



Pengembangan Dan Evaluasi Nebulizer Portable Untuk Pengiriman Obat Respirasi Yang Efisien Di Rumah Menggunakan Arduino Nano

Ahmad Hilman Hidayat¹, Reni Rahmadewi²

^{1,2}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

Received: 2 September 2024
Revised: 17 September 2024
Accepted: 5 Oktober 2024

Abstract

Air pollution is a condition where one or more physical, chemical, or biological substances are present in the air, reaching hazardous levels for humans, animals, and plants. In Indonesia, more than 70% of air pollution originates from motor vehicle emissions. Motor vehicles produce exhaust gases that accumulate in the air. Among the hazardous chemicals that emerge are lead (Pb), photochemical oxidants (Ox), nitrogen oxides (NOx), hydrocarbons (HC), carbon monoxide (CO), and many others. One of the primary direct impacts of air pollution is on human respiratory health, causing various complaints such as lung diseases and upper respiratory tract infections. Meanwhile, the latest data from WHO indicates that the number of deaths due to air pollution has increased to 7 million people per year. This is because more than 90% of people on Earth inhale air with a high level of pollutants. To reduce the mortality rate due to respiratory disorders, regular treatments are needed, one of which is Nebulization Inhalation Therapy. Nebulization inhalation therapy involves the administration of inhalation medication using a nebulizer. This therapy method is effective and efficient in delivering medication in aerosol form directly to the respiratory and lung tract quickly and relatively safely compared to systemic therapy. The types of drugs commonly administered with a nebulizer include bronchodilators, mucolytics, and anti-inflammatories.

Keywords: Air Pollution, Nebulizer, Inhalation Therapy, Respiratory System

(*) Corresponding Author:

12010631160003@student.unsika.ac.id

How to Cite: Hidayat, A., & Rahmadewi, R. (2024). Pengembangan dan Evaluasi Nebulizer Portable untuk Pengiriman Obat Respirasi yang Efisien di Rumah menggunakan Arduino Nano. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(23), 1177-1194. Retrieved from <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/9339>

INTRODUCTION

Kualitas udara yang buruk menyebabkan peningkatan masalah pernafasan. WHO menunjukkan tingkat kematian akibat penyakit asma di Indonesia mencapai 1,77% dari jumlah kematian penduduk di Indonesia dan menjadikan Indonesia berada di urutan ke-19 negara dengan kematian akibat asma di dunia. Terlebih lagi pada Rabu (07/06) pukul 10.00 WIB. Indonesia masuk daftar 10 besar kota dengan polusi udara terburuk dan menjadi negara di Asia Tenggara dengan tingkat polusi udara paling buruk.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat berpengaruh disegala aspek kehidupan termasuk di bidang kesehatan atau medis dan elektronik, maka semakin beragam pula alat yang digunakan dalam menunjang kesehatan manusia. Perpaduan kedua bidang tersebut turut membantu dalam peningkatan mutu pelayanan kesehatan di masa kini, tidak hanya itu karena kemajuan tersebut menuntut bagi tenaga kerja di bidang kesehatan untuk dapat menguasai aspek dari segi teknik, engineering dan maintenance.

Nebulasi merupakan bagian dari terapi inhalasi, terapi ini memberikan obat secara langsung pada saluran pernafasan melalui hirupan uap dengan alat yang

bernama nebulizer. Nebulizer adalah alat untuk mengubah obat dalam bentuk cairan menjadi uap yang dihirup. Pengobatan yang memanfaatkan nebulizer biasanya diberikan pada penderita gangguan pernafasan, seperti asma dan penyakit paru obstruktif kronis (PPOK) saat gejala sesak nafas sedang muncul. Nebulizer pertama dibuat dengan menggunakan udara tekan yaitu kompresor sebagai komponen utama dalam pemecahan molekul air menjadi aerosol.



Gambar Rerata Tahunan Konsentrasi Polutan di Indonesia 1998-2021

Berdasarkan laporan AQLI, polusi udara yang berisi partikel halus (PM 2.5) berpotensi mengurangi usia hidup rata-rata warga Indonesia hingga 1,4 tahun dibandingkan jika kualitas udara di Indonesia memenuhi standar WHO, yakni 5 µg/m³.

Namun dalam beberapa minggu terakhir, polusi udara di Jakarta telah mencapai kisaran 35 µg/m³ hingga melebihi 50 µg/m³, khususnya pada periode Mei hingga September, menurut data terbaru dari AirNow.

Berdasarkan hal ini, PT Stechoq Robotika Indonesia berusaha membantu pemecahan masalah yang terjadi dan mencoba untuk membuat sebuah alat Pengembangan dan Evaluasi Nebulizer Portable untuk Pengiriman Obat Respirasi yang Efisien di Rumah menggunakan Arduino Nano dimana memiliki tujuan untuk membantu pemerintah dalam menyelesaikan permasalahan di atas serta memberikan pengobatan yang efektif untuk penyakit pernafasan dengan menyemprotkan obat ke dalam bentuk kabut yang dapat dihirup oleh pasien.

METHODS

Tabel WBS Penelitian

Level WBS	Kode WBS	Nama WBS
1	1	Persiapan Proyek
2	1.1	Koordinasi Tim
2	1.2	Pengumpulan Informasi Alat
2	1.3	Analisis Prinsip Kerja
2	1.4	Menentukan Komponen Elektronik
1	2	Perencanaan Proyek
2	2.1	Perancangan Skematik dan Layout PCB
2	2.2	Mendesain Rancangan 3D Alat
1	3	Pelaksanaan Proyek
2	3.1	Pembuatan Simulasi Rangkaian beserta <i>code-program</i>
1	4	Evaluasi
2	4.1	<i>Trial dan Error</i>
1	5	Finalisasi
2	5.1	Penyelesaian Akhir
2	5.2	Penyusunan Laporan

Dalam pengerjaan proyek penelitian kami menyusun WBS untuk mempermudah kami dalam proses perencanaan pengerjaan. Proses tersebut dibagi menjadi empat bagian yaitu,

1 Persiapan Proyek

Pada bagian ini penelitian fokus dalam menyusun tujuan proyek penelitian, pengumpulan data, analisa cara kerja dan penentuan komponen elektronik.

2 Perancangan Proyek

Pada bagian ini kami masuk dalam proses realisasi awal di mana dilakukan pembuatan desain rancangan 3D alat, perancangan skematik dan *layout*.

3 Pelaksanaan Proyek

Pada bagian ini kami meneruskan proses realisasi dari proyek penelitian di mana dilakukan proses simulasi dari skematik. Selain itu, penelitian juga sudah memasuki tahap pembuatan pembuatan *code-program* dari proyek yang dijalankan berupa nebulizer.

4 Evaluasi

Pada bagian ini dilakukan pengecekan terhadap rangkaian, desain dan program untuk mengetahui kekurangan dan mengoreksinya.

5 Finalisasi

Pada bagian ini dilakukan *finishing* terhadap semua hal yang telah dibuat dan penyusunan laporan

RESULTS & DISCUSSION

Proses Pengerjaan

1. Hardware

Pada bagian ini dilakukan riset awal atau pencarian informasi mengenai produk yang sudah ada sebelumnya agar dapat ditentukan komponen yang dibutuhkan dalam perancangan alat ini. Selain itu juga melakukan *brainstorming* dengan anggota kelompok untuk menambahkan fitur-fitur yang belum ada dari produk yang sudah beredar. Kemudian dibuatlah skematik dan *layout* PCB alat ini lalu simulasi rangkaian skematiknya.

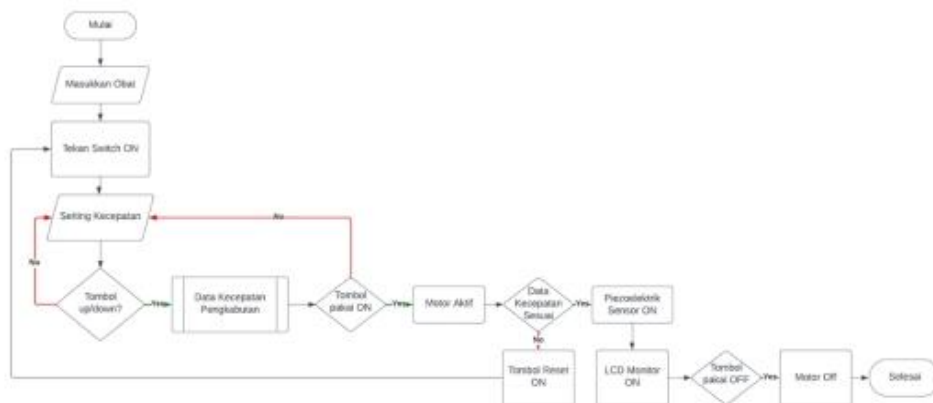
2. Program

Pada bagian ini dilakukan pengerjaan proyek berupa program dari desain skematis yang telah dibuat. Program yang dibuat menyesuaikan dengan skematik komponen beserta fitur atau output aspek kegunaan yang diharapkan.

3. Desain Mekanis dan 3D Proyek

Pada bagian ini dilakukan riset mengenai *part-part* apa saja yang terdapat pada alat dan ukuran alat beserta letak daripada komponen yang menjadi fitur unggulan.

Sistem Kerja



Gambar Sistem Kerja

Keterangan:

- Untuk kerja sistem alat yang kami buat pada proyek ini yaitu dimulai dengan menyalakan switch ON atau tombol power.
- Kemudian melakukan setting kecepatan nebulizing pada *speed controller project* kemudian menekan use button atau tombol pakai.
- Apabila terjadi ketidaksesuaian antara *setting* kecepatan dan hasil nebulizing maka dapat menekan *reset button* pada bagian belakang alat. Namun apabila sesuai dapat melanjutkan proses nebulizing.
- Apabila proses nebulizing telah selesai maka motor alat akan off dan dapat men-*setting* kecepatan kembali apabila akan melakukan nebulizing kembali.

Inovasi

Kebaharuan teknologi yang dimiliki oleh produk yang tim kembangkan yaitu:

- Desain Produk

Kami menghadirkan inovasi produk yang revolusioner dengan desain *portable* dan praktis sehingga mudah dibawa ke mana-mana oleh pengguna.

- **Fitur Produk**

Kami menghadirkan inovasi produk dalam fitur sudah pengisian baterai tidak perlu *overhaul* namun proses *charging* dapat dilakukan menggunakan kabel USB sehingga lebih awet. Disamping itu, kemampuan nebulizer dapat disesuaikan kecepatan nebulasinya sesuai kebutuhan pengguna yang nantinya tertampil pada LCD Nebulizer.

- **Efisien Dalam Penggunaan**

Kami menghadirkan inovasi produk dalam pengukuran lebih efisien dan nyaman oleh pengguna karena sudah dilengkapi dengan sensor pemantauan volume obat yang tersisa serta monitoring berupa informasi daya baterai.

- **Harga Produk Terjangkau**

Kami menjual produk dalam harga terjangkau dibandingkan produk lainnya dan produk kami sudah dilengkapi dengan fitur dan sensor yang tertampil pada LCD dan dapat mengubah kecepatan nebulasi bisa menjadi keunggulan dalam penjualan lebih laku terjual.

Komponen

Dalam perancangan produk ini, digunakan beberapa komponen sebagai berikut:

Tabel Daftar Komponen

No	Komponen	Fungsi
1	Arduino Nano	Sebagai mikrokontroler untuk pengendali utama alat
2	Adapator 12 V	Mengubah tegangan AC ke tegangan DC
3	LCD I2C PCF8574	Sebagai output untuk menampilkan data-data
4	Motor Blower	Sebagai penggerak proses nebulasi
5	Piezoelectric	Mengubah zat cair (obat) menjadi gas uap nebulasi
6	Water Level	Mengetahui level ketinggian zat cair (obat)
7	Baterai Li-ion	Sebagai <i>power supply</i> perangkat
8	Button	Sebagai perangkat <i>switch</i> komponen
9	Resistor 1.2k Ohm, 10k Ohm dan 1k Ohm	Sebagai komponen alat
10	Modul Charger	Melakukan pengisian ulang pada baterai
11	Step Up 12 V	Menaikkan tegangan normal
12	Masker	Sebagai perangkat nebulasi

Alat dan Perangkat

- **Hardware**

Perangkat yang digunakan untuk bagian *hardware* dalam mengerjakan proyek ini adalah dengan spesifikasi prosesor intel i5-3470, RAM 8GB, HDD 1TB, dan VGA GTX 960. B. Selama pengerjaan, spesifikasi tersebut sudah mencukupi untuk melakukan pemrograman pada perangkat.

- **Elektrikal**

Perangkat yang digunakan untuk bagian elektrikal dalam mengerjakan proyek ini adalah dengan spesifikasi prosesor intel i5-3470, RAM 8GB, HDD 1TB, dan VGA GTX 960. B. Selama pengerjaan, spesifikasi tersebut sudah mencukupi untuk melakukan desain rangkaian elektronik dan *layout* PCB.

- *Code Programmer*

Perangkat yang digunakan untuk bagian *software* dalam mengerjakan proyek ini adalah dengan spesifikasi prosesor AMD Ryzen 5, RAM 8GB, SSD 512GB. Selama pengerjaan, spesifikasi tersebut sudah mencukupi untuk melakukan pemrograman dan membuat code program.

- 3D Design

Perangkat yang digunakan untuk bagian 3D desain dalam mengerjakan proyek ini adalah dengan spesifikasi prosesor intel i5-11400H, RAM 8GB, SSD 512GB, dan VGA RTX 3050. Selama pengerjaan, spesifikasi tersebut sudah mencukupi untuk melakukan desain 3d perangkat.

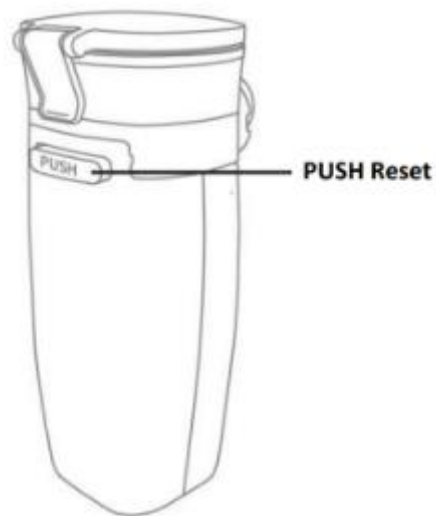
Design

- Mekanikal

Pada proses desain 3D produk Nebulizer Portable menggunakan *AutoCAD*. Desain ini sangat ergonomis sehingga mudah dibawa ke mana – mana. Pada Nebulizer ini terdapat fitur untuk mengatur kecepatan nebulasi dan juga tombol emergency/reset ketika terjadi ketidaknormalan fungsi alat.



Gambar Desain Alat Tampak Depan



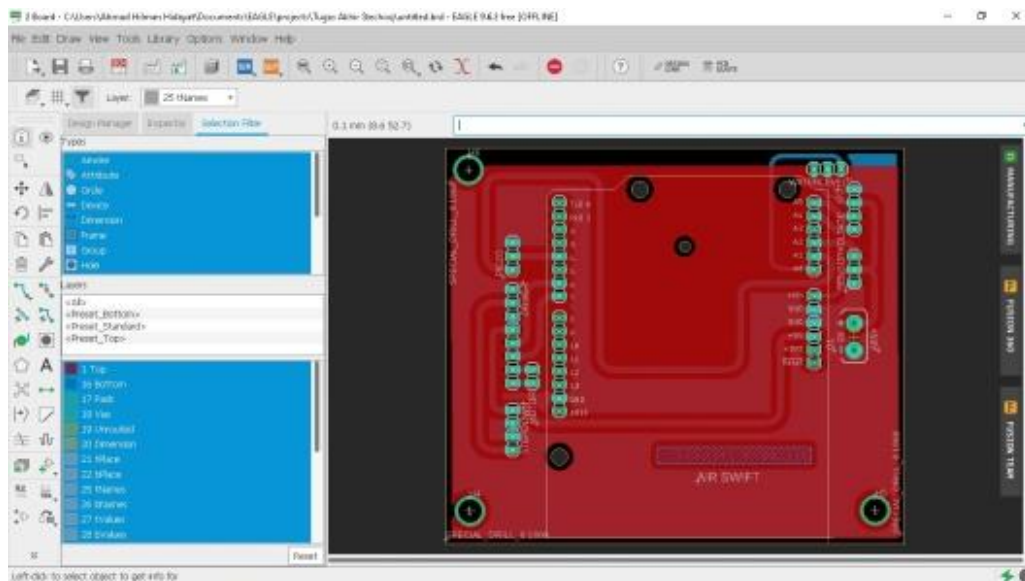
Gambar Desain Alat Tampak Belakang



Gambar Desain Nebulizer Portable AirSwift

- Skematik dan PCB

Berikut merupakan desain skematik dan PCB dari rancangan alat yang dibuat:

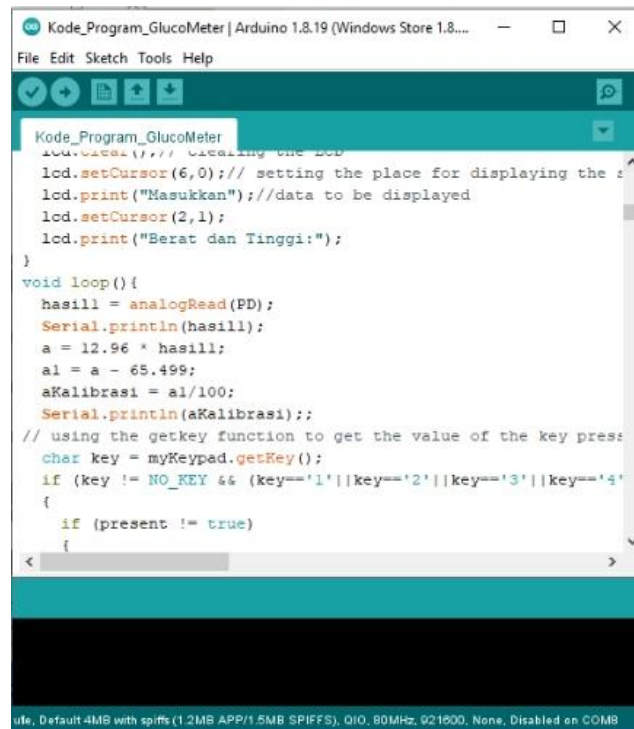


Gambar Rangkaian PCB Nebulizer

PCB (Printed Circuit Board) pada nebulizer portable berfungsi sebagai pusat pengendalian dan distribusi sinyal elektronik untuk mengoperasikan nebulizer dengan efisien. Komponen inti dari PCB adalah mikrokontroler yang mengontrol operasi keseluruhan nebulizer, menerima masukan dari pengguna melalui keypad atau sensor, dan mengirimkan perintah ke komponen lain untuk menghasilkan nebulisasi. Selain mikrokontroler, PCB dilengkapi dengan driver motor yang menggerakkan komponen seperti pompa nebulizer berdasarkan sinyal dari mikrokontroler. Sensor suhu atau tekanan mungkin juga ditempatkan pada PCB untuk memantau kondisi operasional dan memastikan kinerja optimal. Keypad atau antarmuka pengguna memfasilitasi pengaturan seperti durasi nebulisasi atau tingkat aliran, sementara komponen pendukung lain seperti transistor, resistor, dan kapasitor mendukung fungsi dan operasi nebulizer. PCB dirancang dengan rute jalur yang efisien dan andal untuk menghubungkan semua komponen, dengan pertimbangan untuk mencegah interferensi antar jalur. Bagian dari PCB didedikasikan untuk mengatur dan mendistribusikan daya ke seluruh komponen, memastikan operasi yang stabil dan aman. Mengingat nebulizer portable dirancang untuk mobilitas, PCB dirancang dengan ukuran yang kompak namun tetap mempertahankan fungsionalitas penuh, memastikan portabilitas dan kemudahan penggunaan. Dengan desain dan fungsi yang tepat, PCB nebulizer portable memastikan nebulizer bekerja dengan efisien, handal, dan aman untuk digunakan di berbagai kondisi dan lingkungan.

Program (Software)

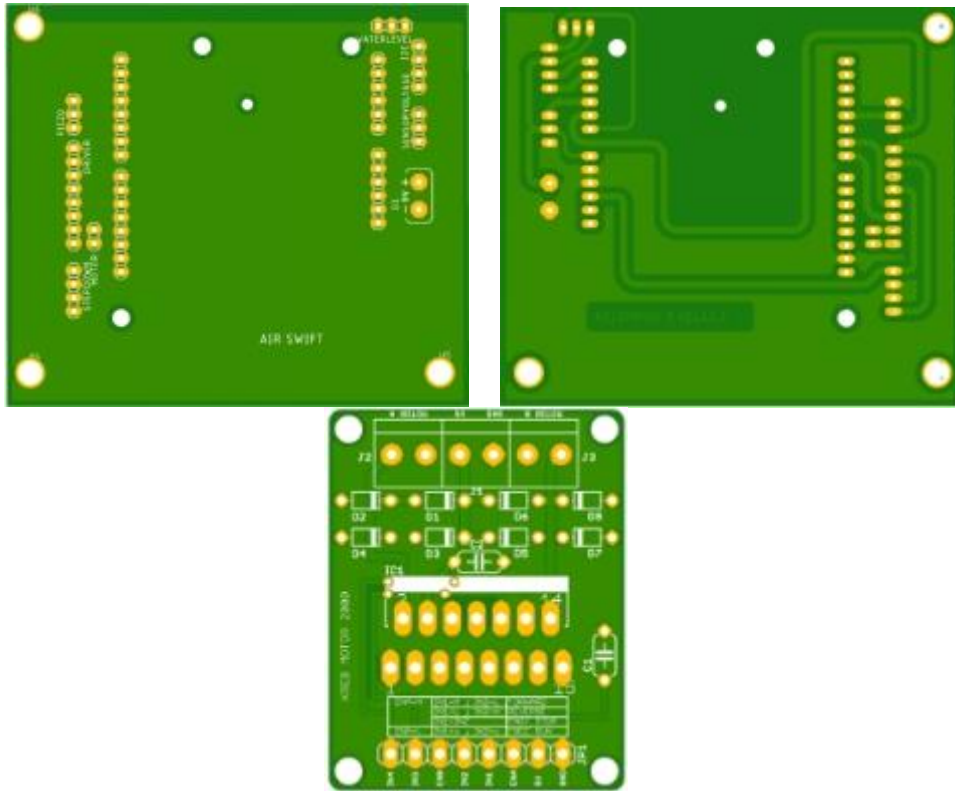
Berikut ini adalah gambaran umum dari tampilan program atau *software* yang di mana ditunjukkan oleh Gambar dibawah.



```
Kode_Program_Glucometer | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8... - □ ×
File Edit Sketch Tools Help
Kode_Program_Glucometer
lcd.setCursor(6,0); // setting the place for displaying the s
lcd.print("Masukkan");//data to be displayed
lcd.setCursor(2,1);
lcd.print("Berat dan Tinggi:");
}
void loop() {
  hasil1 = analogRead(PD);
  Serial.println(hasil1);
  a = 12.96 * hasil1;
  a1 = a - 65.499;
  aKalibrasi = a1/100;
  Serial.println(aKalibrasi);
  // using the getKey function to get the value of the key pres
  char key = myKeypad.getKey();
  if (key != NO_KEY && (key=='1' || key=='2' || key=='3' || key=='4'
  {
    if (present != true)
    {
```

Gambar Arduino IDE

Digunakan Arduino IDE dalam penulisan programnya yang menggunakan Bahasa Arduino yang sangat mirip dengan Bahasa C++. Untuk mikrokontroler menggunakan ESP32 dimana mikrokontroler ini memiliki 25 GPIO pin. Mikrokontroler ini memerlukan tegangan 5V baterai atau hanya dengan menghubungkannya ke komputer dengan universal serial bus (USB).



Gambar Desain PCB Nebulizer AirSwift

Rancangan Anggaran Biaya Riset

Tabel RAB Produksi dan Harga Jual

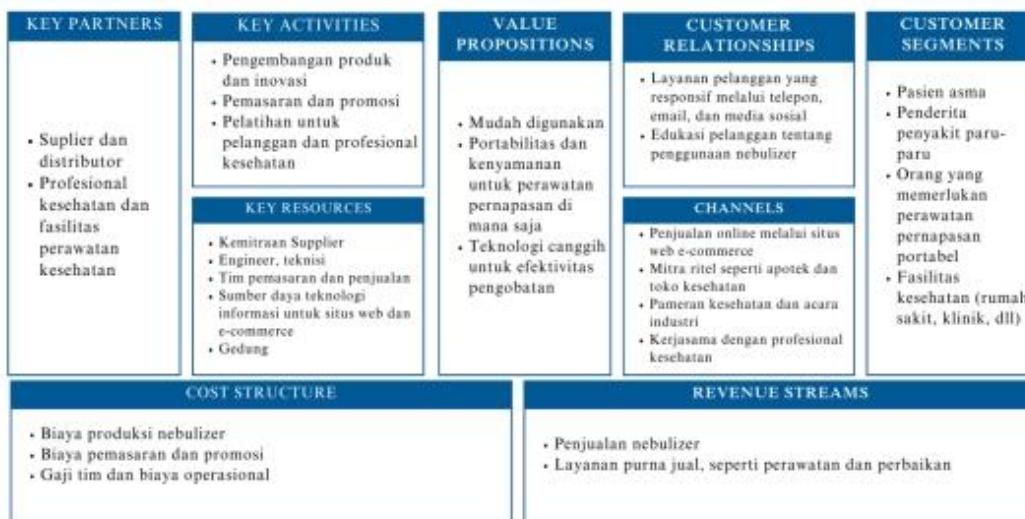
OPERASIONAL (TARGET PRODUKSI 75 UNIT)				
ITEM	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN	TOTAL
Gaji Tenaga Ahli	Orang/Bulan	3	Rp 2.000.000	Rp 6.000.000
Gaji Staf Administrasi dan Pemasaran	Orang/Bulan	2	Rp 2.000.000	Rp 4.000.000
Perawatan dan Perbaikan Alat / Mesin	Bulan	1	Rp 250.000	Rp 250.000
Sewa Kantor	Bulan	1	Rp 1.500.000	Rp 1.500.000
Internet	Bulan	1	Rp 300.000	Rp 300.000
Listrik	Bulan	1	Rp 350.000	Rp 350.000
Air	Bulan	1	Rp 300.000	Rp 300.000
TOTAL				Rp 12.700.000
TOTAL BIAYA PRODUKSI : 12.700.000 + 416.500 = 13.116.500				
TOTAL BIAYA VARIABEL PER UNIT = 416.500				
BEP (DALAM UNIT) = BIAYA TETAP/(HARGA JUAL PER UNIT-BIAYA VARIABEL PER UNIT)				
Harga jual perunit (dengan margin keuntungan 40%) : 695.000		BEP (DALAM UNIT) = 13.116.500 / (695.000-416.000) = 47,01		

Rancangan Anggaran Biaya Produk

Tabel RAB Produk

BAHAN (Per Unit)						
ITEM / KOMPONEN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN	TOTAL		
Arduino Nano/Uno	Unit	1	Rp 55.000	Rp	55.000	
Adaptor 12V	Unit	1	Rp 25.000	Rp	25.000	
LCD dan I2C PCF8574	Unit	1	Rp 30.000	Rp	30.000	
Motor Blower	Unit	1	Rp 17.000	Rp	17.000	
Piezoelektrik	Unit	1	Rp 40.000	Rp	40.000	
Driver Blower L29D	Unit	1	Rp 20.000	Rp	20.000	
Water Level	Unit	1	Rp 25.000	Rp	25.000	
Baterai Litium 630 mAh 3,7V	Unit	1	Rp 40.000	Rp	40.000	
Push Button	Unit	3	Rp 4.500	Rp	13.500	
Resistor 1,2k Ohm	Unit	1	Rp 2.000	Rp	2.000	
Resistor 10k Ohm	Unit	1	Rp 2.000	Rp	2.000	
Resistor 1k Ohm	Unit	3	Rp 2.000	Rp	6.000	
Jack DC	Unit	3	Rp 2.000	Rp	6.000	
Pin header	Unit	5	Rp 4.000	Rp	20.000	
Step down 5V	Unit	1	Rp 25.000	Rp	25.000	
Akrilik	Unit	1	Rp 15.000	Rp	15.000	
Masker	Unit	1	Rp 60.000	Rp	60.000	
Kabel	Unit	1	Rp 15.000	Rp	15.000	
TOTAL					Rp	416.500

Bisnis Model Canvas



Gambar Bisnis Model Canvas Nebulizer Portable

Pada proyek penelitian yang dirancang, didapatkan bisnis model *canvas* seperti pada gambar. Analisa ini didapatkan dari beberapa referensi data yang tersedia di internet dan hasil dari riset yang telah dilakukan oleh peneliti.

Product Novelty

Dalam perencanaan penelitian beberapa *product novelty* yang dimiliki oleh penelitian yang tim kembangkan yaitu:

- *Portable*
Nebulizer yang dirancang memiliki desain yang ringan dan kecil sehingga praktis untuk dibawa.
- *Customizable Nebulation Rate*

Nebulizer yang dirancang memiliki kemampuan untuk mengubah kecepatan atau laju proses nebulasi yang dapat disesuaikan dengan preferensi atau kebutuhan pengguna.

- *Volume of Mediacion*

Volume obat yang tersisa dalam wadah nebulizer dapat dipantau melalui layar LCD yang terdapat pada nebulizer.

- *Monitoring Battery*

Informasi mengenai sisa daya baterai dapat dilihat melalui layar LCD yang terdapat pada nebulizer.

- *USB Rechargeable*

Pengisian baterai dapat menggunakan kabel USB tipe C

SWOT Analysis

Tabel Analisis SWOT

Strong	Weakness
Portabilitas	Brand baru dalam dunia medis
Desain minimalis	Harga yang tinggi
Memiliki fitur yang terbaru	Ketergantungan pada baterai
Opportunities	Threats
Kemitraan dengan rumah sakit dan apotek	Persaingan ketat dengan beberapa brand besar seperti Omron, Philips, dan Onemed
Pemasaran online	

Matrix Competitor

Table Matrix Competitor

Competitor	AirSwift	Onemed	Omron
Fitur	✓	-	-
Portabilitas	✓	✓	✓
Harga terjangkau	-	✓	-
Fleksibilitas Baterai	✓	-	-

Pada pembuatan proyek penelitian, tim menganalisis terdapat 2 produk lain yang dapat dijadikan perbandingan dalam persiapan penjualan produk yang dihasilkan dari penelitian.

1. Onemed M102 Mesh Nebulizer



Gambar Onemed M102 Mesh Nebulizer

Onemed M102 Mesh Nebulizer ini merupakan nebulizer portable dengan suara yang sunyi dan desain kecil serta kompak sehingga mudah dibawa kemana-mana. Nebulizer ini dapat menghasilkan ukuran partikel nebulasi yang kecil. Dilengkapi juga dengan masker dewasa dan anak. Harga jual rata-rata dari alat ini Rp379.000.

2. Nebulizer Omron NE-U100



Gambar Nebulizer Omron NE-U100

Nebulizer Omron NE-U100 memberikan kenyamanan dengan ukuran yang kecil dan ringan, hening, dan nebulasi secara efektif bisa dilakukan dalam posisi apapun. Alat ini memiliki berat sekitar 500 gram dan bergaransi 2 tahun dengan garansi resmi Omron Indonesia. Nebulizer ini dijual dengan rata-rata harga Rp2.710.000.

6.1. Market Sizing



Gambar Diagram *Market Sizing*

Total Addressable Market adalah ukuran atau estimasi dari seluruh potensi pasar yang dapat dicapai oleh produk atau layanan tertentu. Target market dari Nebulizer Portable yang kami kembangkan adalah orang penderita gangguan pernapasan, rumah sakit, dan pengguna layanan home care. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik pada tahun 2023, jumlah penduduk Indonesia sebanyak 278,8 juta jiwa.

Serviceable Available Market merupakan segmen pasar yang dapat dilayani atau dijangkau oleh suatu produk atau layanan. Segmen pasar untuk Nebulizer Portable yang kami kembangkan, yaitu penderita gangguan pernapasan di Indonesia dengan jumlah 200 ribu jiwa dan diperkirakan akan terus meningkat setiap tahunnya.

Serviceable Obtainable Market merupakan target pasar yang dapat dicapai secara realistis dalam jangka pendek. SOM untuk Nebulizer Portable ini adalah 300. Angka tersebut merupakan target penjualan produk ke target konsumen yang membutuhkan Nebulizer Portable perbulannya.

Milestone and Traction

➤ *Research and Development*

Research and Development untuk merancang Nebulizer Portable yang efektif dan mudah digunakan sudah terselesaikan hingga dibuatnya laporan akhir.

➤ *Introduction*

Pada tahap *introduction* ini kami akan meluncurkan produk dan mengenalkannya ke masyarakat yang membutuhkan produk Nebulizer Portable. Kami juga akan melakukan penjualan produk sesuai dengan rencana bisnis yang telah direncanakan.

➤ *Growth*

Pada tahap *Growth* ini, kami akan berencana kerja sama dengan *market place*, distributor alat kesehatan, fasilitas kesehatan, apotek, dokter, dan ahli paru-paru. Selain itu, kami akan melakukan evaluasi produk untuk meningkatkan produk dan layanan yang kami berikan kepada konsumen.

Market and Customer Acquisition

Terdapat beberapa tahap untuk mendapatkan pelanggan yang kami rencanakan. Tahap tersebut adalah *acquisition, consideration, conversion, retention*.

1. *Acquisition*

Tahap *acquisition* ini merupakan tahap untuk menarik dan mendapatkan pelanggan yang baru. Di tahap ini kami akan memberikan jaminan garansi selama 1 tahun untuk komponen elektrik maupun fisik yang bukan diakibatkan oleh pengguna. Dengan langkah tersebut, diharapkan semakin banyak pelanggan yang membeli produk kami. Selain itu, kami akan meluncurkan produk melalui iklan digital di berbagai sosial media sehingga lebih mudah diketahui oleh masyarakat.

2. *Consideration*

Tahap *consideration* ini merupakan tahap di mana calon pelanggan mulai mempertimbangkan dan mengevaluasi produk sebagai pilihan mereka. Ditahap ini kami akan menawarkan produk ke calon konsumen secara langsung, mendemonstrasikannya untuk bisa menjelaskan kelebihan dari produk yang kami kembangkan, dan mengadakan pelatihan untuk pelanggan dan profesional kesehatan mengenai cara penggunaan Nebulizer Portable.

3. *Conversion*

Tahap *conversion* ini merupakan tahap di mana prospek atau pelanggan potensial dikonversi menjadi pelanggan sebenarnya dengan melakukan pembelian atau mengadopsi produk. Ditahap ini kami akan membujuk dan meyakinkan calon konsumen agar membeli produk yang kami tawarkan.

4. *Retention*

Tahap *retention* ini merupakan tahap untuk mempertahankan pelanggan yang sudah ada dan memastikan mereka tetap setia dan terlibat dengan produk. Ditahap ini kami akan memberikan layanan perawatan dan perbaikan kepada konsumen dan menjaga kepuasan konsumen dengan menjamin kualitas produk.

Break Even Point

Tabel Biaya Variabel Per Unit

BAHAN (Per Unit)					
ITEM / KOMPONEN	SATJUAN	VOLUME	HARGA SATJUAN	TOTAL	
Arduino Nano/Uno	Unit	1	Rp 55.000	Rp	55.000
Adaptor 12V	Unit	1	Rp 25.000	Rp	25.000
LCD dan I2C PCF8574	Unit	1	Rp 30.000	Rp	30.000
Motor Blower	Unit	1	Rp 17.000	Rp	17.000
Piezoelektrik	Unit	1	Rp 40.000	Rp	40.000
Driver Blower L29D	Unit	1	Rp 20.000	Rp	20.000
Water Level	Unit	1	Rp 25.000	Rp	25.000
Baterai Litium 630 mAh 3,7V	Unit	1	Rp 40.000	Rp	40.000
Push Button	Unit	3	Rp 4.500	Rp	13.500
Resistor 1,2k Ohm	Unit	1	Rp 2.000	Rp	2.000
Resistor 10k Ohm	Unit	1	Rp 2.000	Rp	2.000
Resistor 1k Ohm	Unit	3	Rp 2.000	Rp	6.000
Jack DC	Unit	3	Rp 2.000	Rp	6.000
Pin header	Unit	5	Rp 4.000	Rp	20.000
Step down 5V	Unit	1	Rp 25.000	Rp	25.000
Akrilik	Unit	1	Rp 15.000	Rp	15.000
Masker	Unit	1	Rp 60.000	Rp	60.000
Kabel	Unit	1	Rp 15.000	Rp	15.000
TOTAL				Rp	416.500

Tabel Biaya operasional

OPERASIONAL (TARGET PRODUKSI 75 UNIT)				
ITEM	SATJUAN	KUANTITAS	HARGA SATJUAN	TOTAL
Gaji Tenaga Ahli	Orang/Bulan	3	Rp 2.000.000	Rp 6.000.000
Gaji Staf Administrasi dan Pemasaran	Orang/Bulan	2	Rp 2.000.000	Rp 4.000.000
Perawatan dan Perbaikan Alat / Mesin	Bulan	1	Rp 250.000	Rp 250.000
Sewa Kantor	Bulan	1	Rp 1.500.000	Rp 1.500.000
Internet	Bulan	1	Rp 300.000	Rp 300.000
Listrik	Bulan	1	Rp 350.000	Rp 350.000
Air	Bulan	1	Rp 300.000	Rp 300.000
TOTAL				Rp 12.700.000

➤ **Harga Jual**

Dengan menggunakan margin keuntungan 40%, diperoleh harga jual sebesar Rp695.000.

➤ **BEP Unit**

$BEP = \text{Total biaya tetap} / (\text{harga jual per unit produk} - \text{biaya variabel setiap unit produk})$

Dengan menggunakan rumus tersebut, diperoleh BEP unit sebesar 47,01 unit

➤ **BEP Rupiah**

$BEP = (\text{Total biaya tetap} / (\text{harga jual per unit} - \text{biaya variabel per unit})) \times \text{harga jual per unit}$

Dengan menggunakan rumus tersebut, diperoleh BEP rupiah sebesar Rp16.366.

CONCLUSION

Proyek yang berjudul Pengembangan dan Evaluasi *Nebulizer Portable* untuk Pengiriman Obat Respirasi yang Efisien di Rumah menggunakan Arduino Nano, dimana alat ini digunakan untuk terapi pernafasan dengan mengubah obat cair menjadi uap agar mudah dihirup ke dalam paru-paru. Metode yang dilakukan untuk Nebulisasi yaitu dengan memasukan obat cair pada wadah obat nebulizer dengan ditambahkan sedikit air, lalu pasang masker yang ada pada nebulizer ke pasien, lalu nyalakan alatnya, dengan otomatis cairan obat yang ada pada wadah akan disemprotkan kedalam masker dalam bentuk uap untuk dihirup oleh pasien.

dalam perancangannya kami juga menghitung Rencana Anggaran Biaya dan juga menghitung *Break Even Point* (BEP). Dan kita mendapatkan harga alat di angka Rp.695.000, yang dimana harga tersebut masih lebih murah dibandingkan dengan *Nebulizer Portable* yang sudah ada dipasaran.

CONFLICT OF INTEREST

Berkaitan dengan penelitian, penulisan, dan publikasi makalah ini, penulis dengan ini menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan yang potensial dilaporkan.

ACKNOWLEDGEMENT

Pada kesempatan ini, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan dan dukungan dalam penyusunan ini, terutama kepada orang tua, keluarga, Mas Alfirdaus Zaharda (pembimbing lapangan), seluruh mentor dari setiap divisi yang memberikan dorongan, semangat, bimbingan, dan saran selama kegiatan Studi Independen, serta teman-teman dan rekan-rekan seperjuangan yang memberikan dukungan dari awal hingga selesai. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak lain yang turut mendukung kami dalam proyek ini.

REFERENCES

- A. Azizahwati, M. Rahmad, and F. Hidayat, "Development of a Circular Motion Experimental Device Using an Arduino Uno Microcontroller," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1655, no. 1, pp. 15–17, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1655/1/012154.
- I. Dirja, M. A. Jihan, P. T. Mesin, and I. Pendahuluan, "Rancang Bangun Pemanas Air (Heater) Dengan Menggunakan Baterai Berbasis Arduino Pro Mini," *Infomatek*, vol. 21, no. 2, pp. 91–96, 2019, doi: 10.23969/infomatek.v21i2.1981.
- Li, L., & Qian, X. (2020). A Review on Nebulized Drug Delivery System. *Journal of Healthcare Engineering*, 2020, 1-10.
- Paudel, K. R., Khadka, A., Gupta, R., & Shakya, S. (2019). Portable Nebulizer: An Important Adjuvant in Management of Acute Severe Asthma. *Journal of Institute of Medicine*, 41(2), 88-93.
- Singh, D., & Ghimire, S. (2019). Arduino Nano Based Nebulizer for Remote Healthcare Applications. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 8(10), 38-42.
- Dixit, P., Hora, M. S., & Shukla, A. K. (2018). Design of an Automated Electronic Asthma Inhaler for Remote Health Care. *Journal of Pharmaceutical Innovation*, 13(3), 254-261.
- Anwar, M. S., Khurshid, M. A., & Majid, A. (2014). Embedded Web Server Design Using Proteus VSM, Arduino Ethernet Shield, and Arduino Mega 2560 R3. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 10(6), 1-11.
- Panda, P., & Sahoo, A. (2018). Real-Time Weather Monitoring and Logging System Using Arduino and Eagle. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 7(5S4), 9-13.

- Patil, P., Kulkarni, S., Yadav, S., Patil, S., & Pawar, R. (2017). Portable Nebulizer. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(5), 605-608.
- Chowdhury, M. S. H., Ahmed, M. M., Rahman, M. M., & Akhter, N. (2021). Design and Development of a Low-Cost Electronic Nebulizer. *International Journal of Science and Engineering Applications (IJSEA)*, 10(3), 80-85.
- Asad, M. N., Asif, M. A., Iqbal, J., & Noor, S. (2018). Real-Time Health Monitoring System Using Arduino with MATLAB Interface. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, 9(9), 22-26
- World Health Organization. (2018). Ambient Air Pollution: Health Impacts. Diakses dari [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)