

RANCANGAN MOCK-UP BAHAN BAKAR BERTEKANAN DALAM PENGUASAAN TEKNIK PERSONEL PERTOLONGAN KECELAKAAN PENERBANGAN DAN PEMADAM KEBAKARAN

Mohamad Fathan Azka Fakhreza¹, Wahyu Dwi Agustini², Wahyudono³

^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang, Indonesia
Email: ¹fathanazkafakhreza@gmail.com, ²wahyudwiagustini@gmail.com, ³wahyudonoppi@gmail.com

ABSTRACT

The Aviation Rescue and Firefighting Unit (ARFF) is an essential component in airport operations, primarily responsible for handling aviation accidents. One of their main tasks is personnel training, which previously utilized fuel combustion media in drums. This method was deemed less effective due to difficulties in control and environmental pollution risks. Therefore, this study aims to design a Pressurized Fuel Mock-Up as a safer, more efficient, and environmentally friendly training medium for ARFF personnel. The research employs a Research and Development (R&D) level 1 approach, including product research, planning, design development, and model validation stages. The results indicate that the developed design can simulate fire conditions more realistically and allows for adjustable flame intensity according to training needs. This tool facilitates training in firefighting tactics and techniques, which is expected to enhance the competency of ARFF personnel in emergency response and contribute to the advancement of modern and eco-friendly training methods.

Keywords: Mock-Up, Pressurized Fuel, ARFF

ABSTRAK

Unit Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK) merupakan komponen esensial dalam operasional bandar udara dengan tanggung jawab utama penanganan kecelakaan penerbangan. Salah satu tugas pokoknya adalah pelatihan personel, pelatihan sebelumnya menggunakan media pembakaran bahan bakar minyak (BBM) dalam drum. Metode ini dinilai kurang efektif karena sulit dikendalikan dan berpotensi mencemari lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang Mock-Up Bahan Bakar Bertekanan sebagai media pelatihan yang lebih aman, efisien, dan ramah lingkungan untuk personel PKP-PK. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) level 1, meliputi tahapan penelitian produk, perencanaan, pengembangan rancangan, dan validasi model. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rancangan yang dikembangkan mampu mensimulasikan kondisi kebakaran secara lebih realistis dan memungkinkan pengaturan intensitas api sesuai kebutuhan latihan. Alat ini mempermudah pelatihan taktik dan teknik pemadaman, diharapkan dapat meningkatkan kompetensi personel PKP-PK dalam penanganan darurat serta memberikan kontribusi pada pengembangan metode pelatihan yang modern dan ramah lingkungan.

Kata kunci: Mock-Up, Bahan Bakar Bertekanan, PKP-PK

PENDAHULUAN

Keselamatan penerbangan merupakan prioritas utama dalam operasional bandar udara, sejalan dengan komitmen Kementerian Perhubungan untuk memenuhi standar keselamatan dan keamanan internasional. Salah satu unsur vital yang mendukung hal ini adalah Unit Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK), yang bertugas menangani keadaan darurat seperti kecelakaan pesawat dan kebakaran di area bandar udara (Karmini et al., 2023). Berdasarkan ketentuan Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 dan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor PR 30 Tahun 2022, setiap bandar

udara wajib memiliki fasilitas dan personel PKP-PK yang terlatih, siap siaga, serta dilengkapi sarana yang memadai. Namun, hasil observasi di Bandar Udara Internasional Yogyakarta menunjukkan bahwa metode pelatihan yang digunakan masih sederhana, yakni pembakaran bahan bakar minyak (BBM) di drum, yang memiliki kelemahan dalam aspek keamanan, efisiensi, dan dampak lingkungan.

Menurut Fatmati (2009) Permasalahan tersebut mendorong perlunya inovasi media pelatihan yang lebih efektif, aman, dan ramah lingkungan. Salah satu alternatif solusi yang ditawarkan adalah perancangan *Mock-Up* Bahan Bakar Bertekanan yang mampu mensimulasikan kondisi kebakaran secara lebih realistis serta memungkinkan pengaturan intensitas api sesuai kebutuhan latihan (Amin & Ananda, 2021). Dengan demikian, media ini diharapkan dapat meningkatkan keterampilan taktik dan teknik pemadaman kebakaran personel PKP-PK, sekaligus mengurangi pemborosan bahan bakar dan risiko pencemaran lingkungan. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang *Mock-Up* Bahan Bakar Bertekanan yang efektif dan efisien untuk mendukung penguasaan taktik dan teknik pemadaman bagi personel PKP-PK.

Secara umum, tujuan penelitian ini adalah merancang *Mock-Up* Bahan Bakar Bertekanan sebagai media latihan pemadaman yang efektif, efisien, dan aman digunakan. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menghasilkan rancangan *Mock-Up* yang sesuai dengan kebutuhan pelatihan personel PKP-PK, (2) mendukung peningkatan keterampilan taktik dan teknik pemadaman kebakaran, dan (3) mengembangkan model media pelatihan yang dapat menjadi referensi bagi unit PKP-PK di bandar udara lainnya. Manfaat yang diharapkan meliputi peningkatan kesiapsiagaan personel dalam menghadapi kondisi darurat, pemanfaatan sumber daya bahan bakar secara optimal, serta kontribusi terhadap inovasi metode pelatihan pemadaman kebakaran yang ramah lingkungan.

Landasan teoritis penelitian ini mencakup konsep keselamatan penerbangan, peran dan fungsi unit PKP-PK, definisi dan fungsi *Mock-Up*, konsep rancangan (*design*), serta prinsip penggunaan bahan bakar bertekanan. Menurut PR 30 BAB I, unit PKP-PK adalah bagian dari penanggulangan keadaan darurat yang memiliki tugas utama menyelamatkan jiwa dan harta benda serta memadamkan kebakaran di bandar udara. *Mock-Up* sendiri merupakan replika objek yang dirancang untuk mempermudah pemahaman konsep dan simulasi penerapan di lapangan (Atie et al., 2023). Dalam konteks pelatihan pemadaman kebakaran, *Mock-Up* berbahan bakar bertekanan memberikan peluang untuk mengendalikan sumber api dengan aman dan sesuai skenario latihan. Kajian penelitian terdahulu, seperti karya (WUSEF, 2023)

dan (Anton et al., n.d.), juga menegaskan bahwa inovasi media pelatihan berbasis sistem bahan bakar bertekanan dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran praktik pemadaman kebakaran pesawat udara.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini akan membahas perancangan *Mock-Up* Bahan Bakar Bertekanan untuk penguasaan taktik dan teknik pemadaman kebakaran oleh personel PKP-PK. Fokus pembahasan mencakup analisis kebutuhan, desain alat, spesifikasi teknis, serta validasi rancangan oleh ahli. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan solusi inovatif yang dapat diimplementasikan dalam program pelatihan PKP-PK, serta menjadi referensi bagi pengembangan media latihan serupa di lingkungan bandar udara lainnya (Pattiasina, 2018).

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research & Development (R&D) Level 1: fokus pada perancangan konseptual dan validasi model mock-up bahan bakar bertekanan (pressure-fed fuel mock-up) tanpa produksi massal atau evaluasi efektivitas jangka panjang. Tahapan utama: (1) penelitian produk (studi pustaka & wawancara), (2) perencanaan desain teknis, (3) pengembangan rancangan awal (assembly / gambar kerja), dan (4) validasi model oleh ahli materi. R&D Level 1: tidak mencakup studi jangka panjang pada efektivitas pelatihan terhadap kompetensi personel, tidak mencakup siklus hidup material, dan belum diuji di berbagai kondisi cuaca ekstrem. Rekomendasi: setelah revisi material dan proteksi selang, lakukan pengujian lapangan lanjutan dan uji efektivitas pelatihan (pre-post test kompetensi). Proses perancangan, pengembangan, dan validasi berlangsung dari April — Juli 2025.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Mock-Up Bahan Bakar Bertekanan yang bertujuan untuk mendukung kegiatan Latihan pemadaman, dalam pelaksanaannya menggunakan desain penelitian Research and Development (R&D) Level 1 yang terdapat 4 (empat) tahapan yaitu:

1. Penelitian Produk

Peneliti melakukan analisis kebutuhan untuk memahami karakteristik serta spesifikasi alat yang dibutuhkan dalam latihan pemadaman bagi personel PKP-PK. Pada tahap ini, peneliti juga mengidentifikasi permasalahan yang ada serta mengumpulkan data terkait produk-produk sejenis yang telah ada sebelumnya. Peneliti menemukan bahwa latihan saat ini masih menggunakan BBM pada drum yang di potong, yang membuat latihan kurang efektif dan efisien. Ini karena bahan bakar yang digunakan lebih banyak, api yang

dihasilkan tidak dapat diatur sesuai dengan latihan, dan pembakaran tetap menyisakan minyak yang mencemari lingkungan.

Sebagian besar unit PKP-PK masih menggunakan fasilitas Latihan pemadaman menggunakan BBM yang di letakan pada Drum yang dipotong (Wahyudi, 2022). Latihan ini tidak hanya membutuhkan waktu yang lama untuk disiapkan, tetapi juga tidak efisien dalam penggunaan BBM. Peneliti menggunakan hal ini sebagai inspirasi untuk membuat sistem inovasi baru yang berfokus pada kegiatan latihan. Penulis membuat rancangan Mock-up bahan bakar bertekanan yang mudah digunakan selama Latihan pemadaman mingguan, bulanan, dan tahunan. Peneliti menggunakan hal ini sebagai inspirasi untuk membuat system baru yang berfokus pada pelatihan. Penulis membuat rancangan pemadaman bahan bakar bertekanan yang mudah digunakan oleh personel Unit PKP-PK selama latihan pemadaman mingguan, bulanan, dan tahunan.

2. Perencanaan

Perencanaan mencakup perumusan tujuan pengembangan, serta penentuan desain alat. Pada tahap ini, peneliti menetapkan spesifikasi teknis dan fitur-fitur utama yang akan diimplementasikan pada alat Rancangan Mock-Up Bahan Bakar Bertekanan, sehingga perancangan dapat berjalan sesuai kebutuhan pengguna.

3. Pengembangan Produk Awal

Selama tahapan awal dalam proses pengembangan produk, penulis mulai merealisasikan rancangan yang telah dibuat sebelumnya dengan menyusun Rancangan Mock-Up Bahan Bakar Bertekanan dalam bentuk desain konseptual (Kalbuana et al., 2021). Proses ini melibatkan pembuatan sketsa teknis, alur kerja, serta penjabaran spesifikasi alat secara detail. Tahap ini bertujuan untuk menggambarkan bentuk, fungsi, dan cara kerja alat secara teoritis sebagai acuan dalam proses pengembangan berikutnya. Rancangan ini belum direalisasikan dalam bentuk fisik, namun sudah mencerminkan struktur dan mekanisme dasar yang direncanakan. Pengujian ini menjadi langkah penting untuk mengidentifikasi potensi kendala teknis serta memastikan alat beroperasi dengan baik sebelum memasuki tahap pengembangan lebih lanjut (Sihotang & Nufus, 2021).

4. Validasi Model

Bertujuan untuk menguji kelayakan dan efektivitas rancangan awal produk. Proses ini

melibatkan ahli materi guna memberikan masukan serta penilaian terhadap desain yang telah di buat. Hasil validasi digunakan sebagai dasar dalam memperbaiki dan menyempurnakan rancangan sebelum melangkah ke tahap pengembangan lebih lanjut.

Tabel 1. Hasil Validasi Ahli Materi

ASPEK	SCORE
Efektivitas Alat	8
Kemudahan Penggunaan	12
Keamanan dan Keselamatan	11
Kinerja Operasional	7
Keandalan Alat	5
Kesesuaian dengan Tujuan Latihan	8
TOTAL	51

Tabel 1 menunjukkan hasil dari validasi yaitu 51, jika nilai 70 adalah 100% maka nilai 51 adalah 72,86% dari rumus berikut $P = \left(\frac{51}{70}\right) \times 100 = 72,86 \%$ Hal ini menunjukkan rancangan alat mendapatkan nilai yang cukup baik dari ahli materi. Hasil validasi atau pemeriksaan terhadap Rancangan mock-up bahan bakar bertekanan oleh ahli materi akan mengidentifikasi kekurangan atau kelemahan yang ada. Berdasarkan temuan dari ahli materi, dilakukan perbaikan atau penambahan yang relevan untuk mengatasi hal-hal yang menjadi perhatian dari mereka.

KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang *Mock-Up* Bahan Bakar Bertekanan sebagai inovasi media pelatihan yang mampu memajukan metode penguasaan taktik dan teknik pemadaman kebakaran pada personel PKP-PK dibandingkan pendekatan konvensional berbasis pembakaran BBM dalam drum. Rancangan ini memberikan simulasi kebakaran yang lebih realistis, terukur, dan ramah lingkungan, sekaligus mengurangi risiko kecelakaan serta dampak pencemaran. Secara ilmiah, karya ini memperluas pengetahuan di bidang *Aviation Rescue and Firefighting* (ARFF) dengan menghadirkan desain *training aid* yang mengintegrasikan efisiensi penggunaan bahan bakar, fleksibilitas skenario latihan, serta peningkatan keamanan operasional. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada penggabungan prinsip *Research and*

Development dengan fokus pada validasi model, sehingga dihasilkan prototipe konseptual yang memenuhi standar keamanan, kemudahan penggunaan, dan kesesuaian terhadap tujuan latihan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengisi celah pada keterbatasan sarana pelatihan yang ada, tetapi juga menawarkan kerangka pengembangan alat latihan modern yang dapat diadaptasi di berbagai bandara.

Aplikasi dari rancangan ini mencakup pemanfaatannya sebagai fasilitas latihan rutin di unit PKP-PK untuk meningkatkan kesiapsiagaan personel dalam menghadapi keadaan darurat penerbangan. Di masa mendatang, pengembangan dapat diarahkan pada pembuatan versi fisik berbasis *automation system* dengan material tahan panas yang lebih optimal, integrasi sensor keamanan, dan kontrol intensitas api secara digital. Disarankan pula dilakukannya uji lapangan jangka panjang untuk mengevaluasi efektivitasnya terhadap peningkatan keterampilan personel, serta eksplorasi penambahan fitur *scenario-based training* yang lebih variatif. Dengan pendekatan ini, rancangan *Mock-Up Bahan Bakar Bertekanan* berpotensi menjadi standar baru dalam pelatihan pemadaman kebakaran penerbangan yang aman, efisien, dan berkelanjutan, sekaligus membuka peluang penelitian lanjutan dalam bidang keselamatan penerbangan.

ACKNOWLEDGMENTS

Penulis berterima kasih kepada berbagai pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah berkontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tulisan ini. Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat khususnya dalam pemahaman mengenai rancangan mock-up bahan bakar bertekanan dalam penguasaan teknik personel pertolongan kecelakaan penerbangan dan pemadam kebakaran. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penelitian ini, untuk itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan di masa yang akan datang.

REFERENSI

- Amin, M., & Ananda, R. (2021). Sistem Kendali Jarak Jauh Robot Pemadam Api Dengan Menggunakan Sensor Flam Dan Sensor Mq Berbasis Motor Pompa. *Journal of Science and Social Research*, 4(2), 136–141.
- Anton, A., ST, M. M., Wildan, N., SE, M. S., Yeti, K., Sutiyo, S., Thursina, A., & Putu, E. W. W. (n.d.). Enhancing Aircraft Firefighting Skills through Collaborative Practice for Improved Aviation Safety with BACAK BAE: Builder ARFF Controller Automation Kit-

Be Awesome Every Time. *Enhancing Aircraft Firefighting Skills through Collaborative Practice for Improved Aviation Safety with BACAK BAE: Builder ARFF Controller Automation Kit-Be Awesome Every Time.*

- Atie, J., Mokodongan, E. F., Djafar, A. G., & BJ, J. P. D. I. (2023). Perancangan Bandara Kabupaten Banggai Laut Dengan Pendekatan Arsitektur Kontemporer. *JAMBURA Journal of Architecture*, 5(2), 111–118.
- Fatmawati, R. (2009). Audit Keselamatan dan Kesehatan Kerja Proteksi Kebakaran Gedung. *Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia*, 7.
- Kalbuana, N., Hendra, O., Aswia, P. R., Lestary, D., Kardi, K., & Solihin, S. (2021). Pengenalan Unit Penanggulangan Keadaan Darurat Di Bandara Bagi Siswa SMK Penerbangan di Wilayah Lampung dan Sidoarjo. *Jubaedah: Jurnal Pengabdian Dan Edukasi Sekolah (Indonesian Journal of Community Services and School Education)*, 1(3), 232–239.
- Karmini, L., Novalia, N., & Kristiastuti, F. (2023). Evaluasi Kesesuaian Fasilitas Dan Peralatan Unit Pkp-Pk Di Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara. *MANNERS (Management and Entrepreneurship Journal)*, 6(2), 1–10.
- Pattiasina, N. H. (2018). Pelatihan proses pengelasan menggunakan mesin las listrik dalam upaya peningkatan ketrampilan pekerja di Desa Rumahtiga. *Jurnal Simetrik*, 8(1).
- Sihotang, P. M., & Nufus, T. H. (2021). Studi Kasus Penyebab Kebocoran Engine Fuel Pump Pada Pesawat Boeing B737-800. *Seminar Nasional Teknik Mesin*, 11(1), 1360–1366.
- Wahyudi, D. A. (2022). Analisis Implementasi Sistem Manajemen Keselamatan Untuk Menghindari Terjadinya Hazard Di Area Apron Bandar Udara Sultan Muhammad Kaharudin III Sumbawa. *Jurnal Kewarganegaraan*, 6(3), 4887–4898.
- Wusef, Y. (2023). *Rancangan Prototype Pressure Fed Fuel Fire Trainer Dalam Penguasaan Taktik Dan Teknik Pemadaman Personel Pkp Pk Di Bandar Udara Internasional Kualanamu*. Politeknik Penerbangan Palembang.