KAJIAN PENYIMPANAN *FOAM CONCENTRATE* DI UNIT PKP-PKP BANDAR UDARA I GUSTI NGURAH RAI BALI

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat lulus pendidikan
Program Studi Diploma Tiga Penyelamatan dan
Pemadam Kebakaran Penerbangan

Oleh:

EGA SAPUTRA
NIT. 55232210008

PROGRAM STUDI PENYELAMATAN DAN PEMADAM KEBAKARAN PENERBANGAN PROGRAM DIPLOMA TIGA

POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG

JULI 2025

KAJIAN PENYIMPANAN *FOAM CONCENTRATE* DI UNIT PKP-PKP BANDAR UDARA I GUSTI NGURAH RAI BALI

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat lulus pendidikan
Program Studi Diploma Tiga Penyelamatan dan
Pemadam Kebakaran Penerbangan

Oleh:

EGA SAPUTRA
NIT. 55232210008

PROGRAM STUDI PENYELAMATAN DAN PEMADAM KEBAKARAN PENERBANGAN PROGRAM DIPLOMA TIGA

POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG

JULI 2025

ABSTRAK

KAJIAN PENYIMPANAN *FOAM CONCENTRATE* DI UNIT PKP-PK BANDAR UDARA I GUSTI NGURAH RAI BALI

Oleh:

EGA SAPUTRA

NIT:55232210008

PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA PENYELAMATAN DAN PEMADAM KEBAKARAN PENERBANGAN

Foam concentrate tipe *AFFF* merupakan salah satu bahan pemadam api yang digunakan unit PKP-PK untuk menangani kebakaran cairan mudah terbakar secara cepat. Bahan ini wajib disimpan sesuai standar PR 30 Tahun 2022 dan NFPA 11 Tahun 2021. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan mengevaluasi kondisi penyimpanan *foam concentrate* Di Unit PKP-PK Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali yang berperan penting dalam menunjang kesiapan operasional pemadaman kebakaran di bandara. Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan data melalui observasi langsung, wawancara semi-terstruktur, dan dokumentasi. Validasi dilakukan melalui analisis *gap* antara kondisi aktual dan standar regulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ruang penyimpanan masih digunakan bersamaan dengan peralatan lain dan belum dilengkapi standar operasional prosedur standar operasional prosedur khusus. Kondisi ini berpotensi menurunkan efektivitas *foam* dan meningkatkan risiko keselamatan. Usulan perbaikan mencakup penyusunan standar operasional prosedur yang mengacu pada regulasi, dan penataan ulang *layout*. Implikasi keberhasilan penelitian ini adalah tersusunnya rekomendasi standar operasional prosedur dan *layout* penyimpanan *foam concentrate* yang aman, terorganisir, serta sesuai dengan standar regulasi yang berlaku, guna mendukung kesiapan Unit PKP-PK dalam menghadapi keadaan darurat di bandar udara.

Kata Kunci: *Foam Concentrate,* Penyimpanan, Standar Operasional Prosedur.

ABSTRACT

STUDY OF FOAM CONCENTRATE STORAGE IN I GUSTI NGURAH RAI BALI AIRPORT PKP-PK UNIT

By

EGA SAPUTRA

NIT:55232210008

PROGRAM STUDY OF DIPLOMA THREE AVIATION RESCUE AND FIRE FIGHTING

AFFF type foam concentrate is one of the fire extinguishing materials used by the PKP-PK unit to quickly handle flammable liquid fires. This material must be stored according to PR 30 of 2022 and NFPA 11 of 2021 standards. This study aims to assess and evaluate the storage conditions of foam concentrate at the PKP-PK Unit of I Gusti Ngurah Rai Airport, Bali, which plays an important role in supporting the operational readiness of firefighting at the airport. The research method uses a descriptive qualitative approach with data collection techniques through direct observation, semi-structured interviews, and documentation. Validation is carried out through a gap analysis between actual conditions and regulatory standards. The results of the study indicate that the storage space is still used together with other equipment and is not equipped with special standard operating procedures. This condition has the potential to reduce the effectiveness of foam and increase safety risks. Proposed improvements include the preparation of standard operating procedures that refer to regulations, and rearranging the layout. The implications of the success of this study are the preparation of recommendations for standard operating procedures and foam concentrate storage layouts that are safe, organized, and in accordance with applicable regulatory standards, to support the readiness of the PKP-PK Unit in dealing with emergencies at the airport.

Keywords: *Foam Concentrate, Storage, Standard Operating Procedurs.*

PENGESAHAN PEMBIMBING

Tugas Akhir: "KAJIAN PENYIMPANAN *FOAM CONCENTRATE* DI UNIT PKP-PK BANDAR UDARA I GUSTI NGURAH RAI BALI" telah diperiksa dan disetujui untuk diuji sebagai salah satu syarat lulus Pendidikan Program Studi Penyelamatan dan Pemadam Kebakaran Penerbangan Program Studi Diploma Tiga Angkatan ke-3, Politeknik Penerbangan Palembang – Palembang.

NAMA : EGA SAPUTRA

NIT : 55232210008

PEMBIMBING I

Dr. YETI KOMALASARI, S.Si.T., M.Adm.SDA.
Penata Tingkat 1 (III/d)
NIP. 19870525 200912 2 005

PEMBIMBING II

Dr. Ir. Setiyo, M.M.
Pembina Tingkat 1 (IV/b)
NIP. 19601127 198002 1 001

Ketua Program Studi
Program Studi Penyelamatan dan
Pemadam Kebakaran Penerbangan Program Diploma Tiga

SUTIYO, S.Sos., M.Si.
Pembina (IV/a)
NIP. 19681011 199112 1 001

PENGESAHAN PENGUJI

Tugas Akhir: "KAJIAN PENYIMPANAN *FOAM CONCENTRATE* DI UNIT PKP-PK BANDAR UDARA I GUSTI NGURAH RAI BALI" telah dipertahankan dihadapan tim penguji Tugas Akhir Program Studi Penyelamatan dan Pemadam Kebakaran Penerbangan Program Diploma Tiga Angkatan ke-3 Politeknik Penerbangan Palembang. Tugas Akhir ini telah dinyatakan LULUS Program Diploma Tiga pada tanggal

KETUA

YANI YUDHA WIRAWAN, S.SI.T., M.T.
Pembina Tk.1 (IV/b)
NIP. 198206192005021001

SEKRETARIS

Dr. YETI KOMALASARI, S.SI.T., M.ADM. SDA.
Penata Tk.1 (III/d)
NIP. 19870525 200912 2 005

ANGGOTA

THURSINA ANDAYANI, M.SC.
Penata Muda Tk.1 (III/b)
NIP. 19860703 202203 2 002

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : EGA SAPUTRA

NIT : 55232210008

Program Studi : Penyelamatan dan Pemadam Kebakaran Penerbangan
Program Diploma Tiga

Menyatakan bahwa Tugas Akhir berjudul "KAJIAN PENYIMPANAN *FOAM CONCENTRATE* DI UNIT PKP-PK BANDAR UDARA I GUSTI NGURAH RAI BALI" merupakan karya asli saya bukan merupakan hasil plagiarisme. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar akademik dari Politeknik Penerbangan Palembang.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Palembang, 17 Juli 2025

Yang Membuat Pernyataan

Ega Saputra

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Program Diploma III yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Politeknik Penerbangan Palembang, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan vahwa hak cipta ada pada pengarang dengan aturan HAKI yang berlaku di Politeknik Penerbangan Palembang. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Sitasi hasil penelitian Tugas Akhir ini dapat ditulis dalam Bahasa Indonesia sebagai berikut: SAPUTRA, E. (2025) *KAJIAN PENYIMPANAN FOAM CONCENTRATE DI UNIT PKP-PK BANDAR UDARA I GUSTI NGURAH RAI BALI*, Tugas Akhir Program Diploma III, Politeknik Penerbangan Palembang. Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh Tugas Akhir haruslah seizin Ketua Program Studi Penyelamatan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran Penerbangan, Politeknik Penerbangan Palembang.

Dipersembahkan dengan penuh cinta dan hormat kepada:

ibunda tercinta, Jaura dan Ayahanda terhebat Juliadi, Serta adik dan kakak tersayang, Ariya Ulfa Rika, Muhamad Fadlan, Adiba

KATA PENGANTAR

Alhamdulilah puji syukur kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa Allah Swt. Atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan proyek akhir/tugas akhir yang berjudul KAJIAN PENYIMPANAN *FOAM CONCENTRATE* DI UNIT PKP-PK BANDAR UDARA I GUSTI NGURAH RAI BALI ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terimakasih sebanyak banyaknya kepada semua pihak yang telah mendukung maupun terlibat dalam penyusunan proyek akhir/tugas akhir yang dimaksdukan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Program Diploma Tiga Program Studi Penyelamatan dan Pemadam Kebakaran Penerbangan. Oleh karena itu izinkan penulis untuk mengucapkan terima kasih, terutama kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan limpahan anugerah dan lindungan pada hamba-Nya.
2. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan restu, doa serta dukungan yang membuat penulisan ini menjadi lebih mudah.
3. Bapak Dr. Capt. Ahmad Hariri, S.T., S.Si.T., M.Si. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Palembang.
4. Bapak Sutiyo, S.Sos., M.Si selaku Kepala Program Studi D-III Penyelamatan dan Pemadam Kebakaran Penerbangan (PPKP).
5. Ibu Yeti Komalasari,S.SiT.,M.Adm.SDA., selaku dosen pembimbing 1;
6. Bapak Dr. Ir. Setiyo, M.M. selaku dosen pembimbing 2;
7. Seluruh Dosen dan Civitas Akademika Program Studi D-III PPKP.
8. Rekan-rekan *ARFF* Denpasar yang telah memberi semangat dan membantu dalam melakukan kegiatan observasi.
9. Rekan-rekan Program Studi Diploma Tiga Penyelamatan dan Pemadam Kebakaran Penerbangan angkatan 3 Politeknik Penerbangan Palembang.
10. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis cantumkan satu-persatu, yang telah membantu dan memberikan dukungan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis menerima

masukan, kritik serta saran yang membangun dari semua pihak demi perbaikan di masa mendatang.

Palembang, 17 juli 2025

EGA SAPUTRA
NIT.55232210008

DAFTAR ISI

ABSTRAK iii

ABSTRACT iv

PENGESAHAN PEMBIMBING v

PENGESAHAN PENGUJI vi

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN vii

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR viii

KATA PENGANTAR x

DAFTAR ISI xii

DAFTAR GAMBAR xiv

DAFTAR TABEL xv

BAB I PENDAHULUAN 1

A. Latar Belakang 1

B. Rumusan Masalah 4

C. Pembatasan Masalah 4

D. Tujuan Penelitian 4

E. Manfaat Penelitian 4

F. Sistematika Penulisan 5

BAB II LANDASAN TEORI 6

A. Teori Penunjang 6

1. Unit PKP-PK 6

2. *Aqueous Film Forming Foam* 8

3. *Storage* (Gudang Penyimpanan) 10

B. Kajian Pustaka Terdahulu yang Relevan 11

BAB III METODE PENELITIAN 19

A. Desain Penelitian 19

B. Subjek dan objek penelitian 20
1. Subjek Penelitian 20
2. Objek Penelitian 20
C. Teknik Pengumpulan data 21
1. Observasi 21
2. Wawancara 21
3. Dokumentasi 23
D. Teknik Analisa Data 23
1. Reduksi Data 23
2. Penyajian Data 24
3. Penarikan Kesimpulan 24
E. Gap analysis 24
F. Tempat Penelitian 24
G. Waktu Penelitian 25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 26
A. Hasil 26
B. Pembahasan 33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 38
A. Kesimpulan 38
B. Saran 38
DAFTAR PUSTAKA 40
LAMPIRAN 42

Gambar II. 1. *Aqueous Film Forming* 9
Gambar III. 1. Desain Penelitian 19
Gambar IV. 1. *Layout* Gudang Penyimpanan *Foam* 36

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1. Kajian terdahulu yang relevan 11
Tabel III. 1 Data Informan.....20
Tabel III. 2 Instrumen Observasi 21
Tabel III. 3 Instrumen Wawancara 22
Tabel III. 4 Waktu Penelitian 25
Tabel IV. 1 Hasil Observasi 27
Tabel IV. 2 Reduksi Data 28
Tabel IV. 3 Penyajian Data.....30
Tabel IV. 4 *Gap analysis*.....32
Tabel IV. 5 SOP Penyimpanan *Foam* 34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran. A. Hasil Wawancara Informan 1 42
Lampiran. B. Hasil Wawancara informan 2 45
Lampiran. C. Hasil Wawancara informan 3 48
Lampiran. D. Dokumentasi Observasi 52
Lampiran. E. Lembar Observasi 53
Lampiran. F. Lembar Bimbingan I 54
Lampiran. G. Lembar Bimbingan II 55
Lampiran. H. Plagiarisme (Turnitin) 56

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan yang terdiri dari ribuan pulau, menjadikan moda transportasi udara sangat vital untuk menghubungkan antar wilayah yang tersebar dan dikelilingi oleh lautan luas dengan waktu tempuh yang cepat (Komalasari *et al*., 2023). Moda transportasi udara, Mempermudah masyarakat untuk berpindah dari satu lokasi ke lokasi lain adalah salah satu fungsi vital transportasi dalam menunjang kehidupan sehari-hari. Dengan adanya sistem transportasi yang baik, mobilitas masyarakat menjadi lebih efisien, memungkinkan mereka untuk mengakses berbagai kebutuhan, baik itu untuk bekerja, bersekolah, berbelanja, atau melakukan aktivitas lainnya. Transportasi yang lancer juga mendukung pertumbuhan ekonomi dan mempererat hubungan antar wilayah, sehingga kehidupan masyarakat menjadi lebih terhubung dan dinamis. (Karmini *et al*., 2023).

Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai (IATA: DPS, ICAO: WADD) merupakan bandar udara yang telah memiliki rute penerbangan domestic dan internasional bandar udara ini juga merupakan salah satu bandara tersibuk di Indonesia (Pastika & Suardana, 2021), yang melayani ribuan penumpang setiap harinya. Berlokasi di bagian selatan Bali, tepatnya di Kelurahan Tuban, Kecamatan Kuta, Kabupaten Badung, sekitar 13 km dari Denpasar, bandar udara ini memiliki peran penting dalam menghubungkan Bali dengan berbagai daerah di Indonesia dan dunia. Bandar Udara ini memiliki *runway* sepanjang 3000 meter, selain itu untuk memastikan keselamatan dan keamanan penerbangan, Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai dilengkapi dengan unit pertolongan kecelakaan penerbangan dan pemadam kebakaran (PKP-PK), dan di dukung oleh gedung *fire station* yang terletak di sisi utara dan selatan bandara (Ardiansyah & Albanna, 2022)

Tugas dan fungsi unit PKP-PK ini diatur dalam Keputusan Direktur (Jendral Perhubungan Udara PR 30 Tahun, 2022) tentang standar Teknis dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbngan Sipil. Unit PKP-PK memiliki tanggung jawab untuk memberikan pelayanan dalam mencegah, mengendalikan, dan

memadamkan api, serta melindungi manusia dan barang yang terancam bahaya kebakaran di fasilitas bandar udara. Selain itu, unit PKP-PK harus memiliki tingkat kedisiplinan yang berpengaruh dan juga berperan penting dalam menyelamatkan jiwa dan harta benda yang terancam akibat kejadian atau kecelakaan pesawat udara (Komalasari, 2023a). Unit PKP-PK juga memiliki tugas untuk melaksanakan pemeliharaan pada fasilitas yang terdapat di unit PKP-PK (Komalasari, 2023b)

Keselamatan di bandar udara di atur dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor: PM 21 Tahun 2015 tentang Standar Keselamatan Penerbangan. Salah satu fasilitas penting dalam menjaga keselamatan penerbangan adalah PKP-PK (Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran), yang di lengkapi dengan kendaraan operasional, peralatan operasional, personel terlatih bahan pendukung serta *fire station* yang ada di setiap bandar udara. Fasilitas ini bertujuan untuk memberikan pertolongan saat terjadinya *incident* dan *accident* yang terjadi di area bandara.

fire station adalah bangunan atau gedung yang terletak di sisi udara bandar udara, yang berfungsi sebagai pusat pengendalian dan pelaksanaan kegiatan operasional PKP-PK (Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran). Lokasi penempatannya sangat strategis, yang di tentukan berdasarkan perhitungan waktu bereaksi *(response time)* untuk memastikan respons cepat dalam situasi darurat. Sesuai dengan (Jenderal Perhubungan Udara PR 30 Tahun, 2022) *fire station* harus memenuhi beberapa syarat penting, seperti penempatan di lokasi strategis dengan akses menuju area pergerakan pesawat yang minim hambatan atau tikungan.

fire station juga berfungsi sebagai pusat penerima informasi keadaan darurat dan dilengkapi dengan *watch room* yang memadai untuk memantau area pergerakan pesawat. Selain itu, fasilitas lainnya seperti tempat parkir kendaraan operasional *(vehicle housing),* sarana prasarana latihan, dan gudang penyimpanan *(storage space)* juga menjadi bagian penting dari *fire station.* Di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali, *fire station* di lengkapi dengan dengan gudang penyimpanan *foam concentrate,* dimana di sebutkan pada PR 30 Tahun 2022, penyimpanan

bahan pemadam ini harus terlindungi dari sinar matahari, memiliki sirkulasi udara yang baik, dan tidak tercampur dengan bahan atau barang lainnya. Menurut (Kuhlman, 2018) juga menyebutkan bahwa setelah *foam* terkontaminasi dengan bahan atau barang dapat mempengaruhi kandungan dalam *foam* tersebut.

Berdasarkan hasil pengamatan penulis selama melakukan oberservasi di unit PKP-PK Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali, ditemukan bahwa salah satu fasilitas penting PKP-PK, yaitu gudang penyimpanan *foam concentrate*, masih perlu dioptimalkan agar dapat memenuhi persyaratan yang tercantum dalam PR 30 Tahun 2022. Meskipun gudang penyimpanan yang ada saat ini belum sepenuhnya memenuhi semua ketentuan yang diatur dalam peraturan tersebut, personel di unit PKP-PK tetap berusaha maksimal dengan memanfaatkan gudang yang ada untuk menyimpan cadangan bahan pemadam *foam.* Namun, kebutuhan akan fasilitas tambahan pada gudang serta belum terpenuhinya persyaratan penyimpanan yang telah di tetapkan dapat mempengaruhi masa simpan dan kualitas *foam concentrate* yang di simpan. hal ini tentu saja berpotensi mengurangi efektivitas dalam sistem pemadam kebakaran di bandar udara (Kuhlman, 2018). Selain itu juga disebutkan pada (NFPA 11, 2021) *foam concentrate* juga harus di tempatkan di tempat yang mudah untuk di akses, tidak terpapar matahari, dan penyimpanan dengan suhu yang di anjurkan untuk menjaga kestabilan *foam concentrate*, selain dari pada itu untuk mencegah hal yang tidak di inginkan seperti yang terjadi pada penyimpanan gudang *foam* Petrokimia Texas yang terkena panas dan suhu terlalu tinggi yang menyebabkan pemisahan komponen dalam *foam concentrate* yang menyebabkan berkurangnya efektivitas dalam melakukan pemadaman kebakaran (Berlianto, 2019). Oleh karena itu penulis tertarik untuk mengangkat tentang penyimpanan *foam concentrate* di unit PKP-PK Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali

B. Rumusan Masalah

Dari penjabaran latar belakang yang telah disampaikan, dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi penyimpanan *foam concentrate* di unit PKP-PK Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali?
2. Apa upaya yang dapat dilakukan agar penyimpanan *foam concentrate* di unit PKP-PK Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali dapat di optimalkan serta memenuhi standar regulasi yang berlaku?

C. Pembatasan Masalah

Agar pembahasan tetap terfokus dan tidak melebar dari ruang lingkup yang telah ditentukan, penelitian ini dibatasi pada kajian mengenai penyimpanan *foam concentrate* yang dilakukan secara khusus di Unit PKP-PK Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali.

D. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang ada, maka dapat dirumuskan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi penyimpanan *foam concentrate* di Unit PKP-PK Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali.
2. Memberikan solusi terhadap permasalahan yang ditemukan guna mengoptimalkan fungsi gudang penyimpanan sesuai dengan regulasi yang berlaku.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Bagi peneliti, penelitian ini memberikan kontribusi dalam memperluas wawasan serta menambah pengalaman keterampilan pemecahan masalah, yang dapat digunakan untuk menghadapi berbagai tantangan di lingkungan kerja pada masa yang akan datang.
2. Manfaat bagi lokasi penelitian yaitu sebagai bahan pertimbangan dan masukan agar dapat menyesuaikan dan mengoptimalkan penyimpanan *foam concentrate* sesuai dengan peraturan yang berlaku.

3. Bagi Politeknik Penerbangan Palembang, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi dan sumber informasi bagi penelitian sejenis di masa yang akan datang

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini digunakan untuk mempermudah dalam membahas permasalahan yang ada. Laporan ini menggunakan sistematika sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Penjelasan dalam bab ini mencakup Latar Belakang Masalah, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini berisi penjabaran kerangka berpikir yang menghubungkan permasalahan penelitian dengan landasan teori, yang dikembangkan sesuai dengan peraturan dan istilah-istilah teknis dalam industri penerbangan.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Dalam bab ini dijelaskan tentang perancangan Penelitian, metode yang digunakan untuk mengumpulkan data, teknik dalam menganalisis data, serta uraian mengenai tempat dan waktu penelitian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini membahas hasil pengumpulan data, mulai dari masalah dan kendala yang dihadapi hingga solusi yang diupayakan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan kesimpulan dari hasil penelitian dan memberikan saran dari penulis terkait penelitian yang telah dilakukan

BAB II
LANDASAN TEORI

A. Teori Penunjang

1. Unit PKP-PK

Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: PR 30 Tahun 2022 Tentang Standar Teknis dan Operasi Pelayanan Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK), yang dimaksud dengan unit PKP-PK adalah unit bagian dari penanggulangan keadaan darurat. Setiap bandar udara wajib menyediakan pelayanan PKP-PK sesuai standar minimum. Pelayanan Penyelamatan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadaman Kebakaran (PKP-PK) di bandara harus dilaksanakan secara cepat, tepat, dan terkoordinasi sebagai respons terhadap situasi darurat yang berisiko tinggi terhadap keselamatan jiwa, aset penerbangan, dan kelancaran operasional bandara. Pelayanan yang cepat dan tepat mencerminkan tanggung jawab profesional yang penting dalam menjamin keselamatan penerbangan dan mendukung sistem keselamatan bandara secara menyeluruh. (Nugraha *et al*., 2021), Penting untuk dipahami bahwa personel PKP-PK melaksanakan tugas dan pekerjaan mereka sesuai dengan sertifikat yang disyaratkan. Sertifikat ini mencerminkan kompetensi dan keahlian yang harus dimiliki oleh setiap personel PKP-PK yang terlibat dalam tugas-tugas keselamatan penerbangan dan pemadaman kebakaran. Kegagalan untuk memenuhi standar ini tidak hanya berpotensi membahayakan keselamatan, tetapi juga dapat dianggap sebagai pelanggaran hukum, (Putra & Hodi, 2023).

Berdasarkan PR 30 Tahun 2022 Tentang Standar Teknis Dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (*Manual Of Standard Casr Part 139*) Volume IV, *Fire station* merupakan bangunan/gedung yang terletak di sisi udara yang berfungsi sebagai pusat pengendalian dan pelaksanaan kegiatan operasi Unit PK-PK dengan lokasi penempatan yang strategis berdasarkan perhitungan waktu bereaksi (*response time*) setiap *fire station* di lingkungan bandar udara tidak hanya berfungsi sebagai pusat

komando operasional dalam menangani keadaan darurat, tetapi juga harus dilengkapi dengan fasilitas pendukung yang memadai untuk menunjang kelangsungan operasional, salah satunya adalah *storage space* atau ruang penyimpanan. Keberadaan gudang ini sangat penting karena berfungsi sebagai tempat penyimpanan material pemadam kebakaran, seperti *foam concentrate*, *dry chemical powder*, serta perlengkapan penunjang lainnya seperti selang, *nozzle*, dan perlengkapan pelindung diri. *foam concentrate*, khususnya jenis *Aqueous Film Forming Foam (AFFF)* yang banyak digunakan dalam penanganan kebakaran kelas B (cairan mudah terbakar), memerlukan penyimpanan yang memenuhi standar tertentu agar efektivitasnya tetap terjaga selama masa simpan. Penyimpanan yang tidak sesuai, seperti paparan suhu ekstrem, kelembaban tinggi, atau kontaminasi dari bahan lain, dapat menurunkan kualitas busa dan mengurangi kemampuan pemadaman secara signifikan. Oleh karena itu, *storage space* harus dirancang secara khusus dengan memperhatikan standar penyimpanan bahan kimia berbahaya, termasuk sistem ventilasi yang baik, kontrol suhu, serta penataan *layout* yang memungkinkan identifikasi dan akses cepat terhadap bahan saat dibutuhkan dalam keadaan darurat. Selain itu, ruang penyimpanan harus memenuhi ketentuan dari regulasi keselamatan dan standar internasional seperti NFPA *11 (Standard for Low Medium and High-Expansion Foam)* dan ketentuan lokal yang ditetapkan oleh otoritas penerbangan sipil. Ketersediaan *storage space* yang memadai tidak hanya mencerminkan kesiapsiagaan *fire station* secara teknis, tetapi juga menjadi bagian dari sistem manajemen keselamatan bandara yang terintegrasi. Tanpa dukungan fasilitas penyimpanan yang sesuai, keberlangsungan operasional PKP-PK dapat terganggu, terutama dalam situasi yang membutuhkan penanganan darurat dalam skala besar atau berulang.

2. *Aqueous Film Forming Foam*

Foam concentrate merupakan cairan kimia khusus yang diformulasikan sebagai bahan dasar dalam sistem pemadaman kebakaran berbasis busa, dengan fungsi utama untuk mengendalikan dan memadamkan api melalui mekanisme fisik dan kimiawi. Ketika dicampur dengan air dan udara melalui sistem aplikasi tertentu, *foam concentrate* menghasilkan busa yang mampu menyelimuti permukaan bahan bakar yang terbakar. Lapisan busa ini bekerja dengan memutus suplai oksigen, menghambat pelepasan uap bahan bakar, serta menyerap panas dari permukaan yang terbakar, sehingga secara signifikan menurunkan kemungkinan penyalaan ulang dan memperlambat penyebaran api ke area sekitarnya. Di antara berbagai jenis *foam concentrate* yang tersedia secara komersial, *Aqueous Film Forming Foam* (*AFFF*) merupakan salah satu tipe yang paling luas penggunaannya, khususnya di lingkungan berisiko tinggi seperti fasilitas penyimpanan bahan bakar, kompleks industri petrokimia, dan bandara. Popularitas *AFFF* tidak terlepas dari efektivitasnya yang tinggi dalam memadamkan kebakaran kelas B, yaitu kebakaran yang melibatkan cairan mudah terbakar seperti bahan bakar pesawat, bensin, atau pelarut industri. *AFFF* memiliki kemampuan unik untuk membentuk lapisan film air tipis *(aqueous film*) di atas permukaan cairan hidrokarbon, yang bertindak sebagai penghalang uap sekaligus mempersingkat waktu pemadaman secara drastis. Lebih jauh lagi, *AFFF* menunjukkan stabilitas termal yang sangat baik, membuatnya tetap efektif bahkan dalam kondisi suhu tinggi yang ekstrem. Lapisan busa yang dihasilkan mampu menciptakan penghalang pelindung yang membatasi penyebaran panas dan api ke area lain, memberikan keuntungan taktis dalam skenario pemadaman yang memerlukan respons cepat, efisien, dan berkelanjutan. Oleh karena itu, *AFFF* sering dianggap sebagai elemen kunci dalam sistem pemadam kebakaran modern berbasis *foam* (Simon Burge, 2024)

Gambar II. 1. *Aqueous Film Forming*

Seperti halnya jenis busa pemadam api lainnya, penyimpanan *Aqueous Film Forming Foam (AFFF)* tunduk pada ketentuan dan pedoman teknis yang telah ditetapkan dalam regulasi nasional maupun internasional terkait keselamatan dan penanganan bahan berbahaya. Regulasi ini bertujuan untuk menjamin efektivitas jangka panjang dari sifat pemadam api *AFFF* serta untuk meminimalkan risiko terhadap lingkungan dan keselamatan kerja.Secara khusus, *AFFF* harus disimpan dalam kondisi lingkungan yang terkendali, yakni pada suhu ruangan yang stabil dalam rentang antara 5°C hingga 45°C. Batas suhu ini penting untuk mencegah degradasi komposisi kimia *AFFF*, yang dapat mengurangi kemampuan busa dalam membentuk lapisan film pelindung untuk memadamkan api berbasis hidrokarbon.Selain pengendalian suhu, lokasi penyimpanan juga harus dilindungi dari paparan langsung sinar matahari maupun elemen cuaca ekstrem lainnya. Paparan sinar ultraviolet dan panas berlebih dapat mempercepat proses oksidasi serta memicu perubahan sifat fisikokimia dari formulasi *AFFF*. Oleh karena itu, penyimpanan ideal dilakukan di ruang tertutup dengan perlindungan termal yang memadai. Ventilasi ruangan juga menjadi aspek krusial dalam sistem penyimpanan, di mana sirkulasi udara yang baik harus dijamin guna mencegah akumulasi uap atau gas yang mungkin timbul akibat proses peluruhan bahan. Selain itu, *AFFF* wajib disimpan secara terpisah dari bahan kimia lainnya terutama yang bersifat reaktif atau mudah terbakar untuk mencegah potensi kontaminasi silang atau reaksi kimia yang tidak diinginkan, yang bisa membahayakan keselamatan fasilitas maupun personel. Dengan

memperhatikan seluruh aspek tersebut, penyimpanan *AFFF* yang sesuai standar tidak hanya menjaga mutu dan fungsi bahan, tetapi juga mendukung kepatuhan terhadap prinsip Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) serta perlindungan lingkungan hidup.

3. *Storage* (Gudang Penyimpanan)

Gudang merupakan salah satu komponen utama dalam sebuah bisnis karena berperan penting dalam mendukung kelancaran proses produksi dan operasional. Untuk memastikan kedua proses tersebut dapat berjalan dengan efisien dan tanpa hambatan, diperlukan sistem penyimpanan yang terorganisir dan dikelola dengan baik (Samuel *et al*., 2023). Selain itu, aspek penataan tata letak barang di dalam gudang perlu diperhatikan secara sistematis sebagai bagian dari upaya optimalisasi manajemen logistik. Penataan *layout* gudang yang efektif berperan penting dalam meningkatkan efisiensi operasional, khususnya dalam mempercepat proses pencarian dan pengambilan barang, meminimalkan waktu, serta mengurangi tingkat kesalahan dalam pengambilan barang. *Layout* yang terstruktur juga memungkinkan aliran barang berjalan lebih lancar dan terintegrasi, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas kerja dan keselamatan operasional. Dari sisi biaya, penataan yang efisien dapat membantu mengurangi pengeluaran operasional melalui optimalisasi ruang penyimpanan, pengurangan penggunaan tenaga kerja berlebih, serta efisiensi energi dan peralatan.Oleh karena itu, implementasi desain tata letak yang sesuai dengan karakteristik barang dan kebutuhan operasional menjadi langkah strategis yang tidak hanya mendukung efektivitas fungsi gudang, tetapi juga mendukung keberhasilan sistem logistik secara menyeluruh. Di Unit PKP-PK Penyimpanan *foam concentrate* merupakan salah satu aspek krusial dalam sistem proteksi kebakaran, khususnya di lingkungan operasional Unit Pelaksana Penyelamatan dan Pemadam Kebakaran Penerbangan (PKP-PK) di bandara. Efektivitas *foam* dalam merespons insiden kebakaran sangat bergantung pada kondisi penyimpanan yang sesuai dengan standar teknis dan ketentuan internasional. Sejumlah penelitian dan dokumen teknis, seperti *Technical Bulletin: Storage of Foam Concentrates*

Tyco, 2016, & Controls 2024, menekankan pentingnya parameter lingkungan seperti suhu ruang yang stabil, perlindungan terhadap sinar matahari langsung, serta pemilihan bahan wadah yang sesuai dalam menjaga stabilitas kimiawi *foam*, Selain itu *National Fire Protection Association* (NFPA 11) merekomendasikan adanya inspeksi dan pengujian rutin terhadap kondisi fisik dan kualitas foam concentrate untuk mencegah degradasi performa seperti sludging dan kontaminasi silang. Dalam konteks operasional bandar udara, penyimpanan busa *(foam)* pemadam kebakaran tidak semata-mata dipertimbangkan dari aspek teknis seperti spesifikasi bahan, atau aksesibilitas infrastruktur penyimpanan. Lebih dari itu, elemen ini merupakan komponen krusial dalam sistem kesiapsiagaan darurat dan strategi mitigasi risiko kebakaran pesawat atau insiden yang melibatkan bahan bakar berbahaya. Oleh karena itu, tata kelola penyimpanan *foam* harus memperhatikan prinsip manajemen risiko, regulasi yang berlaku,

B. Kajian Pustaka Terdahulu yang Relevan

Dalam penulisan ini, dibutuhkan data pendukung yang dapat memperkuat pembahasan permasalahan. Oleh sebab itu, penting untuk menelaah hasil-hasil penelitian sebelumnya yang memiliki relevansi. Adapun kajian pustaka terdahulu yang relevan disajikan pada Tabel II. 1 sebagai berikut:

Tabel II. 1. Kajian terdahulu yang relevan

No	Nama Penelitian	Judul penelitian	Hasil Penelitian
1	Nhlanhla Khanyi	*"The Impact Of The Storage Facility On Perfomance Parameters Of Aquesous Film-Forming Fire-Fighting Foam (AFFF) In Aviation Fire Protection"(2023)*	*Aqueous Film Forming Foam* (*AFFF*) merupakan komponen penting dalam industri penerbangan sebagai agen pemadam kebakaran utama untuk menanggulangi kebakaran hidrokabon. Namun, performa *AFFF* dapat menurun akibat berbagai faktor, salah satunya adalah pengaruh penyimpanan terhadap

			stabilitas dan kemampuan *foaming*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semua material penyimpanan tersebut mempengaruhi kemampuan pembentukan busa dan stabilitas busa *AFFF*.
2	Rizqi Darmawan, Mochamad Luqman Ashari, Aulia Nadia Rachmat	"Perancangan *Subsurface Foam Injection* Pada Kerosone *Storage* Tank 920-T-002B Perusahaan Industri Petrokimia Tuban" (2018).	Penelitian ini membahas perancangan instalasi *subsurface foam injection* untuk memproteksi tangki penyimpanan kerosene (kerosene *storage* tank) 920-T-002B pada perusahaan industri petrokimia di Tuban. Latar belakang penelitian adalah ketidaktepatan penggunaan sistem pemadam *foam chamber*, yang rawan mengalami kerusakan pada komponen jika terjadi kebakaran dan ledakan, sehingga dibutuhkan sistem alternatif yang lebih andal.
3	Technical Bulletin	*"Storage Of foam concentrate: Recommended Storage, Handling and Inpection Of foam concentrate" (2024)*	Penelitian ini membahas pedoman penyimpanan, penanganan, dan inspeksi *foam concentrate* yang digunakan sebagai bahan pemadam kebakaran. Hasil kajian menunjukkan bahwa masa efektif penggunaan *foam concentrate* dapat dipertahankan selama lebih dari 10 tahun apabila disimpan dalam kemasan asli dan kondisi lingkungan yang sesuai. Penyimpanan optimal dilakukan di gudang indoor dengan suhu terkendali, bebas paparan sinar matahari

			langsung dan sumber panas, serta tidak rentan terhadap banjir.