E-ISSN : 3025-1311
https://journal.cib.institute/index.php/kohesi

Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek
Volume 11 No 2 Tahun 2026

KAJIAN KONSEPTUAL KETERKAITAN KONDISI JALUR PERGERAKAN OPERASIONAL, KESIAPAN KENDARAAN ARFF, DAN RESPONSE TIME DENGAN EFEKTIVITAS RESPONS AWAL PKP-PK DI BANDAR UDARA

Riko Zakariyya Dharma Putra[1], Aizza Avrillyra[2], Alwazir Abdusshomad[3]
[1,2,3] Politeknik Penerbangan Indonesia Curug
Email: zakariyyariko12@gmail.com, aizzaavrillyra@gmail.com, alwazir@ppicurug.ac.id

ABSTRACT

The effectiveness of the initial response of Aircraft Accident and Firefighting Rescue (PKP-PK) is a crucial aspect of emergency handling at airports. This article aims to analyze the relationship between the condition of operational movement paths and the readiness of Airport Rescue and Fire Fighting (ARFF) vehicles with the effectiveness of the initial PKP-PK response through the conceptual role of response time. This study employs a qualitative approach using the Narrative Literature Review method on seven scientific articles and three official documents relevant to PKP-PK services, operational movement path conditions, response time, and ARFF vehicle readiness. The literature obtained through the selection process was analyzed using narrative synthesis to identify patterns of interrelationships among concepts. The synthesis results indicate that the condition of operational movement paths and ARFF vehicle readiness are related to the achievement of response time in accordance with PKP-PK service standards. The achievement of response time, in turn, conceptually supports the effectiveness of the initial PKP-PK response. Based on these results, response time is conceptually positioned as an intervening variable that bridges the relationship between the condition of operational movement paths and ARFF vehicle readiness with the effectiveness of the initial PKP-PK response. This conceptual model still requires empirical testing in subsequent research.

Keywords: *Effectiveness of Initial PKP-PK Response, Condition of Operational Movement Paths, Response Time, ARFF Vehicle Readiness.*

ABSTRAK

Efektivitas respons awal Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK) merupakan aspek penting dalam penanganan keadaan darurat di bandar udara. Artikel ini bertujuan menganalisis keterkaitan kondisi jalur pergerakan operasional dan kesiapan kendaraan Airport Rescue and Fire Fighting (ARFF) dengan efektivitas respons awal PKP-PK melalui peran konseptual response time. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode *Narrative Literature Review* terhadap tujuh artikel ilmiah dan tiga dokumen resmi yang relevan dengan pelayanan PKP-PK, kondisi jalur pergerakan operasional, response time, dan kesiapan kendaraan ARFF. Literatur yang diperoleh melalui proses seleksi dianalisis menggunakan sintesis naratif untuk mengidentifikasi pola keterkaitan antarkonsep.

Article History
Received: Juli 2026
Reviewed:Juli 2026
Published: Juli 2026

Plagiarism Checker No 237.u873247.fh8374

Copyright : Author
Publish by : Kohesi

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Hasil sintesis mengindikasikan bahwa kondisi jalur pergerakan operasional dan kesiapan kendaraan ARFF berkaitan dengan ketercapaian response time sesuai standar pelayanan PKP-PK. Ketercapaian response time selanjutnya secara konseptual mendukung efektivitas respons awal PKP-PK. Berdasarkan hasil tersebut, response time diposisikan secara konseptual sebagai variabel perantara yang menjembatani keterkaitan kondisi jalur pergerakan operasional dan kesiapan kendaraan ARFF dengan efektivitas respons awal PKP-PK. Model konseptual ini masih memerlukan pengujian empiris pada penelitian selanjutnya.
Kata kunci: Efektivitas Respons Awal PKP-PK, Kondisi Jalur Pergerakan Operasional, Response Time, Kesiapan Kendaraan ARFF.

PENDAHULUAN

Keselamatan penerbangan merupakan prinsip utama dalam penyelenggaraan transportasi udara. Dalam rangka mendukung keselamatan tersebut, setiap bandar udara perlu menyediakan pelayanan Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK) atau Airport Rescue and Fire Fighting (ARFF) yang mampu memberikan respons cepat dan efektif terhadap keadaan darurat penerbangan. Efektivitas respons awal PKP-PK berkaitan dengan kemampuan unit dalam memobilisasi kendaraan menuju lokasi kejadian dan melaksanakan tindakan awal penyelamatan serta pemadaman secara tepat. Oleh karena itu, pencapaian response time sesuai standar menjadi salah satu aspek penting dalam mendukung efektivitas respons awal PKP-PK. Keterlambatan dalam mencapai lokasi kejadian dapat menghambat pelaksanaan tindakan awal dan meningkatkan risiko terhadap keselamatan penumpang serta awak pesawat.

Pencapaian response time dalam pelayanan PKP-PK berkaitan dengan berbagai kondisi operasional yang mendukung mobilisasi kendaraan ARFF menuju lokasi kejadian. Kondisi jalur pergerakan operasional menjadi salah satu aspek penting karena kerusakan perkerasan, genangan air, kontaminasi Foreign Object Debris (FOD), maupun hambatan pada jalur akses darurat dapat mengurangi kelancaran mobilisasi kendaraan. Selain itu, kesiapan kendaraan ARFF juga diperlukan untuk mendukung pelaksanaan respons awal. Kendaraan yang tidak berada dalam kondisi laik operasi akibat kerusakan mekanis, pemeliharaan yang tidak optimal, atau ketidaksiapan peralatan dapat menghambat proses mobilisasi. Dengan demikian, kondisi jalur pergerakan operasional dan kesiapan kendaraan ARFF secara konseptual berkaitan dengan kemampuan unit PKP-PK dalam mencapai response time yang ditetapkan.

Penelitian terdahulu telah membahas berbagai aspek yang berkaitan dengan kinerja pelayanan PKP-PK dan operasional ARFF. Miftahul Firdaus et al. (2024) menempatkan response time sebagai salah satu indikator penting dalam pelayanan keadaan darurat. Ilham et al. (2025) mengidentifikasi kondisi jalur operasional dan kesiapan kendaraan sebagai aspek yang berkaitan dengan ketercapaian response time. Sementara itu, Al Fatah dan Purnama (2024) membahas pentingnya pemeliharaan kendaraan dalam mendukung kesiapan operasional kendaraan ARFF. Hilmy et al. (2023) juga menunjukkan bahwa kesiapan personel, kendaraan, dan fasilitas merupakan komponen penting dalam mendukung pelayanan PKP-PK. Selain itu, kajian mengenai emergency access road menunjukkan pentingnya kondisi jalur akses dalam mendukung mobilisasi kendaraan ARFF menuju lokasi kejadian.

Meskipun berbagai penelitian telah membahas aspek-aspek yang berkaitan dengan pelayanan PKP-PK dan operasional ARFF, masih terdapat kesenjangan dalam integrasi hubungan antarkonsep tersebut. Penelitian terdahulu cenderung mengkaji kondisi jalur pergerakan operasional, kesiapan kendaraan ARFF, dan response time secara parsial. Belum

banyak kajian yang menyusun ketiga aspek tersebut dalam satu kerangka konseptual untuk menjelaskan efektivitas respons awal PKP-PK. Berdasarkan sintesis literatur, kondisi jalur pergerakan operasional dan kesiapan kendaraan ARFF secara konseptual berkaitan dengan ketercapaian response time, sedangkan ketercapaian response time mendukung efektivitas respons awal PKP-PK. Oleh karena itu, artikel ini menyusun kerangka konseptual yang mengintegrasikan kondisi jalur pergerakan operasional (X_1) dan kesiapan kendaraan ARFF (X_2) dengan efektivitas respons awal PKP-PK (Y) melalui response time (M) sebagai variabel perantara konseptual.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, artikel ini bertujuan menganalisis secara konseptual keterkaitan kondisi jalur pergerakan operasional dan kesiapan kendaraan ARFF dengan efektivitas respons awal PKP-PK melalui peran response time sebagai variabel perantara konseptual berdasarkan hasil sintesis literatur dan dokumen resmi yang relevan.

KAJIAN TEORI

A. Efektivitas Respons Awal PKP-PK

Efektivitas merupakan tingkat keberhasilan suatu organisasi atau sistem dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan melalui pemanfaatan sumber daya secara optimal. Dalam konteks pelayanan kebandarudaraan, efektivitas tidak hanya diukur berdasarkan tercapainya target operasional, tetapi juga kemampuan setiap unit pelayanan dalam melaksanakan fungsi sesuai standar keselamatan penerbangan yang berlaku. Pada unit Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK), efektivitas pergerakan diartikan sebagai kemampuan unit untuk melakukan mobilisasi menuju lokasi kejadian darurat secara cepat, aman, dan tepat sehingga tindakan penyelamatan serta pemadaman dapat segera dilaksanakan guna meminimalkan korban jiwa dan kerugian akibat kecelakaan penerbangan ((EASA), 2024; (ICAO), 2018; Hilmy et al., 2023)

Menurut (Abinza & Dewantari, 2023), implementasi operasi ARFF yang sesuai dengan standar operasional memiliki peran penting dalam mendukung kesiapan pelayanan PKP-PK sehingga mampu meningkatkan efektivitas penanganan keadaan darurat di bandar udara.

Menurut ICAO *Annex* 14 *Volume* I edisi ke-9 (2022) beserta amendemen yang digunakan dalam kajian ini, pelayanan ARFF ditujukan untuk mendukung penyelamatan jiwa manusia melalui respons yang cepat dan efektif terhadap keadaan darurat penerbangan. Oleh karena itu, organisasi penyelenggara bandar udara wajib memastikan tersedianya personel, kendaraan, fasilitas, dan prosedur operasional yang mendukung tercapainya standar pelayanan ARFF sesuai ketentuan internasional ((ICAO), 2018). Ketentuan tersebut juga ditegaskan dalam *Easy Access Rules for Aerodromes* yang diterbitkan oleh *European Union Aviation Safety Agency* (EASA), bahwa pelayanan ARFF harus didukung oleh kesiapan personel, kendaraan, peralatan, dan infrastruktur sehingga mampu memberikan respons yang efektif terhadap keadaan darurat penerbangan ((EASA), 2024)

Dalam operasional PKP-PK, efektivitas pergerakan tidak hanya ditentukan oleh kemampuan kendaraan mencapai lokasi kejadian, tetapi juga oleh kemampuan unit untuk segera melaksanakan tindakan awal penyelamatan setelah tiba di lokasi. ICAO *Annex* 14 menetapkan bahwa kendaraan ARFF pertama harus mampu mencapai setiap titik pada runway operasional dalam waktu tidak lebih dari tiga menit pada kondisi visibilitas dan permukaan yang optimum. Selain itu, kendaraan pertama diharapkan mampu mulai mengaplikasikan bahan pemadam dengan laju pelepasan (*discharge rate*) sekurang-kurangnya 50% dari kapasitas yang dipersyaratkan, sedangkan kapasitas penuh dicapai oleh kendaraan berikutnya sesuai kategori bandar udara ((ICAO), 2018). Standar tersebut menunjukkan bahwa efektivitas pelayanan PKP-PK tidak hanya diukur berdasarkan kecepatan mobilisasi, tetapi juga berdasarkan kemampuan unit untuk melaksanakan tindakan penyelamatan secara langsung

setelah mencapai lokasi kejadian.

Secara konseptual, efektivitas pergerakan PKP-PK dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berkaitan, antara lain kondisi jalur pergerakan operasional, ketercapaian *response time*, kesiapan kendaraan ARFF, kesiapan personel, efektivitas sistem komunikasi, serta koordinasi antarunit penanganan keadaan darurat. Penelitian (Hilmy et al., 2023) menunjukkan bahwa keberhasilan pelayanan PKP-PK sangat dipengaruhi oleh kesiapan personel, kendaraan, fasilitas pendukung, serta kemampuan organisasi dalam melaksanakan prosedur penanggulangan keadaan darurat secara terpadu. Temuan tersebut menunjukkan bahwa efektivitas pelayanan tidak hanya ditentukan oleh satu komponen, melainkan merupakan hasil dari sinergi seluruh unsur penyelenggara pelayanan PKP-PK.

Pada penelitian ini, efektivitas pergerakan PKP-PK diposisikan sebagai variabel dependen
(Y) yang menggambarkan tingkat keberhasilan unit PKP-PK dalam mendukung penanganan keadaan darurat penerbangan. Variabel ini dibedakan secara konseptual dari *response time*. *Response time* merupakan ukuran lamanya waktu yang diperlukan sejak alarm diterima hingga kendaraan ARFF pertama mencapai lokasi kejadian sesuai ketentuan operasional, sedangkan efektivitas pergerakan menggambarkan keberhasilan unit dalam melaksanakan respons awal setelah kendaraan tiba di lokasi kejadian ((ICAO), 2018; Miftahul Firdaus et al., 2024). Dengan demikian, *response time* dipandang sebagai salah satu faktor yang berkaitan dengan efektivitas pergerakan, bukan sebagai indikator yang membentuk variabel efektivitas itu sendiri.

Berdasarkan sintesis teori dan hasil penelitian terdahulu, efektivitas pergerakan PKP-PK dalam penelitian ini dioperasionalkan melalui beberapa indikator, yaitu: (1) ketepatan penempatan kendaraan sesuai kebutuhan operasi; (2) kemampuan memulai aplikasi bahan pemadam sesuai prosedur operasional; (3) kesiapan pelaksanaan tindakan penyelamatan setelah tiba di lokasi kejadian; (4) kesinambungan operasi selama penanganan keadaan darurat; serta (5) kepatuhan terhadap SOP dalam pelaksanaan respons awal ((EASA), 2024; (ICAO), 2018; Hilmy et al., 2023). Indikator-indikator tersebut dipandang mampu merepresentasikan konsep efektivitas pergerakan PKP-PK secara lebih komprehensif tanpa memasukkan kembali *response time* maupun kesiapan kendaraan sebagai bagian dari variabel hasil.

Dengan batasan konseptual tersebut, efektivitas pergerakan PKP-PK dalam penelitian ini dipahami sebagai tingkat keberhasilan unit PKP-PK dalam melakukan mobilisasi dan melaksanakan tindakan awal penyelamatan secara cepat, tepat, aman, dan sesuai standar operasional, sehingga mampu mendukung keberhasilan penanganan keadaan darurat penerbangan di bandar udara.

B. Kondisi Jalur Pergerakan Operasional

Dalam penyelenggaraan pelayanan Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK), kendaraan Airport Rescue and Fire Fighting (ARFF) harus mampu mencapai lokasi kejadian melalui jalur yang aman, cepat, dan bebas hambatan. Oleh karena itu, kondisi jalur pergerakan operasional atau akses operasional sisi udara merupakan salah satu faktor penting yang mendukung keberhasilan mobilisasi kendaraan ARFF dalam memenuhi standar pelayanan keadaan darurat penerbangan. Jalur tersebut meliputi runway, taxiway, emergency access road, service road, maupun jalur operasional lain yang digunakan kendaraan PKP-PK sesuai karakteristik kejadian darurat ((ICAO), 2018; Dermawan et al., 2023)

Selain dipengaruhi oleh kondisi fisik jalur pergerakan, efektivitas mobilisasi kendaraan ARFF juga berkaitan dengan kesiapan operasional unit PKP-PK dalam melaksanakan pelayanan penyelamatan dan pemadaman. Implementasi operasi ARFF yang memenuhi standar

operasional akan mendukung kelancaran respons terhadap keadaan darurat serta meningkatkan keselamatan penerbangan di bandar udara (Abinza & Dewantari, 2023)

Menurut ICAO Annex 14 Volume I, bandar udara wajib menyediakan emergency access road yang memungkinkan kendaraan ARFF mencapai lokasi kejadian secepat mungkin tanpa mengganggu operasi penerbangan. Jalur tersebut harus dirancang agar mampu dilalui kendaraan ARFF dalam berbagai kondisi operasional, memiliki kapasitas yang memadai terhadap beban kendaraan, serta dipelihara secara berkala untuk menjamin keselamatan dan kelancaran mobilisasi pada saat keadaan darurat ((ICAO), 2018). Ketentuan serupa juga ditegaskan dalam Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor PR 30 Tahun 2022 sebagai dasar normatif nasional. *Easy Access Rules for Aerodromes* dari EASA digunakan sebagai rujukan teknis pembanding internasional, bukan sebagai dasar hukum nasional ((EASA), 2024).

Secara teknis, kondisi jalur pergerakan operasional mencakup berbagai aspek yang dapat memengaruhi kecepatan dan keamanan mobilisasi kendaraan ARFF. Aspek tersebut meliputi kondisi perkerasan (*pavement condition*), tingkat kekesatan permukaan (*surface friction*), keberadaan Foreign Object Debris (FOD), genangan air (*standing water*), kontaminasi permukaan, hambatan pada jalur akses, serta ketersediaan dan kualitas emergency access road. Apabila salah satu aspek tersebut tidak memenuhi standar, kendaraan ARFF berpotensi mengalami penurunan kecepatan, kehilangan stabilitas, bahkan keterlambatan mencapai lokasi kejadian sehingga dapat memengaruhi keberhasilan pelayanan keadaan darurat ((EASA), 2024; (ICAO), 2018)

Penelitian (Dermawan et al., 2023) menunjukkan bahwa keberadaan jalur akses operasional yang memadai memiliki peran penting dalam mendukung pencapaian *response time* kendaraan ARFF. Jalur akses yang bebas hambatan memungkinkan kendaraan bergerak lebih cepat menuju lokasi kejadian sehingga memperkecil potensi keterlambatan pelayanan darurat. Sebaliknya, jalur yang mengalami kerusakan, penyempitan, ataupun gangguan operasional dapat menghambat mobilisasi kendaraan dan menurunkan efektivitas penanganan keadaan darurat. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa kualitas infrastruktur akses operasional merupakan salah satu prasyarat penting dalam sistem pelayanan PKP-PK.

Hasil penelitian (Vaňková & Capoušek, 2016)juga menunjukkan bahwa perencanaan jalur akses menuju runway harus mempertimbangkan karakteristik bandar udara, jarak tempuh kendaraan, konfigurasi runway dan taxiway, serta kemungkinan terjadinya hambatan selama mobilisasi kendaraan ARFF. Jalur akses yang dirancang secara optimal memungkinkan kendaraan mencapai lokasi kejadian sesuai standar waktu tanggap, sedangkan konfigurasi jalur yang kurang baik dapat memperpanjang lintasan kendaraan sehingga meningkatkan *response time*. Oleh karena itu, desain dan pemeliharaan jalur akses operasional tidak hanya berkaitan dengan aspek infrastruktur, tetapi juga menjadi bagian dari sistem manajemen keselamatan bandar udara.

Dalam konteks operasional bandar udara di Indonesia, pengelola bandar udara diwajibkan melakukan inspeksi rutin terhadap seluruh area pergerakan guna memastikan kondisi perkerasan, tingkat kekesatan permukaan, keberadaan FOD, sistem drainase, dan akses kendaraan PKP-PK tetap memenuhi persyaratan keselamatan penerbangan sebagaimana diatur dalam *Civil Aviation Safety Regulations* (CASR) Part 139 dan ketentuan teknis Direktorat Jenderal Perhubungan Udara ((ICAO), 2018; Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, 2024). Pelaksanaan inspeksi dan pemeliharaan tersebut bertujuan menjaga agar kendaraan ARFF dapat bergerak secara aman dan efisien pada saat terjadi keadaan darurat.

Berdasarkan sintesis teori dan hasil penelitian terdahulu, kondisi jalur pergerakan operasional dalam penelitian ini didefinisikan sebagai tingkat kesiapan infrastruktur sisi udara yang digunakan sebagai jalur mobilisasi kendaraan ARFF menuju lokasi kejadian darurat.

Variabel ini dioperasionalkan melalui beberapa indikator, yaitu (1) kondisi perkerasan permukaan, (2) tingkat kekesatan permukaan (*surface friction*), (3) keberadaan FOD atau kontaminasi permukaan, (4) hambatan pada jalur pergerakan, (5) jarak tempuh kendaraan menuju lokasi kejadian, dan (6) ketersediaan serta aksesibilitas *emergency access road* ((ICAO), 2018; Dermawan et al., 2023; Vaňková & Capoušek, 2016)

Dengan batasan tersebut, kondisi jalur pergerakan operasional dipandang sebagai salah satu faktor yang secara konseptual memengaruhi kemampuan kendaraan ARFF mencapai lokasi kejadian sesuai standar *response time*. Semakin baik kondisi jalur akses operasional yang tersedia, semakin besar peluang kendaraan ARFF melakukan mobilisasi secara cepat, aman, dan efektif sehingga mendukung keberhasilan pelayanan PKP-PK dalam penanganan keadaan darurat penerbangan ((ICAO), 2018; Dermawan et al., 2023; Ilham et al., 2025)

C. Response Time

Response time merupakan salah satu indikator utama dalam mengevaluasi efektivitas pelayanan Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK) di bandar udara. Secara umum, response time didefinisikan sebagai selang waktu yang dihitung sejak alarm keadaan darurat diterima oleh unit PKP-PK hingga kendaraan *Airport Rescue and Fire Fighting* (ARFF) pertama mencapai lokasi kejadian dan siap melaksanakan tindakan penyelamatan maupun pemadaman kebakaran. Kecepatan pencapaian response time menjadi faktor yang sangat penting karena berkaitan langsung dengan peluang penyelamatan jiwa penumpang dan awak pesawat pada fase awal keadaan darurat ((EASA), 2024; (ICAO), 2018)

Menurut ICAO *Annex* 14 *Volume* I – Aerodrome Design and Operations, pelayanan ARFF harus mampu mencapai setiap titik operasional *runway* dalam waktu tidak lebih dari tiga menit pada kondisi permukaan dan visibilitas yang optimum. Selain itu, ICAO merekomendasikan agar kendaraan ARFF pertama dapat mencapai lokasi kejadian dalam waktu sekitar dua menit sebagai sasaran operasional (*operational objective*) sehingga tindakan awal penyelamatan dapat dilakukan secepat mungkin. Standar ini ditetapkan berdasarkan pertimbangan bahwa peluang keselamatan korban kecelakaan penerbangan akan meningkat apabila proses penyelamatan dan pengendalian kebakaran dilakukan pada menit-menit awal setelah kejadian ((ICAO), 2018)

Ketentuan tersebut diperkuat oleh *Easy Access Rules for Aerodromes* yang diterbitkan oleh *European Union Aviation Safety Agency* (EASA). EASA menegaskan bahwa ketercapaian *response time* tidak hanya dipengaruhi oleh kecepatan kendaraan ARFF, tetapi juga oleh kesiapan personel, efektivitas sistem komunikasi, kondisi jalur akses operasional, kesiapan kendaraan, serta koordinasi antarunit pelayanan darurat di bandar udara. Oleh karena itu, pencapaian *response time* merupakan hasil dari integrasi berbagai komponen sistem keselamatan bandar udara yang harus dipelihara secara berkelanjutan ((EASA), 2024)

Dalam praktik operasional, *response time* dipengaruhi oleh berbagai faktor internal maupun eksternal. Faktor internal meliputi kesiapan personel, kesiapan kendaraan ARFF, kesiapan peralatan pemadam, efektivitas sistem alarm, kemampuan pengemudi kendaraan, serta prosedur operasional yang diterapkan oleh unit PKP-PK. Sementara itu, faktor eksternal meliputi kondisi jalur pergerakan operasional, jarak tempuh menuju lokasi kejadian, kondisi cuaca, tingkat visibilitas, kepadatan lalu lintas kendaraan operasional, serta karakteristik lokasi kejadian di sisi udara. Gangguan terhadap salah satu faktor tersebut berpotensi menyebabkan keterlambatan kendaraan ARFF mencapai lokasi kejadian sehingga dapat menurunkan efektivitas pelayanan keadaan darurat ((EASA), 2024; (ICAO), 2018)

Penelitian (Ilham et al., 2025) menunjukkan bahwa pencapaian *response time* dipengaruhi oleh kondisi jalur operasional, kesiapan kendaraan, kesiapan personel, dan efektivitas sistem alarm. Jalur operasional yang mengalami kerusakan atau hambatan akan

memperlambat mobilisasi kendaraan, sedangkan kendaraan yang tidak berada dalam kondisi laik operasi berpotensi mengalami keterlambatan keberangkatan menuju lokasi kejadian. Penelitian tersebut juga menegaskan bahwa peningkatan kesiapan operasional seluruh komponen pelayanan PKP-PK merupakan strategi penting untuk mempertahankan pencapaian standar *response time* sesuai ketentuan internasional.

Hasil penelitian (Miftahul Firdaus et al., 2024) menunjukkan bahwa kegiatan inspeksi harian, pemeliharaan preventif (*preventive maintenance*), serta pemeriksaan kesiapan kendaraan sebelum operasional memberikan kontribusi yang signifikan terhadap keberhasilan pencapaian *response time*. Kendaraan ARFF yang dipelihara secara berkala memiliki tingkat keandalan yang lebih tinggi sehingga mampu mendukung mobilisasi secara cepat ketika terjadi keadaan darurat. Sebaliknya, kendaraan yang mengalami gangguan teknis dapat menyebabkan keterlambatan respons dan menurunkan efektivitas pelayanan PKP-PK.

Selain kesiapan kendaraan, kemampuan personel juga menjadi faktor yang tidak dapat dipisahkan dari pencapaian *response time*. (Hilmy et al., 2023) menjelaskan bahwa kompetensi personel, kesiapan regu jaga, disiplin pelaksanaan prosedur operasi standar (*Standard Operating Procedure*), serta pelaksanaan latihan keadaan darurat secara berkala akan meningkatkan kemampuan unit PKP-PK dalam merespons kejadian darurat secara cepat dan tepat. Oleh karena itu, pengembangan kompetensi personel harus dilakukan secara berkelanjutan melalui pendidikan, pelatihan, simulasi, dan evaluasi kinerja operasional.

Dalam konteks penelitian ini, *response time* diposisikan sebagai variabel independen (X_2) yang memengaruhi efektivitas pergerakan PKP-PK. Variabel ini dipahami sebagai ukuran waktu yang mencakup rangkaian tahapan respons sejak alarm diterima hingga kendaraan ARFF pertama tiba di lokasi kejadian. Dengan demikian, *response time* tidak mencakup kesiapan personel, kesiapan kendaraan, sistem komunikasi, maupun koordinasi, karena unsur-unsur tersebut merupakan faktor yang memengaruhi tercapainya *response time*, bukan bagian dari indikator waktunya ((EASA), 2024; (ICAO), 2018; Ilham et al., 2025)

Berdasarkan sintesis teori dan hasil penelitian terdahulu, indikator *response time* dalam penelitian ini meliputi (1) waktu sejak alarm/panggilan keadaan darurat diterima; (2) waktu mobilisasi atau turnout kendaraan ARFF; (3) waktu tempuh menuju lokasi kejadian; (4) waktu kendaraan ARFF pertama mencapai titik sasaran; dan (5) waktu mulai aplikasi bahan pemadam apabila unsur tersebut termasuk dalam definisi response time yang digunakan ((EASA), 2024; (ICAO), 2018; Hilmy et al., 2023; Miftahul Firdaus et al., 2024).

Berdasarkan uraian tersebut dapat dipahami bahwa *response time* merupakan salah satu indikator paling penting dalam menilai kinerja pelayanan PKP-PK. Semakin cepat waktu tanggap yang dicapai sesuai standar ICAO dan didukung oleh kesiapan personel, kendaraan, serta jalur operasional yang memadai, maka semakin tinggi efektivitas pergerakan PKP-PK dalam mendukung keberhasilan penanganan keadaan darurat penerbangan.

D. Kesiapan Kendaraan *Airport Rescue and Fire Fighting* (ARFF)

Kesiapan kendaraan *Airport Rescue and Fire Fighting* (ARFF) merupakan salah satu komponen utama dalam penyelenggaraan pelayanan Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK). Kendaraan ARFF berfungsi sebagai sarana utama untuk mengangkut personel, media pemadam, peralatan penyelamatan, serta perlengkapan pendukung menuju lokasi kejadian darurat. Oleh karena itu, kendaraan harus selalu berada dalam kondisi laik operasi (*serviceable*) sehingga mampu memberikan respons secara cepat, aman, dan efektif sesuai dengan standar keselamatan penerbangan ((EASA), 2024; (ICAO), 2018)

Menurut ICAO *Annex* 14 *Volume* I, setiap bandar udara wajib menyediakan

kendaraan ARFF yang sesuai dengan kategori bandar udara berdasarkan panjang pesawat terbesar yang dilayani. Selain memenuhi persyaratan jumlah kendaraan, setiap kendaraan harus memiliki
kapasitas media pemadam, kemampuan akselerasi, kemampuan manuver, sistem pompa, serta perlengkapan penyelamatan yang memenuhi standar internasional. Kendaraan tersebut harus selalu berada dalam kondisi siap digunakan (*operational readiness*) agar pelayanan penyelamatan dapat dilaksanakan segera setelah alarm keadaan darurat diterima ((ICAO), 2018)

Ketentuan tersebut diperkuat dalam *Easy Access Rules for Aerodromes* yang diterbitkan oleh *European Union Aviation Safety Agency* (EASA). EASA menegaskan bahwa kesiapan kendaraan ARFF tidak hanya ditentukan oleh kondisi fisik kendaraan, tetapi juga oleh pelaksanaan sistem pemeliharaan, inspeksi berkala, pengujian fungsi peralatan, ketersediaan bahan pemadam, serta pengelolaan suku cadang yang memadai. Seluruh kegiatan tersebut diarahkan untuk menjaga tingkat keandalan kendaraan agar dapat beroperasi secara optimal ketika terjadi keadaan darurat penerbangan ((EASA), 2024)

Secara konseptual, kesiapan kendaraan ARFF merupakan kondisi ketika seluruh kendaraan beserta sistem pendukungnya berada dalam keadaan siap dioperasikan setiap saat tanpa mengalami gangguan teknis yang dapat menghambat mobilisasi menuju lokasi kejadian. Kesiapan tersebut meliputi kesiapan mesin kendaraan, sistem transmisi, sistem pengereman, sistem suspensi, sistem pompa, monitor pemadam, tangki media pemadam, sistem komunikasi, sistem kelistrikan, serta perlengkapan penyelamatan yang dibawa kendaraan. Apabila salah satu komponen mengalami kerusakan, maka kemampuan kendaraan dalam memenuhi standar *response time* dapat menurun
sehingga efektivitas pelayanan PKP-PK ikut terdampak ((EASA), 2024; (ICAO), 2018)

Penelitian (Miftahul Firdaus et al., 2024) menunjukkan bahwa pelaksanaan *preventive maintenance* secara konsisten berkaitan dengan tingkat kesiapan operasional kendaraan ARFF.
Pemeriksaan harian sebelum operasional (*daily inspection*), pemeriksaan mingguan, perawatan berkala, penggantian komponen sesuai jadwal, serta pengujian fungsi sistem pompa dan monitor pemadam dikaji sebagai upaya yang mendukung keandalan kendaraan dalam pelayanan keadaan darurat. Sebaliknya, keterlambatan pelaksanaan pemeliharaan dapat meningkatkan risiko kerusakan kendaraan pada saat dibutuhkan sehingga berpotensi menyebabkan keterlambatan pencapaian
response time.

Hasil penelitian (Al Fatah & Purnama, 2024) juga menunjukkan bahwa penerapan sistem pemeliharaan berbasis jadwal (*scheduled maintenance*) berkaitan dengan kesiapan kendaraan PKP-PK. Pemeliharaan yang dilakukan secara terencana dinilai membantu menjaga performa
kendaraan tetap sesuai spesifikasi teknis dan menekan frekuensi kerusakan mendadak (*unscheduled breakdown*) serta menjaga performa kendaraan tetap sesuai spesifikasi teknis. Dengan demikian, program pemeliharaan tidak hanya berfungsi menjaga umur pakai kendaraan, tetapi juga menjadi bagian penting dalam sistem manajemen keselamatan bandar udara.

Selain pemeliharaan preventif, kegiatan *corrective maintenance* juga memiliki peran penting dalam menjaga kesiapan kendaraan ARFF. *Corrective maintenance* dilakukan apabila ditemukan kerusakan atau penurunan performa kendaraan sehingga diperlukan tindakan perbaikan untuk mengembalikan kondisi kendaraan ke tingkat operasional yang dipersyaratkan. Menurut (Al Fatah & Purnama, 2024), kombinasi antara *preventive maintenance dan corrective maintenance* merupakan strategi yang paling efektif dalam

mempertahankan tingkat keandalan kendaraan PKP-PK karena mampu meminimalkan risiko kegagalan fungsi selama operasi penyelamatan.

Kesiapan kendaraan tidak hanya ditentukan oleh aspek teknis, tetapi juga dipengaruhi oleh kesiapan personel pemeliharaan, ketersediaan suku cadang (*spare parts*), dukungan anggaran, serta efektivitas sistem manajemen pemeliharaan. (Hilmy et al., 2023)menjelaskan bahwa keberhasilan pelayanan PKP-PK merupakan hasil integrasi antara kesiapan personel, kesiapan kendaraan, kesiapan fasilitas, dan pelaksanaan prosedur operasional secara konsisten. Oleh karena itu, pengelolaan kendaraan ARFF harus menjadi bagian dari sistem manajemen keselamatan bandar
udara secara menyeluruh.

Dalam penelitian ini, kesiapan kendaraan ARFF diposisikan sebagai variabel independen (X_2) yang memengaruhi efektivitas pergerakan PKP-PK. Variabel ini didefinisikan sebagai tingkat kesiapan kendaraan beserta seluruh sistem pendukungnya untuk dapat dioperasikan secara langsung pada saat menerima alarm keadaan darurat tanpa mengalami hambatan teknis yang dapat memperlambat mobilisasi menuju lokasi kejadian.

Berdasarkan sintesis teori dan hasil penelitian terdahulu, indikator kesiapan kendaraan ARFF dalam penelitian ini meliputi (1) kondisi laik operasi kendaraan (serviceability); (2) pelaksanaan inspeksi harian dan berkala; (3) pelaksanaan preventive maintenance; (4) pelaksanaan corrective maintenance; (5) kesiapan sistem pompa, monitor, dan media pemadam; (6) kesiapan sistem komunikasi dan kelistrikan; (7) ketersediaan suku cadang; serta (8) kesiapan kendaraan untuk memenuhi standar response time ((EASA), 2024; (ICAO), 2018; Al Fatah & Purnama, 2024; Miftahul Firdaus et al., 2024).

Kesiapan kendaraan ARFF merupakan bagian dari kesiapan operasional unit PKP-PK secara keseluruhan. Tidak hanya ditentukan oleh kondisi teknis kendaraan, tetapi juga oleh kesiapan fasilitas pendukung dan pelaksanaan prosedur operasional yang sesuai standar. Implementasi operasi ARFF yang baik akan meningkatkan kemampuan unit PKP-PK dalam memberikan pelayanan keadaan darurat secara efektif (Abinza & Dewantari, 2023)

Berdasarkan uraian tersebut dapat dipahami bahwa kesiapan kendaraan ARFF merupakan faktor yang sangat menentukan efektivitas pelayanan PKP-PK. Kendaraan yang dipelihara secara baik, didukung oleh sistem inspeksi yang konsisten, serta selalu berada dalam kondisi siap operasi akan meningkatkan kecepatan mobilisasi menuju lokasi kejadian, membantu pencapaian standar
response time, dan pada akhirnya meningkatkan efektivitas pergerakan PKP-PK dalam penanganan keadaan darurat penerbangan.

E. Hubungan Konseptual Antarvariabel dan Pengembangan Kerangka Konseptual

1. Hubungan Konseptual Kondisi Jalur Pergerakan Operasional dan Kesiapan Kendaraan ARFF dengan Response Time

Kondisi jalur pergerakan operasional dan kesiapan kendaraan ARFF merupakan dua aspek operasional yang secara konseptual berkaitan dengan ketercapaian response time dalam pelayanan PKP-PK. Kondisi jalur pergerakan operasional yang mendukung mobilisasi kendaraan, seperti tersedianya jalur akses yang memadai, kondisi permukaan yang baik, serta minimnya hambatan operasional, dapat mendukung kelancaran pergerakan kendaraan ARFF menuju lokasi kejadian. Di sisi lain, kesiapan kendaraan ARFF yang didukung oleh kondisi teknis dan peralatan yang siap digunakan memungkinkan kendaraan segera dimobilisasi ketika terjadi keadaan darurat. Kedua aspek tersebut secara konseptual berkaitan dengan kemampuan unit PKP-PK dalam mencapai lokasi kejadian sesuai response time yang ditetapkan.

Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa kondisi jalur akses dan kesiapan kendaraan

merupakan aspek yang secara konsisten dibahas dalam kaitannya dengan pencapaian response time. Penelitian mengenai emergency access road menunjukkan pentingnya ketersediaan dan desain jalur akses dalam mendukung mobilisasi kendaraan ARFF, sedangkan kajian mengenai kesiapan kendaraan menekankan pentingnya pemeliharaan dan kondisi operasional kendaraan dalam mendukung kesiapsiagaan unit PKP-PK. Dengan demikian, kondisi jalur pergerakan operasional (X_1) dan kesiapan kendaraan ARFF (X_2) diposisikan sebagai faktor yang secara konseptual berkaitan dengan response time (M).

2. Hubungan Konseptual Response Time dengan Efektivitas Respons Awal PKP-PK

Response time merupakan indikator penting dalam menilai kemampuan unit PKP-PK dalam mencapai lokasi kejadian darurat. Pencapaian response time sesuai standar menunjukkan bahwa unit mampu melakukan mobilisasi secara cepat sehingga tindakan awal penyelamatan dan pemadaman dapat segera dilaksanakan. Dalam konteks tersebut, response time memiliki keterkaitan konseptual dengan efektivitas respons awal PKP-PK karena waktu yang diperlukan untuk mencapai lokasi kejadian menjadi salah satu aspek yang mendukung pelaksanaan tindakan awal dalam penanganan keadaan darurat penerbangan.

Berdasarkan sintesis literatur dan dokumen regulasi yang digunakan dalam kajian ini, response time diposisikan sebagai indikator operasional yang menjembatani kondisi awal operasional dengan efektivitas respons awal PKP-PK. Ketercapaian response time tidak secara tunggal menentukan efektivitas respons awal, tetapi menjadi salah satu aspek penting yang mendukung kemampuan unit dalam memberikan respons secara cepat dan tepat. Oleh karena itu, response time (M) secara konseptual diposisikan sebagai variabel perantara dalam hubungan antara kondisi jalur pergerakan operasional (X_1), kesiapan kendaraan ARFF (X_2), dan efektivitas respons awal PKP-PK (Y).

3. Pengembangan Kerangka Konseptual

Berdasarkan sintesis teori dan hasil penelitian terdahulu, penelitian ini mengembangkan kerangka konseptual yang mengintegrasikan kondisi jalur pergerakan operasional (X_1), kesiapan kendaraan ARFF (X_2), response time (M), dan efektivitas respons awal PKP-PK (Y). Kondisi jalur pergerakan operasional dan kesiapan kendaraan ARFF diposisikan sebagai aspek operasional yang secara konseptual berkaitan dengan ketercapaian response time. Selanjutnya, ketercapaian response time diposisikan sebagai aspek yang mendukung efektivitas respons awal PKP-PK.

Dalam kerangka konseptual ini, response time berperan sebagai variabel perantara konseptual yang menghubungkan kondisi jalur pergerakan operasional dan kesiapan kendaraan ARFF dengan efektivitas respons awal PKP-PK. Model ini tidak dimaksudkan untuk menyatakan adanya hubungan kausal atau mediasi empiris yang telah terbukti secara statistik, melainkan sebagai hasil sintesis konseptual berdasarkan literatur dan dokumen resmi yang dianalisis. Kerangka konseptual tersebut menjadi dasar bagi penelitian empiris selanjutnya untuk menguji hubungan antarvariabel secara kuantitatif.

4. Hubungan Konseptual Kondisi Jalur Pergerakan Operasional dan Kesiapan Kendaraan ARFF melalui Response Time dalam Mendukung Efektivitas Respons Awal PKP-PK

Berdasarkan sintesis teori dan hasil penelitian terdahulu, kondisi jalur pergerakan operasional dan kesiapan kendaraan ARFF secara konseptual berkaitan dengan ketercapaian response time dalam pelayanan PKP-PK. Kondisi jalur yang mendukung mobilisasi dan kendaraan ARFF yang berada dalam kondisi siap operasi memungkinkan unit PKP-PK melakukan pergerakan menuju lokasi kejadian secara lebih lancar. Ketercapaian response time kemudian mendukung pelaksanaan tindakan awal penyelamatan dan pemadaman secara cepat dan tepat, sehingga berkontribusi terhadap efektivitas respons awal PKP-PK.

Dalam kerangka konseptual ini, response time diposisikan sebagai variabel perantara

konseptual yang menghubungkan kondisi jalur pergerakan operasional (X_1) dan kesiapan kendaraan ARFF (X_2) dengan efektivitas respons awal PKP-PK (Y). Hubungan tersebut tidak dimaksudkan sebagai bukti mediasi empiris atau hubungan kausal yang telah diuji secara statistik, melainkan sebagai hubungan konseptual yang disusun berdasarkan sintesis literatur dan dokumen resmi yang dianalisis. Dengan demikian, model konseptual yang dikembangkan menempatkan kondisi jalur pergerakan operasional dan kesiapan kendaraan ARFF sebagai aspek yang berkaitan dengan response time, sedangkan response time diposisikan sebagai variabel perantara konseptual yang mendukung efektivitas respons awal PKP-PK.

METODE PENULISAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode *Narrative Literature Review* (NLR). Metode ini dipilih untuk menyusun sintesis konseptual mengenai keterkaitan kondisi jalur pergerakan operasional, kesiapan kendaraan *Airport Rescue and Fire Fighting* (ARFF), dan *response time* dengan efektivitas respons awal Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK). Pendekatan NLR digunakan karena memungkinkan integrasi secara naratif terhadap berbagai jenis sumber, termasuk artikel ilmiah, regulasi nasional, dan dokumen standar internasional yang relevan dengan fokus kajian.

Sumber literatur diperoleh melalui penelusuran pada Google Scholar dan Garuda, serta dokumen resmi yang diterbitkan oleh International Civil Aviation Organization (ICAO), European Union Aviation Safety Agency (EASA), dan Jaringan Dokumentasi dan Informasi Hukum (JDIH) Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. Penelusuran dilakukan menggunakan kata kunci dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris, antara lain “Airport Rescue and Fire Fighting”, “Aircraft Rescue and Fire Fighting”, “PKP-PK”, “response time”, “emergency access road”, “airport operational road”, “ARFF vehicle readiness”, “preventive maintenance ARFF”, dan “airport emergency response”, serta kombinasi kata kunci tersebut.

Kriteria inklusi meliputi: (1) artikel ilmiah yang membahas PKP-PK atau ARFF, *response time*, kesiapan kendaraan ARFF, atau kondisi jalur operasional bandar udara; (2) dokumen regulasi nasional dan standar internasional yang relevan dan masih berlaku; (3) artikel yang diterbitkan dalam periode 2015–2025; dan (4) sumber yang tersedia dalam teks lengkap. Adapun kriteria eksklusi meliputi artikel yang tidak berkaitan langsung dengan pelayanan PKP-PK atau ARFF, artikel duplikat, sumber yang tidak tersedia dalam teks lengkap, serta publikasi yang tidak memiliki keterkaitan langsung dengan variabel kajian.

Proses seleksi literatur dilakukan secara bertahap melalui identifikasi, penyaringan, penilaian kesesuaian, dan penetapan sumber yang dianalisis. Sumber yang tidak relevan dengan fokus kajian, tidak memenuhi kriteria tahun publikasi, tidak tersedia dalam teks lengkap, atau tidak memiliki keterkaitan langsung dengan variabel penelitian dikeluarkan dari proses seleksi. Berdasarkan proses tersebut, diperoleh sepuluh sumber utama yang terdiri atas tujuh artikel ilmiah dan tiga dokumen resmi untuk dianalisis.

Data yang diperoleh dari setiap sumber diekstraksi berdasarkan informasi mengenai tujuan penelitian, metode yang digunakan, variabel atau fokus kajian, serta temuan utama. Selanjutnya, data dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif kualitatif melalui sintesis naratif. Analisis dilakukan dengan membandingkan temuan antarsumber, mengidentifikasi persamaan dan perbedaan hasil kajian, serta menyusun keterkaitan konseptual antara kondisi jalur pergerakan operasional, kesiapan kendaraan ARFF, *response time*, dan efektivitas respons awal PKP-PK. Hasil sintesis tersebut digunakan sebagai dasar dalam penyusunan kerangka konseptual penelitian.

Kriteria	Inklusi	Eksklusi

Topik	Fokus penelitian	Sumber yang tidak relevan
Tahun	2015–2025	Sebelum 2015
Jenis Dokumen	Jurnal, Prosiding, ICAO, EASA, CASR	Artikel populer, blog, opini
Bahasa	Indonesia dan Inggris	Bahasa lain tanpa terjemahan
Akses	Full text	Abstrak saja

HASIL

Berdasarkan proses identifikasi dan seleksi literatur, diperoleh 10 sumber utama yang memenuhi kriteria inklusi dan digunakan sebagai dasar penyusunan kajian. Sumber tersebut terdiri atas tujuh artikel ilmiah dan tiga dokumen resmi, yaitu satu regulasi nasional dan dua dokumen internasional. Tujuh artikel ilmiah membahas aspek response time, kondisi jalur pergerakan operasional, kesiapan kendaraan ARFF, serta kesiapan operasional PKP-PK. Sementara itu, dokumen resmi digunakan sebagai landasan normatif mengenai standar pelayanan ARFF, kesiapan kendaraan, response time, dan persyaratan operasional bandar udara.

Tabel 1. Hasil Sintesis Literatur Penelitian Terdahulu Mengenai Kondisi Jalur Pergerakan Operasional, Response Time, Kesiapan Kendaraan ARFF, dan Efektivitas Pergerakan PKP-PK

No	Penulis/Tahun	Fokus Kajian	Metode	Temuan Utama	Kontribusi terhadap Penelitian	*Research Gap*
1	Abinza & Dewantari, (2023)	Implementasi operasional *Airport Rescue and Fire Fighting* (ARFF)	Studi Kasus	Kesiapan operasional ARFF sangat menentukan keselamatan dan keamanan penerbangan.	Mendukung variabel efektivitas pergerakan PKP-PK dan kesiapan operasional.	Belum membahas pengaruh kondisi jalur operasional terhadap efektivitas pergerakan.
2	Firdaus, Adhi Tamtama, & Saputra (2024)	*Response time* PKP-PK	Kajian Literatur	*Response time* merupakan indikator utama kinerja PKP-PK.	Mendukung variabel response time.	Belum menghubungkan response time dengan kondisi jalur operasional dan kesiapan kendaraan secara simultan.

3	Ilham, Firdiyanto, & Supri (2025)	Faktor-faktor yang memengaruhi response time PKP-PK	Literature Review	Kondisi akses, kesiapan kendaraan, personel, dan sistem alarm memengaruhi *response time*.	Menjelaskan hubungan *response time* dengan jalur operasional dan kesiapan kendaraan.	Belum menguji pengaruh faktor-faktor tersebut terhadap efektivitas pergerakan PKP-PK.
4	Al Fatah & Purnama (2024)	Pemeliharaan kendaraan PKP-PK	Studi kasus	Pemeliharaan berkala menjaga kesiapan kendaraan	Mendukung variabel kesiapan kendaraan.	Belum mengaitkan kesiapan kendaraan dengan response time maupun efektivitas pergerakan.
5	Direktorat Jenderal Perhubungan Udara (2022). PR 30 Tahun 2022	Standar operasional PKP-PK di bandar udara	Dokumen regulasi	Menetapkan standar kesiapan PKP-PK, kendaraan ARFF, fasilitas, dan *response time*.	Menjadi dasar normatif dalam pembahasan kondisi jalur operasional, kesiapan kendaraan ARFF, dan *response time*.	Belum membahas hubungan ketiga aspek tersebut terhadap efektivitas pergerakan PKP-PK dalam satu kerangka konseptual.
6	Hilmy, Gunawan, & Adiputra (2023)	Kesiapan PKP-PK dalam penanggulangan keadaan darurat	Studi Kasus	Kesiapan personel, kendaraan, dan fasilitas menentukan efektivitas pelayanan PKP-PK.	Mendukung variabel efektivitas pergerakan PKP-PK.	Belum mengembangkan model hubungan antarvariabel.
7	Dermawan et al. (2023)	*Emergency Access Road* pada Bandar Udara	Studi Deskriptif	Ketersediaan *emergency access road* mempercepat mobilisasi kendaraan ARFF menuju lokasi kejadian.	Mendukung variabel kondisi jalur pergerakan operasional.	Belum menghubungkan *emergency access road* dengan efektivitas pergerakan PKP-PK.

8	Vaňková & Capoušek (2016)	*Rescue and Fire Fighting Access Road*	Analisis Infrastruktur Bandar Udara	Desain jalur akses memengaruhi waktu tempuh kendaraan ARFF menuju *runway*.	Mendukung konsep jalur operasional *dan response time*.	Belum membahas kesiapan kendaraan maupun efektivitas PKP-PK secara menyeluruh.
9	ICAO *Annex* 14 *Volume* I (2018)	Standar pelayanan ARFF di bandar udara	Dokumen Regulasi Internasional	Menetapkan standar *response time, emergency access road*, kategori ARFF, dan kesiapan fasilitas.	Menjadi landasan teoritis seluruh variabel penelitian.	Tidak membahas implementasi empiris di bandar udara tertentu.
10	EASA Easy Access Rules for Aerodromes (2024)	Standar operasional aerodrome dan ARFF	Regulasi Teknis	Menjelaskan persyaratan kesiapan kendaraan, personel, komunikasi, dan emergency access road.	Menguatkan teori kondisi jalur operasional, *response time*, dan kesiapan kendaraan.	Belum mengembangkan model konseptual efektivitas pergerakan PKP-PK.

Berdasarkan Tabel 1, penelitian terdahulu menunjukkan bahwa response time, kondisi jalur pergerakan operasional, dan kesiapan kendaraan ARFF merupakan aspek yang saling berkaitan dalam mendukung pelayanan PKP-PK. Sejumlah penelitian menempatkan response time sebagai indikator penting dalam menilai kemampuan respons awal, sementara kajian lain menyoroti pentingnya kondisi jalur akses dan kesiapan kendaraan dalam mendukung mobilisasi kendaraan ARFF. Dokumen regulasi dan standar internasional memberikan landasan normatif mengenai persyaratan operasional, kesiapan kendaraan, dan standar pelayanan ARFF. Meskipun demikian, sebagian besar sumber masih membahas aspek-aspek tersebut secara terpisah. Hasil sintesis ini menunjukkan adanya kebutuhan untuk mengintegrasikan kondisi jalur pergerakan operasional, kesiapan kendaraan ARFF, response time, dan efektivitas respons awal PKP-PK dalam satu kerangka konseptual.

PEMBAHASAN

1. Kondisi Jalur Pergerakan Operasional dan *Response Time*

Hasil sintesis literatur mengindikasikan bahwa kondisi jalur pergerakan operasional merupakan aspek yang berkaitan dengan ketercapaian *response time* dalam mobilisasi kendaraan ARFF. Jalur yang dapat digunakan secara aman dan lancar memungkinkan kendaraan bergerak menuju lokasi kejadian tanpa hambatan operasional yang tidak perlu. Sebaliknya, kondisi seperti kerusakan permukaan, genangan, FOD, atau hambatan pada jalur akses dapat mengurangi kelancaran mobilisasi dan berpotensi memperpanjang waktu tempuh kendaraan.

Temuan mengenai pentingnya jalur akses juga didukung oleh kajian mengenai *emergency access road* dan infrastruktur akses kendaraan ARFF. Namun, berdasarkan sifat kajian ini sebagai *Narrative Literature Review*, hubungan tersebut dipahami sebagai keterkaitan konseptual, bukan sebagai bukti bahwa kondisi jalur secara statistik telah terbukti menyebabkan perubahan *response time*. Dengan demikian, kondisi jalur pergerakan operasional (X_1) secara konseptual berkaitan dengan ketercapaian *response time* (M).
P1: Kondisi jalur pergerakan operasional secara konseptual berkaitan dengan ketercapaian response time.

2. Kesiapan Kendaraan ARFF dan *Response Time*

Kesiapan kendaraan ARFF merupakan aspek operasional lain yang secara konseptual berkaitan dengan ketercapaian *response time*. Kendaraan yang berada dalam kondisi siap operasi memungkinkan proses mobilisasi dilakukan ketika terjadi keadaan darurat tanpa terlebih dahulu menghadapi kendala teknis yang dapat menghambat keberangkatan. Kesiapan tersebut mencakup kondisi teknis kendaraan, pemeliharaan, serta kesiapan peralatan yang diperlukan untuk mendukung operasi PKP-PK.

Literatur yang dianalisis menunjukkan bahwa pemeliharaan dan kesiapan kendaraan merupakan bagian penting dari kesiapsiagaan operasional PKP-PK. Namun, temuan tersebut tidak digunakan untuk menyatakan adanya hubungan kausal yang telah diuji secara statistik. Dalam konteks kajian ini, kesiapan kendaraan ARFF (X_2) dipahami sebagai aspek yang secara konseptual berkaitan dengan kemampuan unit mencapai *response time* yang ditetapkan.
P1: Kondisi jalur pergerakan operasional secara konseptual berpengaruh terhadap pencapaian response time.
P2: Kesiapan kendaraan ARFF secara konseptual berkaitan dengan ketercapaian response time.

3. *Response Time* dan Efektivitas Respons Awal PKP-PK

Response time merupakan indikator operasional yang menggambarkan waktu yang diperlukan unit PKP-PK untuk mencapai lokasi kejadian setelah adanya pemberitahuan keadaan darurat. Pencapaian waktu respons sesuai standar memungkinkan tindakan awal penyelamatan dan pemadaman dapat segera dilaksanakan. Oleh karena itu, hasil sintesis literatur mengindikasikan bahwa ketercapaian *response time* secara konseptual mendukung efektivitas respons awal PKP-PK.

Meskipun demikian, efektivitas respons awal PKP-PK tidak hanya ditentukan oleh waktu tempuh kendaraan. Pelaksanaan respons juga dapat melibatkan kesiapan personel, komunikasi, fasilitas, koordinasi, dan kemampuan melaksanakan tindakan awal. Oleh karena itu, *response time* dipahami sebagai salah satu aspek penting yang mendukung efektivitas respons awal, bukan sebagai satu-satunya penentu.

P3: Ketercapaian response time sesuai standar secara konseptual mendukung efektivitas respons awal PKP-PK.

4 Sintesis Konseptual

Berdasarkan sintesis literatur, kondisi jalur pergerakan operasional dan kesiapan kendaraan ARFF memiliki keterkaitan konseptual dengan ketercapaian *response time*. Kondisi jalur yang mendukung mobilisasi dan kendaraan yang siap dioperasikan dapat mendukung proses pergerakan kendaraan ARFF menuju lokasi kejadian. Selanjutnya, ketercapaian *response time* mendukung pelaksanaan tindakan awal dalam respons keadaan darurat.

Berdasarkan hubungan konseptual tersebut, *response time* diposisikan sebagai variabel

perantara konseptual (M) yang menghubungkan kondisi jalur pergerakan operasional (X_1) dan kesiapan kendaraan ARFF (X_2) dengan efektivitas respons awal PKP-PK (Y). Posisi tersebut merupakan hasil sintesis konseptual dari literatur dan dokumen resmi yang dianalisis, bukan hasil pengujian mediasi secara statistik. Oleh karena itu, model ini masih perlu diuji melalui penelitian empiris pada konteks bandar udara yang berbeda.

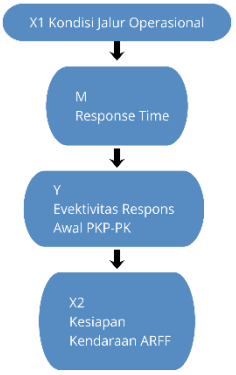
P4: Dalam kerangka konseptual ini, response time diposisikan sebagai variabel perantara konseptual antara kondisi jalur pergerakan operasional dan kesiapan kendaraan ARFF dengan efektivitas respons awal PKP-PK.

Kerangka Konseptual Penelitian

Berdasarkan hasil sintesis literatur dan dokumen resmi, penelitian ini mengembangkan kerangka konseptual yang menghubungkan kondisi jalur pergerakan operasional (X_1) dan kesiapan kendaraan ARFF (X_2) dengan efektivitas respons awal PKP-PK (Y) melalui *response time* (M). Kondisi jalur pergerakan operasional dan kesiapan kendaraan ARFF diposisikan sebagai aspek operasional yang secara konseptual berkaitan dengan ketercapaian *response time*. Selanjutnya, ketercapaian *response time* diposisikan sebagai aspek yang mendukung efektivitas respons awal PKP-PK.

Dalam model ini, *response time* berperan sebagai variabel perantara konseptual. Posisi tersebut tidak dimaksudkan untuk menyatakan bahwa hubungan mediasi telah dibuktikan secara empiris atau statistik, melainkan sebagai hasil sintesis konseptual berdasarkan literatur dan dokumen resmi yang dianalisis. Kerangka konseptual ini menjadi dasar untuk memahami keterkaitan antara kondisi jalur pergerakan operasional, kesiapan kendaraan ARFF, *response time*, dan efektivitas respons awal PKP-PK.

Kerangka Konseptual Penelitian



Gambar 1. Kerangka konseptual hubungan kondisi jalur pergerakan operasional, response time, kesiapan kendaraan ARFF, dan efektivitas pergerakan PKP-PK.

Kerangka konseptual pada Gambar 1 menunjukkan bahwa kondisi jalur pergerakan operasional (X_1) dan kesiapan kendaraan ARFF (X_2) diposisikan sebagai faktor kritis yang secara konseptual berkaitan dengan *response time* (M) serta berkontribusi terhadap pencapaian efektivitas respons awal PKP-PK (Y). *Response time* (M) diposisikan sebagai variabel perantara konseptual yang menghubungkan X_1 dan X_2 dengan Y. Jalur operasional yang memenuhi standar keselamatan memungkinkan kendaraan ARFF bergerak secara aman dan lancar menuju lokasi kejadian, sedangkan kendaraan yang berada dalam kondisi siap operasi mendukung mobilisasi tanpa hambatan teknis. Kedua kondisi tersebut berkontribusi terhadap pencapaian *response time* sesuai standar pelayanan PKP-PK, yang pada akhirnya mendukung efektivitas respons awal secara menyeluruh.

Selain keterkaitan melalui *response time*, hasil sintesis literatur juga menunjukkan bahwa kondisi jalur pergerakan operasional dan kesiapan kendaraan ARFF memiliki hubungan konseptual secara langsung dengan efektivitas respons awal PKP-PK (Y). Jalur operasional yang andal menjamin kelancaran mobilisasi armada, sementara kesiapan teknis kendaraan menjamin keberlangsungan tindakan pertolongan dan pemadaman saat tiba di lokasi kejadian. Oleh karena itu, efektivitas respons awal PKP-PK dipahami sebagai hasil interaksi terpadu antara kualitas infrastruktur sisi udara, kesiapan sarana penyelamatan, dan kemampuan memenuhi target *response time*.

Kerangka konseptual ini tidak dimaksudkan untuk menguji atau membuktikan hubungan kausalitas secara statistik, melainkan disusun sebagai sintesis teoritis dan kualitatif berdasarkan penelitian terdahulu. Model konseptual ini diharapkan dapat menjadi landasan teoritis bagi penelitian empiris mendatang guna menguji proposisi hubungan antarvariabel pada berbagai karakteristik dan kategori bandar udara.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil sintesis literatur, dapat disimpulkan bahwa efektivitas respons awal Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK) merupakan hasil interaksi dari beberapa faktor operasional yang saling berkaitan, yaitu kondisi jalur pergerakan operasional, *response time*, dan kesiapan kendaraan *Airport Rescue and Fire Fighting* (ARFF).

Sintesis konseptual ini menunjukkan bahwa kondisi jalur pergerakan operasional dan kesiapan kendaraan ARFF berkontribusi terhadap pencapaian *response time*, serta secara langsung maupun tidak langsung berkaitan dengan efektivitas respons awal PKP-PK. Kondisi jalur pergerakan operasional yang memenuhi standar keselamatan serta kesiapan armada melalui pemeliharaan yang terencana secara bersama-sama menentukan ketepatan *response time* sesuai standar keselamatan penerbangan, yang pada akhirnya menentukan keberhasilan tindakan respons awal di lokasi kejadian.

Hasil sintesis juga menegaskan kedudukan *response time* sebagai variabel perantara konseptual yang menjembatani keterkaitan antara kondisi jalur pergerakan dan kesiapan kendaraan ARFF terhadap efektivitas respons awal PKP-PK. Oleh karena itu, peningkatan efektivitas operasional PKP-PK memerlukan pendekatan terintegrasi yang mencakup pengelolaan infrastruktur sisi udara, pemeliharaan keandalan armada ARFF, serta penerapan prosedur operasional yang patuh terhadap regulasi nasional maupun standar internasional.

Kontribusi utama dari artikel ini adalah merumuskan kerangka konseptual terpadu serta proposisi penelitian yang menghubungkan kondisi jalur pergerakan operasional, kesiapan kendaraan ARFF, dan *response time* terhadap efektivitas respons awal PKP-PK. Kerangka konseptual ini dapat menjadi acuan teoritis bagi penelitian empiris selanjutnya dalam menguji proposisi-proposisi tersebut di lapangan.

Saran

Berdasarkan hasil sintesis literatur, beberapa rekomendasi yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Bagi Pengelola Bandar Udara: Perlu melakukan evaluasi, pemeliharaan, dan inspeksi berkala terhadap kondisi jalur pergerakan operasional (termasuk *runway*, *taxiway*, *service road*, dan *emergency access road*) guna menjamin kelaikan dan kebebasan jalur dari rintangan saat terjadi kondisi darurat.
2. Bagi Unit PKP-PK: Program pemeliharaan kendaraan ARFF perlu dilaksanakan secara konsisten melalui inspeksi harian (*daily inspection*), pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*), serta uji performa secara berkala untuk memastikan

armada selalu dalam kondisi siap tempur (*serviceable*).

3. Bagi Regulator: Hasil sintesis konseptual ini dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam penyusunan maupun evaluasi kebijakan standar pelayanan PKP-PK, khususnya terkait integrasi kriteria jalur pergerakan, pemeliharaan armada, dan pemenuhan target response time sesuai ketentuan CASR Part 139 dan regulasi terkait.
4. Bagi Peneliti Selanjutnya: Kerangka konseptual dan proposisi yang dirumuskan dalam studi ini perlu diuji secara empiris menggunakan pendekatan kuantitatif atau *mixed methods* di berbagai kategori bandar udara guna memverifikasi hubungan antarvariabel secara statistik.

DAFTAR PUSTAKA

(EASA), E. U. A. S. A. (2024). *Rescue and Firefighting* (Vol. 010, Issue 139).

(ICAO), I. C. A. O. (2018). *Chapter 9 Aerodrome Operational Services, Equipment and Installations*. Abinza, A. M., & Dewantari, A. (2023). Analysis of the Implementation of Airport Rescue and Fire Fighting Unit Operations in Efforts to Improve Aviation Security and Safety at Adi Soemarmo Boyolali International Airport. *JETISH: Journal of Education Technology Information Social Sciences and Health*, *2*(2), 1470–1480. https://doi.org/10.57235/jetish.v2i2.963

Al Fatah, D., & Purnama, Y. (2024). Analisis Perawatan Fasilitas Kendaraan di Unit Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK) Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan. *El-Mal: Jurnal Kajian Ekonomi & Bisnis Islam*, *5*(3), 1324–1344. https://doi.org/10.47467/elmal.v5i3.704

Dermawan, R., Kusdarwanto, H., Nugraha, M. E., Nirmala Kartikasari, Y., & Rizkyanti, F. N. (2023). An Emergency Response: The Availability Of Access Road At The International Airport. *Journal of Airport Engineering Technology (JAET)*, *4*(1), 31–37. https://doi.org/10.52989/jaet.v4i1.119

Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (2022). Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor PR 30 Tahun 2022 tentang Standar Teknis dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (Manual of Standard CASR Part 139) Volume IV Pelayanan Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemada. In *Tentang Standar Teknis Dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (Manual of Standard Casr Part 139) Volume Iv Pelayanan Pertolongan Kecelakaan Penerbangan Dan Pemadam Kebakaran (Pkp-Pk): Vol. VI* (Issue 139).

Hilmy, M. N., Gunawan, G., & Adiputra, B. D. (2023). Analisis Kesiapan PKP-PK Bandar Udara Internasional Banyuwangi Dalam Mendukung Penanggulangan Keadaan Darurat. *Vortex*, *4*(1), 79. https://doi.org/10.28989/vortex.v4i1.1457

Ilham, J., Firdyanto, F. D., & Supri. (2025). Studi Literatur Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keberhasilan Pencapaian Response Time PKP-PK Di Bandar Udara. *Jurnal Multidisiplin Saintek*, *10*(2).

Miftahul Firdaus, Mahesa Adhi Tamtama, & Surya Saputra. (2024). Pengaruh Perawatan Kendaraan Utama Dan Kesiapan Personel PKP-PK Terhadap Response Time. *JIMU:Jurnal Ilmiah Multidisipliner*, *2*(04), 832–842. https://doi.org/10.70294/jimu.v2i04.443

Vaňková, K., & Capoušek, L. (2016). Rescue and Fire Fighting on RWY 06R/24L. *MAD - Magazine of Aviation Development*, *4*(18), 5. https://doi.org/10.14311/mad.2016.18.01