

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

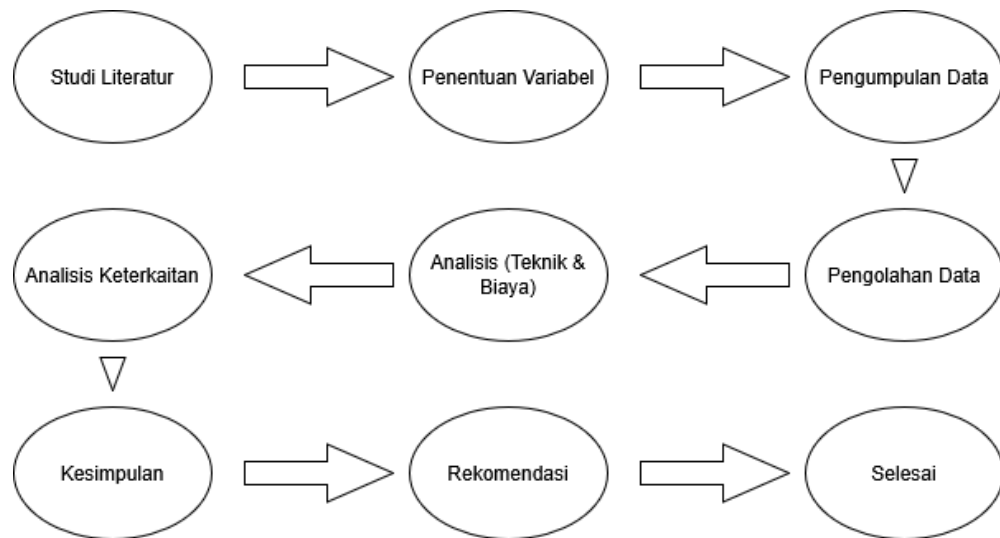
Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif komparatif, karena bertujuan untuk membandingkan mutu *foam* AFFF dan FFF berdasarkan hasil uji mutu *foam* serta data biaya operasional yang diperoleh dari pihak bandara. Pendekatan kuantitatif dipilih karena data penelitian berupa hasil pengukuran yang dinyatakan dalam bentuk angka sehingga dapat dianalisis secara objektif dan sistematis (Sugiyono, 2019).

Nazir (2017) menyatakan bahwa metode deskriptif komparatif memungkinkan dilakukannya perbandingan terhadap dua objek penelitian tanpa adanya intervensi atau perlakuan khusus terhadap variabel yang dikaji. Selaras dengan prinsip tersebut, metode deskriptif diterapkan untuk memberikan gambaran jelas mengenai karakteristik mutu *foam* melalui parameter *Expansion ratio*, *drainage time*, dan nilai pH. Sementara itu, metode komparatif digunakan untuk membandingkan hasil uji mutu antara *foam* AFFF dan FFF guna menentukan perbedaan kualitas di antara kedua jenis *foam* tersebut.

Penelitian ini bersifat non-eksperimental, karena tidak melibatkan manipulasi variabel, melainkan menganalisis data yang diperoleh dari hasil uji mutu *foam* dan dokumen biaya operasional yang telah tersedia. Pendekatan ini dinilai sesuai untuk penelitian yang bertujuan memberikan gambaran kondisi aktual serta menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi kebijakan penggunaan *foam* pada sistem PKP-PK bandara.

Penelitian ini diawali dengan tahap persiapan melalui studi literatur dan penentuan variabel penelitian yang meliputi mutu *foam* (*Expansion ratio*, *drainage time*, dan pH) serta biaya operasional. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data primer melalui pengujian langsung terhadap *foam* AFFF

dan FFF, serta pengumpulan data sekunder berupa informasi penggunaan dan biaya operasional *foam* di bandar udara. Data yang diperoleh kemudian diolah dan dianalisis untuk membandingkan kinerja teknis kedua jenis *foam* serta menghitung aspek biaya operasionalnya. Tahap berikutnya adalah menganalisis keterkaitan antara mutu *foam* dengan implikasi biaya operasional, sehingga dapat diperoleh gambaran yang lebih menyeluruh. Berdasarkan hasil analisis tersebut, kemudian ditarik kesimpulan dan disusun rekomendasi sebagai bahan pertimbangan dalam pemilihan *foam* yang efektif dan efisien dalam operasional PKP-PK di bandar udara.



Gambar 3. 1. Alur Penelitian
 Sumber: Peneliti

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Unit Pertolongan Kecelakaan Pesawat dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK) Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada pertimbangan bahwa unit PKP-PK di bandara tersebut masih menggunakan *foam* AFFF dalam kegiatan operasional, serta telah memiliki FFF sebagai alternatif media pemadam kebakaran, namun belum diimplementasikan secara operasional. Kondisi tersebut relevan dengan tujuan penelitian yang berfokus pada

perbandingan mutu *foam* sebagai dasar rekomendasi kebijakan penggunaan *foam* di bandara.

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan selama periode *On the Job Training* (OJT), yang mencakup tahap persiapan, pelaksanaan uji mutu *foam*, pengumpulan data biaya operasional *foam* dari pihak bandara, serta pengolahan dan analisis data. Pengambilan data uji mutu *foam* dan data biaya operasional dilakukan secara bertahap menyesuaikan dengan jadwal kegiatan unit PKP-PK bandara dan ketersediaan data pendukung.

Tabel 3. 1. Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan								
		Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
1.	Persiapan (Studi Literatur)									
2.	Uji Mutu <i>foam</i> & Pengambilan data biaya operasional									
3.	Seminar Proposal									
4.	Pengolahan data									
5.	Sidang Tugas Akhir									

C. Objek Penelitian

Objek penelitian dalam penelitian ini adalah *foam* pemadam kebakaran jenis AFFF dan FFF yang digunakan dan/atau tersedia pada Unit Pertolongan Kecelakaan Pesawat dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK) Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang. Pemilihan kedua jenis *foam* tersebut didasarkan pada kesamaan fungsinya sebagai media pemadam kebakaran kelas B, meskipun memiliki perbedaan karakteristik dan mutu.

Selain jenis *foam*, objek penelitian juga meliputi mutu *foam* yang dinilai melalui hasil uji mutu *foam*. Parameter yang digunakan dalam penilaian mutu *foam* meliputi *Expansion ratio*, *drainage time*, dan Nilai ph. Hasil uji mutu tersebut digunakan untuk mengetahui perbedaan karakteristik mutu antara *foam* AFFF dan FFF sebagai dasar dalam analisis perbandingan.

D. Variabel Penelitian

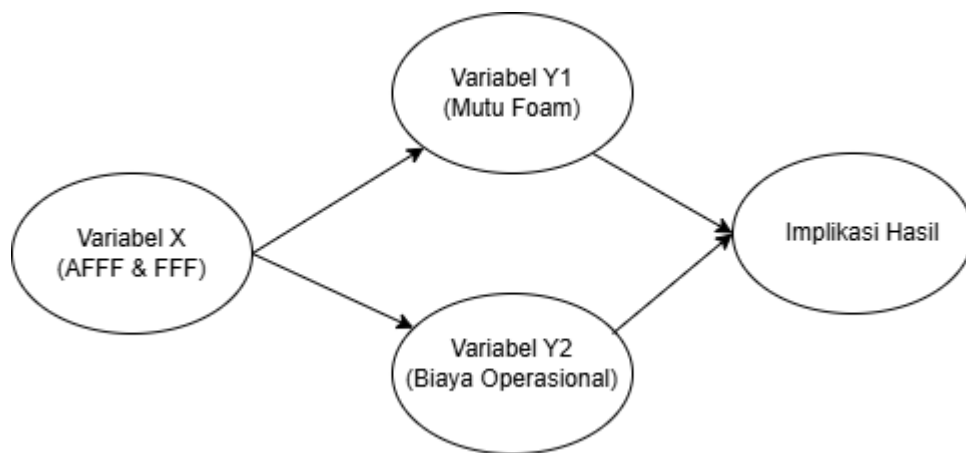
Menurut Haifa *et al.* (2025), variabel penelitian merupakan unsur, sifat, atau karakteristik tertentu yang menjadi fokus dalam suatu studi ilmiah. Variabel ini dapat mengalami perubahan atau menunjukkan perbedaan antar objek dalam satu kelompok yang sama, sehingga memungkinkan untuk dianalisis dan ditarik kesimpulan dalam suatu penelitian.

Dalam penelitian ini, jenis *foam* pemadam ditetapkan sebagai variabel independen (X), yang terdiri dari AFFF dan FFF. Kedua jenis *foam* tersebut dipilih sebagai objek pembandingan karena masing-masing memiliki karakteristik yang berbeda dalam penggunaannya.

Sementara itu, mutu *foam* menjadi variabel dependen pertama (Y1). Pengukuran mutu dilakukan melalui parameter *Expansion ratio*, *drainage time*, dan nilai pH, yang mencerminkan kualitas fisik dan kimia *foam* yang dihasilkan. Biaya operasional juga termasuk dalam variabel dependen (Y2), yang meliputi penggunaan, pengadaan, serta kebutuhan *foam* dalam kegiatan

operasional bandar udara. Aspek ini digunakan untuk melihat tingkat efisiensi dari masing-masing jenis *foam*.

Berdasarkan hubungan antar variabel tersebut, perbedaan jenis *foam* sebagai variabel independen berpotensi menghasilkan perbedaan pada mutu *foam* dan biaya operasional. Hasil analisis dari kedua aspek tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam mendukung implementasi penggunaan *foam* ramah lingkungan di bandar udara.



Gambar 3. 2. Skema Hubungan antar Variabel
Sumber: Peneliti

E. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh data mengenai mutu *foam* pemadam kebakaran serta biaya operasional *foam* pada sistem PKP-PK bandara. Data mutu *foam* diperoleh melalui uji mutu *foam*, sedangkan data biaya operasional *foam* dikumpulkan melalui studi dokumentasi. Kedua teknik pengumpulan data tersebut digunakan untuk mendukung analisis perbandingan antara *foam* AFFF dan FFF.

Pengumpulan data primer dilakukan melalui uji mutu *foam* terhadap *foam* AFFF dan FFF. Uji mutu *foam* meliputi pengukuran *Expansion ratio*, *drainage time*, dan nilai pH, yang dilaksanakan mengacu pada prosedur

pengujian *foam* pemadam kebakaran sebagaimana diatur dalam standar NFPA 11 (NFPA, 2022). Data hasil uji mutu *foam* digunakan untuk mengetahui perbedaan karakteristik mutu antara kedua jenis *foam* yang diteliti

Dalam pelaksanaan pengujian, digunakan beberapa peralatan sebagai berikut:

1. Tabung tekan (1 set)
2. Timbangan digital (1 buah)
3. Refracto meter (1 buah)
4. Selang kompresor (1 buah)
5. pH meter (1 buah)
6. Conductivity meter (1 buah)
7. Pipet tetes (1 buah)
8. Pipet ukur (1 buah)
9. Spet/tabung suntik (1 buah)
10. Kertas pH (1 kotak)
11. Viscometer Ostwald (1 buah)
12. Pipet volume (1 buah)
13. Gelas beaker (1 buah)
14. Gelas ukur 1000 ml (3 buah)
15. Erlenmeyer (1 buah)
16. Dot (1 buah)
17. Gelas ukur 100 ml (1 buah)

Adapun tata cara pengujian mutu *foam* dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan parameter yang diuji, yaitu *Expansion ratio*, *drainage time*, dan nilai pH. Setiap parameter memiliki prosedur pengujian yang berbeda sesuai dengan tujuan pengukurannya, sehingga langkah-langkah pengujian disusun secara sistematis untuk memastikan data yang diperoleh akurat dan dapat digunakan dalam analisis mutu *foam*.

1. *Expansion ratio*
 - a. Timbang tabung gelas ukur volume 1.000 ml dalam keadaan kosong;

- b. Masukkan *foam* konsentrat 6% sebanyak 60 ml ke dalam gelas ukur (*foam* konsentrat diambil dari tangki kendaraan);
- c. Kemudian masukkan juga air sebanyak 940 ml ke dalam gelas ukur (air dari tangki kendaraan yang dites *foam* konsentrasinya) sehingga jumlah 1.000 ml;
- d. Masukkan cairan yang telah diukur kedalam tabung;
- e. Masukkan tekanan dari pompa ke dalam tabung sehingga tekanan dalam tabung mencapai minimal 700 Kpa dan/atau 100 Psi;
- f. *Foam* (Campuran *foam* ditambahkan air yang telah diberi tekanan) dikeluarkan untuk ditampung ke dalam gelas ukur sebanyak 1.000 ml;
- g. Timbang gelas ukur yang berisi cairan *foam* 1.000 ml;
- h. Berat gelas ukur yang berisi cairan *foam* dikurangkan dengan berat gelas ukur dalam keadaan kosong (untuk mengetahui berat bersih cairan *foam*);
- i. Hasil pembagian dari 1.000 ml dengan berat bersih *foam* adalah

2. *Drainage time*

- a. Timbang gelas ukur volume 1.000 ml dalam keadaan kosong;
- b. Masukkan *foam* konsentrat 6% sebanyak 60 ml ke dalam gelas ukur (*foam* konsentrat diambil dari tangki kendaraan);
- c. Kemudian masukkan juga air sebanyak 940 ml ke dalam gelas ukur (air dari tangki kendaraan yang diuji *foam* konsentrasinya) sehingga jumlah 1.000 ml;
- d. Masukkan cairan yang telah diukur ke dalam tabung dan tambahkan dengan tekanan sebesar 100 psi;
- e. *Foam* hasil dari percampuran pada langkah sebelumnya, dikeluarkan dan ditampung pada gelas ukur 1.000 ml;
- f. Catat waktu yang diperlukan dari 25 % *foam* berubah menjadi air

3. Nilai pH

- a. Tampung larutan yang akan diuji dalam suatu wadah.

- b. Rendam sebagian dari kertas lakmus universal dalam larutan tersebut, kemudian angkat dan diamkan hingga kering.
- c. Bandingkan perubahan warna pada kertas lakmus dengan standar warna yang tertera pada kemasan untuk setiap pH.

Sementara itu, data sekunder diperoleh melalui studi dokumentasi dengan mengumpulkan data biaya *foam* dari pihak bandara. Data yang dikumpulkan meliputi data pengadaan *foam* konsentrat, jenis *foam* yang digunakan, serta informasi biaya yang berkaitan dengan penggunaan *foam* pada operasional PKP-PK. Dalam penelitian ini, estimasi harga dilakukan pada jenis *foam* AFFF karena data pengadaan terakhir tercatat pada tahun 2021 dan tidak lagi tersedia akibat adanya pergantian personel. Selain itu, dengan mempertimbangkan kemungkinan perubahan harga seiring waktu, penggunaan data tersebut dinilai kurang mencerminkan kondisi harga yang berlaku saat ini. Oleh karena itu, berdasarkan rekomendasi dari *Chief (Exercise & Prevention)*, dilakukan penelusuran harga melalui *platform marketplace* PaDI UMKM. PaDI UMKM (Pasar Digital UMKM) merupakan *platform* digital yang diinisiasi oleh Kementerian BUMN sebagai sarana untuk mempertemukan pelaku UMKM dengan perusahaan BUMN dalam proses pengadaan barang dan jasa secara transparan dan terstandar. Pemanfaatan *platform* ini dipilih karena menyediakan informasi harga yang lebih aktual serta relevan dengan kebutuhan pengadaan di lingkungan BUMN. Data tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam analisis perbandingan biaya operasional antara AFFF dan FFF.

Pengumpulan data juga dilakukan melalui wawancara dengan *Chief (Exercise & Prevention)* selaku personel yang bertanggungjawab pada pelaksanaan setiap kegiatan latihan PKP-PK di Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang untuk melengkapi dan memvalidasi data yang tidak tersedia dalam dokumentasi. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai frekuensi penggunaan *foam* dalam kegiatan operasional

serta rata-rata volume penggunaan *foam* dalam setiap kegiatan latihan. Di samping itu, wawancara juga digunakan untuk memvalidasi kesesuaian estimasi harga *foam* AFFF yang diperoleh dari platform PaDI UMKM, mengingat data pengadaan sebelumnya tidak lagi dapat diakses. Informasi yang diperoleh dari wawancara tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar pendukung dalam perhitungan biaya operasional serta untuk memastikan bahwa data yang digunakan telah mencerminkan kondisi operasional di lapangan.

Tabel 3. 2. Instrumen Wawancara Biaya Operasional

No	Indikator	Pertanyaan	Tujuan
1.	Harga AFFF	Bagaimana Bapak menilai harga AFFF yang saat ini digunakan di unit PKP-PK Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang? Bagaimana perbandingan harga AFFF di <i>marketplace</i> PaDI UMKM dengan <i>marketplace</i> lainnya? Apakah estimasi harga AFFF yang diperoleh dari <i>marketplace</i> PaDI UMKM dinilai telah sesuai dengan kisaran harga AFFF yang berlaku pada kondisi operasional saat ini.	Validasi harga
2.	Frekuensi penggunaan	Bisa diceritakan bagaimana pola penggunaan <i>foam</i> dalam kegiatan latihan di unit PKP-PK Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang?	Mengetahui frekuensi dan variasi

No	Indikator	Pertanyaan	Tujuan
		Apakah penggunaan <i>foam</i> tersebut dilakukan secara rutin atau tergantung pada jenis latihan tertentu?	
3.	Volume penggunaan	Dalam praktiknya, apakah penggunaan <i>foam</i> dalam latihan relatif sama atau bervariasi? Berapa rata-rata volume <i>foam</i> per kegiatan latihan?	Menentukan volume

Adapun langkah-langkah penelitian kepustakaan menurut Kuhlthau (2002) yang disesuaikan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan Topik

Tahap awal dilakukan dengan menentukan topik penelitian mengenai dampak penggunaan AFFF dan FFF terhadap lingkungan.

2. Eksplorasi Informasi

Pada tahap ini dilakukan penelusuran berbagai sumber informasi yang berkaitan dengan karakteristik AFFF dan FFF, parameter mutu *foam*, biaya operasional penggunaan *foam*, serta regulasi dan literatur terkait penggunaan *foam* ramah lingkungan di bandar udara. Informasi diperoleh dari jurnal ilmiah, buku, regulasi, artikel penelitian, dan dokumen pendukung lainnya.

3. Menentukan Fokus Penelitian

Setelah memperoleh berbagai informasi pendukung, penelitian difokuskan pada analisis perbandingan dampak AFFF dan FFF pada lingkungan.

4. Pengumpulan Sumber Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan berbagai referensi yang relevan.

5. Persiapan Penyajian Data

Data yang telah diperoleh kemudian disusun dan dikelompokkan berdasarkan jenis *foam* serta hasil studi pustaka terkait dampak penggunaan AFFF dan FFF. Data tersebut selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel, uraian, dan analisis komparatif untuk mempermudah proses pembahasan.

6. Penyusunan Laporan

Tahap akhir dilakukan dengan menyusun hasil penelitian secara sistematis ke bagian hasil dan pembahasan.

F. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif komparatif, yaitu dengan membandingkan mutu *foam* dan biaya operasional antara AFFF dan FFF. Metode deskriptif kuantitatif mengacu pada penelitian yang menggambarkan suatu gejala/objek dengan data angka, lalu memaparkannya apa adanya tanpa memanipulasi variabel (Alfatih, 2023).

Analisis mutu *foam* dilakukan berdasarkan perbandingan antara hasil pengujian parameter *Expansion ratio*, *drainage time*, dan nilai pH. Data yang diperoleh disajikan dan dibandingkan antara kedua jenis *foam*, kemudian dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan perbedaan karakteristik mutu yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan konsep statistik deskriptif yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku umum (Sugiyono, 2019:206). Selanjutnya, hasil analisis tersebut didukung dengan studi pustaka untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam terhadap perbedaan karakteristik mutu *foam*.

Analisis biaya operasional dilakukan dengan mengkaji data penggunaan, pengadaan, serta kebutuhan *foam* dalam kegiatan operasional bandar udara. Data biaya diperoleh dari dua sumber, yaitu estimasi harga *foam* AFFF yang

diambil dari *marketplace* PaDI UMKM, serta data pembelian *foam* FFF yang berasal dari nota pengadaan yang tersedia. Selanjutnya, data tersebut diolah dengan mempertimbangkan frekuensi penggunaan *foam* dalam kegiatan operasional di Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang. Data tersebut kemudian dibandingkan antara AFFF dan FFF, serta dianalisis dengan mempertimbangkan keterkaitannya terhadap mutu *foam* yang dapat memengaruhi tingkat efisiensi penggunaannya.

Menurut Syahbani *et al.* (2024) Biaya operasional merupakan biaya yang dikeluarkan untuk mendukung kegiatan operasional sehari-hari. Dalam konteks penelitian ini, biaya operasional difokuskan pada penggunaan *foam* dalam kegiatan PKP-PK, yang mencakup kebutuhan penggunaan *foam* dalam setiap kegiatan operasional. Oleh karena itu, perhitungan biaya operasional dilakukan berdasarkan jumlah penggunaan *foam* yang ditentukan oleh frekuensi dan volume penggunaan, serta harga per satuan *foam*. Perhitungan biaya operasional dalam penelitian ini dilakukan dengan mengalikan frekuensi penggunaan, volume *foam* yang digunakan dalam setiap kegiatan, serta harga per satuan *foam*. Dengan demikian, biaya operasional dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian antara frekuensi, volume, dan harga.

Hasil dari kedua analisis tersebut selanjutnya diinterpretasikan secara terpadu untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai kinerja dan efisiensi masing-masing jenis *foam*, sehingga dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam implementasi penggunaan *foam* ramah lingkungan di bandar udara.

Tabel 3. 3 Rekapitulasi Teknik Analisis Data

No	Jenis Analisis	Tujuan Analisis	Data yang Dianalisis	Output
1.	Analisis Deskriptif	Menggambarkan karakteristik data	<i>Expansion</i> rasio, <i>drainage</i>	Tabel, nilai rata-rata

No	Jenis Analisis	Tujuan Analisis	Data yang Dianalisis	Output
			<i>time</i> , pH, biaya operasional	
2.	Analisis Komparatif	Membandingkan AFFF dan FFF	Mutu <i>foam</i> dan biaya	Selisih nilai, perbandingan kinerja dan biaya
3.	Analisis Deskriptif Implikatif	Menarik implikasi terhadap penerapan <i>foam</i> ramah lingkungan	Hasil analisis mutu dan biaya serta literatur pendukung	Kesimpulan & rekomendasi