

PERAN TEKNOLOGI DRONE, THERMAL CAMERA, DAN KEPEMIMPINAN DALAM EFEKTIVITAS EVAKUASI KEBAKARAN DI BANDARA: SEBUAH TINJAUAN PUSTAKA

Syeh Al'fathir Sya'fi Saher¹, Reni Nugraheni², Alwazir Abdusshomad³

^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Indonesia Curug
hutanwtt@gmail.com

Abstract

This study reviews and analyzes key factors affecting the effectiveness of fire evacuation in airports through a qualitative approach and literature review within the framework of human resource management. The analysis focuses on three variables—drone technology, thermal imaging cameras, and evacuation team leadership—which demonstrate a significant impact in accelerating evacuation processes and enhancing safety outcomes. Data were drawn from credible books, journals, and both online and offline sources to ensure analytical validity. Findings indicate that the integration of modern technology with effective leadership improves coordination, supports timely decision-making during emergencies, and reduces the risk of casualties. These results strengthen theoretical links between the examined variables and provide a conceptual foundation for future hypotheses and research in air transportation safety and airport disaster management

Article History

Submitted: 25 July 2025
Accepted: 03 August 2025
Published: 06 August 2025

Key Words

Fire Evacuation, Drone Technology, Thermal Camera, and Leadership

Abstrak

Penelitian ini mereview dan menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi efektivitas evakuasi kebakaran di bandara dengan menggunakan pendekatan kualitatif dan kajian pustaka pada literatur manajemen sumber daya manusia. Fokus utama terletak pada tiga variabel: teknologi drone, thermal camera, dan kepemimpinan tim evakuasi, yang semuanya terbukti memberikan pengaruh signifikan dalam mempercepat dan meningkatkan keselamatan proses evakuasi. Pengumpulan data dilakukan melalui referensi buku, jurnal, serta sumber online dan offline yang kredibel, sehingga mendukung validitas analisis. Hasil literatur review menunjukkan bahwa integrasi teknologi modern dan kepemimpinan efektif mampu memperbaiki koordinasi dan pengambilan keputusan saat darurat, serta meminimalisasi risiko korban. Dengan demikian, artikel ini memperkuat teori hubungan antar variabel serta memberikan dasar konseptual untuk hipotesis dan riset lanjutan di bidang keselamatan transportasi udara dan penanganan bencana di bandara

Sejarah Artikel

Submitted: 25 July 2025
Accepted: 04 August 2025
Published: 05 August 2025

Kata Kunci

Evakuasi kebakaran, Teknologi Drone, Thermal Camera dan Kepemimpinan

PENDAHULUAN

Bandara merupakan pusat transportasi udara yang sangat vital dan strategis, melayani ribuan hingga jutaan penumpang setiap tahunnya. Kompleksitas operasional bandara, mulai dari aktivitas penerbangan, pergerakan penumpang, hingga pengelolaan logistik, menjadikan bandara sebagai kawasan dengan tingkat risiko tinggi terhadap berbagai potensi bahaya, salah satunya adalah kebakaran (Bugayko et al., 2022). Risiko kebakaran di bandara dapat muncul dari berbagai sumber, seperti kecelakaan pesawat, gangguan listrik, kebocoran bahan bakar, maupun kelalaian manusia (Jaszal et al., 2022).

Dampak kebakaran di bandara tidak hanya berpotensi menimbulkan kerugian material yang besar, tetapi juga dapat mengancam keselamatan jiwa penumpang, pekerja, dan personel bandara (Boushab et al., 2023). Selain itu, insiden kebakaran dapat mengganggu operasional bandara, menimbulkan kepanikan massal, serta merusak reputasi dan kepercayaan publik terhadap sistem keselamatan penerbangan (Lazic & Grujic, 2022). Oleh karena itu, upaya

penanganan kebakaran di bandara, khususnya proses evakuasi, harus dilakukan secara cepat, tepat, dan terkoordinasi.

Proses evakuasi kebakaran di bandara memiliki tantangan tersendiri. Luasnya area, jumlah manusia yang besar, serta keberadaan fasilitas vital yang saling terhubung memerlukan strategi evakuasi yang efektif dan efisien. Dalam situasi darurat, waktu menjadi faktor yang sangat krusial (Shi et al., 2022). Setiap keterlambatan dalam proses evakuasi dapat berakibat fatal. Untuk itu, diperlukan inovasi dan peningkatan kapasitas baik dari segi teknologi maupun sumber daya manusia.

Perkembangan teknologi telah memberikan kontribusi signifikan dalam penanganan kebakaran, khususnya melalui pemanfaatan teknologi drone dan thermal camera (Chen et al., 2022). Drone dapat digunakan untuk melakukan pemantauan area kebakaran secara *real-time*, memetakan jalur evakuasi, serta membantu pencarian korban tanpa membahayakan petugas (Shin & Park, 2020). Thermal camera memudahkan identifikasi titik api, korban, dan area berbahaya yang tidak terlihat secara kasat mata, terutama dalam kondisi asap tebal atau pencahayaan minim. Integrasi kedua teknologi ini dapat meningkatkan efektivitas dan kecepatan proses evakuasi.

Selain aspek teknologi, faktor manusia juga memegang peranan penting dalam keberhasilan evakuasi kebakaran di bandara. Kepemimpinan tim evakuasi menjadi kunci utama dalam mengarahkan, mengkoordinasikan, dan mengambil keputusan cepat di tengah situasi krisis (Lopez-Carmona & Garcia, 2022). Pemimpin tim evakuasi yang kompeten dapat mengurangi tingkat kepanikan, meningkatkan disiplin, serta memastikan proses evakuasi berjalan dengan lancar dan terorganisir (Wu et al., 2023).

Namun banyaknya penelitian yang telah dilakukan seperti penelitian (Puspitasari & Maulana, 2021) penggunaan drone untuk melakukan evakuasi dan persiapan kepemimpinan untuk melakukan evakuasi korban (Shawe & McAndrew, 2023), dari penelitian tersebut belum ada yang membahas faktor Teknologi Drone, Thermal Camera, dan Kepemimpinan secara bersama padahal ketiga faktor ini sangat penting ketika melakukan evakuasi secara cepat dan tepat ketika terjadinya emergency yang banyak memakan korban jiwa. Artikel ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut.

RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang, maka dapat di rumuskan permasalahan yang akan dibahas guna membangun hipotesis untuk riset selanjutnya yaitu:

1. Bagaimana teknologi drone, melalui kemampuan navigasi otomatis, ketahanan baterai, kualitas kamera, serta kecepatan transmisi data, dapat meningkatkan efektivitas proses evakuasi kebakaran di bandara?
2. Bagaimana penggunaan thermal camera, dengan sensitivitas sensor suhu, resolusi gambar thermal, dan kemampuannya dalam mendeteksi korban atau titik api tersembunyi, berkontribusi pada kecepatan dan akurasi evakuasi kebakaran di bandara?
3. Bagaimana peran kepemimpinan tim evakuasi dalam mengelola disiplin, mengendalikan kepanikan, serta mengoptimalkan integrasi teknologi seperti drone dan thermal camera, mempengaruhi kelancaran dan kecepatan evakuasi kebakaran di bandara?

TINJAUAN PUSTAKA DAN PEMBAHASAN**Evakuasi Kebakaran di Bandara**

Evakuasi kebakaran di bandara merupakan proses sistematis yang bertujuan untuk memindahkan seluruh individu yang berada di area berbahaya menuju tempat yang aman, dalam rangka meminimalisir risiko cedera maupun kematian akibat insiden kebakaran (Lv et al., 2022). Evakuasi kebakaran di bandara melibatkan berbagai tahapan, mulai dari deteksi dini, pemberian peringatan, pengaturan jalur evakuasi, hingga penyelamatan korban (Bateman & Majumdar, 2020). Dimensi atau indikator efektivitas evakuasi kebakaran di bandara meliputi kecepatan waktu evakuasi, jumlah korban jiwa dan luka, kelancaran arus evakuasi, serta tingkat kepanikan penumpang dan petugas (Suharev et al., 2020). Prosedur yang jelas dan latihan rutin sangat penting untuk memastikan bahwa semua individu di bandara siap menghadapi situasi darurat seperti kebakaran.

Keberhasilan evakuasi juga dipengaruhi oleh kesiapan sistem tanggap darurat, kecanggihan teknologi pendukung, serta kompetensi sumber daya manusia yang terlibat (Hou et al., 2020). Evakuasi kebakaran di bandara telah menjadi fokus banyak riset, antara lain oleh (Bateman & Majumdar, 2020) yang menyoroti pentingnya integrasi antara sistem peringatan dini, jalur evakuasi yang jelas, serta pelatihan rutin bagi petugas dan penumpang.

Pengaruh Teknologi Drone dalam Akselerasi Evakuasi

Teknologi drone, atau Unmanned Aerial Vehicle (UAV), adalah perangkat pesawat tanpa awak yang dapat dikendalikan dari jarak jauh dan digunakan untuk berbagai keperluan, termasuk pemantauan, pemetaan, dan pencarian korban dalam situasi darurat. Dalam konteks evakuasi kebakaran di bandara, drone berperan penting dalam memberikan gambaran situasi secara real-time, mengidentifikasi lokasi korban, serta memetakan jalur evakuasi yang aman (Sulaiman et al., 2020).

Dimensi atau indikator utama dari teknologi drone dalam manajemen bencana meliputi kemampuan navigasi otomatis, ketahanan baterai, kualitas dan resolusi kamera, serta kecepatan transmisi data ke pusat komando (Zwęgliński, 2020). Penggunaan drone memungkinkan tim evakuasi untuk memperoleh informasi visual yang akurat tanpa harus memasuki area berbahaya, sehingga dapat mempercepat proses pengambilan keputusan dan meminimalisir risiko bagi petugas. Penggunaan teknologi UAV dalam evakuasi kebakaran di bandara juga mendukung sistem monitoring yang efektif, memberikan data real-time untuk meningkatkan respons darurat.

Studi terdahulu telah menunjukkan efektivitas penggunaan drone dalam berbagai skenario kebakaran, baik untuk deteksi dini, pemetaan area terdampak, maupun pencarian korban (Munawar et al., 2022).

Teknologi drone telah merevolusi dalam cara penanganan bencana, termasuk dalam konteks evakuasi kebakaran di bandara. Drone mampu memberikan data visual secara real-time dari area kebakaran yang sulit dijangkau oleh manusia, sehingga tim penyelamat dapat

memetakan situasi dengan lebih akurat dan cepat. Dimensi utama dari teknologi drone seperti kemampuan navigasi otomatis, kualitas kamera, dan kecepatan transmisi data sangat berpengaruh pada kecepatan identifikasi korban serta penentuan jalur evakuasi yang aman. Dengan memanfaatkan drone, proses pengambilan keputusan dapat dilakukan lebih efektif, sehingga waktu evakuasi dapat dipersingkat dan risiko korban jiwa dapat diminimalisasi (Refaai et al., 2022).

Selain itu, penggunaan drone juga mengurangi risiko bagi petugas penyelamat karena mereka tidak perlu langsung memasuki area yang sangat berbahaya tanpa informasi yang cukup, integrasi drone dalam sistem tanggap darurat dapat meningkatkan efisiensi dan keselamatan proses evakuasi (Moyo et al., 2022). Untuk meningkatkan efektivitas evakuasi kebakaran, manajemen bandara perlu memastikan ketersediaan dan kesiapan teknologi drone, serta memberikan pelatihan khusus kepada operator drone agar dapat beroperasi optimal dalam situasi darurat (Matysek & Wojakowska, 2023).

Teknologi drone sangat penting dalam penanggulangan kebakaran karena mampu memberikan data visual real-time dari area sulit dijangkau. Nilai utama drone bukan hanya pada penyediaan data visual, tapi juga integrasinya dengan thermal camera yang meningkatkan akurasi deteksi titik api tersembunyi dan korban. Integrasi ini menciptakan situational awareness yang komprehensif, memungkinkan penentuan jalur evakuasi yang aman secara dinamis. Faktor teknis seperti navigasi otomatis, kualitas kamera, dan kecepatan transmisi data sangat menentukan efektivitas drone. Meskipun demikian, keterbatasan seperti durasi baterai dan cuaca harus diperhatikan. Secara keseluruhan, drone dengan thermal camera berperan sebagai alat aktif dalam manajemen krisis, mendukung pengambilan keputusan berbasis data real-time di lapangan.

Optimalisasi Deteksi dengan Thermal Camera

Thermal camera adalah alat yang menggunakan teknologi inframerah untuk mendeteksi panas dan menghasilkan citra termal, sehingga dapat mengidentifikasi sumber panas, titik api, korban, serta area berbahaya yang tidak terlihat secara langsung, terutama dalam kondisi asap tebal atau pencahayaan minim (Thanh & Phuong, 2022). Dalam konteks evakuasi kebakaran di bandara, thermal camera sangat membantu tim penyelamat dalam menemukan korban yang terjebak dan menentukan jalur evakuasi yang aman. Indikator utama thermal camera meliputi sensitivitas sensor terhadap perubahan suhu, resolusi gambar termal, kecepatan pemrosesan data, serta kemampuan integrasi dengan sistem lain seperti drone atau sistem pemantauan pusat (Thanh & Phuong, 2022). Penggunaan thermal camera secara signifikan meningkatkan akurasi dan kecepatan dalam mendeteksi korban maupun titik api tersembunyi.

Thermal camera telah banyak diteliti dalam konteks penanganan kebakaran, menemukan bahwa alat ini mempercepat proses pencarian korban dan mengurangi risiko petugas terpapar bahaya. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi fitur tambahan dari thermal camera, seperti kemampuan komunikasi nirkabel dan analisis video cerdas, yang dapat meningkatkan efektivitas operasionalnya. Thermal camera merupakan perangkat penting dalam mendukung evakuasi kebakaran, terutama di lingkungan bandara yang

sering kali memiliki area tertutup, banyak sekat, dan potensi asap tebal yang menghalangi pandangan. Dengan kemampuan mendeteksi panas, thermal camera dapat mengidentifikasi titik api tersembunyi, korban yang terjebak, serta area berbahaya yang tidak terdeteksi secara visual. (Thanh & Phuong, 2022). Penggunaan thermal camera memungkinkan tim evakuasi untuk memprioritaskan area penyelamatan dan menentukan jalur evakuasi yang paling aman. Dimensi penting dari thermal camera seperti sensitivitas sensor, resolusi gambar, dan integrasi dengan perangkat lain seperti drone sangat menentukan efektivitas alat ini dalam situasi nyata.

Thermal camera dengan sensitivitas tinggi, resolusi yang baik, dan kemampuan integrasi dengan sistem lain sangat penting dalam mendeteksi korban dan menentukan jalur evakuasi yang aman secara real-time. Namun, keberhasilan evakuasi juga sangat bergantung pada kepemimpinan tim yang efektif, termasuk komunikasi, pengambilan keputusan cepat, manajemen stres, dan pemberdayaan anggota tim. Sinergi antar teknologi canggih dan kepemimpinan yang kompeten diperlukan agar data dari thermal camera dapat diinterpretasi dan digunakan secara optimal dalam pengambilan keputusan kritis. Oleh karena itu, pelatihan yang menggabungkan penguasaan teknologi dan pengembangan kepemimpinan sangat penting untuk meningkatkan efektivitas evakuasi kebakaran di bandara.

Peran Krusial Kepemimpinan Tim Evakuasi

Kepemimpinan tim evakuasi adalah kemampuan seorang pemimpin dalam mengarahkan, mengkoordinasikan, dan mengambil keputusan secara cepat dan tepat selama proses evakuasi berlangsung. Dalam situasi darurat seperti kebakaran di bandara, kepemimpinan yang efektif sangat menentukan keberhasilan evakuasi, karena pemimpin bertanggung jawab dalam mengelola sumber daya, menjaga komunikasi, serta memastikan seluruh anggota tim menjalankan tugasnya dengan baik (Wang et al., 2022). Dimensi kepemimpinan tim evakuasi meliputi kemampuan komunikasi, pengambilan keputusan di bawah tekanan, manajemen stres, pemberdayaan anggota tim, serta keteladanan dalam bertindak. Tim evakuasi dengan kepemimpinan yang kuat cenderung lebih disiplin, mampu mengendalikan kepanikan, dan lebih cepat dalam mengevakuasi korban.

Selain faktor teknologi, kepemimpinan tim evakuasi memegang peranan sangat penting dalam keberhasilan evakuasi kebakaran di bandara. Pemimpin tim evakuasi bertanggung jawab dalam mengarahkan, mengkoordinasikan, dan mengambil keputusan cepat di tengah situasi krisis. Dimensi kepemimpinan seperti komunikasi efektif, kemampuan mengambil keputusan di bawah tekanan, manajemen stres, serta pemberdayaan anggota tim sangat menentukan kelancaran proses evakuasi (Wu et al., 2023).

Penelitian menunjukkan bahwa tim evakuasi dengan kepemimpinan yang kuat cenderung lebih disiplin, mampu mengendalikan kepanikan, dan bergerak lebih terorganisir sehingga proses evakuasi berjalan lebih cepat dan aman. Kepemimpinan yang efektif juga mampu memanfaatkan teknologi yang tersedia secara optimal, mengintegrasikan informasi dari drone dan thermal camera untuk mendukung pengambilan keputusan (Ding & Sun, 2020).

Oleh karena itu, Kepemimpinan yang kuat sangat penting dalam menciptakan disiplin, koordinasi, dan pengendalian kepanikan selama evakuasi, sehingga proses berjalan cepat dan aman. Pemimpin yang efektif mampu mengoptimalkan penggunaan teknologi seperti drone dan thermal camera dengan mengintegrasikan data real-time dari kedua alat tersebut untuk mendukung pengambilan keputusan yang tepat di lapangan. Sinergi antara kepemimpinan yang kompeten dan teknologi canggih meningkatkan efektivitas evakuasi dengan memberikan gambaran situasi yang komprehensif dan membantu penentuan jalur evakuasi yang aman. Namun, pemimpin juga harus mampu mengantisipasi keterbatasan teknis dan kendala operasional agar proses evakuasi tetap lancar dan efisien. Dengan demikian, keberhasilan evakuasi kebakaran sangat bergantung pada kombinasi antara kualitas kepemimpinan dan pemanfaatan teknologi secara optimal.

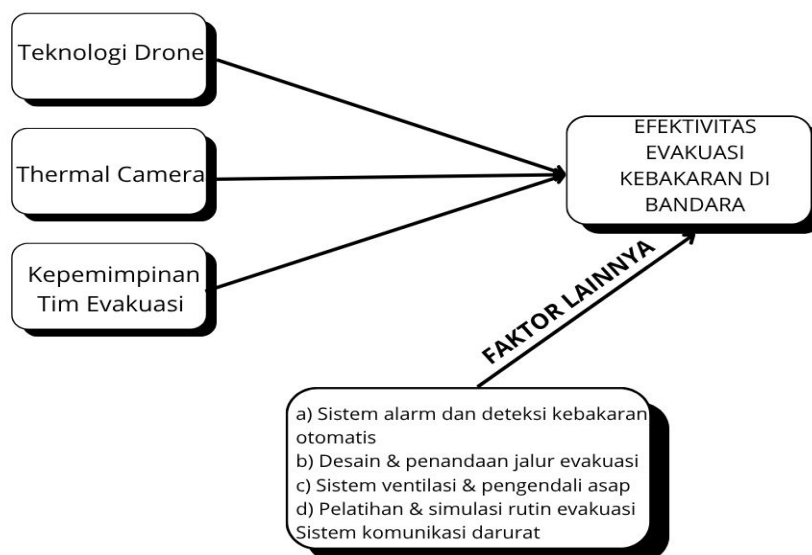
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan kajian pustaka, yang bertujuan mengkaji pengaruh teknologi drone, thermal camera, dan kepemimpinan tim evakuasi terhadap efektivitas evakuasi kebakaran di bandara. Pengumpulan data dilakukan melalui berbagai sumber, seperti buku ilmiah, jurnal, serta literatur daring dan luring yang relevan, sehingga seluruh informasi dan hasil telaah didasarkan pada data yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Tahapan penelitian dimulai dari identifikasi masalah yang berkaitan dengan potensi risiko kebakaran di bandara, diikuti oleh pengumpulan dan analisis literatur terkait manajemen kebakaran, teknologi pendukung, serta peran kepemimpinan dalam situasi darurat. Seluruh informasi yang terkumpul kemudian dianalisis untuk membangun kerangka konseptual yang menggambarkan keterkaitan antar variabel utama dalam proses evakuasi kebakaran.

KERANGKA KONSEPTUAL

Berdasarkan rumusan masalah, kajian teori, penelitian terdahulu yang relevan dan pembahasan pengaruh antar variabel, maka di peroleh rerangka berfikir artikel ini seperti di bawah ini.



Gambar 1

Kerangka Konseptual

Berdasarkan gambar conceptual framework di atas, Teknologi Drone, Thermal Camera, dan Kepemimpinan Tim Evakuasi berpengaruh terhadap Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Evakuasi Kebakaran di Bandara. Selain dari tiga variabel eksogen ini yang memengaruhi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Evakuasi Kebakaran di Bandara, masih banyak variabel lain yang mempengaruhinya diantaranya adalah:

- a) Sistem alarm dan deteksi kebakaran otomatis: (Zulkifli et al., 2024)
- b) Desain & penandaan jalur evakuasi: (Lian et al., 2023)
- c) Sistem ventilasi & pengendali asap: (Salsabila & Setiawan, 2024)
- d) Pelatihan & simulasi rutin evakuasi: (Smith et al., 2019)
- e) Sistem komunikasi darurat: (Carreras-Coch et al., 2022)

KESIMPULAN

Berdasarkan teori, artikel yang relevan, dan pembahasan, maka dapat dirumuskan hipotesis untuk riset selanjutnya:

1. Teknologi drone berpengaruh terhadap evakuasi kebakaran di bandara, berperan penting dalam meningkatkan efektivitas proses evakuasi dengan menyediakan data visual *real-time*, memudahkan identifikasi korban dan area berbahaya, serta mempercepat pengambilan keputusan.
2. Thermal camera berpengaruh terhadap evakuasi kebakaran di bandara, mendukung upaya penyelamatan dengan mampu mendeteksi titik api tersembunyi dan korban yang tidak terlihat secara kasat mata, sehingga meningkatkan akurasi dan kecepatan proses evakuasi.
3. Kepemimpinan tim evakuasi berpengaruh terhadap evakuasi kebakaran di bandara, sangat menentukan keberhasilan proses evakuasi, terutama dalam pengambilan keputusan cepat, mengelola tim, serta meminimalisasi kepanikan dan risiko selama insiden kebakaran.

REFERENSI

- Bateman, G., & Majumdar, A. (2020). *Characteristics of emergency evacuations in airport terminal buildings: a new event database*. *Safety Science*, 130, 104897.
- Boushab, D., Ouidadi, H., Mote, A., Priddy, M., Kundu, S., Pittman Jr, C. U., Grunlan, J., Wang, Q., & Lacy Jr, T. (2023). *Fire impact on mechanically failed graphite/epoxy composites*. *Polymer Composites*, 44(4), 2236–2249.
- Bugayko, D., Ierkovska, Y., & Bugayko, D. (2022). *Strategic management of airports efficiency and safety in the process of air and multimodal logistics transportations development*. *Electronic Scientific and Practical Publication in Economic Sciences*.
- Carreras-Coch, A., Navarro, J., Sans, C., & Zaballos, A. (2022). *Communication technologies in tmergency situations*. In *Electronics (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 7). MDPI. <https://doi.org/10.3390/electronics11071155>
- Chen, X., Hopkins, B., Wang, H., O'Neill, L., Afghah, F., Razi, A., Fulé, P., Coen, J., Rowell, E., & Watts, A. (2022). *Wildland fire detection and monitoring using a drone-collected rgb/ir image dataset*. *IEEE Access*, 10, 121301–121317.
- Ding, N., & Sun, C. (2020). *Experimental study of leader-and-follower behaviours during emergency evacuation*. *Fire Safety Journal*, 117, 103189.

- Hou, J., Gai, W., Cheng, W., & Deng, Y. (2020). *Survey-based analysis of evacuation preparation behaviors in a chemical leakage accident: a case study*. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 68, 104219.
- Jasztal, M., Omen, L., Kowalski, M., & Jaskółowski, W. (2022). *Numerical simulation of the airport evacuation process under fire conditions*. *Advances in Science and Technology. Research Journal*, 16(2), 249–261.
- Lazic, D. A., & Grujic, V. (2022). *Resolving crisis situations in aviation from the past as a prediction for their successful overcoming today*. *South Florida Journal of Development*, 3(3), 4014–4028.
- Lian, H., Zhang, S., Li, G., & Zhang, Y. (2023). *Pedestrian simulation on evacuation behavior in teaching building of primary school emergencies and optimized design*. *Buildings*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/buildings13071747>
- Lopez-Carmona, M. A., & Garcia, A. P. (2022). *Adaptive cell-based evacuation systems for leader-follower crowd evacuation*. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 140, 103699.
- Lv, W., Xing, L., Li, J., Zhao, C., & Yang, Y. (2022). *Evaluating personnel evacuation risks under fire scenario of airbus wide-body aircraft: a simulation study*. *Frontiers in Public Health*, 10, 994031.
- Matysek, K., & Wojakowska, M. (2023). *Airport security management in the context of fire protection on the example of the chopin airport in warsaw*. *Zeszyty Naukowe SGSP/Szkola Główna Służby Pożarniczej*.
- Moyo, M., Mushiri, T., & Noorbhai, H. (2022). *Design of a sustainable rescue and first aid drone-based system for passenger car occupants*.
- Munawar, H. S., Gharineiat, Z., Akram, J., & Imran Khan, S. (2022). *A framework for burnt area mapping and evacuation problem using aerial imagery analysis*. *Fire*, 5(4), 122.
- Puspitasari, R., & Maulana, E. (2021). *Pengembangan Desain Drone Sebagai Alat Bantu Evakuasi Bencana*. *Prosiding Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan Dan Infrastruktur*, 346–351.
- Refaai, M. R. A., Rinku, D. R., Thamarai, I., Meera, S., Sripada, N. K., & Yishak, S. (2022). *Retracted an enhanced drone technology for detecting the human object in the dense areas using a deep learning model*. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2022(1), 4162007.
- Salsabila, R., & Setiawan, E. (2024). *Purwarupa Sistem Pengendali Kipas Ventilasi Udara Menggunakan Metode Fuzzy Logic*. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 8(3).
- Shawe, R., & McAndrew, I. R. (2023). *How leadership impacts fema's whole community approach during emergency management's preparedness*. *Open Journal of Social Sciences*, 11(4), 128–147.
- Shi, Y., Sun, W., Wu, Y., & Zeng, G. (2022). *Optimization of an airport departure hall evacuation plan based on a time-varying network algorithm*. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022(1), 6784226.
- Shin, Y.-W., & Park, J.-H. (2020). *Analysis of the effectiveness of fire drone missions at disaster sites: an empirical approach*. *Fire Science and Engineering*, 34(5), 112–119.
- Smith, J., Doody, K., & Veitch, B. (2019). *Being prepared for emergencies: a virtual environment experiment on the retention and maintenance of egress skills*. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 18(3), 425–449. <https://doi.org/10.1007/s13437-019-00174-y>
- Suharev, A., Shestakov, V., & Vinogradov, L. (2020). *Estimation of evacuation time of passengers in aircraft accidents with fire in airfield areas*. *Aviation*, 24(2), 72–79.

- Sulaiman, M., Liu, H., Binalhaj, M., Liou, W. W., & Abudayyeh, O. (2020). *Gis-based automatic flight planning of camera-equipped uavs for fire emergency response*. 2020 *IEEE International Conference on Electro Information Technology (EIT)*, 139–144.
- Thanh, N. T. P., & Phuong, D. N. (2022). *Research and design handle temperature camera*. *Middle East J. Appl. Sci. Technol*, 5(2), 61–69.
- Wang, Q., Shang, Z., & Lin, X. (2022). *Simulating the leadership effect in crowd evacuation based on social force model*. 2022 *41st Chinese Control Conference (CCC)*, 6006–6011.
- Wu, H., Wang, C., & He, G. (2023). *Dynamic leader role modeling for self-organizing crowd evacuation simulation*. *Computer Animation and Virtual Worlds*, 34(1), e2115.
- Zulkifli, Z., Muhallim, M., & Hasnahwati, H. (2024). *Pengembangan Sistem Alarm dan Pemadam Kebakaran Otomatis Menggunakan Internet Of Things*. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3).
- Zwęgliński, T. (2020). *The use of drones in disaster aerial needs reconnaissance and damage assessment—three-dimensional modeling and orthophoto map study*. *Sustainability*, 12(15), 6080.