

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Penunjang

1. Konsep APD di Dunia ARFF

Aircraft Rescue and Fire Fighting (ARFF) adalah salah satu unit khusus di Bandara yang berada dalam ruang lingkup keselamatan penerbangan. Unit ARFF adalah syarat wajib berdirinya bandara. Alat pelindung diri (APD) *structural firefighting suit* merupakan komponen krusial dalam sistem keselamatan kerja personel *Airport Rescue and Fire Fighting* (ARFF) (Muhammad Ananda Jumanka *et al.*, 2025), karena berfungsi sebagai lapisan perlindungan utama terhadap paparan panas, api, dan bahan berbahaya lainnya. APD tidak hanya ditentukan oleh kualitas material, tetapi juga oleh bagaimana APD tersebut dikelola sepanjang siklus penggunaannya. Dalam konteks operasional ARFF yang memiliki tingkat risiko tinggi, keberadaan APD yang selalu dalam kondisi siap pakai dan memenuhi standar proteksi menjadi suatu keharusan untuk menjamin keselamatan personel dalam setiap pelaksanaan tugas.

2. Pengertian PKP-PK

Menurut PR 30 Tahun 2022 Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK) adalah unit bagian dari penanggulangan keadaan darurat. PKP-PK merupakan unit operasional bandar udara yang bertanggung jawab dalam memberikan respon cepat terhadap keadaan darurat penerbangan.

3. Tugas Pokok dan Fungsi PKP-PK

Setiap Bandar Udara juga wajib menyediakan personel PKP-PK yang memiliki lisensi yang dipersyaratkan oleh Direktorat Jenderal sesuai dengan kategori Bandar Udara untuk PKP-PK (Calvin & Johan, 2020). Personel PKP-PK wajib mempertahankan kompetensi, lisensi, dan kesehatan yang dimiliki. Personel PKP – PK juga memiliki tugas – tugas

yang wajib dijalankan. Adapun tugas personel PKP – PK terbagi menjadi tugas utama dan tugas pokok yaitu sebagai berikut:

1. Tugas utama
 - a. Menyelamatkan jiwa dan harta dari kejadian dan kecelakaan (*incident dan accident*) di bandar udara dan sekitarnya.
 - b. Mencegah, mengendalikan, memadamkan api, dan melindungi manusia serta barang yang terancam bahaya kebakaran pada fasilitas di bandar udara.
2. Tugas pokok, yaitu melakukan kegiatan seperti:
 - a. Operasional (*operation*) antara lain administrasi, kesiapsiagaan (*stand by*), penyelamatan, pencegahan dan pemadaman
 - b. Latihan (*training*)
 - c. Perawatan (*maintenance*).

4. Personel PKP-PK dan Risiko Kerja

Menurut Keputusan Direktorat Jendral Perhubungan Udara Nomor: PR 30 Tahun 2022 personel PKP-PK adalah personel yang bertanggung jawab mengoperasikan dan melakukan pemeliharaan peralatan PKP-PK serta melakukan penanggulangan keadaan darurat di Bandara dan sekitarnya (Makatutu *et al.*, 2022). Personel memiliki peran yang penting dalam tercapainya kesuksesan tugas dari PKP-PK. Personel PKP-PK berperan sebagai pelaksana utama dalam menjalankan fungsi operasional, mulai dari pencegahan, pemadaman kebakaran, penyelamatan korban.

Untuk memaksimalkan kinerja sebagai PKP-PK, personel membutuhkan fasilitas yang memadai. Keberadaan personel yang terlatih tanpa didukung dengan fasilitas yang memadai akan menurunkan kecepatan respon dari unit PKP-PK (Safutra *et al.*, 2024). Karena unit PKP-PK dituntut untuk dapat memenuhi waktu bereaksi (*response time*) yaitu waktu yang dimulai dari awal diterimanya informasi kecelakaan di bandara oleh unit PKP-PK sampai dengan menempati posisi di lokasi *accident/incident* untuk melaksanakan pemadaman dan siap memancarkan rata-rata 50% bahan pemadam sesuai dengan kategori yang sudah dipersyaratkan dalam waktu

tidak lebih dari 3 menit. Agar keselamatan personel terjaga dari risiko kerja seperti paparan panas tinggi, api, asap, dan bahan-bahan berbahaya lainnya personel wajib menggunakan alat pelindung diri sebagai upaya untuk meminimalisir risiko selama beroperasi (Endarto & Martadi, 2022).

5. Fasilitas PKP-PK

Dalam pelaksanaan tugas Penyelamatan dan Pemadam Kebakaran Penerbangan (PKP-PK), keberhasilan operasi tidak hanya ditentukan oleh personel tetapi juga didukung oleh ketersediaan fasilitas PKP-PK (Safutra *et al.*, 2024). Fasilitas merupakan sarana pendukung untuk meningkatkan produktivitas kerja karyawan (Silfa Rino, 2015).

Menurut standar teknis CASR part 139 volume IV (PR30/2022) fasilitas PKP-PK harus dilengkapi dengan kendaraan, peralatan operasional, bahan pemadam, *fire station*, dan *access road*.

A. Kendaraan

1. Kendaraan utama yaitu foam tender dan RIV (*Rapid Intervention Vehicle*)
2. Kendaraan pendukung yang terdiri dari *commando car*, *ambulance*, *mobile command post*, *nurse tender*, kendaraan *utility*

B. Peralatan operasional

1. Peralatan pendukung adalah peralatan yang letaknya di kendaraan PKP-PK seperti alat pemotong, scba, alat pelindung diri dan lain-lain.
2. Peralatan penunjang adalah peralatan berguna sebagai cadangan letaknya di Gudang PKP-PK

C. Bahan pemadam

- 1) Utama yaitu air dan *foam konsentrat*
- 2) Pelengkap yaitu *karbondioksida* dan *dry chemical powder*

D. Fire station

Sebuah bangunan yang terletak di sisi udara bandara yang digunakan sebagai pusat pengendalian dan pengoperasian bagi unit PKP-PK dan sebagai tempat penyimpanan fasilitas PKP-PK.

E. Access road

Jalan yang dapat dilalui fasilitas PKP-PK yang menghubungkan dengan *runway* atau daerah pergerakan pesawat

Kendaraan dan peralatan utama pemadaman, tetapi juga oleh kesiapan alat pendukung yang digunakan secara langsung oleh personel di lapangan (Endarto & Martadi, 2022). Alat pendukung PKP-PK, seperti *structural firefighting suit*, berfungsi sebagai sistem perlindungan utama yang memungkinkan personel mengoperasikan peralatan pemadam secara aman di lingkungan dengan paparan panas, api, dan asap berbahaya. Tanpa dukungan alat pelindung diri yang layak dan terpelihara dengan baik, efektivitas penggunaan peralatan pemadaman lainnya menjadi tidak optimal serta berpotensi meningkatkan risiko cedera kerja bagi personel ARFF.

6. Alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri adalah segala yang dipakai seseorang untuk meminimalisir risiko bahaya kesehatan atau keselamatan (andriyanto, 2017). Alat pelindung bisa meliputi seperti helm, baju pelindung, sepatu boot, dan sarung tangan. Alat pelindung diri ini berfungsi untuk meminimalisir dampak risiko dan potensi bahaya saat personel PKP-PK beroperasi. Penggunaan APD bukan hanya untuk mencegah dari risiko pekerjaan, tetapi juga untuk menjaga kesiapan personel dalam melaksanakan kegiatan pemadaman dan penyelamatan dengan maksimal. Menurut PR 30 tahun 2022 jenis-jenis APD terbagi 2 yaitu *structural firefighting suit* dan *proximity suit* (Ambar Winarti *et al.*, 2022). APD ini didesain untuk menghadapi panas api yang tinggi dan kegiatan kerja ekstrem yang menjadi tanggung jawab unit PKP-PK (Dhewayani *et al.*, 2022). Sehingga bisa membuat personel yang menggunakannya dapat bekerja dengan aman meski dalam situasi darurat.

7. *Structural firefighting suit*

Structural firefighting suit merupakan pakaian pelindung khusus yang didesain agar bisa melindungi tubuh dari paparan suhu panas ekstrim, uap

panas, dan risiko personel PKP-PK saat beroperasi (Kusumo & Ardiansyah, 2024). *Structural firefighting suit* merupakan lapisan pelindung utama bagi personel saat beroperasi. *Structural firefighting suit* memiliki beberapa lapisan yaitu *outer sheel* (lapisan luar), *moisture barrier*, dan *thermal liner*.

- 1) *Outer sheel* didesain agar tahan api dan panas ekstrem juga untuk melindungi dari abrasi, dan percikan api
- 2) *Moisture barrier* didesain untuk mencegah air, uap panas dan cairan berbahaya
- 3) *Thermal liner* adalah lapisan dalam yang berfungsi menahan panas lingkungan agar tidak terkena tubuh.



Gambar 2. 1 APD Structural firefighting suit

Menurut laman <https://dpi-pemadam.com/personal-protective-equipment/firefighter-ppe/structural-fire-fighting-suit/> *structural firefighting suit* memiliki beberapa karakteristik yang terdapat didalamnya yaitu material tahan api, jahitan dirancang untuk kondisi ekstrem, reflector visibilitas tinggi untuk operasi darurat (Arisandi *et al.*, 2022), dan didesain ergonomis agar mudah dalam penggunaannya. *Structural firefighting suit* dirancang dan mengacu pada standar yang diatur oleh NFPA 1971 dan NFPA 1851. Meski sudah dirancang untuk menjaga personel dari resiko pekerjaan yang tinggi, tentunya kualitas dari apd perlu dijaga agar memiliki masa penggunaan yang maksimal (Rifka Alkhilyatul Ma'rifat, I Made Suraharta, 2024). Oleh karena itu diperlukan kegiatan *maintenance* yang tepat dan terencana untuk memastikan kondisi apd siap digunakan.

8. Konsep *Maintenance*

Pemeliharaan (*maintenance*) merupakan serangkaian kegiatan yang bertujuan untuk menjaga atau mengembalikan kondisi suatu peralatan agar tetap berfungsi sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan (Lestari, 2020). Dalam perspektif manajemen pemeliharaan, kegiatan ini tidak hanya bersifat reaktif, tetapi idealnya dilakukan secara preventif dan terencana (Muhammad Shobirin, 2019).

Ada beberapa jenis *maintenance* yaitu:

1. *Preventive maintenance*

Pemeliharaan yang dilakukan secara terjadwal untuk mencegah penurunan fungsi APD. Pada APD tahan panas, *preventive maintenance* mencakup inspeksi rutin, pencucian sesuai standar, pengeringan yang tepat, serta penyimpanan yang benar.

Konsep *preventive maintenance* menekankan bahwa kegiatan pemeliharaan harus dilakukan secara terencana, sistematis, dan berkesinambungan untuk mencegah terjadinya penurunan fungsi maupun kerusakan aset sebelum terjadi kegagalan. Dalam konteks APD *Structural Firefighting Suit*, prinsip tersebut tidak hanya diwujudkan melalui kegiatan inspeksi, pembersihan, dan penyimpanan, tetapi juga melalui pengendalian pola penggunaan APD agar setiap unit memperoleh beban penggunaan yang seimbang serta memiliki kesempatan menjalani proses pemeliharaan secara berkala.

Rancangan model sistem *rolling* yang dikembangkan dalam penelitian ini merupakan implementasi dari konsep *preventive maintenance*. Sistem *rolling* tidak hanya mengatur pergantian penggunaan APD antarpersonel atau antarregu, tetapi juga mengintegrasikan jadwal penggunaan, jadwal pemeliharaan, pencatatan riwayat penggunaan, serta monitoring kondisi APD dalam satu siklus yang terencana. Melalui mekanisme tersebut, setiap APD memiliki waktu yang cukup

untuk dilakukan inspeksi, pembersihan, pengeringan, dan evaluasi kondisi sebelum digunakan kembali dalam kegiatan operasional.

Selain itu, sistem *rolling* berfungsi sebagai bentuk pengendalian terhadap frekuensi penggunaan APD sehingga pemakaian tidak terpusat pada unit APD tertentu. Pemerataan penggunaan ini diharapkan dapat mengurangi keausan yang tidak merata, mempermudah pelaksanaan pemeliharaan berkala, serta mendukung pengambilan keputusan mengenai perbaikan maupun penggantian APD berdasarkan riwayat penggunaan dan hasil inspeksi. Dengan demikian, model sistem *rolling* yang dirancang tidak hanya berfungsi sebagai mekanisme distribusi APD, tetapi juga sebagai strategi *preventive maintenance* yang mendukung terpeliharanya keandalan, kesiapan operasional, dan umur pakai APD *Structural Firefighting Suit* di Unit ARFF Bandara Internasional Yogyakarta.

Penerapan sistem *rolling* juga sejalan dengan prinsip *preventive maintenance* yang menekankan tindakan pencegahan dibandingkan tindakan perbaikan setelah terjadi kerusakan. Dengan adanya jadwal penggunaan yang terstruktur, dokumentasi riwayat APD, dan pelaksanaan pemeliharaan secara berkala, potensi kerusakan akibat penggunaan yang berlebihan, keterlambatan pembersihan, maupun kurangnya pengawasan terhadap kondisi APD dapat diminimalkan. Oleh karena itu, model sistem *rolling* yang diusulkan dalam penelitian ini merupakan salah satu bentuk penerapan manajemen pemeliharaan preventif yang mendukung terciptanya sistem pemeliharaan APD yang lebih efektif, terdokumentasi, dan berkelanjutan.

Tabel II. 1 Analisis kesesuaian prinsip maintenance dengan sistem *rolling*

Prinsip <i>Preventive Maintenance</i>	Implementasi pada Model Sistem <i>Rolling</i>
Pemeliharaan dilakukan secara terencana	Terdapat jadwal <i>rolling</i> dan jadwal maintenance APD.
Mencegah kerusakan sebelum terjadi	APD diperiksa dan dibersihkan sebelum mengalami kerusakan yang lebih berat.
Inspeksi berkala	Setiap APD menjalani pemeriksaan kondisi pada setiap siklus <i>rolling</i> .
Monitoring kondisi aset	Riwayat penggunaan dan maintenance dicatat melalui kartu atau logbook APD.
Memperpanjang masa pakai aset	Pemeliharaan rutin membantu mempertahankan kondisi APD sesuai standar, meskipun tetap tidak melebihi batas masa pakai yang ditetapkan standar.

2. *Corrective Maintenance*

Pemeliharaan yang dilakukan setelah ditemukan kerusakan atau ketidaksesuaian fungsi. Dalam konteks APD, *corrective maintenance* sering kali terbatas karena tidak semua kerusakan dapat diperbaiki, sehingga berujung pada replacement atau penghapusan.

9. *Maintenance APD Firefighting Suit*

Maintenance APD structural firefighting suit mencakup beberapa hal seperti inspeksi, pembersihan, pengeringan, dan cara penyimpanan. Tahap pertama yaitu inspeksi rutin, dilakukan untuk mengidentifikasi kerusakan fisik maupun kerusakan fungsi lapisan dari APD tersebut. Kegiatan inspeksi rutin meliputi dari pengecekan perubahan warna, sobekan, dan

jahitan pada APD (Fent *et al.*, 2014). inspeksi lanjutan dilakukan secara berkala oleh personel untuk menilai fungsi lapisan pelindung, khususnya *moisture barrier* dan *thermal liner*, yang berfungsi dalam perlindungan terhadap panas dan cairan berbahaya.

Pencucian bisa menggunakan metode manual maupun menggunakan mesin khusus APD khusus yang memiliki sistem kontrol pengaturan suhu didalamnya (Eryılmaz *et al.*, 2024). Dan juga menggunakan deterjen dengan ph 6 – 10,5 sesuai dengan yang disyaratkan di NFPA 1851. Pencucian dilakukan bukan hanya sekedar kebersihan fisik dari APD, tetapi juga untuk menghilangkan kontaminasi dari zat berbahaya saat beroperasi.

Selanjutnya pengeringan, pengeringan APD harus terkontrol agar tidak merusak lapisan yang ada pada APD (Harianja et al., 2020a). Pengeringan dengan penjemuran langsung terkena cahaya matahari sangat tidak disarankan karena dapat merusak lapisan APD dan menurunkan fungsi perlindungannya meskipun secara visual tampak layak digunakan (Ana Dwi Astutik Iffan Maflahah, 2019).

Penyimpanan APD harus disimpan di tempat yang bersih, kering dan tidak terpapar langsung oleh cahaya matahari dan bahan kimia. Cara *maintenance* yang benar dan terprogram bisa membuat APD lebih awet dan tetap maksimal secara fungsinya (Harianja et al., 2020b).

B. Kajian Penelitian Terdahulu

Tabel II. 2 Kajian penelitian terdahulu

Peneliti & Tahun	Fokus Masalah	Solusi yang Diberikan	Perbedaan dengan Kondisi Sekarang	Kesesuaian dengan NFPA 1851
Firas (2021)	Evaluasi sistem <i>maintenance</i> APD structural firefighting	Belum memberikan solusi implementatif, hanya evaluasi	Penelitian sekarang tidak hanya evaluatif, tetapi mengarah	Belum sesuai, terutama pada aspek inspeksi, pencucian,

	suit di bandara, khususnya kesesuaian dengan standar	kondisi eksisting	pada perancangan sistem <i>maintenance</i> yang lebih terstruktur dan aplikatif	dan pencatatan APD
Tarwaka (2015)	Pengaruh sistem manajemen K3 terhadap efektivitas penggunaan APD	Menekankan pentingnya sistem pengelolaan APD yang terstruktur (<i>maintenance</i> , pengawasan, pengendalian)	Penelitian sekarang lebih spesifik pada implementasi teknis <i>maintenance</i> APD structural firefighting suit di lingkungan ARFF	Tidak spesifik membahas NFPA 1851, namun secara prinsip mendukung standar karena menekankan sistem terstruktur
Suma'mur (2014)	Risiko kecelakaan kerja akibat kegagalan pengelolaan APD	Menekankan pentingnya manajemen APD untuk menekan risiko kecelakaan kerja	Penelitian sekarang lebih operasional dan teknis, tidak hanya konseptual terkait risiko	Tidak secara langsung mengacu NFPA 1851, tetapi relevan secara konseptual dalam aspek keselamatan
Septiyani Aris (2020)	Hubungan pengetahuan, ketersediaan, dan pengawasan terhadap sikap penggunaan APD	Menunjukkan bahwa pengawasan berpengaruh terhadap kepatuhan penggunaan APD	Penelitian sekarang fokus pada sistem <i>maintenance</i> , bukan hanya perilaku pengguna	Tidak membahas langsung NFPA 1851, dan menunjukkan kelemahan pada aspek pemeliharaan sistematis