BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

A. Perancangan Inovasi Alat SPEED

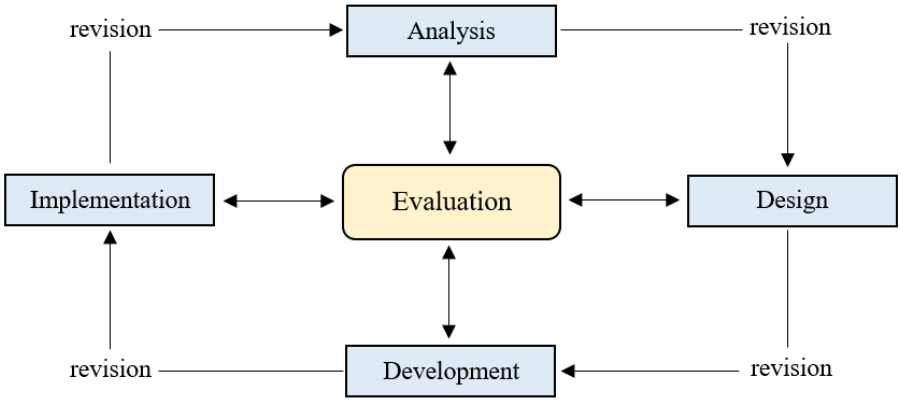
Untuk penelitian ini, peneliti menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D). Pendekatan ini dipilih karena mampu menjawab permasalahan secara sistematis melalui proses pengembangan produk inovatif berdasarkan kebutuhan riil di lapangan. Dalam konteks ini, metode pengembangan instruksional ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*) menjadi acuan utama dalam proses pengembangan. Menurut Sugiyono (2019), ADDIE merupakan model yang efektif dalam merancang dan mengembangkan berbagai program pelatihan maupun produk pengembangan lainnya secara terstruktur. Model ini awalnya dikembangkan oleh Dick dan Carey (1996), dan kini telah digunakan secara luas karena fleksibilitas dan sistematika langkah-langkahnya. Tujuan utama dari strategi ADDIE adalah membangun fondasi infrastruktur program pelatihan atau produk yang efektif, dinamis, dan mampu mendukung kinerja serta efisiensi proses kerja di lapangan.

Dalam penelitian ini, penerapan metode ADDIE masih berada pada Level 1 dalam konteks pengembangan R&D. Level 1 R&D merujuk pada tahap awal pengembangan, yaitu tahapan eksplorasi atau penelitian dasar. Fokus utamanya adalah memahami permasalahan dan kebutuhan pengguna melalui analisis mendalam, kemudian merancang solusi atau konsep desain awal yang menjawab permasalahan tersebut. Dengan demikian, penelitian belum sampai pada tahap implementasi fisik produk secara menyeluruh, tetapi menghasilkan sebuah rancangan atau desain awal yang siap untuk dikembangkan lebih lanjut.

Menurut Sugiyono (2016), yang dijelaskan kembali oleh Torang Siregar (2023) dalam jurnal *Stages of Research and Development* Model *Research and Development* (R&D), Level 1 merupakan tahapan konseptual yang hanya

sampai pada penyusunan desain produk atau alat, tanpa uji coba nyata di lapangan. Tahap ini berfungsi sebagai pondasi awal sebelum memasuki tahap pengembangan *prototipe* dan validasi.

Oleh karena itu, dalam konteks penelitian ini, peneliti masih berada pada tahapan Analysis (mengidentifikasi kebutuhan dan masalah lapangan terkait pengeringan APD) dan *Design* (merancang sistem pengering APD yang efisien dan sesuai kebutuhan). Hasil pada tahapan ini akan menjadi dasar untuk pengembangan lebih lanjut pada tahap *Development* dan *Implementation* di masa mendatang. Diagram alir model ADDIE ditampilkan di bawah ini:



Gambar III. 1 *Flowchar*t Penelitian ADDIE

(Sumber: Saputra et al, 2022)

Proses desain untuk alat SPEED dan komponen tambahannya dibahas dalam bagian ini. Desain ini mencakup deskripsi sistem kelistrikan yang akan digunakan selama produksi. Berikut ini adalah beberapa ide umum untuk desain Alat SPEED, secara khusus:

1. Analysis

Penelitian ini berfokus pada potensi masalah terkait APD adalah salah satu peralatan operasional PKP-PK yang harus ada pada *foam tender*, kendaraan pendukung PKP-PK dan *fire station*, APD merupakan alat atau perlengkapan yang digunakan untuk melindungi pekerja dari risiko yang dapat mengancam keselamatan dan kesehatan mereka selama menjalankan tugas. Dalam konteks pemadam kebakaran, Pakaian alat pelindung diri (APD)

pemadam kebakaran, atau yang biasa disebut fireman suit, merupakan perlengkapan penting yang dirancang untuk memberikan perlindungan maksimal terhadap panas ekstrem, api, air, dan zat kimia berbahaya. Fireman suit terdiri dari beberapa komponen utama yang bekerja secara sinergis untuk menjaga keselamatan dan kenyamanan pemakainya.

Komponen pertama Alat Pelindung Diri PKP-PK *fireman suit* adalah lapisan luar (*outer shell*) yang berfungsi melindungi tubuh dari percikan api, panas, dan gesekan fisik. Bahan yang digunakan umumnya berupa serat tahan api seperti *Nomex* atau *Kevlar*, yang dikenal kuat dan tahan terhadap suhu tinggi. Selanjutnya, terdapat lapisan penahan kelembapan (*moisture barrier*) yang berfungsi untuk mencegah masuknya air dan cairan kimia ke dalam pakaian, namun tetap memungkinkan keringat dari tubuh untuk menguap keluar, menjaga keseimbangan suhu tubuh.

Di baliknya terdapat lapisan isolasi panas (*thermal barrier*) yang berfungsi menahan panas dari luar agar tidak langsung mengenai tubuh. Lapisan ini biasanya dibuat dari bahan berinsulasi tinggi yang memberikan perlindungan termal tambahan. Di bagian paling dalam, terdapat lapisan pelapis dalam (*inner lining*) yang bersentuhan langsung dengan kulit, berfungsi menyerap keringat dan memberikan kenyamanan saat digunakan dalam waktu lama.

Selain itu, *fireman suit* dilengkapi dengan pita reflektif (*reflective tape*) di beberapa bagian seperti lengan, dada, dan kaki, guna meningkatkan visibilitas pemadam kebakaran di area gelap atau penuh asap. Untuk sistem penutupan, digunakan kombinasi resleting tahan panas, velcro, dan kancing logam agar pakaian tetap tertutup rapat selama operasi. Pada bagian siku, lutut, dan bahu biasanya diberi bantalan penguat (*reinforcement pads*) untuk memberikan perlindungan tambahan di area yang sering mengalami tekanan atau kontak langsung.

Beberapa pakaian juga dilengkapi aksesori tambahan seperti saku tahan

panas, kait pengait radio, pelindung leher, serta konektor untuk alat bantu pernapasan (SCBA), agar lebih fungsional saat digunakan di medan operasi.

Meskipun *fireman suit* memiliki desain pelindung yang sangat baik, Fireman suit memiliki desain tertutup rapat dan berlapis-lapis guna menahan panas dan bahan kimia. Namun, desain ini juga menyebabkan kurangnya sirkulasi udara sehingga keringat yang dihasilkan dari aktivitas fisik berat terperangkap di dalam pakaian. Hal ini menciptakan kondisi lembap dan hangat di dalam pakaian, yang merupakan lingkungan ideal bagi pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri dan jamur. kelembapan dari keringat atau air yang terperangkap di dalam pakaian dapat menjadi masalah kesehatan apabila tidak segera dikeringkan. Kondisi tersebut dapat memicu iritasi kulit, infeksi jamur, serta ruam, sehingga perawatan dan pengeringan APD menjadi aspek penting dalam keselamatan dan kesehatan kerja pemadam kebakaran. APD mencakup berbagai perlengkapan seperti helm, jaket tahan api, celana, sepatu, sarung tangan, dan alat pernapasan.

2. Design

Desain alat merupakan proses sistematis dalam merancang suatu perangkat atau sistem dengan mempertimbangkan berbagai aspek penting seperti fungsi, kegunaan, keamanan, efisiensi energi, serta kebutuhan pengguna di lapangan. Dalam konteks ini, desain alat bukan hanya sekadar menciptakan bentuk fisik, tetapi juga menyusun cara kerja dan mekanisme yang mampu menjawab masalah nyata yang dihadapi oleh pengguna — dalam hal ini adalah personel PKP-PK (Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran).

Perancangan alat dilakukan dengan pendekatan berbasis kebutuhan (*need-based design*), di mana para peneliti terlebih dahulu mengidentifikasi kendala operasional yang sering dialami di lapangan, seperti lamanya waktu pengeringan APD, ketergantungan terhadap cuaca, serta risiko kesehatan akibat penggunaan APD yang lembap. Salah satu tantangan utama adalah

ketidaktersediaan alat pengering khusus untuk APD, yang menyebabkan pakaian pelindung dibiarkan kering secara alami di bawah sinar matahari atau diangin-anginkan, proses yang tidak dapat diandalkan terutama saat musim hujan atau dalam situasi darurat.

Berdasarkan kondisi tersebut, dirancanglah sebuah produk inovatif bernama SPEED (Sistem Pengering APD Efektif, Efisien, dan Daya). Alat ini dikembangkan dengan tujuan utama untuk menyediakan solusi praktis dan cepat dalam proses pengeringan APD setelah digunakan dalam kegiatan operasional atau latihan. Desain alat SPEED mempertimbangkan efisiensi waktu dan energi, keselamatan pengguna, daya tahan bahan APD, serta kemudahan operasional. Sistem ini dirancang agar mampu mengeringkan APD secara merata, higienis, dan dalam waktu yang relatif singkat, tanpa menimbulkan kerusakan pada material pelindung yang digunakan.

Adanya inovasi alat SPEED memungkinkan setiap personel PKP-PK untuk mengeringkan APD kapan saja tanpa tergantung pada kondisi cuaca, sehingga waktu persiapan operasional menjadi lebih singkat dan efektif. Dibandingkan dengan metode pengeringan konvensional yang sangat bergantung pada sinar matahari dan sirkulasi udara, alat ini jauh lebih efisien dan memberikan perlindungan tambahan terhadap kontaminasi bakteri dan jamur yang biasa berkembang pada pakaian lembap.

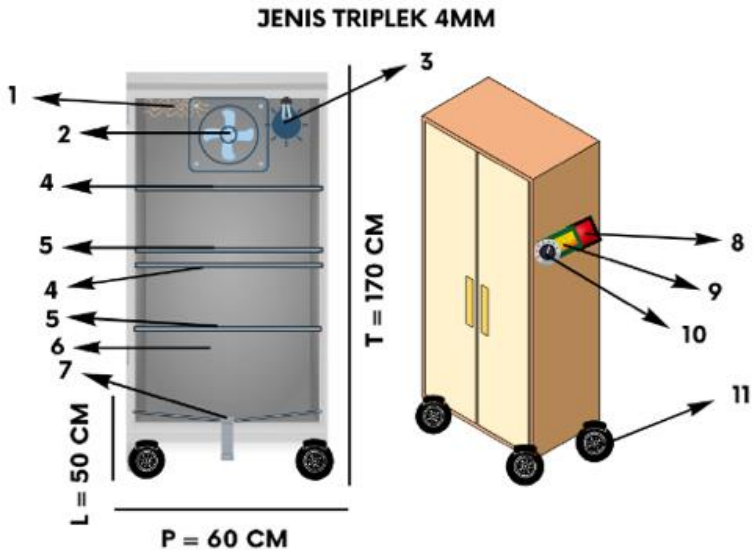
Selain aspek fungsional, desain alat SPEED juga memperhatikan aspek keamanan pemakaian dan keberlanjutan lingkungan, dengan penggunaan daya listrik yang efisien serta bahan isolator panas yang aman. Pakaian yang kering sempurna dan siap pakai adalah produk akhir dari proses pengeringan yang dilakukan oleh alat ini. Hasil ini sangat penting untuk menjaga standar kebersihan, kesiapan operasional, dan perlindungan personel dari penyakit kulit atau infeksi akibat penggunaan APD yang belum sepenuhnya kering.

Dengan adanya alat ini, diharapkan pemeliharaan APD dapat dilakukan

dengan lebih baik dan berkelanjutan, serta memberikan kontribusi nyata dalam mencegah kecelakaan kerja, meningkatkan keselamatan personel, dan memperpanjang usia pakai APD. Inovasi ini juga menjadi contoh bahwa pengembangan alat berbasis kebutuhan di lapangan dapat memberikan dampak langsung terhadap efektivitas kerja dan kesehatan tenaga operasional di sektor penerbangan.

3. Development

Pada tahap pengembangan, peneliti merancang dan merealisasikan alat SPEED (Sistem Pengering APD Efektif, Efisien, dan Daya) melalui serangkaian proses mulai dari desain awal, perancangan teknis, pembuatan dan perakitan prototipe, hingga uji coba dan evaluasi. Setiap tahapan dilaksanakan secara sistematis untuk memastikan alat dapat berfungsi optimal dalam mengatasi permasalahan pengeringan APD yang selama ini bergantung pada kondisi cuaca. Lalu diuji coba dalam berbagai kondisi beban APD untuk mengevaluasi waktu pengeringan, distribusi suhu, kelembapan akhir, dan konsumsi energi, dengan hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat digunakan secara efektif dan efisien, serta memberikan hasil pengeringan yang higienis dan merata. Seluruh proses kerja divisualisasikan dalam bentuk *flowchart* sebagai panduan implementasi dan pengembangan lebih lanjut, sekaligus menegaskan bahwa alat ini siap digunakan sebagai solusi inovatif dalam mendukung keselamatan kerja personel PKP-PK.



Gambar III. 2 Komponen Alat SPEED

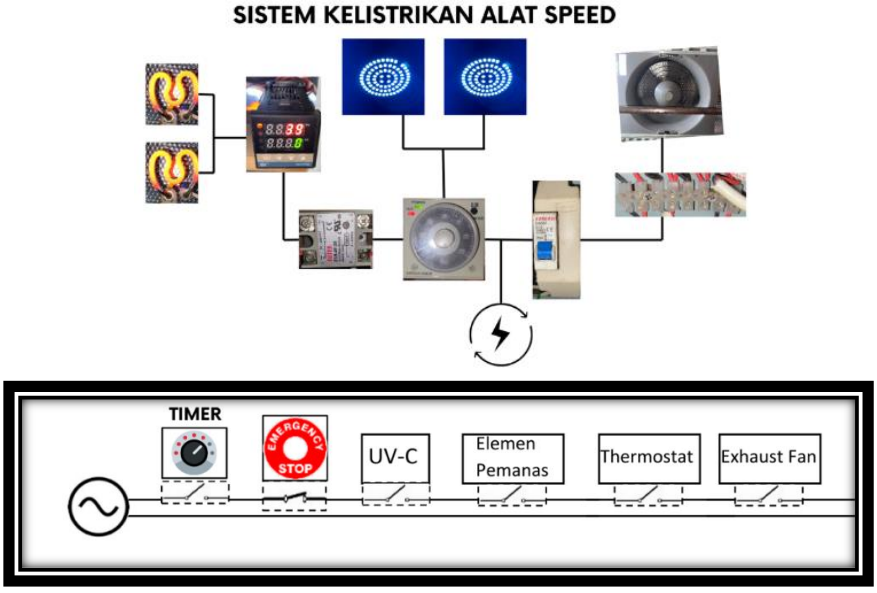
(Sumber: Penulis, 2025)

Tabel III. 1 Deskripsi Komponen Alat SPEED

(Sumber: Penulis, 2025)

NO	GAMBAR	KETERANGAN
1		Elemen Pemanas
2		*Exhaust Fan*
3		Lampu UV-C
4		Penyangga
5		Rak

6		Lapisan *Aluminium Foild*
7		Aliran Air
8		Saklar
9		Thermostat
10		*Timer*
11		Roda
12.		Triplek 4mm



Gambar III. 3 Sistem Kelistrikan Alat SPEED

(Sumber: Penulis, 2025)

4. Implementation

Tahap *implementation* merupakan merupakan hasil dari tahap pengembangan pada model penelitian ini dan sasaran dari produk rancang bangun ini yaitu Lembaga Pendidikan Program Studi Diploma Tiga PPKP Poltekbang Palembang.

5. *Evaluation*

Fase ini menilai keampuhan dan efisiensi produk. Sepanjang proses pengembangan ADDIE, fase evaluasi dilakukan. Peneliti melakukan pengujian tambahan sehubungan dengan teknis yang akan dilakukan pada tahap implementasi Akan ada dua jenis subjek yang akan peneliti gunakan sebagai alat evaluasi bagi sistem ini sebelum nantinya akan diterapkan di lapangan. Evaluasi dari jenis subjek yang pertama adalah berupa validasi ahli yakni peneliti akan menguji valid atau tidaknya alat kepada validator yang kompeten di bidang penerbangan. Peneliti memberikan uji validitas kepada validator yang dilakukan dengan cara meminta pendapat maupun saran bagi alat yang telah dibuat.

B. Teknik Pengujian

Teknik pengujian adalah susunan kegiatan yang telah dipersiapkan dan akan dikerjakan secara sistematis (Ahmadi and Nursari 2022). Teknik pengujian alat pengering APD (Alat Pelindung Diri) untuk unit ARFF (*Airport Rescue and Fire Fighting*) merupakan rangkaian kegiatan terstruktur yang dirancang untuk memverifikasi kinerja, keandalan, dan keselamatan peralatan sesuai standar operasional bandara (NFPA 1971, 2020 ed.). Menurut penelitian oleh Soedjono dan Prakoso (2021). Pengujian sistematis pada peralatan keselamatan penerbangan harus mencakup:

1. Waktu Pengeringan (*Drying Cycle Time*): Ini adalah waktu yang diperlukan untuk mengeringkan APD setelah digunakan. Waktu yang efisien sangat penting agar APD dapat segera digunakan kembali dalam situasi darurat.
2. Konsumsi Energi (*Power Consumption*): Menilai jumlah energi yang digunakan oleh alat pengering selama proses pengeringan. Penggunaan

energi yang efisien penting untuk mengurangi biaya dan dampak lingkungan.

C. Teknik Pengumpulan Data

Karena keakuratan sistem informasi yang digunakan dapat dipengaruhi oleh kualitas data yang dikumpulkan, maka pengumpulan data merupakan bagian penting dalam melakukan audit sistem informasi. Strategi pengumpulan data yang tepat perlu dipertimbangkan dengan matang agar dapat menghasilkan hasil yang akurat (Driya, Putra, and Pradyana 2022).

Teknik deskriptif kualitatif dengan mengumpulkan data primer digunakan dalam penelitian ini untuk mengumpulkan data primer yang didapat langsung oleh peneliti yang bersumber dari pertanyaan yang diajukan kepada narasumber (Syahza 2021). Sumber dari data primer yang telah dikumpulkan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Observasi

   Tujuan dari melakukan observasi adalah untuk mencapai suatu tujuan, yang berfungsi sebagai dasar untuk menentukan standar yang tepat yang akan menentukan objek yang diobservasi. Pengamat atau pengamat harus mematuhi seperangkat standar ketika melakukan observasi. (Ariyanti, Marleni, and Prasrihamni 2022).

   Pada penelitian ini kegiatan observasi dilakukan saat melaksanakan kegiatan *On the Job Training* di Bandar Udara Internasional Yogyakarta Kulon Progo saat menempuh pendidikan semester 5. Observasi dilakukan diarea Unit ARFF.

2. Wawancara dan Kuesioner

   Salah satu metode pengumpulan data adalah melalui wawancara, yang melibatkan meminta satu orang atau lebih untuk bertindak sebagai narasumber. Pendekatan yang terorganisir untuk mengumpulkan informasi atau data dalam bentuk pernyataan lisan mengenai objek atau peristiwa masa lalu, sekarang, atau yang akan datang adalah teknik pengumpulan data wawancara.(Amitha Shofiani Devi et al. 2024).

Kuesioner merupakan alat untuk mengumpulkan data dari individu atau kelompok dengan cara memberikan serangkaian pertanyaan yang harus dijawab oleh responden. Kuesioner sering digunakan dalam penelitian kuantitatif untuk mengukur sikap, pendapat, atau perilaku (Creswell 2014).

Pada penelitian ini wawancara dan kuesioner dilakukan kepada personel unit ARFF mengenai efektifitas pengeringan APD dan ahli terhadap metode penelitian *Research and Development* (R&D). Dengan melakukan wawancara dan kuisioner dapat memberikan wawasan dan informasi yang mendetail sehingga didapatkan data yang lebih jelas. Pemilihan narasumber pada penelitian ini didasarkan pada narasumber yang tepat dan berkompeten di bidangnya sehingga didapatkan data dari hasil wawancara yang kredibel, dan sesuai dengan kenyataan.

Tabel III. 2 Narasumber personel ARFF

(Sumber: Unit ARFF Bandara YIA Kulon Progo, 2025)

No	Informan	Jabatan
1	Sukamto	ARFF *Maintanance Chief*
2	Moh Abdul Basyar	ARFF *Training Chief*
3	Aris Hervinsa Y	ARFF *Operation Chief*

Lembar ahli validasi digunakan agar data dan informasi yang didapatkan bersifat valid. Lembar validasi dapat digunakan sebagai referensi kelebihan dan kekurangan dari inovasi yang telah penulis buat.

D. Teknik Analisis Data

Tahapan Teknik Analisis Inovasi Alat SPEED untuk Pengering APD bertujuan untuk memastikan bahwa desain alat pengering tersebut menghasilkan data yang akurat dan dapat diandalkan. Peneliti melakukan analisis data dengan melibatkan para ahli di bidangnya, terutama ahli desain dan praktisi seperti petugas unit ARFF, termasuk ARFF *Supervisor*, ARFF Operator, dan petugas lainnya di Bandara Internasional Yogyakarta Kulon Progo. Teknik analisis data ini digunakan untuk mengevaluasi kelayakan, kesesuaian, dan uji coba terkait

desain alat SPEED pengering APD yang telah dikembangkan. Pengumpulan data untuk Teknik Analisis Inovasi ini menggunakan pendekatan analisis, yaitu deskriptif kualitatif.

Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai fenomena yang diteliti, peneliti menggunakan pendekatan analisis data deskriptif kualitatif (Hanyfah, Fernandes, and Budiarso 2022). Metode analisis data deskriptif kualitatif yang digunakan dalam penelitian ini memerlukan pengumpulan dan pemeriksaan data non-numerik. Menciptakan pemahaman yang menyeluruh tentang mengapa unit ARFF membutuhkan alat SPEED untuk pengering APD. Data dan informasi yang dikumpulkan dari studi deskriptif kualitatif ini disediakan pada lembar validasi dari ahli material dan alat dan termasuk kritik, ide, dan komentar yang konstruktif mengenai kinerja alat SPEED pengering APD yang dirancang.

Adapun instrumen validasi yang digunakan penulis untuk mengukur tingkat kelayakan dari rancangan alat SPEED, yang diukur oleh ahli alat yaitu bapak Dr. Anton Abdullah ,S.T.,M.M selaku dosen lektor Poltekbang Palembang dan ahli praktisi yaitu bapak Sukamto selaku ARFF *Operation Maintannance Chief* unit ARFF Bandara Internasional Yogyakarta Kulon Progo, untuk mendukung tahap revisi dari rancangan yang telah dibuat.

Tabel III. 3 Instrumen Validasi Ahli Materi

(Sumber: Irawan, Y, 2025)

No	**Aspek Penilaian**	**Indikator**	**Penilaian**				
			1	**2**	**3**	**4**	**5**
1	Keterlaksanaan	Menunjukkan bahwa alat pengering APD dapat diimplementasikan dengan baik di unit ARFF.					

2	Kemudahan Penggunaan	Menunjukkan bahwa alat ini mudah digunakan oleh personel ARFF.					
3	Tampilan	Menunjukkan bahwa desain dan tampilan alat pengering APD sangat menarik dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.					
4	isi	Menunjukkan bahwa fitur yang ada pada alat pengering APD sangat memadai dan memenuhi standar yang diharapkan.					

Tabel III. 4 Instrumen Validasi Ahli Alat

(Sumber: Irawan, Y, 2025)

No	**Aspek Penilaian**	**Indikator**	**Penilaian**				
			1	**2**	**3**	**4**	**5**
1	Kelayakan Teknis	Alat ini memenuhi semua standar teknis yang diperlukan untuk pengeringan APD, menunjukkan bahwa alat ini dirancang dengan baik dan dapat berfungsi secara optimal.					
2	Efektivitas	Alat ini terbukti efektif dalam mempercepat proses pengeringan APD, sehingga mendukung kesiapan APD untuk digunakan kapan saja.					
3	Efisiensi Energi	Alat ini menggunakan energi secara efisien, yang berarti dapat mengurangi biaya operasional dan dampak lingkungan.					
4	Kesesuaian Kebutuhan	Alat ini sesuai dengan kebutuhan unit ARFF, memastikan bahwa alat ini relevan dan bermanfaat dalam konteks penggunaannya.					

Hasil dari uji rancangan alat dikonversi menjadi data kualitatif dengan berdasarkan hasil penilaian yang dibentuk dengan membagi nilai maksimal berdasarkan jumlah kategori yang telah ditentukan. Saran dan masukan dari para ahli diperlukan untuk memperbaiki rancangan agar lebih optimal dan layak. Rumus untuk mendapatkan nilai hasil kuisoner menurut penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

$$\text{Nilai validitas} = \frac{Jumlah\ skor\ yang\ diperoleh}{Skor\ maksimun\ ideal}\ x\ 100\%$$

Berdasarkan rumus tersebut dapat diambil kesimpulan dari validasi produk hasil rancangan sebagai berikut :

Tabel III. 5 Kriteria Presentase Tanggapan Responden

(Sumber : Yulianti, 2021)

Kriteria	Kategori
84,01%-100,00%	Sangat Baik
68,01%-84,00%	Baik
52,01%-68,00%	Cukup
36,01%-52,00%	Kurang Baik
20,00%-36,00%	Tidak Baik

Metodologi analisis data adalah cara untuk memeriksa dan mengevaluasi data yang telah dikumpulkan melalui metode pengumpulan data dalam rangka mengumpulkan informasi yang diperlukan untuk membuat kesimpulan mengenai masalah yang diteliti. Setelah pengumpulan data, prosedur analisis data dilakukan dengan menggunakan teknik-teknik seperti analisis taksonomi, tema, dan teknik analisis lainnya.(Ahmad and Muslimah 2021).

E. Tempat dan Waktu Penelitian

Pada tanggal 9 September 2024 - 14 januari 2025, peneliti melaksanakan *on the job training* sebagai bagian dari proses pelaksanaan dan penelitian studi. Berikut adalah tabel jadwal kegiatan studi:

Tabel III. 6 Waktu kegiatan penelitian

(Sumber: Penulis, 2025)

No	Kegiatan	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Indikator Capaian
1.	*Analysis*												Draf Alat
2.	*Design*												Draf Alat
3.	*Development*												Draf Aalat
4.	*Implementation*												Alat Ujicoba
5.	*Evaluation*												Alat Ujicoba