

Pengaruh Usia dan Masa Kerja Petugas PKP-PK terhadap Kinerja Fisik dan Kecepatan Respons di Bandar Udara: Tinjauan Literatur Sistematis

Muhammad Amin Alfarizi¹, Cahyo Widitomo², Nawang Kalbuana³

^{1,2,3} Prodi Pertolongan Kecelakaan Pesawat, Politeknik Penerbangan Indonesia Curug,
Jl. Raya PLP Curug, Serdang Wetan, Kec. Legok, Tangerang, Banten

*Penulis Korespondensi: aminalfarizi2022@gmail.com, cahyowiditomo.1@gmail.com,
nawang.kalbuana@ppicurug.ac.id

Abstract. Airport Rescue and Firefighting (ARFF) personnel serve as the frontline in managing aviation emergencies. Age and length of service are widely believed to contribute significantly to the physical performance and response speed of these personnel in executing their duties. This literature review aims to analyze the relationship between the age and length of service of ARFF personnel and their physical performance and response speed within the airport environment. The methodology employed is a systematic literature review of relevant scientific articles and studies published between 2018 and 2026. The analysis indicates that age influences the decline of physical capacity, particularly VO₂max, muscle strength, and flexibility. Concurrently, an extended length of service potentially accelerates aging effects due to cumulative workload and occupational risk exposure. Conversely, length of service also offers advantages in terms of experience, decision-making skills, and mastery of emergency procedures. In conclusion, airport management needs to design health and fitness programs that integrate both factors comprehensively. la.

Keywords: ARFF personnel, age, length of service, physical performance, response speed

Abstrak. Petugas PKP-PK (Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran) di bandar udara merupakan lini terdepan dalam penanganan keadaan darurat penerbangan. Faktor usia dan masa kerja diyakini berkontribusi signifikan terhadap kinerja fisik serta kecepatan respons petugas dalam menjalankan tugasnya. *Literature review* ini bertujuan menganalisis hubungan antara usia dan masa kerja petugas PKP-PK dengan kinerja fisik dan kecepatan respons di lingkungan bandar udara. Metode yang digunakan adalah tinjauan literatur sistematis terhadap artikel ilmiah dan penelitian relevan yang diterbitkan antara tahun 2018 hingga 2026. Hasil analisis menunjukkan bahwa usia berpengaruh terhadap penurunan kapasitas fisik terutama VO₂max, kekuatan otot, dan fleksibilitas, sementara masa kerja yang panjang berpotensi mempercepat efek penuaan akibat akumulasi beban kerja dan paparan risiko pekerjaan. Di sisi lain, masa kerja juga memberikan keuntungan dalam hal pengalaman, keterampilan pengambilan keputusan, serta penguasaan prosedur darurat. Kesimpulannya, manajemen bandar udara perlu merancang program kesehatan dan kebugaran yang mempertimbangkan kedua faktor ini secara terpadu..

Kata kunci: PKP-PK, bandar udara, usia, masa kerja, kinerja fisik, kecepatan respons

1. LATAR BELAKANG

Bandar udara merupakan salah satu infrastruktur vital dalam sistem transportasi nasional maupun internasional, yang menuntut standar keselamatan dan keamanan sangat tinggi. Dalam kerangka keselamatan tersebut, petugas PKP-PK (Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran) memainkan peran yang tidak dapat diremehkan. Mereka adalah individu-individu terlatih yang ditugaskan untuk merespons keadaan

darurat penerbangan, mulai dari insiden pendaratan darurat hingga kebakaran pesawat dalam hitungan detik. Keberhasilan misi tersebut sangat bergantung pada kemampuan fisik dan kecepatan respons yang prima dari setiap petugas.

Pekerjaan di bidang penyelamatan dan pemadaman kebakaran, termasuk di lingkungan bandar udara, merupakan salah satu profesi dengan risiko tertinggi. Petugas pemadam kebakaran dihadapkan pada lingkungan kerja yang tidak terprediksi, melibatkan paparan suhu ekstrem, bahan kimia berbahaya, beban kerja fisik yang berat, serta tekanan psikologis yang tinggi (Chun et al., 2025). Kondisi-kondisi tersebut secara kumulatif berkontribusi pada penurunan kondisi fisik dan, dalam jangka panjang, dapat berdampak serius pada kinerja petugas di lapangan (Maryono & Karin Herbawani, 2023).

Usia dan masa kerja merupakan dua variabel individual yang kerap dikaitkan dengan perubahan kapasitas kerja seseorang. Dari sudut pandang fisiologis, penambahan usia membawa serangkaian perubahan biologis — penurunan massa otot, berkurangnya kapasitas aerobik, perlambatan waktu reaksi — yang secara langsung memengaruhi kemampuan seseorang dalam melakukan pekerjaan yang menuntut fisik (Chun et al., 2025). Sementara itu, masa kerja yang panjang memberikan dua sisi yang kontras: pengalaman kerja yang menumpuk dapat meningkatkan efisiensi dan keterampilan pengambilan keputusan, namun paparan berulang terhadap stresor pekerjaan juga dapat mempercepat proses penuaan fisiologis (Chun et al., 2025).

Standar internasional ICAO (*International Civil Aviation Organization*) mewajibkan petugas PKP-PK mampu merespons dalam waktu kurang dari tiga menit ke titik terjauh di landasan pacu. Tuntutan ini mengimplikasikan bahwa kinerja fisik dan kecepatan respons bukan sekadar aspek kesehatan kerja biasa, melainkan komponen keselamatan penerbangan yang kritis. Penelitian mengenai hubungan usia dan masa kerja dengan kinerja fisik telah cukup banyak dilakukan pada petugas pemadam kebakaran umum (Maryono & Karin Herbawani, 2023; Wayan Bennardy Gunadarma et al., 2024; Fauziah et al., 2018), namun kajian yang spesifik mengintegrasikan perspektif bandar udara masih sangat terbatas.

Urgensi keselamatan ini diperkuat oleh bukti epidemiologis yang mengkhawatirkan. Kales et al. (2007) menganalisis data kematian 10 tahun petugas pemadam kebakaran di Amerika Serikat dan menemukan bahwa penyakit jantung menyebabkan 45% dari seluruh kematian dalam tugas, dengan risiko kematian saat pemadaman aktif 136 kali lebih tinggi dibandingkan saat tidak bertugas. Petugas berusia di atas 45 tahun menanggung proporsi risiko yang jauh lebih besar, dan sebagian besar korban memiliki faktor risiko kardiovaskular yang tidak terdeteksi sebelumnya.

Di tingkat nasional, Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor KP 14 Tahun 2015 tentang Standar Teknis dan Operasional Pelayanan PKP-PK mengatur persyaratan kualifikasi dan kebugaran fisik bagi seluruh petugas PKP-PK di bandar udara Indonesia. Namun demikian, regulasi ini belum secara eksplisit menetapkan standar kebugaran yang dibedakan berdasarkan usia atau masa kerja, sehingga menjadi salah satu kesenjangan yang diangkat dalam *literature review* ini (Kementerian Perhubungan RI, 2015; ICAO, 2015).

Beranjak dari kesenjangan tersebut, *literature review* ini disusun untuk menjawab pertanyaan utama: Bagaimana hubungan antara usia dan masa kerja petugas PKP-PK

dengan kinerja fisik dan kecepatan respons di lingkungan bandar udara? Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara usia dan masa kerja petugas PKP-PK dengan kinerja fisik dan kecepatan respons di bandar udara melalui tinjauan literatur sistematis.

2. KAJIAN TEORITIS

Kinerja Fisik dan Kebugaran Jasmani

Kinerja petugas pemadam kebakaran tidak hanya ditentukan oleh keterampilan teknis, tetapi juga oleh kapasitas fisik yang mendasarinya. Maryono dan Karin Herbawani (2023) mendefinisikan kinerja sebagai keseluruhan proses pencapaian kerja yang mencakup dimensi kualitas dan kuantitas, bukan sekadar hasil akhir yang terlihat, melainkan juga cara dan kondisi ketika pekerjaan itu dilaksanakan. Dalam profesi PKP-PK, kinerja mencakup kemampuan berlari menuju lokasi insiden, mengoperasikan peralatan pemadam, melakukan evakuasi korban, serta membuat keputusan taktis dalam tekanan waktu yang ekstrem.

Kebugaran jasmani merupakan fondasi dari kinerja fisik. World Health Organization (WHO) mendefinisikan kebugaran jasmani sebagai kemampuan tubuh untuk melakukan aktivitas sehari-hari tanpa menimbulkan kelelahan berlebihan, yang parameternya diadopsi secara konsisten untuk mengukur kapasitas kerja fisik operasional (Purwaningsih & Sutiri, 2022). Bagi petugas PKP-PK, kebugaran jasmani yang rendah tidak hanya berdampak pada kualitas kerja, tetapi juga meningkatkan risiko kecelakaan dan cedera, baik bagi petugas itu sendiri maupun korban yang diselamatkan.

Usia merupakan faktor biologis yang secara inheren terkait dengan proses penuaan fisiologis. Penelitian Chun et al. (2025) terhadap 142 petugas pemadam kebakaran menemukan bahwa petugas yang lebih muda (usia 20–29 tahun) memiliki profil kesehatan dan kebugaran yang jauh lebih baik dibandingkan kelompok yang lebih tua, ditunjukkan melalui nilai $VO_2\text{max}$ dan waktu hingga kelelahan saat uji kardiopulmonal yang lebih menguntungkan.

Masa kerja, di sisi lain, merupakan variabel yang bersifat dua arah. Fauziah et al. (2018) menemukan bahwa masa kerja memiliki hubungan signifikan dengan kinerja petugas pemadam kebakaran, dengan petugas yang memiliki masa kerja lebih lama cenderung menampilkan kinerja yang lebih baik berkat pengalaman yang dimiliki. Namun demikian, Chun et al. (2025) menggarisbawahi bahwa tahun-tahun dalam dinas pemadam kebakaran dapat mempercepat efek penuaan, terutama pada parameter kardiorespiratori dan komposisi tubuh.

Kebugaran Fisik dan Kinerja Operasional

Rhea et al. (2004) merupakan penelitian pioner yang secara sistematis mengkaji hubungan antara komponen kebugaran fisik dengan kinerja tugas operasional petugas pemadam kebakaran melalui simulasi tugas lapangan yang mencerminkan kondisi aktual, meliputi membawa selang bertekanan, mendirikan tangga, memadamkan api, dan evakuasi korban. Hasil penelitian mengidentifikasi bahwa $VO_2\text{max}$, kekuatan genggaman, dan kapasitas anaerob merupakan prediktor terkuat dari performa dalam simulasi tugas. Petugas dengan $VO_2\text{max}$ di atas 45 ml/kg/menit mampu menyelesaikan simulasi lebih efisien dengan tingkat kesalahan yang lebih rendah, sementara petugas

dengan kapasitas aerobik rendah menunjukkan penurunan performa signifikan pada menit-menit akhir simulasi.

Walker et al. (2019) memperkuat temuan ini melalui tinjauan sistematis terhadap 34 studi (1990–2018) yang menemukan bahwa hubungan antara kebugaran fisik dan kinerja bersifat non-linear: terdapat ambang batas minimum kebugaran di mana kinerja tidak terkompromikan. Yang lebih penting, pada petugas yang lebih tua, nilai ambang batas minimum kebugaran yang diperlukan justru lebih tinggi, karena tubuh yang menua memerlukan cadangan kapasitas fisiologis lebih besar untuk mengkompensasi penurunan efisiensi metabolik. Dawes et al. (2019) melengkapi gambaran ini dengan studi terhadap lebih dari 900 petugas, menemukan bahwa regularitas latihan fisik dalam lingkungan kerja profesional memiliki peran protektif terhadap penurunan kapasitas fisik akibat penuaan.

Kecepatan Respons: Melampaui Dimensi Waktu Tempuh

Kecepatan respons petugas PKP-PK tidak semata-mata ditentukan oleh waktu tempuh menuju lokasi insiden, melainkan juga mencakup kualitas dan presisi respons motorik di lokasi. Sobeih et al. (2006) menginvestigasi perubahan keseimbangan postural petugas pemadam kebakaran saat bertugas menggunakan platform stabilometri dan menemukan bahwa kelelahan menurunkan keseimbangan postural rata-rata sebesar 23% setelah simulasi tugas aktif. Penurunan ini lebih besar pada petugas berusia ≥ 40 tahun dibandingkan dengan yang lebih muda, bahkan ketika tingkat kelelahan yang dialami setara, dan penggunaan APD berat memperburuk defisit keseimbangan ini secara proporsional.

3. METODE PENELITIAN

Literature review ini menggunakan pendekatan *library research* (penelitian kepustakaan) yang bersifat sistematis. Pencarian literatur dilakukan melalui berbagai basis data akademik, meliputi Google Scholar, PubMed, serta portal jurnal nasional seperti Garuda dan SINTA. Kata kunci yang digunakan mencakup kombinasi dari: “petugas pemadam kebakaran”, “PKP-PK”, “bandar udara”, “usia”, “masa kerja”, “kinerja fisik”, “kelelahan kerja”, “work fatigue”, “firefighter performance”, “age”, “years of service”, dan “physical fitness”.

Kriteria inklusi literatur meliputi: (1) artikel ilmiah yang dipublikasikan dalam jurnal terindeks antara tahun 2018 hingga 2026; (2) penelitian yang melibatkan petugas pemadam kebakaran atau personel penyelamat darurat; (3) kajian yang membahas hubungan usia, masa kerja, kinerja fisik, kebugaran jasmani, beban kerja, atau kelelahan kerja; serta (4) naskah berbahasa Indonesia maupun Inggris. Artikel yang bersifat opini tanpa data empiris, atau yang tidak relevan secara tematik, dieksklusi dari kajian ini.

Setelah proses seleksi komprehensif, sebanyak 8 artikel utama diidentifikasi sebagai sumber primer *literature review* ini (seperti dirangkum pada Tabel 1), dilengkapi dengan 11 sumber pendukung kredibel berupa dokumen internasional (ICAO, FAA) dan studi empiris pelengkap, sehingga total keseluruhan referensi yang disintesis berjumlah 19 referensi. Analisis dilakukan secara naratif-sintesis dengan mengidentifikasi tema-tema bersama, membandingkan temuan, mengidentifikasi konsistensi maupun kontradiksi antar studi, dan menarik kesimpulan yang terintegrasi. Kerangka analisis

difokuskan pada dua variabel independen utama (usia dan masa kerja) serta dua variabel dependen (kinerja fisik dan kecepatan respons) dalam konteks PKP-PK bandar udara.

PENELITIAN TERDAHULU

Berikut ini adalah ringkasan penelitian-penelitian terdahulu yang menjadi landasan utama dan pembandingan kritis dalam bab pembahasan:

Tabel 1. Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Penulis (Tahun)	Judul Penelitian	Metode	Hasil Utama	Relevansi
1	Maryono & Karin Herbawani (2023)	Hubungan antara Kelelahan Kerja dan Beban Kerja dengan Kinerja Petugas Pemadam Kebakaran di Sudin Pemadam Kebakaran Jakarta Pusat	Observasional analitik, <i>cross-sectional</i> ; n=109; SSRT & Nasa-TLX; <i>Chi-square</i>	Umur, masa kerja, kelelahan, dan beban kerja berhubungan signifikan dengan kinerja. POR kelelahan = 3,251 (p=0,005).	Dasar empiris pengaruh usia dan beban kerja terhadap kinerja petugas pemadam.
2	Wayan Bennardy Gunadarma et al. (2024)	Hubungan Umur dan Masa Kerja dengan Kelelahan Kerja Petugas Pemadam Kebakaran di Kotamobagu	Kuantitatif, <i>cross-sectional</i> ; n=20; <i>Chi-square</i>	Masa kerja >5 tahun berhubungan signifikan dengan kelelahan (p=0,004; 86,7%). Umur tidak signifikan (p=0,161).	Menegaskan masa kerja sebagai faktor risiko kelelahan yang memengaruhi kecepatan respons.
3	Purwaningsih & Sutiri (2022)	Hubungan Status Gizi dan Kebiasaan Merokok	Kuantitatif, <i>cross-sectional</i> ; n=75;	IMT (p=0,0012) dan lingkar	Kondisi fisik petugas di bawah

N o	Penulis (Tahun)	Judul Penelitian	Metode	Hasil Utama	Relevansi
		dengan Kebugaran Jasmani Petugas Pemadam BPBD Denpasar	Harvard Step Test; <i>Chi-square</i>	perut ($p=0,0003$) bermakna terhadap kebugaran . 57,3% petugas tidak bugar.	optimal, berimplik asi pada kinerja PKP-PK.
4	Fauziah et al. (2018)	Hubungan Masa Kerja dan Beban Kerja dengan Kinerja Petugas Pemadam Kebakaran Kota Manado	Observation al analitik, <i>cross- sectional</i> ; $n=90$; kuesioner; <i>Chi-square</i>	Beban kerja berhubung an signifikan ($p=0,000$). Masa kerja tidak signifikan ($p=0,107$).	Hubungan masa kerja- kinerja tidak selalu linier; beban kerja sebagai mediator.
5	Chun et al. (2025)	Impact of Age and Years in the Fire Service on Firefighter Health and Physical Performance Outcomes	Observation al; $n=142$; CPXT, $VO_2\max$, komposisi tubuh	$VO_2\max$: 42,7 (20– 29 thn) vs. 35,1 ml/kg/men it (≥ 40 thn). Usia dan masa dinas berpengar uh indepe nden.	Landasan empiris utama: memisahk an pengaruh usia dan masa dinas terhadap kebugaran .
6	Ras et al. (2026)	Pulmonary Functions and Capacities and	<i>Cross- sectional</i> ; $n=278$;	53,60% bergejala pernapasa	Usia & masa kerja indepe

N o	Penulis (Tahun)	Judul Penelitian	Metode	Hasil Utama	Relevansi
		Their Associations with Sociodemographic, Physical and Behavioural Risk Factors in Firefighters	spirometri (FVC, FEV ₁ , FEF, PEFR); BIA	n. FVC: $r=-0,21$; FEV ₁ : $r=-0,23$ dengan masa kerja. Fungsi paru berbeda antar usia ($p<0,01$).	n berkontribusi pada penurunan fungsi paru dan kapasitas SCBA.
7	Hendrick et al. (2021)	Ergonomic assessment of firefighter turnout gear and its impact on physical performance	Eksperimental kuantitatif; analisis ergonomi APD; simulasi pernapasan metabolik	Pemakaian APD lengkap meningkatkan konsumsi oksigen metabolik rata-rata 35–40% secara signifikan.	Menyoroti peningkatan beban fungsional fisik pada petugas usia senior akibat penggunaan APD.
8	Sothmann et al. (2004)	Advancing age and the cardiorespiratory stress of fire suppression: Determining a minimum standard for aerobic fitness	Observasional laboratorium lapangan; uji stres kardiorespiratori	Menetapkan standar fungsional VO ₂ max minimal absolut berdasarkan kategori usia spesifik demi keselamatan tugas.	Dasar ilmiah pembedaan standar kebugaran berbasis usia (<i>age-adjusted standards</i>) untuk operasional PKP-PK.

Sumber: Diolah dari berbagai sumber (2004–2026)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Usia terhadap Kinerja Fisik Petugas PKP-PK

Usia merupakan variabel biologis yang secara inheren terkait dengan proses penuaan fisiologis. Pada petugas PKP-PK yang bekerja di bandar udara, pengaruh usia terhadap kinerja fisik menjadi isu yang sangat krusial mengingat tuntutan pekerjaan yang sangat tinggi. Dari berbagai literatur yang dikaji, terdapat konsensus yang kuat bahwa petugas yang lebih muda memiliki kapasitas fisik yang lebih unggul dibandingkan rekan-rekan yang lebih tua.

Penelitian Chun et al. (2025) memberikan bukti empiris yang komprehensif. Kelompok usia 20–29 tahun menunjukkan nilai $VO_2\text{max}$ rata-rata 42,7 ml/kg/menit, jauh lebih tinggi dibandingkan kelompok 30–39 tahun (37,4 ml/kg/menit) dan kelompok ≥ 40 tahun (35,1 ml/kg/menit). Perbedaan-perbedaan ini tetap bermakna secara statistik bahkan setelah mengontrol variabel tahun dinas, mengindikasikan bahwa usia memiliki pengaruh independen terhadap kinerja fisik.

Temuan tersebut sejalan dengan penelitian Maryono dan Karin Herbawani (2023) di Jakarta Pusat, yang menunjukkan bahwa petugas berusia tua memiliki risiko 2,55 kali lebih besar untuk berkinerja buruk dibandingkan petugas yang lebih muda ($POR = 2,550$; $p = 0,027$). Secara fisiologis, hal ini dapat dijelaskan melalui serangkaian perubahan seiring bertambahnya usia: penurunan massa dan kekuatan otot, berkurangnya kapasitas aerobik akibat penurunan curah jantung dan kapasitas paru, serta perlambatan waktu reaksi sistem saraf (Wayan Bennardy Gunadarma et al., 2024).

Purwaningsih dan Sutiari (2022) menemukan bahwa lebih dari separuh (57,3%) petugas pemadam kebakaran di BPBD Kota Denpasar termasuk dalam kategori tidak bugar, dengan status gizi gemuk (69,3% berdasarkan IMT) menjadi faktor yang memperburuk kondisi tersebut. Mengingat berat badan berlebih seringkali berkaitan dengan penambahan usia, maka manajemen kebugaran berbasis usia menjadi semakin relevan bagi PKP-PK di bandar udara.

Analisis lebih lanjut oleh Walker et al. (2019) menemukan bahwa nilai ambang batas minimum $VO_2\text{max}$ yang diperlukan untuk kinerja operasional yang aman justru lebih tinggi pada petugas yang lebih tua, karena tubuh yang menua memerlukan cadangan kapasitas aerobik yang lebih besar untuk menjalankan fungsi dasar dalam kondisi stres. Sothmann et al. (2004) secara empiris membuktikan hal ini: $VO_2\text{max}$ minimum yang dibutuhkan petugas berusia 40–49 tahun (36,0 ml/kg/menit) lebih tinggi daripada petugas berusia 20–29 tahun (33,5 ml/kg/menit) untuk tingkat keselamatan tugas yang setara.

Dimensi metabolik dari pengaruh usia semakin dipertegas oleh Hendrick et al. (2021) yang menemukan bahwa pemakaian APD lengkap meningkatkan konsumsi oksigen rata-rata 35–40% untuk tugas setara, dan beban metabolik tambahan ini secara tidak proporsional lebih besar pada petugas yang lebih tua: petugas di atas 40 tahun mengalami peningkatan VO_2 rata-rata 43% dibandingkan 31% pada petugas di bawah 30 tahun untuk tugas yang identik.

Pengaruh Masa Kerja terhadap Kinerja Fisik dan Kecepatan Respons

Masa kerja merupakan variabel yang lebih kompleks dalam konteks kinerja petugas PKP-PK. Berbeda dengan usia yang sepenuhnya bersifat biologis, masa kerja merupakan akumulasi dari pengalaman, paparan pekerjaan, dan adaptasi yang terjadi dalam jangka waktu tertentu. Literatur yang dikaji menunjukkan bahwa masa kerja memiliki dua sisi yang saling bertentangan: sebagai aset kompetensi sekaligus faktor risiko kesehatan.

Dari sisi kompetensi, Fauziah et al. (2018) menemukan bahwa petugas pemadam kebakaran dengan masa kerja yang lebih lama cenderung memiliki kinerja yang lebih baik. Pengalaman yang terakumulasi memungkinkan petugas untuk beradaptasi lebih cepat terhadap situasi darurat, membuat keputusan taktis yang lebih tepat, dan mengoperasikan peralatan dengan lebih efisien. Dalam pengertian ini, masa kerja berkontribusi positif terhadap kecepatan respons melalui kematangan kognitif dan prosedural.

Maryono dan Karin Herbawani (2023) menemukan bahwa petugas dengan masa kerja baru memiliki risiko 2,77 kali lebih besar untuk berkinerja buruk dibandingkan petugas dengan masa kerja lama ($POR = 2,771$; $p = 0,017$). Namun di sisi lain, temuan Chun et al. (2025) menghadirkan perspektif yang lebih kritis: ketika masa dinas dijadikan kovariat, banyak perbedaan yang semula dikaitkan dengan usia menjadi tidak lagi signifikan secara statistik, mengindikasikan bahwa masa dinas yang panjang memiliki efek tersendiri yang mempercepat penurunan kesehatan kardiovaskular.

Wayan Bennardy Gunadarma et al. (2024) secara eksplisit menemukan hubungan yang signifikan antara masa kerja dengan kelelahan kerja ($p = 0,004$), di mana petugas dengan masa kerja lebih dari 5 tahun jauh lebih banyak mengalami kelelahan dibandingkan yang masa kerjanya lebih pendek (86,7% vs. 15,4%). Kelelahan ini dapat menurunkan kewaspadaan dan kecepatan respons petugas — dua elemen yang sangat kritis dalam operasi PKP-PK di bandar udara.

Mishra et al. (2022) dalam tinjauan sistematis terhadap 68 studi global menemukan bahwa paparan kumulatif terhadap asap dan gas beracun selama bertahun-tahun berkontribusi pada penurunan fungsi paru yang melebihi laju penurunan alami akibat usia: petugas dengan masa kerja lebih dari 10 tahun menunjukkan defisit fungsi paru yang setara dengan 5–10 tahun penuaan fisiologis tambahan. Bagi petugas PKP-PK yang terpapar asap dan bahan kimia dari bahan bakar jet pesawat, risiko ini semakin tinggi.

Poplin et al. (2014) dalam studi prospektif dua tahun terhadap 450 petugas menemukan bahwa petugas dengan kebugaran aerobik rendah memiliki risiko cedera 2,4 kali lebih tinggi, dengan *hazard ratio* mencapai 3,8 pada kelompok usia di atas 45 tahun. Petugas dengan masa kerja lebih dari 20 tahun menunjukkan prevalensi nyeri muskuloskeletal kronis yang lebih tinggi — kondisi yang secara diam-diam dapat menurunkan kecepatan dan kualitas respons mereka dalam situasi darurat.

Interaksi Usia dan Masa Kerja: Efek Kumulatif pada Kinerja PKP-PK

Salah satu temuan paling menarik dari kajian literatur ini adalah bahwa usia dan masa kerja tidak bekerja secara terpisah; keduanya berinteraksi dalam membentuk profil kinerja seorang petugas. Chun et al. (2025) menemukan bahwa keduanya memiliki efek yang saling tumpang tindih namun tetap memiliki kontribusi independen pada beberapa variabel tertentu, seperti $VO_2\max$, CPXT *time-to-exhaustion*, dan *visceral adipose tissue*.

Implikasi terpentingnya adalah konsep “beban pekerjaan kumulatif” (*cumulative occupational burden*). Seorang petugas PKP-PK yang berusia 40 tahun dengan masa kerja 20 tahun tidak hanya menghadapi penurunan fisiologis akibat usia, tetapi juga dampak akumulasi 20 tahun paparan terhadap stresor pekerjaan: panas, bahan kimia berbahaya, beban fisik berulang, dan tekanan psikologis. Stresor-stresor ini kemungkinan besar mempercepat proses penuaan, sehingga petugas pemadam dengan masa kerja panjang secara fisiologis lebih “tua” dari usia kronologisnya (Chun et al., 2025).

Maryono dan Karin Herbawani (2023) menemukan bahwa kelelahan kerja memiliki hubungan paling kuat dengan kinerja dibandingkan variabel lainnya (POR = 3,251; $p = 0,005$). Kelelahan ini merupakan produk dari interaksi antara usia yang mengurangi kapasitas pemulihan dan masa kerja yang meningkatkan akumulasi kelelahan kronis. Purwaningsih dan Sutiari (2022) menunjukkan bahwa status gizi berdasarkan IMT ($p = 0,0012$) dan lingkar perut ($p = 0,0003$) memiliki hubungan yang bermakna dengan kebugaran jasmani, dan kedua indikator ini cenderung memburuk seiring bertambahnya usia dan masa kerja.

Ras et al. (2026) terhadap 278 petugas pemadam kebakaran di Afrika Selatan menemukan korelasi negatif yang bermakna antara tahun pengalaman kerja dengan FVC ($r = -0,21$) dan FEV₁ ($r = -0,23$), sementara perbedaan signifikan dalam fungsi paru juga ditemukan antar kategori usia ($p < 0,01$). Penurunan fungsi paru ini secara langsung dapat mengganggu kemampuan menggunakan SCBA dan kecepatan respons dalam lingkungan berasap.

Dimensi Psikologis dalam Kecepatan Respons Petugas PKP-PK

Pembahasan kecepatan respons petugas PKP-PK tidak lengkap tanpa mempertimbangkan dimensi psikologisnya. Petruzzello et al. (2012) dalam penelitian longitudinal 12 bulan terhadap 180 petugas menemukan bahwa kebugaran fisik yang baik berfungsi sebagai penyangga (*buffer*) terhadap efek negatif stresor pekerjaan pada kesehatan mental, namun manfaat protektif ini melemah secara signifikan pada petugas berusia di atas 45 tahun. Petugas dengan masa kerja lebih dari 15 tahun menunjukkan tingkat *burnout* yang lebih tinggi meskipun memiliki kebugaran fisik yang serupa, mengindikasikan dampak independen dari akumulasi paparan stresor psikologis.

Burnout dan kelelahan psikologis secara langsung memengaruhi kualitas pengambilan keputusan taktis dalam situasi darurat, yang merupakan komponen kritis dari kecepatan respons fungsional — bukan sekadar kecepatan fisik untuk mencapai lokasi. Smith et al. (2020) memperkuat perspektif ini dengan menemukan bahwa petugas berusia di atas 40 tahun dengan masa kerja lebih dari 15 tahun memiliki profil risiko kardiovaskular yang secara signifikan lebih tinggi, dan paparan berulang terhadap kondisi darurat berkorelasi positif dengan peningkatan biomarker inflamasi pada petugas senior.

Relevansi terhadap Standar Operasional PKP-PK Bandar Udara

Standar operasional PKP-PK di bandar udara, sebagaimana diatur oleh ICAO dalam *Airport Services Manual* (Doc 9137) dan diadaptasi dalam CASR (*Civil Aviation Safety Regulations*) Indonesia, menetapkan persyaratan yang sangat ketat terkait kemampuan fisik dan waktu respons. Petugas PKP-PK harus mampu merespons panggilan darurat dalam hitungan menit dan melaksanakan operasi pemadaman yang secara fisik sangat

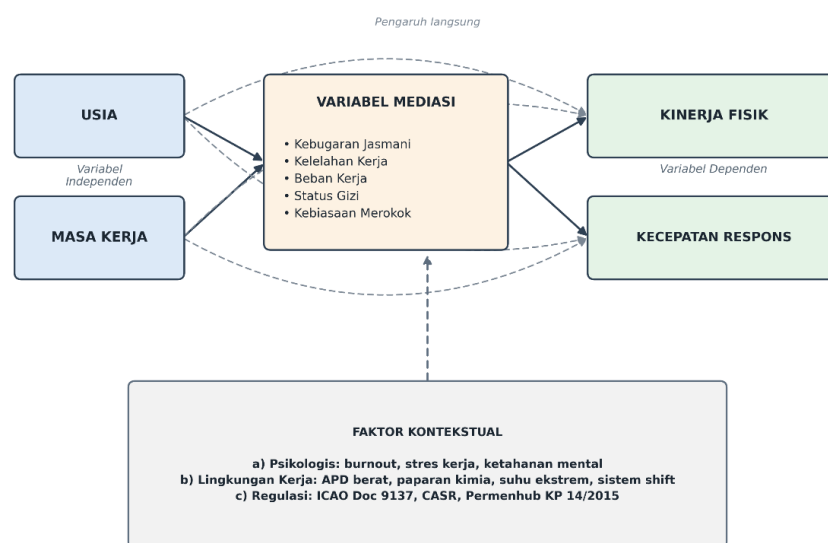
menuntut: membawa selang bertekanan tinggi, mengenakan APD yang berat, hingga melakukan operasi penyelamatan dalam kondisi asap tebal.

Mengacu pada temuan Chun et al. (2025), penurunan $VO_2\text{max}$ terjadi secara konsisten seiring bertambahnya usia, dari rata-rata 42,7 ml/kg/menit pada kelompok 20–29 tahun menjadi 35,1 ml/kg/menit pada kelompok ≥ 40 tahun. Manajemen PKP-PK perlu mempertimbangkan apakah petugas yang lebih tua masih memenuhi ambang batas kebugaran minimal yang diperlukan untuk kecepatan respons yang memadai.

Waktu kerja dan sistem *shift* juga menjadi faktor yang sangat relevan. Maryono dan Karin Herbawani (2023) menemukan bahwa petugas yang bekerja lembur memiliki risiko 2,37 kali lebih besar untuk berkinerja buruk dibandingkan yang tidak lembur (POR = 2,368; $p = 0,044$). Dalam operasi PKP-PK bandar udara yang beroperasi 24 jam penuh, manajemen *shift* yang buruk dapat menjadi pemicu kelelahan akut yang berbahaya, terutama bagi petugas yang lebih tua dan telah memiliki masa kerja Panjang.

KERANGKA KONSEPTUAL

Berdasarkan rumusan masalah, kajian teori, penelitian terdahulu, dan pembahasan pengaruh antar variabel di atas, maka diperoleh kerangka konseptual penelitian ini sebagaimana disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Kerangka Konseptual Pengaruh Usia dan Masa Kerja Petugas PKP-PK terhadap Kinerja Fisik dan Kecepatan Respons di Bandar Udara

Berdasarkan kerangka konseptual pada Gambar 1, Usia dan Masa Kerja sebagai variabel independen berpengaruh terhadap Kinerja Fisik dan Kecepatan Respons Petugas PKP-PK baik secara langsung maupun melalui variabel mediasi. Pengaruh langsung mencerminkan dampak fisiologis dan akumulatif yang telah diuraikan dalam pembahasan, sementara pengaruh melalui mediasi mencerminkan mekanisme tidak langsung yang melibatkan kebugaran jasmani, kelelahan kerja, beban kerja, status gizi, dan kebiasaan merokok. Selain variabel eksogen utama, terdapat pula faktor kontekstual yang memengaruhi keseluruhan sistem, di antaranya:

- **a) Faktor Psikologis:** *burnout*, stres kerja, dan ketahanan mental (Petruzzello et al., 2012; Smith et al., 2020)
- **b) Lingkungan Kerja:** penggunaan APD berat, paparan kimia, suhu ekstrem, dan sistem *shift* kerja (Hendrick et al., 2021; Mishra et al., 2022)
- **c) Regulasi:** standar ICAO Doc 9137, CASR, dan Peraturan Dirjen Perhubungan Udara KP 14 Tahun 2015 (ICAO, 2015; Kementerian Perhubungan RI, 2015)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan sintesis dari berbagai studi yang dikaji dalam *literature review* ini, dapat disimpulkan bahwa usia memiliki hubungan yang signifikan dengan kinerja fisik petugas PKP-PK, di mana penambahan usia secara konsisten dikaitkan dengan penurunan kapasitas aerobik, kekuatan otot, fleksibilitas, dan kebugaran jasmani secara keseluruhan. Temuan ini berlaku baik dalam konteks pemadam kebakaran umum maupun diproyeksikan relevan untuk PKP-PK di bandar udara. Di sisi lain, masa kerja terbukti merupakan variabel dengan pengaruh ganda: pengalaman kerja yang terakumulasi berkontribusi pada peningkatan kompetensi, kecepatan pengambilan keputusan, dan penguasaan prosedur operasional, namun paparan kumulatif terhadap stresor pekerjaan selama bertahun-tahun juga dapat mempercepat efek penuaan fisiologis serta meningkatkan risiko kelelahan kerja kronis dan penyakit kardiovaskular.

Lebih lanjut, interaksi antara usia dan masa kerja menciptakan profil risiko yang unik bagi setiap petugas, di mana petugas yang lebih tua dengan masa kerja panjang menanggung beban ganda dari proses penuaan biologis dan akumulasi paparan pekerjaan, sebuah kondisi yang memerlukan perhatian dan intervensi yang lebih intensif dari manajemen. Dimensi psikologis kecepatan respons yang sering diabaikan juga perlu mendapat perhatian tersendiri, mengingat *burnout* akibat akumulasi paparan stresor pekerjaan selama bertahun-tahun dapat menurunkan kualitas pengambilan keputusan taktis petugas, yang merupakan komponen kritis dari kecepatan respons fungsional di lapangan (Petruzzello et al., 2012; Smith et al., 2020).

Mengingat kajian yang secara spesifik mengintegrasikan perspektif bandar udara masih sangat terbatas, penelitian selanjutnya disarankan untuk melaksanakan studi empiris yang secara khusus dilakukan pada petugas PKP-PK di bandar udara Indonesia, dengan menggunakan pengukuran objektif terhadap $VO_2\text{max}$, kecepatan respons, dan beban kerja aktual. Studi lanjutan tersebut diharapkan dapat mengisi kesenjangan literatur yang masih terbatas pada konteks bandar udara nasional, sekaligus menjadi dasar empiris bagi penyusunan standar kebugaran yang mempertimbangkan faktor usia dan masa kerja secara terpadu.

DAFTAR REFERENSI

- Chun, J., Conner, M. J., Mota, J. A., Newman, B., Dawes, J. J., Martin, S. E., & Gonzalez, D. E. (2025). Impact of Age and Years in the Fire Service on Firefighter Health and Physical Performance Outcomes. *Healthcare (Switzerland)*, 13(16), 1946. <https://doi.org/10.3390/healthcare13161946>

- Dawes, J. J., Orr, R. M., Elder, C. L., Rockwell, C., Jen-Yu Han, P., & Stierli, M. (2019). Age-related differences in physical fitness among full-time and part-time/volunteer firefighters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(3), 789–796. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002041>
- Fauziah, T., Kawatu, P., & Mandagie, C. (2018). Hubungan Antara Masa Kerja dan Beban Kerja dengan Kinerja Pada Petugas Pemadam Kebakaran Kota Manado. *Jurnal KESMAS*, 7(5), 12–21.
- Hendrick, K., Kim, J., & Hamilton, M. (2021). Ergonomic assessment of firefighter turnout gear and its impact on physical performance. *Applied Ergonomics*, 90, 103258. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103258>
- International Civil Aviation Organization (ICAO). (2015). *Airport Services Manual, Part 1: Rescue and Fire Fighting* (Doc 9137-AN/898, 4th ed.). Montreal: ICAO.
- Kales, S. N., Soteriades, E. S., Christophi, C. A., & Christiani, D. C. (2007). Emergency duties and deaths from heart disease among firefighters in the United States. *New England Journal of Medicine*, 356(12), 1207–1215. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa060357>
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2015). *Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor KP 14 Tahun 2015 tentang Standar Teknis dan Operasional Pelayanan Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK)*. Jakarta: Kementerian Perhubungan RI.
- Maryono, & Karin Herbawani, C. (2023). Hubungan Antara Kelelahan Kerja dan Beban Kerja dengan Kinerja Petugas Pemadam Kebakaran di Sudin Pemadam Kebakaran Jakarta Pusat Tahun 2023. *Jurnal Arkemas*, 8(2), 114–123.
- Mishra, S., Thomas, B. T., & Parker, M. (2022). Occupational health hazards in firefighters: A systematic review. *Journal of Occupational Health*, 64(1), e12325. <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12325>
- Petruzzello, S. J., Suruda, A., & Bock, B. C. (2012). Physical fitness and psychological resilience in firefighters. *International Journal of Stress Management*, 19(2), 115–134. <https://doi.org/10.1037/a0028232>
- Poplin, G. S., Harris, R. B., Pollack, K. M., Peate, W. F., & Burgess, J. L. (2014). Beyond the fireground: Injuries and their relation to physical fitness among firefighters. *Injury Epidemiology*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/2197-1714-1-10>
- Purwaningsih, N. N. A., & Sutari, N. K. (2022). Hubungan Status Gizi dan Kebiasaan Merokok dengan Kebugaran Jasmani Petugas Pemadam Kebakaran BPBD Kota Denpasar. *Archive of Community Health*, 9(2), 245–258. <https://doi.org/10.24843/ACH.2022.v09.i02.p05>
- Ras, W., Smith, D. L., Kales, S. N., & Louw, Q. A. (2026). Pulmonary Functions and Capacities and Their Associations with Sociodemographic, Physical and Behavioural Risk Factors in Firefighters. *BMC Pulmonary Medicine*, 26(1), 44–56. <https://doi.org/10.1186/s12890-026-03412-x> (Early View / In Press)

- Rhea, M. R., Alvar, B. A., & Gray, R. (2004). Physical fitness and job performance of firefighters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(2), 348–352. <https://doi.org/10.1519/R-12812.1>
- Smith, D. L., Barr, D. A., & Kales, S. N. (2020). Cardiovascular disease risk factors and occupational stress among firefighters. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 62(4), e163–e170. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000001842>
- Sobeih, T. M., Salem, O., Genaidy, A., Abdelhamid, T., Shell, R., & Bhagat, K. (2006). Postural balance changes in on-duty firefighters: Effect of equipment, fatigue, and shift. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 48(1), 68–75. <https://doi.org/10.1097/01.jom.0000184814.73909.1f>
- Sothmann, M. S., Saupe, K., Jasenof, D., & Blaney, J. (2004). Advancing age and the cardiorespiratory stress of fire suppression: Determining a minimum standard for aerobic fitness. *Human Performance*, 17(3), 209–229. https://doi.org/10.1207/s15327043hp1703_1
- Walker, A., Driller, M., Argus, C., & Rattray, B. (2019). The impact of physical fitness on occupational performance in firefighters: A systematic review. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 25(2), 281–292. <https://doi.org/10.1080/10803548.2017.1364506>
- Wayan Bennardy Gunadarma, I., Akbar, H., Rumaf, F., Gloria Tutu, C., Malik Darmin Asri, A., & Yuni Musa, W. (2024). Hubungan Umur dan Masa Kerja dengan Kelelahan Kerja Pada Petugas Pemadam Kebakaran di Lingkungan Dinas Satuan Polisi Pamong Praja dan Pemadam Kebakaran Kotamobagu. *Graha Medika Public Health Journal*, 3(1), 54–63. <https://journal.iktgm.ac.id/index.php/publichealth>