sistem serta memberikan

rekomendasi perbaikan untuk pengembangan lebih lanjut. Kombinasi analisis ini memungkinkan evaluasi yang komprehensif terhadap implementasi sistem pelatihan berbasis video dan QR Code di lingkungan operasional bandara.

### **Tahap Analisis**

Salah satu yang dibutuhkan oleh personel PKP-PK di bandara merupakan video tutorial teknik penggunaan peralatan, yang berfungsi sebagai panduan langkah demi langkah dalam pengoperasian alat dengan benar dan aman (Cahyadi, 2019). Video ini merupakan sarana penunjang yang dapat dengan mudah diakses dan dipahami oleh setiap personel PKP-PK. Dengan kriteria video yang harus menampilkan setiap tahapan penggunaan peralatan secara detail, sehingga personel dapat mengikuti instruksi dengan mudah. Narasi yang digunakan dalam video juga perlu disampaikan dengan bahasa yang sederhana dan jelas, tanpa istilah teknis yang terlalu rumit, agar dapat dipahami oleh seluruh personel, baik yang sudah berpengalaman maupun yang baru bergabung.

### **Tahap Desain**

Untuk merealisasikan sarana penyegaran materi pelatihan bagi personel PKP-PK di Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai, solusi berbasis video tutorial dan QR Code dikembangkan sebagai pendekatan inovatif. Agar personel PKP-PK dapat dengan mudah memahami video pelatihan, maka video harus memiliki beberapa karakteristik penting. Durasi optimal menjadi faktor utama, di mana video sebaiknya berdurasi 5 hingga 15 menit agar tidak terlalu panjang dan tetap fokus pada inti materi. Dengan penyusunan yang sistematis dan informatif, video ini diharapkan dapat menjadi sarana pembelajaran yang efektif bagi personel PKP-PK, membantu mereka memahami serta menguasai teknik penggunaan peralatan dengan lebih baik, sehingga dapat diterapkan dengan tepat dalam kondisi kerja sebenarnya.

### **Tahap Pengembangan**

Pada tahap ini, pastikan video direkam dengan kualitas tinggi agar materi yang disampaikan dapat lebih mudah dipahami oleh penonton. Salah satu faktor penting dalam perekaman adalah penggunaan sudut pengambilan gambar yang tepat. Close-up shot digunakan untuk menampilkan detail alat secara jelas, sehingga pengguna dapat memahami fitur dan cara kerja alat tersebut dengan lebih baik. Wide shot berfungsi untuk memperlihatkan keseluruhan proses dalam satu bingkai, memberikan gambaran yang lebih luas tentang penggunaan alat atau tahapan prosedur yang sedang dilakukan. Over the Shoulder shot digunakan untuk menunjukkan perspektif operator secara langsung, sehingga penonton dapat melihat langkah-langkah dari sudut pandang orang yang sedang mengoperasikan alat tersebut. Dengan kombinasi sudut pengambilan gambar yang baik, video tutorial dapat menjadi lebih informatif, menarik, dan mudah diikuti.

Setelah proses perekaman selesai, tahap selanjutnya adalah pengeditan video untuk memastikan hasil akhir yang lebih jelas, informatif, dan menarik. Pengeditan berperan penting dalam meningkatkan kualitas visual dan audio, menambahkan elemen pendukung, serta menyusun video agar lebih mudah dipahami (Kotimah, 2024). Langkah pertama dalam proses editing adalah memilih bagian video terbaik dari hasil rekaman. Buang bagian yang tidak diperlukan, seperti kesalahan dalam penyampaian atau adegan yang kurang jelas. Kemudian, susun klip sesuai urutan yang logis, mulai dari pendahuluan, demonstrasi, hingga kesimpulan, agar alur video tetap sistematis dan mudah diikuti.

Agar video Tutorial lebih nyaman dilihat dan mudah dipahami, penting untuk melakukan penyesuaian warna dan pencahayaan. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan visibilitas detail, menghindari tampilan yang terlalu gelap atau terang, serta membuat tampilan lebih menarik secara visual. Kemudian

penggunaan efek transisi dalam video berfungsi untuk memperlancar perpindahan antar klip sehingga tampilan lebih nyaman ditonton dan tidak terasa tiba-tiba. Transisi yang baik dapat membuat video lebih profesional dan meningkatkan pengalaman penonton dalam memahami materi.

Audio yang jernih dan seimbang sangat penting dalam video tutorial, terutama untuk memastikan bahwa narasi atau instruksi dapat didengar dengan jelas tanpa gangguan dari suara latar atau elemen audio lainnya. Jika suara terlalu pelan, informasi sulit dipahami, sedangkan jika terlalu keras, bisa mengganggu kenyamanan penonton. Oleh karena itu, perlu dilakukan penyesuaian audio agar kualitas suara optimal.

Agar video tutorial lebih menarik, informatif, dan mudah dipahami, diperlukan elemen visual tambahan yang dapat memperjelas instruksi serta meningkatkan daya tarik video. Elemen-elemen ini membantu memfokuskan perhatian penonton, mempermudah pemahaman konsep, dan menjadikan video lebih profesional. Berikut adalah beberapa elemen pendukung yang bisa ditambahkan: (1) Judul dan Teks Pendukung. Menambahkan teks pada bagian-bagian penting dalam video tutorial dapat meningkatkan efektivitas penyampaian informasi. Judul segmen memudahkan navigasi, petunjuk langkah-langkah membantu penonton mengikuti tutorial dengan lebih terstruktur, dan teks tambahan memperjelas poin-poin penting dalam video. Dengan desain teks yang jelas, ringkas, dan menarik, video tutorial akan lebih mudah dipahami dan dinikmati oleh penonton.

(2) Grafik dan Ilustrasi. Menggunakan panah, ikon, atau sorotan dalam video tutorial membantu menyorot bagian penting yang perlu diperhatikan oleh penonton. Panah dapat digunakan untuk menunjukkan tombol atau komponen tertentu, sementara ikon memberikan gambaran visual yang cepat dipahami. Highlight, seperti lingkaran berwarna atau efek cahaya, dapat menonjolkan area spesifik agar lebih jelas terlihat. Elemen-elemen ini memastikan informasi tersampaikan dengan lebih efektif tanpa mengganggu fokus utama video.

(3) Musik Latar (Opsional). Menambahkan musik latar dengan volume rendah dapat membuat video terasa lebih dinamis dan menarik tanpa mengalihkan perhatian dari isi utama. Musik yang lembut dan tidak mencolok membantu menjaga suasana tetap profesional serta mengurangi kesan monoton, terutama pada bagian video yang minim narasi. Namun, penting untuk memilih musik yang sesuai dan tidak terlalu berisik agar tidak mengganggu fokus pemirsa dalam memahami informasi yang disampaikan. Pastikan volume musik seimbang dengan suara narasi, sehingga keduanya tetap terdengar jelas tanpa saling menutupi.

Google Drive adalah layanan penyimpanan cloud yang disediakan oleh Google, memungkinkan pengguna untuk menyimpan, mengelola, dan berbagi berbagai jenis file secara online. Dengan Google Drive, pengguna dapat menyimpan dokumen, gambar, video, serta file lainnya, dan mengaksesnya kapan saja melalui berbagai perangkat seperti komputer, tablet, atau smartphone yang terhubung ke internet. Google Drive juga memiliki fitur kolaborasi yang memungkinkan beberapa pengguna untuk bekerja pada file yang sama secara bersamaan. Selain itu, layanan ini terintegrasi dengan berbagai aplikasi Google lainnya, seperti Google Docs, Google Sheets, dan Google Slides, sehingga memudahkan pengguna dalam membuat dan mengedit dokumen secara langsung. Dengan fitur keamanan yang baik dan kapasitas penyimpanan yang fleksibel, Google Drive menjadi solusi yang efektif untuk menyimpan dan berbagi file dengan mudah.

Untuk memudahkan akses materi pelatihan, setiap dokumen atau video tutorial dapat diberikan QR Code yang langsung terhubung ke folder atau file tertentu di Google Drive. Dengan adanya QR Code ini, personel dapat mengakses informasi yang dibutuhkan dengan lebih cepat dan efisien tanpa harus mencari file secara manual. QR Code tersebut dapat ditempatkan di berbagai lokasi strategis, seperti ruang istirahat, kendaraan pemadam, pos jaga, ruang briefing, serta pada peralatan khusus yang

digunakan dalam tugas operasional. Dengan begitu, personel hanya perlu memindainya menggunakan ponsel untuk langsung membuka materi yang relevan dengan tugas mereka.

Setiap QR Code akan dibuat secara unik untuk mengarahkan pengguna langsung ke video tutorial yang sesuai dengan peralatan yang sedang digunakan. Dengan sistem ini, setiap peralatan memiliki identitas QR Code tersendiri, sehingga memastikan bahwa video yang diputar selalu relevan dengan alat yang dimaksud. Hal ini mengurangi risiko kesalahan dalam mengakses materi pelatihan dan memastikan personel mendapatkan informasi yang akurat sesuai kebutuhan mereka. Selain itu, QR Code memungkinkan akses cepat dan praktis tanpa harus mencari video secara manual, sehingga mempercepat proses pelatihan dan meningkatkan efisiensi dalam memahami penggunaan peralatan.

Selain mempermudah akses informasi, penggunaan QR Code juga mendukung efektivitas pelatihan dengan memastikan bahwa personel dapat melakukan penyegaran materi secara mandiri kapan saja dan di mana saja. Dengan kemudahan ini, materi seperti prosedur keselamatan, teknik pemadaman kebakaran, atau cara penggunaan peralatan penyelamatan dapat dipelajari kembali dengan lebih praktis. Fitur ini sangat membantu dalam meningkatkan kesiapan dan pemahaman personel terhadap berbagai prosedur yang diperlukan dalam menjalankan tugas mereka.

### **Tahap Implementasi**

Implementasi QR-Code yang dipasang pada peralatan. Dengan memindai kode tersebut, pengguna dapat langsung mengakses video tutorial yang sesuai untuk memandu mereka dalam penggunaan alat secara efektif dan efisien. Fitur ini tidak hanya memudahkan pengguna dalam memahami cara kerja peralatan, selain itu, QR-Code dapat diperbarui secara dinamis, memungkinkan pembaruan informasi atau tutorial tanpa perlu mengubah fisik label pada peralatan.

Selanjutnya pada tahap implementasi, peneliti melakukan uji coba sistem pelatihan berbasis video dan QR Code dengan melibatkan 19 personel PKP-PK di Bandara I Gusti Ngurah Rai Bali. Implementasi diawali dengan sosialisasi yang mencakup penjelasan tentang tujuan sistem, manfaat penggunaan, serta demonstrasi cara mengakses materi pelatihan melalui pemindaian QR Code (Purwanto, n.d.). Peneliti membagikan panduan tertulis dan memberikan sesi pelatihan langsung untuk memastikan seluruh peserta memahami alur penggunaan sistem secara menyeluruh.

Proses implementasi dilakukan melalui tiga kegiatan utama: (1) penyampaian materi pengenalan sistem, (2) pelatihan praktis penggunaan fitur utama, dan (3) sesi tanya jawab untuk mengklarifikasi kesulitan yang dihadapi peserta. Selama pelatihan, personel PKP-PK diajak untuk memindai QR Code yang tersedia, kemudian mengikuti video tutorial SOP pengoperasian yang relevan. Peneliti juga memantau langsung proses penggunaan sistem untuk mencatat kendala teknis atau kesulitan pemahaman yang mungkin muncul di lapangan.

Selama masa implementasi, peneliti melakukan pendampingan intensif selama masa uji coba berlangsung untuk memastikan sistem dapat berfungsi optimal. Dukungan teknis diberikan melalui berbagai saluran komunikasi, termasuk grup diskusi online dan bantuan langsung di lokasi. Peneliti juga mengumpulkan feedback awal dari peserta mengenai kemudahan penggunaan, kejelasan materi, serta saran perbaikan. Data yang diperoleh dari tahap ini menjadi dasar untuk evaluasi efektivitas sistem sebelum dilakukan penerapan lebih luas.

### **Evaluasi**

Setelah melakukan implementasi, peneliti melanjutkan dengan tahap evaluasi melalui penyebaran kuesioner kepada 19 personel PKP-PK yang terlibat dalam uji coba sistem. Tingginya persentase (90%) personel yang merasa materi lebih mudah dipahami tidak hanya mengonfirmasi efektivitas media audio-visual, tetapi juga mengindikasikan bahwa metode ini berhasil mengatasi hambatan kognitif yang sering

muncul pada pelatihan berbasis teks. Visualisasi prosedur secara real-time memungkinkan personel membangun model mental yang lebih kuat tentang cara kerja alat, sebuah proses yang sulit dicapai melalui metode ceramah. Namun, perlu dianalisis lebih lanjut mengenai 10% responden sisanya. Wawancara lanjutan atau analisis data kuesioner bisa mengungkap apakah tantangan yang mereka hadapi terkait dengan preferensi gaya belajar yang berbeda atau faktor teknis seperti kualitas audio pada perangkat pribadi mereka.

Sebagai bagian dari evaluasi komprehensif, peneliti juga melakukan wawancara mendalam dengan I Nyoman Suparta selaku PGS OCHIEF Bandara I Gusti Ngurah Rai Bali. Beliau menyampaikan apresiasi terhadap sistem ini, dengan menekankan beberapa keunggulan utama: (1) kemudahan akses pembelajaran kapan saja dan dimana saja, (2) penyajian materi melalui format video (visual dan audio) yang lebih menarik dan mudah dipahami dibanding metode ceramah tradisional, serta (3) kemampuan sistem untuk menjangkau semua kalangan personel tanpa terkendala tingkat pendidikan. Menurutnya, pendekatan pembelajaran mandiri ini sangat sesuai dengan karakteristik pekerjaan personel PKP-PK yang membutuhkan pembaruan pengetahuan secara berkala.

Berdasarkan data kuantitatif dari kuesioner dan kualitatif dari wawancara, dapat disimpulkan bahwa sistem ini telah memenuhi tujuan pengembangan dalam meningkatkan efektivitas pelatihan. Secara khusus, sistem berhasil mengatasi tiga tantangan utama: (1) keterbatasan waktu pelatihan tatap muka, (2) kesulitan memahami materi teknis melalui metode konvensional, dan (3) kebutuhan akan pembaruan pengetahuan yang cepat dan akurat. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan: (1) penambahan konten video untuk lebih banyak peralatan, (2) pengembangan sistem evaluasi online terintegrasi, dan (3) perluasan penerapan ke seluruh personel PKP-PK di bandara lainnya. Kekurangan dan tantangan bagi sistem ini, yaitu: (1) Ketergantungan pada konektivitas; (2) Variasi gaya belajar; dan (3) Biaya dan waktu pengembangan awal. Akan tetapi, hasil evaluasi ini menunjukkan bahwa sistem memiliki potensi besar untuk diadopsi sebagai metode penyegaran pendukung bagi personel PKP-PK.

Berikut adalah hasil evaluasi sistem pelatihan berbasis video dan QR Code yang disusun sesuai dengan lima tahapan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation): (1) Analysis (Analisis). Pada tahap ini, peneliti melakukan identifikasi kebutuhan melalui wawancara dengan Kepala Unit ARFF dan 10 personel PKP-PK. Hasilnya menunjukkan bahwa sebagian besar personel merasa kesulitan mengingat prosedur penggunaan alat apabila tidak dilakukan pelatihan ulang dalam waktu 6 bulan. Selain itu, jumlah alat yang harus dikuasai cukup banyak, sementara jadwal pelatihan yang tersedia terbatas. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan akan media pelatihan tambahan yang fleksibel dan mudah diakses secara mandiri. Dengan temuan kunci: (1) Personel mengeluhkan keterbatasan pelatihan tatap muka; (2) Ada lebih dari 20 jenis alat operasional yang harus dikuasai; dan (3) Personel menginginkan media belajar tambahan yang bisa diakses kapan saja. (2) Design (Perancangan). Pada tahap desain, sistem dirancang dengan fokus pada kesederhanaan, efektivitas, dan kemudahan akses. Video tutorial dirancang berdurasi pendek (5-15 menit) dengan narasi yang mudah dipahami. Setiap alat diberi QR Code yang tertaut langsung ke video SOP masing-masing. Evaluasi: (1) Struktur video dirancang sistematis: pembukaan – demonstrasi – penutup; (2) Bahasa visual dan audio disederhanakan untuk semua tingkat personel; dan (3) User interface (UI) sistem dibuat sederhana agar dapat digunakan oleh personel dari berbagai latar belakang usia dan pendidikan. (3) Development (Pengembangan). Tahap ini melibatkan proses perekaman, penyuntingan video, serta pembuatan dan integrasi QR Code. Video menampilkan berbagai sudut pengambilan gambar (wide shot, close-up, over-the-shoulder) untuk memperjelas instruksi operasional alat. Evaluasi: (1) Video telah memenuhi standar resolusi tinggi, suara jernih, dan alur yang mudah dipahami; (2) Setiap QR Code telah

diuji untuk memastikan terhubung ke materi yang tepat; dan (3) Sistem penyimpanan menggunakan Google Drive yang praktis dan dapat diperbarui.

(4) Implementation (Implementasi). Sistem diuji coba kepada 19 personel PKP-PK di Bandara I Gusti Ngurah Rai Bali. Peneliti memberikan sosialisasi, panduan penggunaan, dan pendampingan langsung saat pemindaian QR Code dan penggunaan video tutorial. Hasil Implementasi: (1) 90% responden menyatakan video mudah dipahami dan membantu penyegaran materi; (2) Sistem dapat diakses tanpa hambatan teknis berarti; dan (3) QR Code berhasil mempercepat proses belajar mandiri di lapangan.

(5) Evaluation (Evaluasi). Evaluasi dilakukan melalui kuesioner dan wawancara. Hasil menunjukkan bahwa sistem ini dinilai sangat bermanfaat dan layak diimplementasikan secara luas. Hasil Evaluasi Akhir: (1) Kemudahan akses: 89% responden setuju atau sangat setuju; (2) Peningkatan pemahaman: 90% merasa lebih mudah memahami prosedur; dan (3) Kesiapan operasional meningkat, menurut hasil wawancara dengan pimpinan unit. Saran pengembangan lebih lanjut: perluasan jumlah video dan fitur evaluasi mandiri.

Meskipun hasil uji coba menunjukkan kelayakan yang sangat tinggi, penelitian ini dilakukan pada kelompok kecil personel ARFF di satu lokasi. Generalisasi hasil ini ke bandara lain memerlukan penelitian lebih lanjut. Selain itu, penelitian ini mengukur pemahaman dan kesiapan sesaat setelah penggunaan, bukan retensi pengetahuan dalam jangka panjang.

## PENUTUP

Dari pembahasan hasil sebelumnya dapat disimpulkan bahwa Sistem pelatihan berhasil dirancang dan dibangun dengan mengintegrasikan media video tutorial dan QR Code secara efektif. Setiap peralatan penting dalam operasional PKP-PK telah dipasang QR Code yang mengarahkan langsung ke video prosedur pengoperasian yang relevan. Proses pengembangan dilakukan melalui pendekatan model ADDIE, yang mencakup analisis kebutuhan, desain konten dan tampilan, pengembangan media, implementasi di lapangan, hingga evaluasi sistem. Hasilnya, sistem ini mampu menjawab kebutuhan personel akan pelatihan yang fleksibel, praktis, dan dapat diakses kapan pun serta di mana pun. Penggunaan sistem pelatihan berbasis video dan QR Code memberikan dampak positif terhadap peningkatan pemahaman personel PKP-PK. Sistem ini mampu mengatasi kendala keterbatasan waktu pelatihan dan membantu penyegaran materi secara mandiri, sehingga personel lebih siap dalam menghadapi situasi darurat. Melalui visualisasi prosedur yang nyata dan mudah diakses, personel menunjukkan peningkatan kepercayaan diri dan ketepatan dalam penggunaan alat. Pendekatan ini juga dinilai inklusif, karena dapat digunakan oleh seluruh personel tanpa terkendala latar belakang pendidikan atau pengalaman.

Terdapat beberapa batasan studi yang perlu dicermati. Pertama, jumlah sampel yang digunakan relatif kecil, yaitu hanya melibatkan 19 personel dari satu bandara, sehingga generalisasi temuan ke unit ARFF di bandara lain masih memerlukan validasi lanjutan melalui studi komparatif atau replikasi di lokasi berbeda. Kedua, efektivitas implementasi sistem sangat bergantung pada perangkat yang digunakan oleh personel, seperti kualitas kamera pemindai pada gawai serta stabilitas jaringan internet untuk mengakses video tutorial. Keterbatasan perangkat atau konektivitas dapat menghambat kelancaran pelatihan mandiri, terutama di area kerja yang memiliki sinyal lemah atau tidak terfasilitasi dengan baik secara digital. Ketiga, penggunaan QR Code sebagai penghubung utama ke materi pelatihan berisiko mengalami kendala implementasi di lingkungan bandara lain, terutama jika terdapat kebijakan internal atau protokol keamanan yang membatasi akses perangkat pribadi atau pemindaian kode dalam area tertentu. Oleh karena itu, penerapan sistem ini di lokasi berbeda perlu mempertimbangkan aspek regulasi dan kesiapan infrastruktur teknologi informasi masing-masing bandara.

## REFERENSI

- Asnur, M. N. A. (2018). Pemanfaatan QR-Code sebagai media pembelajaran bahasa asing pada perguruan tinggi di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Dies Natalis UNM Ke 57*, 253–260.
- Cahyadi, R. A. H. (2019). Pengembangan bahan ajar berbasis ADDIE model. *Halaqa: Islamic Education Journal*, 3(1), 35–42.
- Desyanti, D., Sari, F., & Fauzi, R. (2022). Video animasi 2D keselamatan dan kesehatan kerja pada laboratorium. *Informatika*, 13(2), 56–60.
- DODY ALFAYED, M. U. H. (2022). *ANALISIS STRATEGI PEMASARAN MASKAPAI LION AIR PADA MASA PANDEMI COVID-19 DI BANDAR UDARA SULTAN HASANUDDIN MAKASSAR. SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI KEDIRGANTARAAN YOGYAKARTA.*
- Hardianti, B. G. P., & Dwiridotjahjono, J. (2023). Implementasi Pembelajaran Daring Berbasis Project Dalam Pengembangan Digital Skill Melalui Program Studi Independen Di PT Revolusi Cita Edukasi. *ALKHIDMAH: Jurnal Pengabdian Dan Kemitraan Masyarakat*, 1(3), 12–21.
- Hasibuan, H., Ahmal, A., & Yuliantoro, Y. (2024). Penerapan Metode Debat untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Mata Pelajaran Sejarah Kelas X di SMA Negeri 3 Siak Hulu. *JlIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*. <https://doi.org/10.54371/jiip.v7i11.6213>
- Hidayatullah, D. S. (2024). Analisis Kinerja Personel Pertolongan Kecelakaan Penerbangan Dan Pemadam Kebakaran Dalam Mewujudkan Keselamatan Penerbangan Di Bandar Udara. *Jurnal Multidisiplin Indonesia*, 2(1), 11–21.
- Jiang, M., Zhou, G., & Zhang, Q. (2018). Fire-fighting training system based on virtual reality. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 170(4), 42113.
- Kotimah, E. K. (2024). Efektivitas Media Pembelajaran Audiovisual Berupa Video Animasi Berbasis Powtoon Dalam Pembelajaran Ipa. *Katera: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 1(1), 5–12.
- Lorentza, I. L., Hariyanto, D., & Puspitaningsih, R. (2021). PENGEMBANGAN FITUR VISUAL AUDIO, SIMULASI UJIAN DAN TAMPILAN WEBSITE PERFORMANCE CHECK BAGI PERSONEL AERONAUTICAL COMMUNICATION DI PERUM LPPNPI CABANG BALIKPAPAN. *Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)*, 5(2).
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, 41(1), 31–48.
- Nishom, M., Abidin, T., & Wiyono, S. (2023). Pemanfaatan teknologi QR-Code untuk presensi siswa di era disrupti digital. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 7(2), 1984–1992.
- Purwanto, H. (n.d.). Perancangan Aplikasi Absensi Pegawai Menggunakan QR Code Pada Bandara Halim Perdana Kusuma Jakarta Berbasis Mobile. *Perancangan Aplikasi Absensi Pegawai Menggunakan QR Code Pada Bandara Halim Perdana Kusuma Jakarta Berbasis Mobile.*
- Subhan Perbawa, T. (2023). *Pemanfaatan QR Code Dalam Pengembangan Sistem Informasi Kehadiran Guru Berbasis Web Di SMP Negeri 56 Palembang.* UNIVERSITAS BINA DARMA.
- Syukri, H. (n.d.). *PEMANFAATAN TEORI COGNITIVE LOAD DALAM DESAIN PEMBELAJARAN BERBASIS MULTIMEDIA.*
- Tommy, T., Khairani, M., Siregar, R., Lubis, I., Syahputri, N. I., Harahap, H., Elhanafi, A. M., & Irwan, D. (2024). Menggali potensi teknologi: Sosialisasi QR code dalam sistem absensi digital. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 2(4), 1155–1161.
- Wulandari, A. P., Salsabila, A. A., Cahyani, K., Nurazizah, T. S., & Ulfiah, Z. (2023). Pentingnya Media Pembelajaran dalam Proses Belajar Mengajar. *Journal on Education*, 5(2), 3928–3936. <https://doi.org/10.31004/joe.v5i2.1074>