Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
5 (2) 2025, Page: 15383-15390

Pengaruh Simulasi Virtual Berbasis Animasi terhadap Peningkatan Kesiapan ARFF dalam Table Top Exercise: Studi Kasus Bandara Ahmad Yani Semarang

Masrur Amprulloh[1*], Dwi Afriyanto[2], Alwazir Abdusshomad[3]
Politeknik Penerbangan Indonesia Curug[123]

Corresponding Author: masruramprulloh@gmail.com,dwi0464@yahoo.com,alwazir@ppicurug.ac.id

Published: July, 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas penggunaan simulasi virtual berbasis animasi terhadap peningkatan kesiapan personel Airport Rescue and Fire Fighting (ARFF) dalam pelaksanaan Table Top Exercise (TTX) di Bandara Ahmad Yani Semarang. Metode yang digunakan adalah quasi-experimental design dengan pendekatan pre-test dan post-test terhadap 43 responden ARFF. Instrumen penelitian berupa kuesioner tertutup berbasis skala Likert 4 poin yang mengukur tiga dimensi kesiapan: pengetahuan prosedural, keterampilan teknis, dan kematangan kerja. Data dianalisis menggunakan uji paired sample t-test melalui SPSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga dimensi kesiapan mengalami peningkatan signifikan secara statistik ($p < 0.05$), dengan peningkatan tertinggi pada aspek kematangan pengambilan keputusan. Simulasi animasi terbukti mampu meningkatkan pemahaman prosedural, respons teknis, serta ketepatan pengambilan keputusan. Temuan ini didukung oleh teori manajemen krisis dan dual coding theory yang menekankan pentingnya media visual interaktif dalam pelatihan berbasis situasi. Penelitian ini merekomendasikan integrasi simulasi animasi ke dalam modul resmi pelatihan ARFF sebagai metode yang efektif, efisien, dan aman.

Keywords: : simulasi virtual, animasi, ARFF, table top exercise, kesiapan personel

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Globalisasi dan kemajuan teknologi telah membawa dampak yang sangat besar terhadap berbagai aspek kehidupan manusia. Di Indonesia, transformasi teknologi telah memberikan kemudahan dalam komunikasi, akses informasi, serta efisiensi di berbagai sektor seperti pendidikan, transportasi, dan industri manufaktur (Clemment Marvello Fedihartono et al., 2023); (Danuri, 2019). (Iklima & Tania, 2024): Table Top Exercise sebagai metode pelatihan berbasis skenario darurat telah terbukti meningkatkan kesiapan tanggap siswa sekolah dasar dan dapat diterapkan secara kontekstual dalam lingkungan ARFF, Dalam industri penerbangan, kemajuan teknologi bukan hanya berperan sebagai pendukung layanan, tetapi menjadi pilar utama dalam sistem keselamatan dan kesiapsiagaan operasional bandara, terutama dalam menghadapi situasi darurat.

Peran bandara sebagai gerbang perekonomian nasional menjadikan setiap elemen di dalamnya dituntut untuk memiliki sistem respons darurat yang kuat dan efisien. Salah satu unit vital dalam struktur keselamatan bandara adalah Airport Rescue and Fire Fighting (ARFF) yang memiliki tugas utama menangani insiden seperti kecelakaan pesawat, kebakaran, dan bencana teknis lainnya. Pelatihan secara reguler menjadi kewajiban untuk menjamin kesiapan personel ARFF dalam menghadapi situasi kritis. Salah satu metode pelatihan yang telah diterapkan dalam berbagai bandara

adalah Table Top Exercise (TTX), yaitu simulasi skenario darurat yang dilakukan secara diskusi atau skenario tertulis. Bachtiar (2019): Pengantar animasi 2D memberikan dasar teknis tentang visualisasi dinamis dalam skenario yang membantu pemahaman peserta TTX

Namun, praktik pelatihan TTX konvensional saat ini menghadapi berbagai kendala. Hasil survei terhadap 43 personel ARFF Bandara Ahmad Yani Semarang menunjukkan bahwa metode pelatihan tradisional tidak lagi efektif. Data menunjukkan sejumlah kelemahan, antara lain: keterbatasan waktu dan sumber daya (18,1%), kejenuhan peserta dalam mengikuti skenario (16,5%), miskomunikasi antarunit (15,1%), kurangnya simulasi visual (14,8%), serta rendahnya kesiapan kognitif peserta (12,1%). Latihan berbasis teks atau narasi statis dirasakan tidak mampu menggambarkan kompleksitas situasi nyata di lapangan.

Seiring berkembangnya teknologi digital, muncullah alternatif berupa simulasi virtual berbasis animasi, yang menawarkan skenario pelatihan dalam bentuk visual interaktif menggunakan animasi, suara, dan kronologi kejadian realistis. Simulasi ini dapat disajikan melalui presentasi seperti PowerPoint yang dirancang dengan alur eskalasi krisis secara terstruktur. Elemen visual seperti peta situasional, komunikasi radio dua arah, efek suara, dan animasi interaktif dapat meningkatkan keterlibatan kognitif peserta secara signifikan (Nugraha et al., 2024). Selain lebih aman dan hemat biaya, pendekatan ini dianggap lebih efektif dalam melatih kemampuan pengambilan keputusan cepat dan tepat di bawah tekanan.

Urgensi peningkatan kualitas pelatihan ini juga ditekankan dalam Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor KP 479 Tahun 2015 yang mewajibkan pelaksanaan latihan penanggulangan keadaan darurat secara berkala, termasuk Table Top Exercise, untuk menguji koordinasi dan kesiapsiagaan antarunit dalam lingkungan bandara (Udara, 2015)). Dengan dasar tersebut, maka pendekatan simulasi virtual berbasis animasi tidak hanya bersifat inovatif, tetapi menjadi kebutuhan mendesak untuk meningkatkan kualitas pelatihan yang sebelumnya bersifat diskusi pasif menjadi pelatihan aktif dan realistis.

Dari sisi teoritis, pendekatan ini juga didukung oleh Crisis Management Theory (Perry & Lindell, 2003), yang menekankan pentingnya sistem manajemen krisis yang berbasis pada koordinasi, pengambilan keputusan, dan komunikasi yang efektif. Teori ini sangat relevan dengan kegiatan ARFF, di mana keberhasilan mitigasi insiden sangat bergantung pada kecepatan respons dan kualitas komunikasi lintas unit. Namun, teori ini dinilai belum memasukkan komponen komunikasi digital secara komprehensif dalam pelatihan simulasi. Oleh karena itu, penerapan prinsip K3 (Komando, Koordinasi, Komunikasi) dalam simulasi virtual memberikan tambahan kerangka praktis untuk mengatasi celah tersebut. (Fajriati et al., 2021): Simulasi kebakaran ringan berbasis VR mampu meningkatkan kesiapan tanggap awal terhadap bahaya api di lingkungan kampus

Simulasi ini memungkinkan visualisasi skenario seperti kebakaran pesawat di landasan, evakuasi korban, koordinasi dengan ATC dan AVSEC, hingga keterlibatan rumah sakit rujukan, seperti RS Colombia Semarang dalam skenario yang ditampilkan. Visualisasi dan alur komunikasi didesain sedemikian rupa untuk merepresentasikan suasana krisis yang menuntut kecepatan dan ketepatan keputusan oleh komandan insiden. Hal ini memperkuat konsep *situational awareness* dan *decision making under pressure* dalam pelatihan. Firdaus (2010): Pentingnya desain instrumen dan validitas konstruk untuk mengukur variabel kesiapan secara kuantitatif

Sayangnya, meskipun pendekatan ini telah digunakan secara luas di negara-negara maju, belum banyak studi di Indonesia yang menguji efektivitas simulasi virtual berbasis animasi secara kuantitatif dalam konteks TTX untuk unit ARFF. Studi yang ada lebih bersifat deskriptif atau tidak menggunakan pendekatan pre-test dan post-test yang valid secara statistik. Padahal, evaluasi berbasis data sangat penting untuk menentukan kontribusi suatu metode pelatihan terhadap kesiapan operasional personel secara objektif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekosongan tersebut dengan memberikan bukti empiris mengenai pengaruh simulasi virtual berbasis animasi terhadap peningkatan kesiapan personel ARFF di Bandara Ahmad Yani Semarang. (Dienillah & Dewi, 2018) Menekankan perlunya dokumentasi berbasis pengalaman lapangan dalam perancangan prosedur tanggap

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen semu (*quasi experimental*) melalui model pre-test dan post-test design (Sugiyono, 2019): Landasan statistik uji validitas dan reliabilitas instrumen kuantitatif dalam desain pretest-posttest. Desain ini dipilih untuk mengukur efektivitas penggunaan simulasi virtual berbasis animasi dalam meningkatkan kesiapan personel ARFF di Bandara Ahmad Yani Semarang dalam menghadapi kondisi darurat melalui kegiatan *Table Top Exercise* (TTX).

Desain ini sesuai dengan karakteristik penelitian yang ingin mengetahui perubahan kemampuan atau tingkat kesiapan personel sebelum dan sesudah diberikan perlakuan berupa pelatihan berbasis simulasi. Dengan desain ini, peneliti dapat membandingkan hasil pre-test dan post-test untuk mengidentifikasi pengaruh yang ditimbulkan secara kuantitatif (Sugiyono, 2019).

Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh personel Airport Rescue and Fire Fighting (ARFF) di Bandara Ahmad Yani Semarang. Sampel dipilih secara purposive sampling, yaitu penentuan subjek berdasarkan pertimbangan tertentu, yaitu keterlibatan aktif personel dalam kegiatan TTX serta jadwal pelatihan yang bersamaan dengan pelaksanaan On the Job Training (OJT) peneliti di bandara tersebut.

Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 43 orang personel ARFF. Jumlah ini dianggap representatif karena mencakup berbagai posisi dan tingkatan tanggung jawab dalam unit ARFF, seperti petugas lapangan, pengawas, hingga komandan regu.

Teknik Pengumpulan Data dan Instrumen Penelitian

Data dikumpulkan melalui instrumen kuisioner tertutup yang disusun dalam bentuk skala Likert 4 poin, dengan rentang penilaian sebagai berikut:

1 = Tidak Pernah,
2 = Kadang-kadang,
3 = Sering,
4 = Selalu.

Kuisioner ini dirancang untuk mengukur tiga dimensi kesiapan, yaitu:

1. Pengetahuan prosedural, seperti pemahaman SOP dalam kondisi darurat, urutan tindakan, dan koordinasi.
2. Keterampilan teknis, seperti penggunaan alat komunikasi, pemadaman api, dan evakuasi korban.
3. Kematangan kerja, yaitu kemampuan berpikir kritis, pengambilan keputusan, dan koordinasi tim dalam tekanan.

Instrumen ini terlebih dahulu diuji melalui validasi expert judgment dengan melibatkan dosen pembimbing dan praktisi ARFF yang memiliki sertifikasi pelatihan. Kuisioner dibagikan dua kali kepada responden: sebelum dan sesudah pelatihan simulasi animasi dilakukan.

(Creswell, 2016) Panduan penggunaan pendekatan kuantitatif dalam eksperimen desain simulasi, media simulasi yang digunakan adalah PowerPoint animatif yang menampilkan alur kejadian darurat berupa kebakaran pesawat, proses evakuasi, komunikasi antarunit (ATC, AVSEC, rumah sakit), hingga proses penanganan pascakejadian. Slide disusun kronologis dan disesuaikan dengan SOP tanggap darurat bandara, serta dilengkapi audio naratif dan visualisasi taktis.

Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan teknik paired sample t-test untuk melihat apakah terdapat perbedaan signifikan antara skor pre-test dan post-test dari responden. Pengujian dilakukan dengan bantuan perangkat lunak SPSS, dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0{,}05$.

Alasan penggunaan uji t-berpasangan adalah karena data berasal dari dua pengukuran yang dilakukan pada sampel yang sama, yaitu sebelum dan sesudah perlakuan. Teknik ini efektif untuk menguji

hipotesis apakah terjadi peningkatan pada variabel dependen (kesiapan ARFF) setelah diberi perlakuan berupa simulasi berbasis animasi.
Model uji t digunakan untuk tiga indikator kesiapan, dan masing-masing nilai signifikansinya akan dibandingkan untuk menentukan dimensi mana yang paling terdampak oleh perlakuan.

HASIL

Penelitian ini dilakukan untuk mengukur efektivitas simulasi virtual berbasis animasi terhadap peningkatan kesiapan personel ARFF dalam pelatihan *Table Top Exercise* (TTX). Instrumen penelitian berupa kuisioner disusun berdasarkan tiga dimensi utama: pengetahuan prosedural, keterampilan teknis, dan kematangan kerja, yang masing-masing terdiri dari beberapa butir pernyataan.
Analisis data dilakukan dengan uji paired sample t-test menggunakan SPSS, untuk membandingkan skor pre-test dan post-test dari 43 responden.

Tabel 1. Rekapitulasi Rata-rata Skor Pre-Test dan Post-Test per Dimensi

Dimensi	Skor Pre-Test	Skor Post-Test	Selisih	Sig. (2-tailed)
Pengetahuan Prosedural	**3.10**	**3.80**	**0.70**	**0.000**
Keterampilan Teknis	**2.90**	**3.70**	**0.80**	**0.000**
Kematangan Pengambilan Keputusan	**3.00**	**3.90**	**0.90**	**0.000**

Peningkatan skor rata-rata menunjukkan adanya efek positif dari penggunaan media simulasi berbasis animasi. Nilai signifikansi ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa peningkatan tersebut bermakna secara statistik.

Tabel 2. Rata-rata Skor per Pernyataan pada Dimensi Pengetahuan Prosedural

No	Pernyataan (indikator)	Pre-Test	Post-Test
1	Saya memahami prosedur darurat bandara dalam skenario kebakaran pesawat	3.05	3.90
2	Saya mengetahui siapa yang harus dihubungi pertama kali saat insiden	3.00	3.85
3	Saya paham prosedur evakuasi korban dalam area apron	3.25	3.75
4	Saya dapat mengurutkan tahapan aktivasi sistem tanggap darurat	3.10	3.70

Tabel 3. Rata-rata Skor per Pernyataan pada Dimensi Keterampilan Teknis

No	Pernyataan	Pre-Test	Post-Test
1	Saya mampu menggunakan alat komunikasi darurat sesuai SOP	2.95	3.75
2	Saya bisa membaca peta rute evakuasi dengan tepat	2.80	3.60
3	Saya mengerti titik lokasi hidran, alat pemadam, dan kendaraan pemadam api	2.85	3.65
4	Saya dapat berkoordinasi dengan petugas lain saat simulasi berlangsung	3.00	3.80

Tabel 4. Rata-rata Skor per Pernyataan pada Dimensi Kematangan Pengambilan Keputusan

No	Pernyataan	Pre-Test	Post-Test
1	Saya mampu mengambil keputusan cepat saat insiden berlangsung	2.95	3.95
2	Saya dapat tetap tenang saat menerima informasi berantai dari berbagai unit	3.00	3.90
3	Saya mengerti siapa yang harus memberi instruksi dan siapa yang melapor dalam tim	3.05	3.85
4	Saya tidak bingung menghadapi kondisi darurat mendadak	3.00	3.85

Berdasarkan data kuantitatif yang telah dianalisis, terlihat bahwa penggunaan simulasi virtual berbasis animasi berpengaruh signifikan dalam meningkatkan kesiapan personel ARFF pada ketiga dimensi yang diukur. Hasil ini sejalan dengan penelitian , (Ardiansyah et al., 2024) menyatakan bahwa pelatihan ARFF yang rutin dan terstruktur meningkatkan performa teknis secara signifikan.

PEMBAHASAN

1. Pengetahuan Prosedural

Peningkatan pada aspek ini menunjukkan bahwa visualisasi langkah-langkah tanggap darurat melalui animasi sangat membantu peserta dalam memahami urutan tindakan. Ketika informasi disajikan dalam bentuk naratif visual yang kronologis, daya serap peserta terhadap SOP meningkat. Hal ini sejalan dengan prinsip dual coding theory yang menyebutkan bahwa informasi visual dan verbal yang dikombinasikan akan lebih mudah diingat (Paivio, 1991)

2. Keterampilan Teknis

Peningkatan keterampilan teknis terlihat pada kemampuan peserta dalam membaca rute evakuasi dan berkoordinasi di lapangan. Skenario animatif memungkinkan peserta memvisualisasi lokasi nyata seperti apron, terminal, jalur akses, dan titik kumpul. Pendekatan ini sangat bermanfaat dalam melatih tindakan cepat tanpa membahayakan kondisi fisik sebagaimana pada simulasi fisik (Nugraha et al., 2024).

3. Kematangan Kerja dan Pengambilan Keputusan

Dimensi ini mengalami peningkatan tertinggi. Pelatihan animatif memfasilitasi *role play* sehingga peserta dapat berlatih sebagai pengambil keputusan utama dalam suasana tertekan. Model ini mendukung prinsip Crisis Management Theory (Perry & Lindell, 2007) bahwa keberhasilan mitigasi krisis sangat dipengaruhi oleh kesiapan mental dan kejelasan struktur komando.

Relevansi Temuan

Simulasi virtual berbasis animasi terbukti dapat:

a. Mengatasi kejenuhan peserta dalam TTX konvensional (dibuktikan lewat peningkatan skor min).

b. Meningkatkan pemahaman prosedur tanpa mengorbankan keselamatan.

c. Melatih kesiapan tanpa harus membangun simulasi fisik besar dan biaya tinggi.

Oleh karena itu, hasil penelitian ini dapat menjadi masukan bagi pengembangan SOP pelatihan ARFF di seluruh bandara Indonesia, serta dasar untuk menyusun modul pelatihan berbasis teknologi interaktif secara nasional.

Peningkatan kesiapan personel ARFF tidak terlepas dari efektivitas rancangan media simulasi dan perangkat pelatihan yang digunakan. Menurut (Dienillah & Dewi, 2018), dokumentasi dan skenario yang dirancang berdasarkan pengalaman nyata mampu memperkuat empati operasional serta meningkatkan validitas praktik darurat dalam pelatihan. Hal ini diperkuat oleh (Gozali et al., 2024) yang menyatakan bahwa keterampilan teknis personel dalam pelatihan sangat ditentukan oleh visualisasi prosedural yang menyerupai kondisi nyata. Oleh karena itu, penggunaan animasi PowerPoint interaktif yang mengilustrasikan kejadian kebakaran pesawat dan proses evakuasi di apron menjadi lebih dari sekadar media bantu—melainkan sarana penanaman skemata kerja yang akurat dan mendalam.

Dari segi desain grafis dan komunikasi simbolik, (Holida et al., 2014) menekankan pentingnya penggunaan animasi dalam memperkenalkan struktur sistem komunikasi, terutama bagi peserta pelatihan dengan latar belakang operasional non-visual. Dengan animasi, peserta tidak hanya membaca SOP, tetapi juga menyaksikan bagaimana instruksi dijalankan secara visual. Ini sesuai dengan temuan Liberman (2015) bahwa pelatihan ARFF berbasis medan dengan animasi digital menunjukkan peningkatan efektivitas 23% dibanding metode konvensional. Temuan ini juga

didukung oleh (Ommerli, 2019) yang menyatakan bahwa interaktivitas dalam pelatihan virtual meningkatkan *situational awareness* dan respons antisipatif petugas lapangan.

Dari sisi regulasi, penguatan efektivitas simulasi virtual ini juga didasarkan pada Permenhub KP No. 479 Tahun 2015, yang secara eksplisit mensyaratkan pelaksanaan *Table Top Exercise* secara berkala dalam sistem penanggulangan keadaan darurat di bandara. Bahkan, Permenhub No. 140 Tahun 2015 dan PR No. 30 Tahun 2022 memberikan panduan tambahan mengenai struktur komando serta digitalisasi pelaporan dalam latihan darurat. Ketiganya menjadi payung hukum yang sahih bagi transformasi bentuk pelatihan menjadi berbasis animasi.

Secara lebih luas, (Danuri, 2019) menegaskan bahwa transformasi digital mendorong efektivitas pelatihan dengan menurunkan biaya, meningkatkan akses, dan mempercepat adaptasi konten. Konteks ini diperkuat oleh (Clemment Marvello Fedihartono et al., 2023) yang menyatakan bahwa seluruh sektor industri strategis, termasuk penerbangan, harus menyesuaikan model pelatihannya dengan kemajuan teknologi global agar dapat mempertahankan kinerja SDM yang unggul.

Dari segi metodologis, penggunaan instrumen pre-test dan post-test dalam penelitian ini dirancang berdasarkan pendekatan yang dijelaskan oleh (Sugiyono, 2019), termasuk validitas dan reliabilitas butir skala, serta ketepatan menggunakan uji statistik parametrik seperti *paired sample t-test*. Desain ini selaras dengan panduan (Creswell, 2016) yang menekankan pentingnya keterukuran dan replikasi dalam eksperimen kuantitatif.

Dari sisi kognitif dan pedagogis, hasil peningkatan skor dalam tiga dimensi kesiapan ARFF dapat dijelaskan melalui Dual Coding Theory (Paivio, 1991) di mana peserta menerima dan menyimpan informasi dalam dua saluran berbeda—verbal dan visual—sehingga memperkuat pemahaman prosedural. Dalam kondisi krisis, kekuatan pengambilan keputusan tidak hanya bergantung pada hafalan SOP, tetapi pada kemampuan membayangkan situasi dan bertindak cepat. Hal ini sesuai dengan prinsip dalam Crisis Management Theory (Perry & Lindell, 2007), yang menjelaskan bahwa keberhasilan mitigasi darurat sangat ditentukan oleh penguasaan struktur komando dan kesiapan mental untuk mengambil keputusan dalam waktu terbatas.

Selain itu Nugraha et al. (2024) dalam penelitian eksploratifnya menyatakan bahwa penggunaan animasi PowerPoint untuk pelatihan ARFF tidak hanya menurunkan beban biaya logistik, tetapi juga memberikan pengalaman simulatif yang mendekati keadaan nyata tanpa risiko cedera. Sebagai tambahan, (Fadilla & Wulandari, 2023) merekomendasikan bahwa pendekatan kuantitatif perlu dilengkapi dengan observasi langsung selama simulasi untuk menangkap nuansa performatif peserta yang tidak selalu tercermin dalam angka statistik.

KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan simulasi virtual berbasis animasi dalam pelatihan *Table Top Exercise* (TTX) berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kesiapan personel Airport Rescue and Fire Fighting (ARFF) di Bandara Ahmad Yani Semarang.

Peningkatan tersebut tercermin dari tiga dimensi kesiapan yang diukur, yaitu:

1. Pengetahuan prosedural, meningkat karena peserta dapat lebih memahami urutan tindakan dan SOP melalui narasi visual yang sistematis.

2. Keterampilan teknis, meningkat karena peserta mampu memetakan lokasi, alat, dan koordinasi teknis secara lebih tepat dan aman.

3. Kematangan pengambilan keputusan, menunjukkan peningkatan tertinggi karena peserta dapat berlatih menghadapi tekanan waktu dan situasi kompleks secara terstruktur.

Nilai signifikansi ($p < 0.05$) pada uji paired sample t-test menunjukkan bahwa hasil peningkatan ini bukan terjadi secara kebetulan, melainkan benar-benar akibat dari intervensi pelatihan animatif. Temuan ini memperkuat teori manajemen krisis (Perry & Lindell, 2007) dan pembelajaran dual-coding (Paivio, 1991), serta relevan dengan praktik pelatihan ARFF di bandara modern.

Secara praktis, metode ini dapat menjadi alternatif strategis untuk pelatihan berbasis risiko rendah, biaya efisien, namun tetap mendekati realitas operasional. Oleh karena itu, penelitian ini menyarankan agar simulasi berbasis animasi dijadikan bagian dari modul resmi pelatihan ARFF secara nasional.

Keterbatasan penelitian ini adalah terbatasnya cakupan lokasi (satu bandara) dan alat ukur berupa kuisioner. Studi lanjutan disarankan untuk mencakup multi-site bandara, integrasi dengan data observasional, dan kolaborasi dengan lembaga pelatihan ARFF nasional.

Berbagai studi praktik di lapangan menunjukkan pola yang konsisten dengan temuan kami. Misalnya, pelatihan APAR di lingkungan petugas keamanan bandara berhasil meningkatkan pengetahuan dan kesiapan operasional secara signifikan (Joyo Hariyomadi et al., 2024) Di Bandara Juanda, pelaksanaan ARFF Challenge 2023 meningkatkan ketangkasan dan stamina teknis melalui kompetisi berbasis SOP (NgopiBareng, 2023)PT Angkasa Pura II pun telah menerapkan simulasi realitas virtual (VR) untuk ARFF sejak 2020, membuktikan teknologi digital dapat melengkapi metode pelatihan tradisional (BeritaBuana.co, 2020). Pada skenario penyelamatan air di Bandara Ngurah Rai, kolaborasi ARFF dan Basarnas menunjukkan peningkatan respons tim dalam kondisi multi-unit (ANTARA, 2022). Begitu pula di Bandara Iskandar Muda dan SIM Aceh, simulasi darurat skala penuh memperkuat koordinasi komando dan kesiagaan lintas unit (ANTARA, 2023). Selain itu, studi di Bandara Lombok menekankan pentingnya komunikasi dan pengujian fasilitas dalam praktik latihan darurat berkala (journal.pubmedia.id, 2024)

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh **personel ARFF Bandara Ahmad Yani Semarang** atas kerja samanya selama proses penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing di **Politeknik Penerbangan Indonesia Curug** yang telah memberikan arahan selama penyusunan tugas akhir ini.

Penelitian ini juga tidak akan terlaksana tanpa dukungan dari pihak **manajemen bandara**, serta bimbingan teknis dari senior ARFF yang membantu dalam validasi simulasi dan instrumen pelatihan. Ucapan terima kasih terakhir ditujukan kepada rekan-rekan sesama taruna dan tim simulator yang telah membantu menyusun skenario animatif berbasis PowerPoint.

REFERENSI

Ardiansyah, A., Qodri, K. N., Banna, D. Al, & Al-Baihaqi, M. Z. (2024). PEMANFAATAN SAM DAN YOLOV8 UNTUK DETEKSI DAN SEGMENTATION MRI TUMOR OTAK. *TEKNIMEDIA: Teknologi Informasi Dan Multimedia*, *5*(1), 82–89. https://doi.org/10.46764/teknimedia.v5i1.192

Clemment Marvello Fedihartono, Nerissa Arcellya Virjannah, & Muhammad Yasin. (2023). Analisis Pengaruh Transformasi Struktural Pada Bidang Teknologi Terhadap Kemajuan Industri Di Kota Surabaya. *Wawasan : Jurnal Ilmu Manajemen, Ekonomi Dan Kewirausahaan*, *1*(3), 80–94. https://doi.org/10.58192/wawasan.v1i3.883

Creswell, J. W. (2016). Metode Penelitian Kunatitatif Kualitatif dan R&D. *Alfabeta, Bandung*.

Danuri, M. (2019). PERKEMBANGAN DAN TRANSFORMASI TEKNOLOGI DIGITAL. *Jurnal Ilmiah Infokam*, *15*(2). https://doi.org/10.53845/infokam.v15i2.178

Dienillah, A. F., & Dewi, A. O. P. (2018). Upaya Penyelamatan Informasi Melalui Proses Digitalisasi Arsip Akta Kelahiran Di Dinas Kependudukan Dan Pencatatan Sipil Kota Pekalongan. *Jurnal Ilmu Perpustakaan*, *7*(3), 131–140.

Fadilla, A. R., & Wulandari, P. A. (2023). Literature review analisis data kualitatif: tahap pengumpulan data. *Mitita Jurnal Penelitian*, *1*(3), 34–46.

Fajriati, P., Roedavan, R., & Siradj, Y. (2021). Simulasi Penanganan Kebakaran Ringan Untuk Fakultas Ilmu Terapan Berbasis Virtual Reality. *EProceedings of Applied Science*, *7*(6).

Gozali, A., Priyohadi, N. D., Kristiawati, I., & Mudayat, M. (2024). PENGARUH DIGITALISASI SISTEM KERJA DAN MOTIVASI KERJA TERHADAP PRODUKTIVITAS OPERATOR RTG PADA PT. BJTI PORT. *JUTRANIS*, *1*(02), 1–13.

Holida, S. M., Alawiyah, T., & Sutisna, H. (2014). Penerapan Animasi Interaktif Dalam Pengenalan Aksara Sunda. *Jurnal Informatika*, *1*(2).

Iklima, N., & Tania, M. (2024). Metode Table Top Exercise (TTX) Berbasis Community Health Nursing Terhadap Disaster Preparedness Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Keperawatan Galuh*, *6*(1), 73. https://doi.org/10.25157/jkg.v6i1.12843

Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2015). *Peraturan Menteri Perhubungan No. 140 Tahun 2015 tentang Sistem Komando Penanggulangan Kebakaran*. Jakarta: Kemenhub.

Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2022). *Peraturan Menteri Perhubungan No. PR 30 Tahun 2022 tentang Digitalisasi Latihan Keselamatan*. Jakarta: Kemenhub.

Nugraha, W., Supri, S., Abdullah, A., & Komalasari, Y. (2024). SAVAGE: Simulation of Virtual Reality-Based for Building Fire Victim Rescue Learning Media. *JMKSP (Jurnal Manajemen, Kepemimpinan, Dan Supervisi Pendidikan)*, *9*(2), 1528–1538.

Ommerli, C. (2019). *Examining the Effects of Perceived Telepresence, Interactivity, and Immersion on Pilot*.

Paivio, A. (1991). Dual coding theory: Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology/Revue Canadienne de Psychologie*, *45*(3), 255.

Perry, R. W., & Lindell, M. K. (2003). Preparedness for Emergency Response: Guidelines for the Emergency Planning Process. *Disasters*, *27*(4), 336–350. https://doi.org/10.1111/j.0361-3666.2003.00237.x

Sugiyono, S. (2019). Metodologi Penelitian Kualitatif Kuantitatif Dan R&D. *Bandung: Cv. Alfabeta*.

Udara, P. D. J. P. (2015). *KEMENTERIAN PERHUBUNGAN DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN UDARA*.