

## **RANCANG BANGUN VERTICAL LAMINER AIR FLOW CABINET (LAFC) DILENGKAPI DUAL SYSTEM CONTROL**

(Design Vertical Laminer Air Flow Cabinet (LAFC) Equipped with Dual Control System)

**Kusnadi<sup>1\*</sup>, Hikmah Mayasari<sup>2</sup>, Muhammad Akbar Hariyono<sup>3</sup>**  
Program Studi D3 Teknik Elektomedik, Politeknik Unggulan Kalimantan,  
Banjarmasin, Indonesia

\*Email : [Kusnadija31@gmail.com](mailto:Kusnadija31@gmail.com)

### **ABTRACT**

*Lafc played an important role in achieving optimal results in the process of inoculation of bacteria, preparation of media, preparation of spore suspensions, dilution of bacterial samples, and multiplication of bacteria. This studied aims to created a lafc tool that had development in the form of modifying controlled systems and monitoring cabinet temperature and humidity. The typed of researched used was quantitative researched and the researched method was researched and development (RnD), with steps consisting of preliminary studied, product design, design validation, design revision, product trials, and expert validation. The results of product testing from data in the field could been summarized as follows. The voltage generated by the power supply was 12.2 Vdc with an error valued of 0.2 and an error accuracy of 1.6%. In the Exhaust Fantest, the average measured voltage was 222.7 Vac with an error valued of 2.7 andan error accuracy of 1.22%. In the DC Fan test, the average measured voltagewas 12.2 vdc with an error valued of 0. 2 and an error accuracy of 1. 6%. In the DHT22 sensor test, the sensor accuracy values obtained for temperature measurements was 99.49% and for humidity measurements was 99.89%. In the dual system-controlled test used a timer, the average measurement time for setting during the sterilization process was 30 minutes 2 seconds.*

**Keywords: LAFC, Quantitative, Research and Development (RnD), Control System Modification.**

### **ABSTRAK**

LAFC berperan penting dalam mencapai hasil optimal dalam proses inokulasi bakteri, penyiapan media, penyiapan suspensi spora, pengenceran sampel bakteri, dan perbanyakan bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah alat LAFC yang memiliki pengembangan berupa modifikasi sistem kontrol dan monitoring suhu serta kelembapan kabinet. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dan metode penelitian berupa *Research and Devolepment (RnD)*, dengan langkah-langkah

yang terdiri dari studi pendahuluan, desain produk, validasi desain, revisi desain, uji coba produk, dan validasi ahli. Hasil pengujian produk dari data di lapangan dapat disimpulkan sebagai berikut. Tegangan yang dihasilkan *power supply* sebesar 12,2 Vdc dengan nilai *Error* sebesar 0,2 dan akurasi *Error* 1,6%. Pada pengujian Kipas *Exhaust*, rata-rata tegangan yang terukur 222,7 Vac dengan nilai *Error* sebesar 2,7 dan akurasi *Error* 1,22%. Pada pengujian *Fan DC*, rata-rata tegangan yang terukur 12,2 Vdc dengan nilai *Error* sebesar 0,2 dan akurasi *Error* 1,6%. Pada pengujian Sensor DHT22, nilai akurasi sensor yang didapatkan untuk pengukuran suhu sebesar 99,49% dan untuk pengukuran kelembapan sebesar 99,89%. Pada pengujian *Dual System Control* dengan menggunakan *timer*, mendapatkan hasil pengukuran rata-rata waktu untuk *setting* pada saat proses sterilisasi selama 30 menit 2 detik.

**Kata kunci: LAFC, Kuantitatif, Research and Development (RnD), Modifikasi Sistem Kontrol.**

## PENDAHULUAN

Salah satu faktor yang menentukan keberhasilan dalam melakukan uji inokulasi terletak pada bagian *filter* LAFC itu sendiri, terutama pada bahan lapisan *filter High Efficiency Particulate Air* (HEPA) yang digunakan (Sabherwal, et al., 2020). Sistem kerja HEPA *filter* adalah menyaring dan membersihkan udara yang lewat (Afian, Budhijuwono, Agustina, & Anditiarina, 2020). HEPA *filter* bertujuan untuk meningkatkan kualitas udara dengan *filter* yang mempunyai kepadatan tinggi untuk menjebak partikel di udara. HEPA *filter* ini dapat menyaring partikel udara hingga yang berukuran 0,3 mikron (CNN Indonesia, 2020). Dalam sistem *Heating Ventilating AirConditioning* (HVAC), udara yang ada dalam suatu ruangan akan disaring melalui *pre-filter* melalui *medium filter*, yang kemudian disaring lagi melalui HEPA *filter*. Jika sudah melalui dua proses ini, maka udara yang ada di dalam ruangan akan menjadi lebih bersih (Anastasia, 2020). Komponen ini sangat mempengaruhi tingkat kesterilan ruang *cabinet*, selain itu kekuatan hembusan aliran udara dari kipas dan tingkat kesterilan media serta alat merupakan aspek yang mempengaruhi tingkat keberhasilan uji inokulasi (Sinay, Kalay, & Habi, 2022).

*Laminar Air Flow* menjadi bagian penting dalam sebuah laboratorium sebagai alat sterilisasi (Baruno, 2019). Prinsip kerja LAFC adalah menyaring udara dari luar melalui beberapa tahapan penyaringan dan menghasilkan udara yang steril dari zat berbahaya yang terbawa oleh udara untuk dialirkan ke ruangan tertentu (Fauzi, Purnama, & Margana, 2021). Penggunaan alat LAFC mempunyai peran sangat penting dalam melakukan penelitian karena mempunyai tingkat keselamatan dan keamanan bagi pengguna yang lebih tinggi termasuk dalam keselamatan pengguna atau hasil uji jika dibandingkan dengan penelitian yang tidak menggunakan LAFC.

LAFC berperan penting untuk mendapatkan hasil yang optimal pada kegiatan penanaman/inokulasi bakteri, pembuatan media, pembuatan suspensi spora, pengenceran sampel bakteri, *streak* bakteri (Harjanto & Raharjo, 2019). Berdasarkan fungsi dari penggunaan LAFC, penelitian yang dilakukan menjadi lebih mudah, aman, serta tingkat kegagalan/terkontaminasi sampel hasil uji sangat kecil. Adapun kegagalan hasil uji penelitian yang timbul seringkali terjadi akibat kelalaian yang disebabkan oleh *user*, secara umum akibat kelalaian dalam proses pengerjaan yang kurang mematuhi petunjuk

pengoperasian (SOP) alat, sehingga hasil penelitian kurang maksimal. Dengan menggunakan LAFC, diharapkan bisa memberikan rasa aman dan terjamin tingkat keselamatan dan tingkat keberhasilan hasil uji penelitian pengguna.

Sebuah perguruan tinggi yang memiliki program studi terkait pembelajaran mikrobiologi, secara umum memiliki alat LAFC sebagai salah satu alat pelengkap pada laboratorium tersebut. Berdasarkan data di lapangan, Politeknik Unggulan Kalimantan tidak memiliki alat LAFC ataupun *BioSafety Cabinet* (BSC) yang memiliki fungsi sejenis.

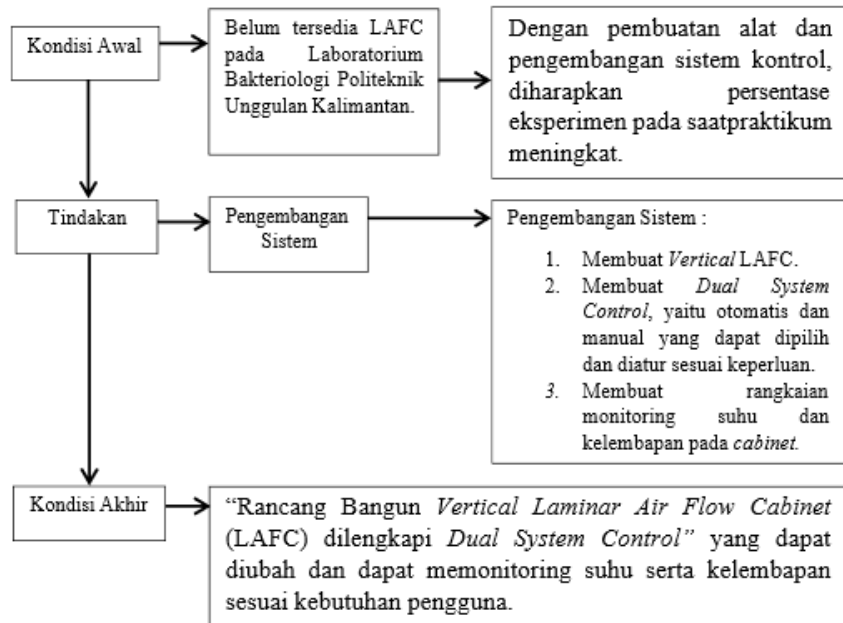
Berdasarkan wawancara pra-penelitian yang dilakukan terhadap 3 informan yang berbeda dapat diambil kesimpulan bahwa ketidakterediaan LAFC pada instansi perguruan tinggi akan berdampak langsung dengan proses belajar mahasiswa, terkhusus pengguna Laboratorium Bakteriologi. Salah satu dampak yang timbul adalah kegagalan proses inokulasi (pemindahan *medium*) bakteri yang berpengaruh terhadap sampel hasil uji penelitian dan juga berpengaruh terhadap keahlian mahasiswa dalam menggunakan instrumen LAFC.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan solusi dengan membuat sebuah "Rancang Bangun *Vertical Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC) dilengkapi *Dual System Control*" yang memiliki pengembangan dari LAFC yang ada dipasaran. Tujuan diciptakan alat ini yaitu untuk memodifikasi sistem kontrol dan monitoring suhu serta kelembapan *cabinet*. Pengembangan ini berbeda dengan penelitian lain yang juga mengembangkan alat LAFC. Pada penelitian lain berfokus pada monitoring kecepatan aliran udara, suhu, dan kelembapan pada dalam kabinet LAFC. Pembaharuan pada penelitian ini disertai dengan pertimbangan urgensi akan kedisiplinan pengguna alat terhadap *Standart Operational Proccedure* (SOP) yang merupakan aspek yang sangat penting, hal tersebut berkaitan dengan tingkat steril wilayah kerja pengguna, secara langsung juga mempengaruhi hasil akhir penelitian.

## METODE PENELITIAN

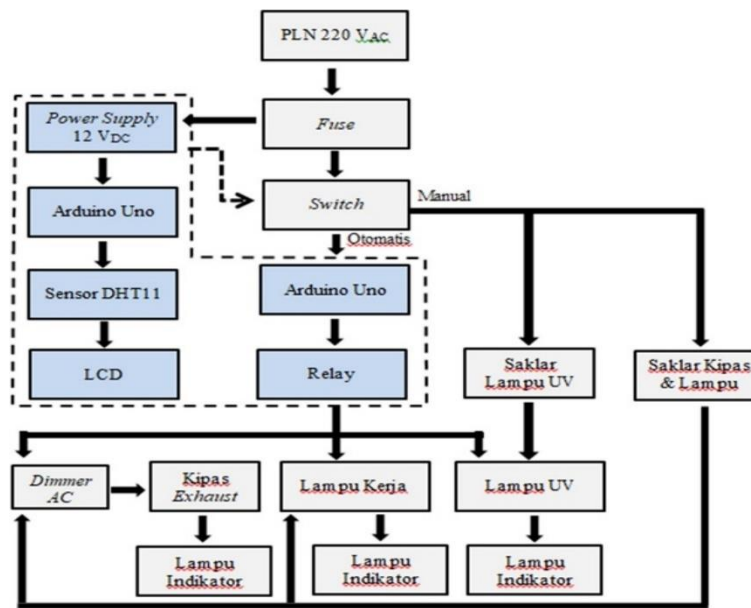
Penelitian ini adalah penelitian pengembangan (*Research and Development/R&D*) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keektifan produk tersebut. Sukmadinata (2008), mengemukakan penelitian dan pengembangan merupakan pendekatan penelitian untuk menghasilkan produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada.

Kerangka konsep penelitian (Figure 1) mengacu pada belum tersedia LAFC pada laboratorium Politeknik Unggulan Kalimantan. LAFC berperan penting dalam melakukan kegiatan inokulasi (pemindahan *medium*) bakteri. LAFC adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menyaring dan mengalirkan udara bersih secara terus- menerus. Sterilisasi ini dilakukan agar wilayah kerja terbebas dari debu, kotoran, spora dan partikel lain yang mengganggu. Sehingga, penggunaan LAFC dapat meningkatkan persentase keberhasilan pada suatu percobaan atau praktikum.



**Figure 1. Kerangka Konsep Penelitian**

Prinsip kerja LAFC dirancang berdasarkan blok diagram (Figure 2) dan flowchart (Figure 3). Prinsip kerja alat dimulai dengan menyalakan alat dengan tombol switch on, selanjutnya lakukan setting mode dan pembacaan sensor DHT pada suhu dan kelembapan, lalu hasil pengukuran ditampilkan pada LCD. Ketika proses pengukuran hasilnya telah ditampilkan pada LCD selanjutnya dilakukan proses inokulasi.



**Figure 2 Blok Diagram “Rancang Bangun Vertical Laminar AirFlow Cabinet (LAFC) dilengkapi Dual System Control”**

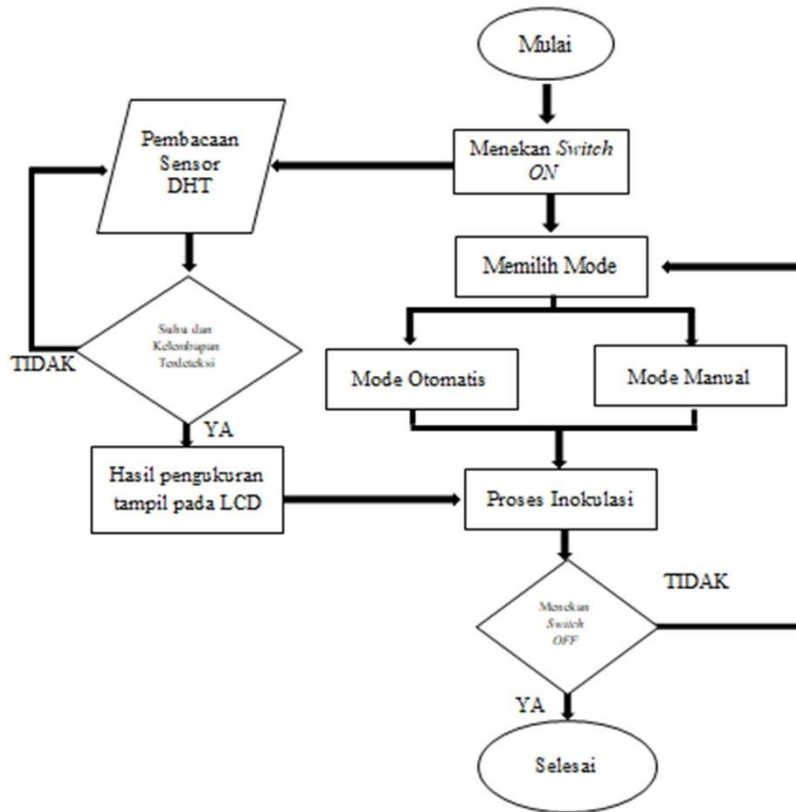


Figure 3 Flowchart “Rancang Bangun Vertical Laminar Air Flow Cabinet (L AFC) dilengkapi Dual System Control”

### Desain Alat

Desain Alat (Figure 4), (Figure 5) dan (Figure 6) adalah suatu perencanaan atau perancangan yang dilakukan sebelum pembuatan suatu objek, sistem, komponen, atau struktur dari desain model “Rancang Bangun Vertical Laminar Air Flow Cabinet (L AFC) dilengkapi Dual System Control”.

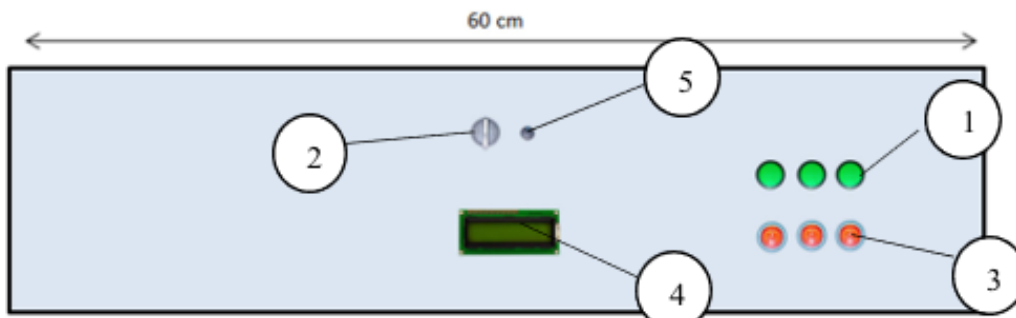


Figure 4 Control Panel Alat

Penjelasan *control panel* alat pada Gambar 3.4, sebagai berikut.

- 1) Lampu Indikator, sebuah lampu yang berfungsi untuk indikator alat dalam posisi ON/OFF.
- 2) *Switch* 3 Posisi, merupakan *switch* yang berfungsi untuk mengubah mode Auto-OFF-Manual.
- 3) *Button* Mode Manual, terdiri atas 2 *switch* yang berfungsi untuk mengontrol lampu UVC, lampu *Downlight*, dan *exhaust fan* secara terpisah sesuai keperluan pengguna.
- 4) LCD, berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran suhu dan kelembapan didalam kabinet.
- 5) *Dimmer AC*, sebuah perangkat yang berfungsi untuk mengatur kecepatan dari *exhaust fan*.

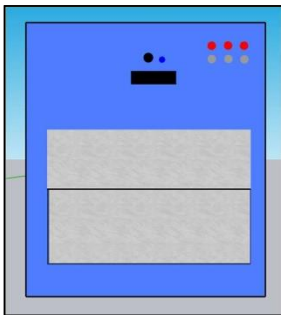


Figure 5 Tampak depan desain alat

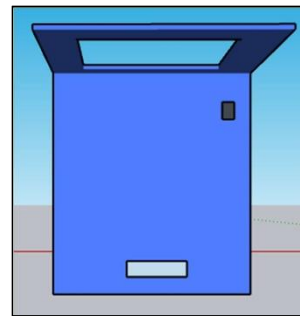


Figure 6 Tampak belakang desain alat

Penjelasan perancangan alat pada desain alat sebagai berikut.

- 1) Kipas *Exhaust*, sebuah kipas yang dirancang khusus untuk distribusi udara pada saluran udara.
- 2) *Body Unit*, merupakan *casing* yang terbuat dari besi dan akrilik.
- 3) *Door Unit*, sebuah bagian dari alat yang berfungsi sebagai buka-tutup akses bagian dalam alat dengan udara luar.
- 4) *Filter* Udara, penyaring udara pertama yang berfungsi untuk menyaring udara dari partikel-partikel besar seperti lalat, debu, dan nyamuk.
- 5) Hapa *Filter*, *filter* dengan rongga kecil yang memiliki fungsi menjebak partikel seperti serbuk sari, debu, kotoran, spora, dan asap tembakau.
- 6) PLN, sebagai sumber tegangan 220Vac.

### Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah angket, angket merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawab. Angket digunakan untuk mengukur kualitas media yang dikembangkan (Ponza, Jampel and Sudarma, 2018). Angket yang digunakan oleh peneliti adalah angket validasi ahli yang terdiri dari angket validasi ahli media, angket validasi ahli materi, serta uji coba alat menggunakan alat ukur yang ditunjukkan pada Tabel 1. Ahli media yang dimaksud adalah dosen yang berkompeten dalam perakitan alat tersebut. Peran ahli media adalah menilai kelayakan media yang

dikembangkan. Validasi yang dilakukan menggunakan angket ahli media atau user yang akan menggunakannya. Ahli materi yang dimaksud adalah pakar yang berkompeten dalam menguji materi dari media yang dikembangkan. Perannya menilai dan mengukur kelayakan materi yang disajikan sesuai dengan sasaran media atau user yang akan menggunakannya (Erlita, Wibowo and Hariyono, 2023).

Validasi dari prototipe alat Modifikasi Back And Leg Dynamometer Digital Berbasis Arduino dilakukan dengan menggunakan dua angket dimana jumlah masing-masing angket sebanyak lima pernyataan yang ditujukan kepada lima validator ahli media dan lima orang ahli materi. Nilai untuk tiap pilihan jawaban menggunakan skala guttman yaitu :

- Tidak Setuju = 0
- Setuju = 1

Tabel 1 Instrumen Pengumpulan Data

Variabel	Definisi	Alat Ukur	Hasil Ukur
Arduino Uno	Arduino merupakan salah satu perangkat yang berperan sebagai controller dalam suatu rangkaian	Multimeter	Tegangan dikeluarkan Arduino yang terbaca oleh multimeter stabil.
Relay	Relay merupakan komponen elektronika berupa saklar elektrik.	Multimeter	Relay mampu berfungsi dengan baik dalam memutus-hubungkan jalur elektrik.
Lampu UVC	Sinar UVC adalah tipe sinar UV yang optimal untuk mensterilisasi benda dan ruangan dengan cara menghancurkan struktur virus dan bakteri.	UVC TestCard	Panjang gelombang yang terukur sesuai dengan syarat sterilisasi via cahaya.
Kipas Exhaust	Kipas <i>exhaust</i> berfungsi sebagai pengatur kecepatan aliran udara yang masuk kedalam <i>cabin</i> .	Tachometer	Kecepatan perputaran mesin dalam satuan RPM mumpuni dalam penggunaan alat
Fan DC	Fan DC merupakan komponen yang mengatur dan mengendalikan jalur pembuangan udara dari dalam <i>cabin</i> .	Tachometer	Kecepatan perputaran mesin dalam satuan RPM mumpuni dalam penggunaan alat
Sensor DHT22	Sensor pengukuran suhu dan kelembapan dengan rentang suhu 0°C-50°C dan kelembapan 20%-80%	Thermohydrometer	Suhu dan kelembapan pada <i>cabin</i> LAFC

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Persentase Kelayakan Produk dari Validasi Produk

Persentase kelayakan produk adalah persentase jumlah skor dari kuesioner yang dijawab, persentase tersebut menentukan kelayakan produk (Sugiyono, 2015) :

$$\text{Kelayakan} = \frac{\text{Skor Kenyataan}}{\text{Skor Diharapkan}} \times 100\%$$

Dari rumus diatas maka untuk perhitungan kelayakan produk dari kuesioner ahli materi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kelayakan} &= \frac{568}{600} \times 100\% \\ &= 94,6 \% \end{aligned}$$

Selanjutnya untuk perhitungan kelayakan produk dari kuesioner ahli media sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kelayakan} &= \frac{564}{600} \times 100\% \\ &= 94 \% \end{aligned}$$

Jika nilai persentase rata-rata telah didapat maka selanjutnya adalah penunjukan predikat kualitas dari produk yang dibuat berdasarkan skala pengukuran *rating scale*. Berikut Tabel 3.6 merupakan *rating scale* yang digunakan untuk penafsiran kelayakan produk.

### Spesifikasi Produk

Spesifikasi dari produk Alat "Rancang Bangun *Vertical Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC) dilengkapi *Dual System Control*" adalah sebagai berikut :



Tabel 2 Spesifikasi Produk

No	Spesifikasi	Keterangan
<i>Hardware</i>		
1	Area Kerja	35cm x 60cm x 65cm
2	Sumber Tegangan	PLN220 V <sub>AC</sub> dan <i>Power Supply</i> 12V <sub>DC</sub>
3	Bahan Kabinet	Besi
4	Filtrasi	HEPA Filter
5	Fan	Pfannenberg PF 3000& Fan DC 12V
6	Kontroller	Arduino UNO
7	Lampu	UVC-T5 8 Watt dan Luby 9 Watt
<i>Software</i>		
8	<i>Controller Software</i>	Arduino IDE 2.0.4

Pada alat "Rancang Bangun *Vertical Laminar Air Flow Cabinet* (L AFC) dilengkapi *Dual System Control*" yang telah dibuat memiliki perkembangan dari *Laminar Airflow* yang ada sebelumnya yaitu berupa pengembangan dari sistem kontrol yang bisa digunakan secara manual atau otomatis. Pengembangan ini dilakukan untuk memudahkan *user* dalam mengoperasikan alat agar tidak terpatok pada 1 alat saja karena harus menunggu waktu sterilisasi yang cukup lama sehingga dapat efisien dalam melakukan penelitian.

Pada hasil rangkaian dari alat "Rancang Bangun *Vertical Laminar Air Flow Cabinet* (L AFC) dilengkapi *Dual System Control*" yaitu menggunakan sumber AC (*Alternating Current*) 220V yang langsung dihubungkan ke *switch 3 position* dan diubah menjadi DC (*Direct Current*) 12V menggunakan *power supply* sebagai jalur utama ke rangkaian monitoring dan rangkaian kontrol menggunakan relay yang terpusat pada Arduino Uno sebagai mikrokontroler dari alat ini.

Pengujian alat ini meliputi beberapa komponen diantaranya:

1. Pengujian *power supply*, memastikan tegangan yang keluar 12V dan melakukan pengecekan dengan multimeter. Pengujian pada *power supply* dinyatakan berhasil.
2. Pengujian pada Arduino Uno, untuk memastikan *output* yang keluar 5V<sub>DC</sub>, dilakukan pengecekan arduino dilakukan dengan multimeter, dan hasil yang didapat sesuai sehingga pengujian Arduino Uno dinyatakan berhasil.
3. Pengujian LCD, dilakukan untuk memastikan LCD dapat menampilkan tangkapan sensor DHT22 dan pengujian pada LCD dinyatakan berhasil.
4. Pengujian pada sensor DHT22 dilakukan untuk memastikan apakah sensor berfungsi dengan baik, dengan memasukkan program pada Arduino Uno dan pengujian sensor pun berhasil.
5. Pengujian pada sensor DHT22 untuk memastikan apakah sensor aktif bekerja, cara pengecekan yaitu dengan cara membandingkan hasil pengukuran suhu dan kelembapan oleh sensor dengan *thermohydrometer*, apabila hasil pengukuran memiliki selisih yang sedikit, maka pengujian sensor DHT22 dinyatakan berhasil.
6. Pengujian *Fan* DC 12V untuk mengetahui berapa besar kecepatan putaran dan *Fan* tersebut menggunakan *tachometer*.
7. Pengujian *timer* relay pada mode otomatis, untuk mengetahui apakah relay dapat menyambung/memutus arus listrik secara *real time*, dan pengujian pada relay pun dinyatakan berhasil.

Setelah dilakukan pengujian komponen maka langkah selanjutnya adalah perakitan komponen, membuat *casing* alat dan membuat tata letak komponen pada alat. Selanjutnya memastikan alat sudah berfungsi sesuai dengan prinsip kerja yaitu mampu berfungsi baik dalam mode manual atau mode otomatis.

Langkah selanjutnya yaitu melakukan validasi alat untuk mengetahui apakah alat tersebut layak atau tidak. Responden pada validasi ini terbagi 2 yaitu ahli media dan ahli materi.

Ahli materi yang dimaksud adalah seseorang yang berkompeten dalam menguji materi dari media yang dikembangkan. Berperan dalam menilai dan mengukur kelayakan materi yang disajikan sesuai dengan sasaran media atau user yang akan menggunakan. Sedangkan ahli media yang dimaksud adalah seseorang yang berkompeten dalam perakitan alat.

Dari hasil kuesioner dari ahli materi yang didapat 94,6% dan ahli media mendapatkan nilai validasi sebesar 94% yang artinya alat ini sangat laik untuk digunakan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan penelitian yang dilakukan dengan judul "Rancang Bangun *Vertical Laminar Air Flow Cabinet (LAFC)* dilengkapi *Dual System Control*" maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pembuatan alat menggunakan bahan dasar besi untuk rangka alat dan untuk daya listrik menggunakan rangkaian AC untuk membuat rangkaian kontrol terhadap lampu UV, kipas *exhaust*, dan lampu *downlight* serta menggunakan rangkaian DC yang diubah oleh *power supply* untuk memberikan suplai tegangan pada Arduino Uno, sensor DHT22, relay, dan LCD 16x2.
2. Pengembangan yang dilakukan pada alat ini adalah sistem kontrol yang membuat kinerja alat menjadi otomatis dengan bantuan relay untuk memutus atau menghubungkan tegangan yang dialirkan pada instrumen dan memberikan pilihan pada *user* untuk memilih antara mode otomatis atau manual. Prinsip kerja pada Laminar Air Flow difokuskan pada aliran udara yang digerakkan oleh kipas *exhaust* yang disaring oleh HEPA Filter. Udara yang telah disaring bersifat steril dan memasuki kabinet yang disterilisasi menggunakan lampu UVC yang berfungsi untuk membunuh bakteri, virus, dan jamur.
3. Hasil pengujian produk dari data di lapangan dapat disimpulkan sebagai berikut. Tegangan yang dihasilkan *power supply* sebesar 12,2 Vdc dengan nilai *Error* sebesar 0,2 dan akurasi *Error* 1,6%. Pada pengujian Kipas *Exhaust*, rata-rata tegangan yang terukur 222,7 Vac dengan nilai *Error* sebesar 2,7 dan akurasi *Error* 1,22%. Pada pengujian *Fan DC*, rata-rata tegangan yang terukur 12,2 Vdc dengan nilai *Error* sebesar 0,2 dan akurasi *Error* 1,6%. Pada pengujian Sensor DHT22, nilai akurasi sensor yang didapatkan untuk pengukuran suhu sebesar 99,49% dan untuk pengukuran kelembapan sebesar 99,89%. Pada pengujian *Dual System Control* dengan menggunakan *timer*, mendapatkan hasil pengukuran rata-rata waktu untuk *setting* pada saat proses sterilisasi selama 30 menit 2 detik.
4. Uji kelayakan alat menggunakan uji fungsi produk berupa validasi uji fungsi komponen dan menggunakan angket yang divalidasi oleh ahli media dan ahli materi dengan hasil dari ahli materi yang didapat 94,6% dan ahli media mendapatkan nilai validasi sebesar 94% yang artinya alat ini sangat laik untuk digunakan.

## REFERENSI

- Afian, F., Budhijuwono, A., Agustina, A., & Anditirina, D. (2020). *Efektifitas HEPA Filter Dengan Charcoal Dalam Penyaringan Organofosfat di Kabin Pesawat*. Jurnal Kedokteran, 68-76.
- Baruno, A. (2019). *Laminar Modification as Senior High School Learning Apparatus on Microorganism Subject*. Ideguru, 44-49.
- Berek, N. C., Teregab, B. V., & Nubuasa, D. J. (2022). *Penerapan Teknologi pada Ruang Kelas Dalam Pencegahan Covid-19*. JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri), 2885-2894.
- Borg, W. R., & Gall, M. D. (1983). *Educational Research: An Introduction*. New York: Longman.
- Dwidjoseputro, D. (1994). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Djambatan.
- Dwipiyana, G. A., Yusniwati, H., & Mayun, I. A. (2016). *Induksi Kalus Stroberi (Fragaria spp.) Melalui Aplikasi Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat Secara in vitro*. E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika, 310-321.
- Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma. (2016). *Panduan Praktikum Mikrobiologi 2016*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Fauzi, M., Purnama, H., & Margana, A. S. (2021). *Sistem Monitoring Kecepatan Aliran Udara Dan Suhu Pada Laminar Air Flow Cabinet Menggunakan Hmi Berbasis Mikrokontroler*. SEMNASTERA (Seminar Nasional dan Riset Terapan), 144-150.
- Febriza, M. A., Adrian, Q. J., & Sucipto, A. (2021). *Penerapan AR dalam Media Pembelajaran Klasifikasi Bakteri*. BioEDUIN, 1-9.
- Harjanto, S., & Raharjo. (2019). *Peran Laminar Air Flow Cabinet Dalam Uji Mikroorganisme Bagi Mahasiswa Tugas Akhir Di Laboratorium Biokimia*. Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan, 15-18.
- Hollaender, A. (1995). *Radiation Biology, Vol II Effects Of Radiation On Bacteria*. Itacha, New York: Cornell University.