

# Penyederhanaan Sistem Pemanas Dan Cairan Yang Digunakan Pada Smoke Generator Untuk Alat Peraga Ilmu Aerodinamika

**Amat Chaeroni**

Prodi Teknik Penerbangan, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jl. Halim Perdana kusuma, RT.1/RW.9, Halim Perdana Kusuma, Kec. Makasar, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13610, Indonesia.

Corresponding Author : [achaeroni@unsurya.ac.id](mailto:achaeroni@unsurya.ac.id)

**ABSTRAK** - Alat uji *wind tunnel* saat dioperasikan tidak dapat memvisualisasikan kondisi aliran udara yang melewati benda uji seperti penampang *airfoil* sayap pesawat terbang. Agar dapat terlihat aliran udaranya, maka perlu dibuat alat peraga simulasi kondisi aliran udara dengan asap, agar para mahasiswa mampu memahami dengan mudah kondisi aliran udara yang terjadi ketika melewati benda dengan berbagai macam bentuk permukaan. Alat peraga aerodinamika yang memiliki aliran asap disebut *smoke tunnel* yang memiliki dengan beberapa layer aliran asap yang dapat di atur jumlah layer aliran asap sesuai dengan kebutuhan. Alat yang menghasilkan asap untuk *smoke tunnel* adalah *smoke generator*. Saat ini memang sudah banyak yang memproduksi secara komersil *smoke generator* yang juga difungsikan sebagai alat disinfektan dengan menambahkan cairan disinfektan kedalam *smoke generator*. Untuk menyederhanakan cara kerja *smoke generator* dan juga menginformasikan cara pembuatannya, maka pada penelitian ini akan dijelaskan secara rinci cara pembuatan *smoke generator* yang murah dan mudah dengan menggunakan beberapa bahan yang sering dijumpai yaitu, *cooling fan* komputer, kawat nikelin, *converter* VAC ke VDC, sumbu kompor serta kontak plastik. Untuk menimbulkan asap pada *smoke generator* dapat menggunakan cairan yang mengandung minyak yang terdapat pada beberapa produk *baby oil*.

**Kata Kunci** : Aerodinamika, simulasi, alat peraga, *wind tunnel*, *smoke genertor*.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. LATAR BELAKANG

Ilmu aerodinamika merupakan ilmu yang mempelajari tentang pergerakan udara dan benda-benda yang bergerak didalam pergerakan udara tersebut. Didalam dunia penerbangan ilmu tersebut sangat penting sekali untuk dipahami oleh orang-orang yang ada di dalamnya. Sehingga bukan hanya belajar teori di dalam kelas tetapi juga juga harus mempraktekan teori tersebut. Tempat praktek yang dapat mensimulasikan aliran udara serta benda yang bergerak didalam aliran udara tersebut adalah laboratorium aerodinamika yang didalamnya terdapat alat untuk mensimulasikan aliran udara tersebut yaitu wind tunnel.

Proses pembelajaran ilmu aerodinamika bagi praktikan umumnya sering menemui beberapa kendala terkait ilustrasi pemahaman efek dari gerakan pada benda yang berada didalam aliran udara, karena pada wind tunnel hanya terasa aliran udara tetapi tidak terlihat berupa aliran laminar ataupun turbulance dan beberapa indikator tekanan aliran udara yang mengalir melawati benda uji didalam chamber wind tunnel. Agar aliran udara dapat tervisualisasi didalam chamber wind tunnel, maka perlu ditambahkan komponen pembuat asap kemudian asapnya dimasukkan kedalam chamber wind tunnel lalu disusun agar terbentuk garis yang menggambarkan aliran udara laminar. Alat semacam ini kemudian dikenal sebagai smoke tunnel. Diharapkan dengan pembuatan alat peraga smoke generator ini dapat membantu para peneliti berikutnya. Sehingga ketika melakukan praktek di laboratorium wind tunnel menjadi lebih mudah memahami aliran udara

turbulance dan aliran udara laminar ketika melewati benda dengan bentuk airfoil atau yang lainnya.

### 1.2. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini yang menjadi rumusan masalah adalah:

1. Bagaimana bentuk konfigurasi *smoke generator* yang sederhana?
2. Cairan apa yang digunakan untuk menghasilkan asap pada *smoke generator*?
3. Bagaimana perbandingan asap yang dihasilkan dengan menggunakan cairan yang berbeda?

### 1.3. BATASAN MASALAH

Penelitian yang dilakukan ini ada beberapa batasan masalah agar lebih fokus pada pencapaian target, antara lain:

1. Menentukan konfigurasi yang tepat agar bisa dibuat secara sederhana.
2. Memastikan cairan yang tepat agar bisa menghasilkan asap yang di perlukan untuk *smoke tunnel*.
3. Menentukan komponen yang murah dan mudah didapat agar dapat dibuat oleh siapapun.

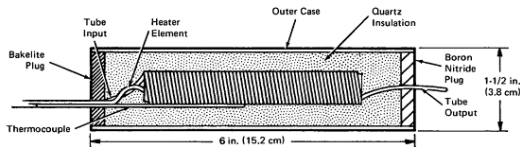
### 1.4. TUJUAN PENELITIAN

Yang menjadi tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui konfigurasi *smoke generators* *smoke generator* yang lebih sederhana.
2. Mengetahui cairan yang tepat dan mudah dicari untuk menghasilkan asap pada *smoke generator*.
3. Mengetahui komponen yang murah dan mudah dicari untuk pembuatan *smoke generator*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

*Smoke generator* adalah alat yang mampu memproduksi asap untuk bebrbagai keperluan, dalam hal ini tujuannya adalah untuk dimasukkan kedalam chamber wind tunnel sebagai visualisasi aliran udara untuk keperluan praktek aerodinamika. Pada tahun 1971 NASA juga pernah membuat smoke generator seperti pada gambar 1.



**Gambar 1.** Smoke generator<sup>[1]</sup>

Kemudian penelitian lainnya juga telah dilakukan oleh Pahottua Matondang, antara lain dengan menggunakan berbagai macam alat dan bahan antara lain

**Tabel 1.** Variasi Pemanas dan Variasi Bahan <sup>[2]</sup>:

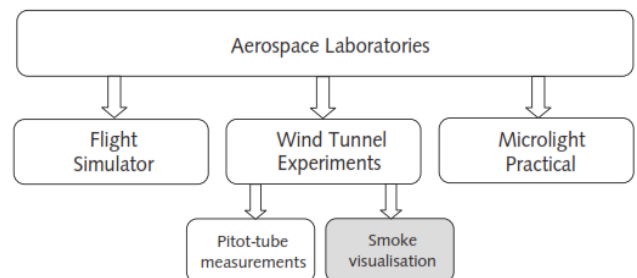
Variasi Pemanas	Variasi Bahan
Water Heater	Paraffin
	Dry Ice
Hair Dryer	Paraffin
	Gliserin
	Gliserin VG+PG
Nikelin Pipih	Paraffin
	Gliserin VG
	Gliserin VP+VG
Nikelin Bulat	Paraffin
	Gliserin VG

Gliserin VP+VG
----------------

Peneliti lainya juga sudah mencoba membuat smoke generator dengan fluida lain, seperti yang dilakukan oleh Hengki Purwanto, yaitu bahan yang digunakan adalah cairan alami pada tumbuhan seperti vegetable glycerin<sup>[3]</sup>.

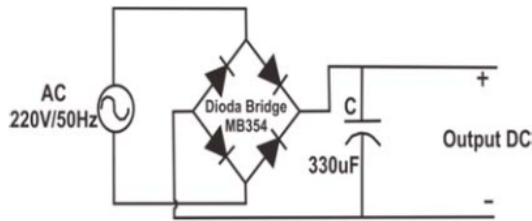
Bahan baku untuk smoke generator seperti glycerin digunakan juga oleh peneliti lainnya. Seperti yang dilakukan oleh Arief Mukhlisin <sup>[4]</sup>, dengan menggunakan campuran liquid glycerin dan baby oil yang di teteskan pada kumparan kawat sehingga terciptanya asap yang tebal, tidak beracun dan tidak merusak lingkungan.

Secara khusus, pengantar visualisasi asap ke laboratorium kedirgantaraan yang ada diharapkan dapat meningkatkan pembelajaran siswa dalam dinamika fluida dan aerodinamika. Gambar 2. Mengilustrasikan struktur dari modul laboratorium kedirgantaraan.<sup>[5]</sup>



**Gambar 2.** *Smoke generator* merupakan bagian dari peralatan yang digunakan untuk smoke visualization.

Untuk dapat menghasilkan asap pada smoke generator diperlukan komponen yang dapat menghasilkan panas. Rangkaian elektronik yang dapat menyerahkan dari VAC ke VDC dapat dilihat pada rangkaian dibawah ini :



**Gambar 3.** Rangkaian penyearah gelombang penuh [6]

Pada alat pemanas induksi ini juga digunakan kumparan toroid pada rangkaian daya, dimana toroid adalah solenoida yang dilengkungkan sehingga sumbunya menjadi berbentuk lingkaran. Induktor yaitu komponen elektronika berbentuk kumparan yang tersusun dari lilitan kawat. Induktor adalah salah satu diantara komponen pasif elektronika yang dapat membuahkan medan magnet apabila dialiri arus listrik dan sebaliknya bila di beri medan magnet dapat membuahkan listrik.

Rumus perhitungan daya yang dihasilkan dapat dilihat pada persamaan dibawah ini :

$$P = V \times I \quad (1)$$

Dimana :

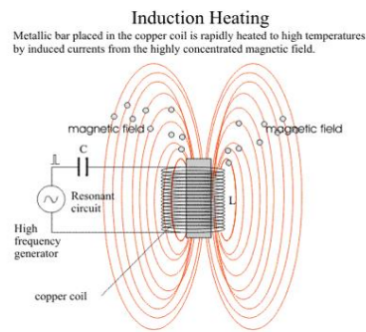
P = daya (*Watt*)

V = tegangan (*Volt*)

I = arus (*Ampere*)

Arus *Eddy* berperan dominan dalam proses *induction heating*. Panas yang dihasilkan pada material sangat bergantung kepada besarnya arus eddy yang di induksikan oleh lilitan penginduksi. Ketika lilitan dialiri oleh arus bolak-balik, maka akan timbul medan magnet di sekitar kawat penghantar. Medan magnet tersebut besarnya berubah-ubah sesuai dengan arus yang mengalir pada lilitan tersebut. Ilustrasi

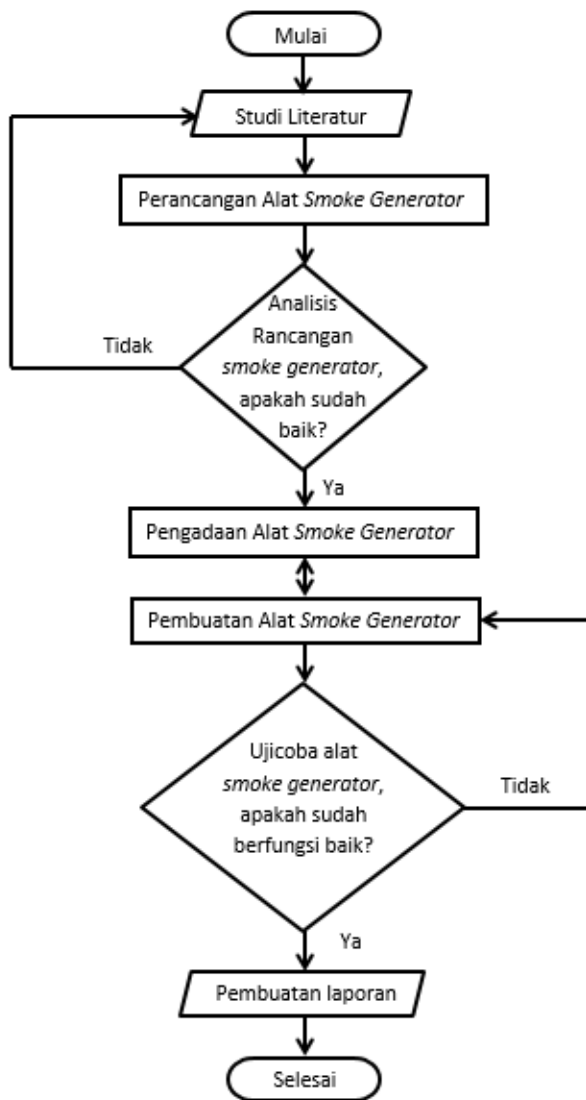
jalur medan magnet seperti pada gambar 3 dibawah ini :



**Gambar 3.** Ilustrasi jalur medan magnet [7]

### III. METODE PENELITIAN

Perancangan pembuatan alat smoke generator ini berbasis eksperimen, dengan tujuan untuk menentukan spesifikasi komponen yang akan digunakan dalam pembuatan smoke generator. Analisis yang dilakukan untuk mendapatkan konfigurasi tata letak komponen, jenis cairan yang digunakan untuk menghasilkan asap pada smoke generator, komponen yang digunakan serta cara pembuatannya.



**Gambar 4.** Flowchart pembuatan alat smoke generator

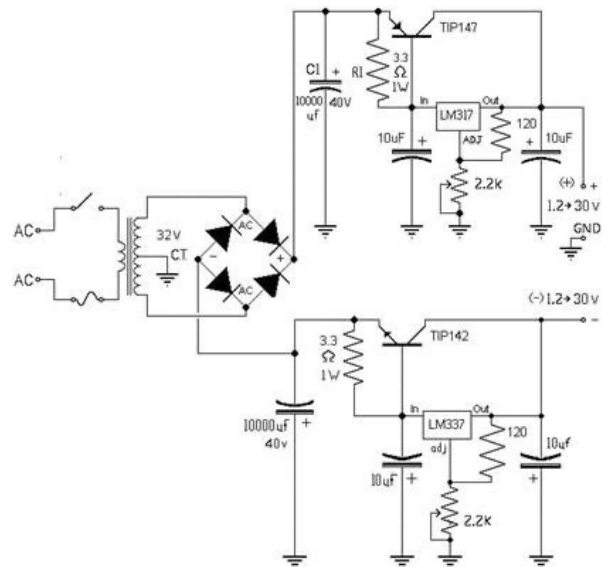
### 3.1. KOMPONEN ALAT

Sebelum menentukan dimensi smoke generator yang akan dibuat, langkah awal yang diambil adalah menentukan komponen yang akan digunakan untuk membuat smoke generator antara lain:

1. Converter 220VAC to 12VDC
2. Cooling fan komputer 8cmx8cmx2cm
3. Terminal block
4. Kabel 2x0,75
5. Stecker

6. Kawat Nickelin Ø 1mm
7. Sumbu kompor
8. Alkohol 96%

Komponen utama yang paling penting adalah converter 220VAC to 12VDC sesuai dengan rangkaian dibawah ini:



**Gambar 5.** Rangkaian coverter VAC to VDC.

Rangkaian power supply diatas menggunakan transformer CT 32 volt 10A dan dioda bridge sebagai penyearahnya penuh simetris kemudian menggunakan filter ripple kapasitor 100000 uF/40V. Sebagai regulator tegangan positif menggunakan IC LM317 yang dapat mengontrol tegangan secara stabil dari 1,2 volt DC sampai 30 volt DC. Pengatur tegangan output positif menggunakan transistor PNP TIP147 yang dirangkai common basis. Bagian power supply tegangan negatif menggunakan regulator tegangan variabel IC LM337 yang dikontrol menggunakan potensiometer 2,2 Kohm agar dapat memberikan tegangan output negatif -1,2 volt DC sampai -30 volt DC.

Penguat arus jalur negatif menggunakan transistor NPN TIP142 yang di rangkai common basis. Rangkaian *power supply* variabel 10A simetris ini cocok digunakan pada ruang percobaan sebagai pemberi sumber tegangan yang dapat diatur sesuai kebutuhan dengan pilihan polaritas yang lengkap dan mampu memberikan supply arus DC hingga 10A. rangkaian power supply ini dilengkapi dengan proteksi arus pendek (korsleting) dan panas yang berlebih (over heat) pada rangkaian power supply variabel 10A simetris tersebut.

### 3.2. PERALATAN

Untuk mendukung penelitian ini, diperlukan beberapa peralatan pembuatan smoke generator antara lain:

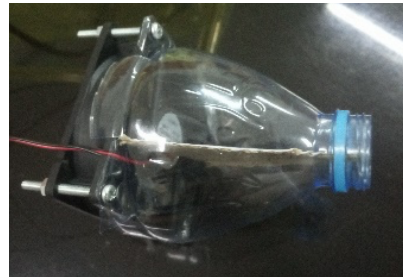
1. Converter 220VAC to 12 VDC 10A
2. Cooling fan komputer
3. Terminal block
4. Kabel 0,75mm
5. Stecker
6. *Swicth*
7. Kawat Nickelin Ø 0,2 mm
8. Sumbu kompor
9. *Baby oil*
10. Kotak Plastik

### 3.3. PERAKITAN KOMPONEN

#### SMOKE GENERATOR

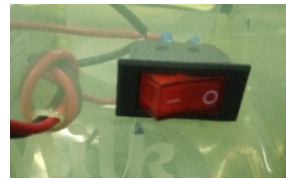
Berikut dibawah langkah-langkah pembuatan smoke generator dengan cara merakit komponen yang sudah tersedia, yaitu :

1. Menempelkan cooling fan pada corong yang sudah disiapkan lalu diikat atau di kencangkan dengan baut. Arah putaran semburan udara fan kedalam kotak.



**Gambar 6.** *Cooling fan* yang sudah terpasang pada corong pengarah

2. Melubangi tutup kontak plastik dengan diameter sesuai diameter corong cooling fan komputer.
3. Melubangi kotak plastik untuk dudukan switch, kemudian pasang switchnya.



**Gambar 7.** *Switch* untuk power on dan off smoke generator

4. Memasang kabel pada stecker, lalu salah satu kabel di hubungkan ke switch untuk memutus atau menghubungkan power.
5. Memasukkan *converter AC to DC* yang telah dirakit kedalam kotak plastik, kemudian kabel dari *switch* di hubungkan ke *connector input VAC* pada *converter*.
6. Memasang tiang terminal untuk pemanas kawat yang berasal dari baut panjang didalam kotak plastik kemudian dihubungkan dengan kabel dengan arus (-) dan (+) yang berasal dari bagian output *VDC* pada *converter*.
7. Memotong sumbu kompor sepanjang 10 cm lalu dililitkan dengan kawat Nickelin sebagai pemanas di bagian tengah sumbu kompor sepanjang 3cm dengan jarak lilitan kira-kira 2mm.

Panjang kawat di bagian sisi kanan dan sisi kiri lilitan kira-kira 3cm.



**Gambar 8.** Sumbu kompor yang dililitkan oleh kumparan kawat pemanas

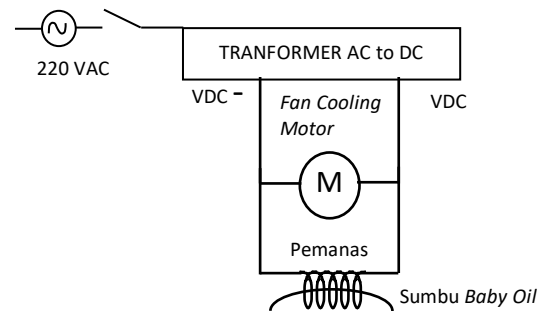
8. Pasang kawat Nickelin yang sudah dililitkan sumbu kompor ke tiang terminal (-) dan (+) yang sudah disambungkan ke coverter.
9. Taruh wadah didalam kotak plastik tepatnya di bawah lilitan kawat Nickelin yang berfungsi sebagai penampung cairan *baby oil*.
10. Tuang cairan *baby oil* kedalam wadah tadi lalu masukkan sumbu kompor yang terjantai, agar basah dan menjalar hingga ke lilitan kawat.
11. Hubungkan kabel *cooling fan* ke terminal *power DC* yang ada pada *coverter*.
12. Jika sudah terhubung semuanya, seperti : *cooling fan*, kawat pemanas, kemudian tutup rapat kotak plastik dan *smoke generator* siap untuk dioperasikan.



**Gambar 9.** Smoke generator

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dijelaskan terlebih dahulu diagram pembuatan *smoke generator* dari beberapa komponen yang dirakit seperti yang dijelaskan pada bagian sebelumnya.



**Gambar 10.** Diagram *smoke*

Kutub positif dan kutub negatif yang berasal dari arus listrik DC jika disatukan melewati lilitan kawat yang dijadikan kumparan akan menghasilkan temperatur yang tinggi pada lilitan kawat tersebut. Kemudian sumbu kompor yang sudah dibasahi oleh cairan yang mengandung *glycerin* akan menghasilkan asap yang sangat banyak. Asap inilah yang akan dimanfaatkan kedalam *chamber wind tunnel* agar dapat menggambarkan aliran laminar ataupun *turbulence*.

*Voltage* yang digunakan untuk memanaskan kawat kumparan tersebut adalah 12 VDC, arus pada transformer sebesar 10 A, maka daya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan *smoke generator* ini jika menggunakan persamaan :

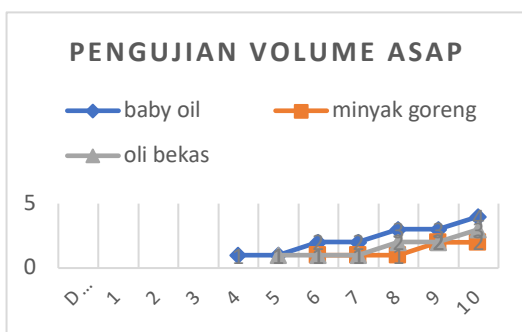
$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 &= 12 \times 10 \\
 &= 120 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Ada 3 cairan yang digunakan untuk percobaan smoke generator sebagai pembanding penghasil asap yang paling banyak dan paling cepat ketika smoke generator dihidupkan, yaitu :

- Baby oil
- Minyak goreng
- Oli bekas

Beberapa parameter yang digunakan sebagai pembanding diantara ketiganya antara lain:

1. Waktu pemanasan hingga menghasilkan asap.
2. Volume asap yang dihasilkan.



**Gambar 11.** Tabel Pengujian Volume Asap



**Gambar 12.** Pengujian alat smoke generator dengan menggunakan baby oil.

## V. KESIMPULAN

Dari beberapa percobaan yang sudah dilakukan dengan menggunakan

beberapa jenis cairan untuk menghasilkan asap antara lain:

1. Semua cairan yang mengandung minyak atau oil dapat digunakan sebagai penghasil asap jika bersentuhan dengan pemanas yang berasal dari lilitan kawat nikelin.
2. Paling banyak menghasilkan asap diantara cairan yang digunakan pada percobaan ini adalah oli, namun karena bentuk fisik oli terlihat kotor, maka cairan yang paling ideal untuk smoke generator adalah cairan *baby oil*.
3. *Baby oil* dipilih sebagai cairan yang digunakan untuk *smoke generator* ini adalah karena bentuk fisik yang terlihat bersih, aromanya juga harum serta tidak sulit untuk mendapatkannya.
4. Sebagai alternatif dapat menggunakan *liquid vape* yang memiliki banyak macam varian aroma asapnya, sehingga orang-orang yang berada disekitar *smoke generator* tidak terlalu merasa terganggu.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. E. Byram *et al.*, "Nasa tech brief," vol. 28, no. August, p. 10259, 1971.
- [2] P. Matondang and A. G. Wailanduw, "Rancang Bangun Smoke Generator dengan Aliran Asap secara Konstan untuk Media Pembelajaran di Laboratorium Aerodinamika," *Ejournal.Unesa.Ac.Id*, vol. 6, no. 3, pp. 31–39, 2021.
- [3] H. Purwanto and S. R. Andary, "RANCANG BANGUN WIND TUNNEL MENGGUNAKAN SMOKE GENERATOR," vol. 3, pp. 303–307, 2019.
- [4] A. Mukhlisin and E. Erwin, "Rancang Bangun Smoke Generator pada Kecepatan Angin

- Rendah dengan Wind Tunnel Rangkaian Terbuka,” vol. 4, pp. 81–88, 2022.
- [5] M. Jabbal, “Development of a smoke visualisation system for wind tunnel laboratory experiments,” no. January 2013, 2014.
- [6] S. Anggara, A. Herawati, I. Priyadi, and I. N. Anggraini, “Analisis Perubahan Besaran Listrik Pada Pemanas Induksi Menggunakan Inverter Setengah Jembatan,” *J. Amplif. J. Ilm. Bid. Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–8, 2020.
- [7] I. Kurniawan, B. A. Girawan, I. Muasih, and Y. Susanto, “Rancang Bangun Alat Pemanas Induksi Proses Perlakuan Panas,” *Accurate J. Mech. Eng. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 21–30, 2020.

