

**SKRIPSI**

**SMART VENTILATOR HUMIDIFIER UNTUK PERAWATAN  
KESEHATAN PERNAPASAN BERBASIS IOT**

**Disusun dan diajukan oleh :**

**M. ALI SHARIATY NUR  
D041 18 1350**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**SMART VENTILATOR HUMIDIFIER UNTUK PERAWATAN  
KESEHATAN PERNAPASAN BERBASIS IOT**

Disusun dan diajukan oleh:

**M ALI SHARIATY NUR**

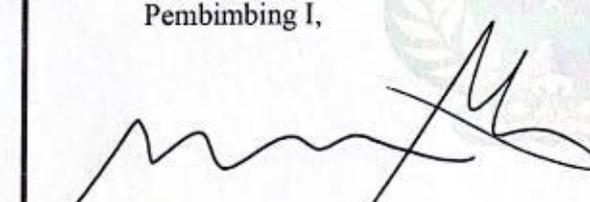
**D041 18 1350**

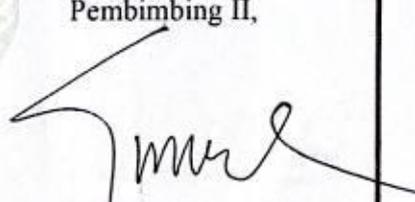
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada Tanggal 2 Agustus 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing I,

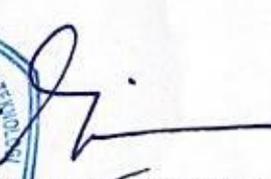
Pembimbing II,

  
Elyas Palantei, ST., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 19690201 199412 1 001

  
Ir. Samuel Panggalo, M.T.  
NIP. 19620304 198811 1 001

Ketua Program Studi,



  
Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T., IPM.  
NIP. 19691026 199412 2 001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : M Ali Shariaty Nur  
NIM : D041181350  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

### SISTEM PENGAMAN RUANG MELALUI PENGENALAN WAJAH MENGUNAKAN METODE SINGLE SHOT DETECTOR (SSD)

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitnya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklasifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 1 Agustus 2024

Yang Menyatakan



  
M Ali Shariaty Nur

## ABSTRAK

**M. ALI SHARIATY NUR.** Smart Ventilator Humidifier for Respiratory Health Based IOT (dibimbing oleh Elyas Palantei, S.T., M.Eng., Ph.D. dan Ir. Samuel Panggalo, M.T.)

Polusi udara juga menjadi sebuah masalah lingkungan yang berdampak pada kesehatan manusia dengan prevalensi (jumlah kasus) tinggi yang menyerang sistem respirasi manusia. Sementara di Indonesia dari 10 penyakit dengan kasus terbanyak per 100.000 penduduk, 4 di antaranya merupakan penyakit respirasi. Untuk mencegah dan membantu penanganan terkait masalah tersebut diperlukannya sebuah alat berupa ventilator pernapasan ataupun humidifier yang membantu dalam penanganan system pernapasan. Ventilator merupakan sebuah mesin yang digunakan untuk membantu atau menunjang pernapasan manusia. Ventilator digunakan untuk mendukung fungsi ventilasi dan memperbaiki oksigenisasi berupa tekanan udara. Fungsi utama ventilator humidifier adalah untuk mencegah terjadinya kekeringan pada saluran pernapasan pasien yang dapat terjadi akibat aliran udara yang kering dari ventilator. Ventilator pada umumnya digunakan dalam pengobatan perawatan intensif, perawatan di rumah, dan pengobatan darurat (sebagai unit mandiri). tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat suatu *prototype* smart ventilator humidifier yang dapat mengatur dan memonitoring kinerja alat agar menghasilkan nilai keluaran berupa suhu rentang 30°C-37°C dan tekanan udara rentang 10-30 CmH<sub>2</sub>O yang sesuai untuk di uji cobakan. Ventilator ini memiliki prinsip kerja dengan menggunakan 2 microcontoroller sebagai alat komunikasi yaitu ESP32 dan Arduino Uno. Sedangkan, sensor yang digunakan sebagai pembaca hasil data yaitu MPX5700DP (tekanan) dan LM35 (suhu). Sementara relay berfungsi sebagai saklar yang mengatur keadaan (menyala/tidak) elemen heater dan aerator udara. Elemen heater berfungsi untuk memanaskan air dalam tabung, sedangkan aerator udara berupa pemompa tekanan udara yang berfungsi menyokong tekanan udara tambahan agar dapat memenuhi tekanan yang diinginkan. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini yaitu ventilator dapat menghasilkan suhu hingga 37°C dalam waktu 3 menit dan tekanan 18-20 CmH<sub>2</sub>O.

**Kata kunci :** *Pernapasan, Ventilator, Arduino Uno, Tekanan, Suhu*

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Tuhan YME atas segala rahmat dan karunia-NYA, sehingga peneliti dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir atau skripsi yang berjudul “Smart Ventilator Humidifier for Respiratory Health Based IOT”. Tugas Akhir ini ditulis dalam rangka memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro di Universitas Hasanuddin. Peneliti menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dari skripsi ini maka dari itu semua kritik dan saran sangat bermanfaat untuk penulis kedepannya.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini dapat diselesaikan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis berterimakasih kepada semua pihak yang secara langsung dan tidak langsung memberikan kontribusi dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Secara khusus pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, serta keluarga besar penulis yang terus memberikan dukungan dari berbagai aspek dan doa.
2. Bapak Elyas Palantei, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku pembimbing 1 dan Bapak Ir. Samuel Panggalo, M.T. yang senantiasa memberikan bimbingan, saran, dukungan, motivasi dan menjadi orang tua kedua bagi penulis selama berkuliah maupun dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Eng. Wardi, ST., M.Eng. selaku penguji 1 dan Ibu Dr. Eng. Ir. Dewiani, MT. selaku penguji 2 yang telah memberikan berbagai kritik dan saran dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak/Ibu dosen dan staff Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang senantiasa memberikan ilmu yang sangat bermanfaat dan membantu kelancaran proses penyusunan tugas akhir atau skripsi ini
5. Teman-teman CAL18RATOR atas perjalanan penuh makna mulai dari awal memijakkan kaki di Fakultas Teknik Gowa sampai keluar dengan cerita masing-masing.

6. Teman-teman cewe saya terkhusus Yuyun yang telah membantu saya dalam proses administrasi dan hal lainnya.
7. Adik-adik saya dikampus, TR19GER, PROCE20R dan POLA21ZER yang telah mewarnai kehidupan kampus saya.

Akhir kata peneliti menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam kelancaran penelitian ini, peneliti juga berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis, kitasemua dan dunia Pendidikan.

Gowa, 25 Mei 2024

M. Ali Shariaty Nur

## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Sistem Pernapasan .....	6
2.2 Anatomi Dan Fisiologi Pernapasan Manusia.....	6
2.2.1 Rongga Hidung .....	6
2.2.2 Faring atau tekak.....	7
2.2.3 Laring .....	7
2.2.4 Batang tenggorok (trakea).....	7
2.2.5 Cabang tenggorok ( bronkus ).....	7
2.2.6 Paru – Paru .....	7
2.3 Ventilator Humadifier .....	8
2.4 ESP32.....	8
2.5 Arduino Uno .....	9
2.6 Element Heater.....	10
2.7 LM35.....	11
2.8 Ultrasonik Mist Maker .....	12
2.9 MPX5700DP .....	12
2.10 Arduino IDE.....	13
2.11 Visual Studio Codes.....	14
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>15</b>
3.1 Desain Penelitian .....	15
3.2 Spesifikasi Rancangan .....	16

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian.....	18
3.4 Diagram Blok.....	18
3.5 Prinsip Kerja Alat .....	21
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>22</b>
4.1 Pembuatan Alat .....	22
4.2 Tampilan Alat Yang Dibuat.....	23
4.3 Pengujian Alat.....	24
4.3.1 Pengujian Kenaikan Suhu, Tekanan di Dalam Ventilator .....	24
4.3.1.1 Ventilator Diatur Pada Suhu Maksimal 40°C.....	24
4.3.1.2 Ventilator Diatur Pada Suhu Maksimal 100°C.....	34
4.3.2 Tampilan Pengujian Kerja Ventilator Pada Web.....	40
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>42</b>
5.1 Kesimpulan .....	42
5.2 Saran .....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>43</b>
Lampiran .....	45

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Spesifikasi LM35. ....	11
Tabel 2 Daftar Komponen.....	16
Tabel 3 Komponen-komponen alat.....	22
Tabel 4 Kondisi lingkungan pengujian 40°C.....	25
Tabel 5 Hasil pengujian pada suhu maksimal 40°C.....	25
Tabel 6 Kondisi lingkungan pengujian 100°C.....	35
Tabel 7 Hasil pengujian pada suhu maksimal 100°C.....	35

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. ESP32 .....	9
Gambar 2. Arduino Uno.....	10
Gambar 3. Element Heater .....	10
Gambar 4. LM35 .....	11
Gambar 5. Ultrasonik Mist Maker .....	12
Gambar 6. Datasheet dan spesifikasi MPX5700DP.....	13
Gambar 7. Platform Arduino IDE.....	13
Gambar 8. Visual Studio code .....	14
Gambar 9. Diagram blok dari Ventilator Humidifier.....	18
Gambar 10. Tabung Ventilator .....	23
Gambar 11. Hardware rangkaian .....	23
Gambar 12. Alur sistem .....	24
Gambar 13. Grafik data suhu maksimal 40°C .....	29
Gambar 14. Grafik data suhu maksimal 100°C .....	40
Gambar 15. Tampilan Web .....	41

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Menurut World Health Organization (WHO) penyakit tidak menular (PTM) merupakan penyakit yang bukan disebabkan oleh kuman atau virus akan tetapi penyakit ini menjadi penyebab utama kematian secara global. Peningkatan terbesar akan terjadi di negara-negara dengan tingkat ekonomi rendah dan menengah. Kematian akibat PTM diprediksikan akan terus meningkat hingga tahun 2030, berkisar 52 juta jiwa kematian per tahun. Sebanyak 36 juta atau lebih dari dua pertiga (70%) populasi dunia akan meninggal akibat PTM seperti kardiovaskular, stroke, penyakit paru obstruktif kronis (PPOK) dan kanker. Sementara untuk penyakit menular atau infeksi saluran diprediksikan akan menurun dari 18 juta jiwa menjadi 16,5 juta jiwa (Pusat Data dan Kementerian RI). (Safitri, Ariani Nur Rizkiya.2019)

Polusi udara juga menjadi sebuah masalah lingkungan yang berdampak pada kesehatan manusia dengan prevalensi (jumlah kasus) tinggi yang menyerang sistem respirasi manusia. Sementara di Indonesia dari 10 penyakit dengan kasus terbanyak per 100.000 penduduk, 4 di antaranya merupakan penyakit respirasi, antara lain PPOK 145 kejadian dengan 78,3 ribu kematian, kanker paru 18 kejadian dengan 28,6 ribu kematian, pneumonia 5.900 kejadian dengan 52,5 ribu kematian, dan asma 504 kejadian dengan 27,6 ribu kematian. Menteri Kesehatan RI Budi Gunadi Sadikin mengatakan pemerintah terus mendorong upaya promotif preventif untuk mencegah masyarakat mengalami dampak dari polusi udara. Ada 4 faktor resiko penyakit paru yang pertama adalah polusi udara, riwayat merokok, infeksi berulang dan genetik, dimana polusi udara menyumbang 15-30%. Ia juga mengatakan pemerintah dan masyarakat harus memahami terkait kualitas udara yang baik untuk kesehatan paru yang lebih baik. (<https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/polusi-udara-sebabkan-angka-penyakit-respirasi-tinggi/>)

Prevalensi (jumlah kasus) berdasarkan angka morbiditas (perbandingan yang sakit dan tidak) dan mortalitas (kematian) akibat penyakit pernafasan yang tinggi ini tidak diimbangi dengan pengetahuan dan kewaspadaan masyarakat, sehingga

yang terjadi adalah munculnya pola pikir dan asumsi bahwa gejala seperti batuk, maupun sesak nafas hanya penyakit ringan saja. Padahal, apabila gejala ini dibiarkan terus-menerus, efek yang ditimbulkan berlangsung dalam waktu yang cukup lama dan dapat menyebabkan komplikasi serta kematian. Untuk mencegah efek samping berkelanjutan dari penyakit pernafasan, diperlukan pendeteksian dini dan penanganan secara berkala. Kegiatan ini mendapat dukungan penuh dari Direktorat Pengendalian Penyakit Tidak Menular (PTM) dan P2PL Kementerian Kesehatan RI. Pemerintah juga mengeluarkan beberapa kebijakan terkait pemerataan dan kualitas peralatan deteksi pernafasan di beberapa fasilitas kesehatan di Indonesia berdasarkan PERMENKES RI Nomor 13 tahun 2022.

Untuk mencegah dan membantu penanganan terkait masalah tersebut diperlukannya sebuah alat berupa ventilator pernapasan ataupun humidifier yang membantu dalam penanganan system pernapasan. Ventilator adalah sebuah mesin yang digunakan untuk membantu atau menunjang pernapasan manusia. Ventilator digunakan untuk mendukung fungsi ventilasi dan memperbaiki oksigenisasi berupa tekanan udara. Ventilator pada umumnya digunakan dalam pengobatan perawatan intensif, perawatan di rumah, dan pengobatan darurat (sebagai unit mandiri). Sedangkan Humidifier adalah alat yang menambahkan molekul air ke gas. Sumber panas dan air diklasifikasikan sebagai aktif atau pasif berdasarkan keberadaan sumber panas dan air eksternal (pelembab aktif), atau penggunaan suhu dan hidrasi pasien sendiri untuk mencapai pelembab dalam napas berturut-turut (pelembab pasif). Pengaturan suhu biasa untuk humidifier yang dipanaskan saat ini adalah 37°C. serta ventilasi bertekanan udara 10-30 cmH<sub>2</sub>O ke pasien. Oleh karena itu, beberapa humidifier dilengkapi dengan sistem kompensasi otomatis, yang mengubah suhu reservoir air.

Namun pada pelaksanaannya, alat deteksi pernapasan yang ada di sarana pelayanan kesehatan masih sangat konvensional. Dimensinya yang cukup besar, bobot yang cukup berat dan statis membuat perangkat ini sulit untuk dipindahkan dan dibawa untuk keperluan pemeriksaan. Proses diagnosa yang dilakukan pun membutuhkan biaya yang mahal. Oleh karena itu saya ingin membuat ventilator humidifier yang bekerja secara otomatis menggunakan microcontroller, Dimana pada pengaplikasiannya, ventilator beroperasi sesuai skema yang telah diatur pada

microcontroller agar alat dapat bekerja otomatis serta terintegrasi pada jaringan internet. Sedangkan hasil data yang diperoleh berupa suhu dan tekanan dapat ditampilkan pada web dan LCD 2004.

Berangkat dari latar belakang ini. Maka, penulis melihat peluang untuk meneliti dan mendesain prototype "**Smart Ventilator Humidifier untuk Perawatan Kesehatan Pernapasan Berbasis IoT**". Prototype ini juga diharapkan dapat dikembangkan untuk skala industri Kesehatan. Terutama pada proses interaksi alat tersebut dengan user, sehingga mudah dioperasikan oleh tenaga medis maupun non medis sebagai penanganan kesehatan rumah tangga.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada tugas akhir ini yang perlu diselesaikan yaitu :

1. Penggunaan *prototype* smart ventilator humidifier dapat menghasilkan suhu rentang 30 - 37°C dan tekanan 10 - 30 cmH<sub>2</sub>O.
2. Dapat mengatur dan memonitoring kinerja *prototype* smart ventilator humidifier dengan menampilkan pada web.
3. *prototype* smart ventilator humidifier dapat di implementasikan untuk kesehatan system pernapasan.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan diatas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat suatu *prototype* smart ventilator humidifier yang dapat mengatur dan memonitoring kinerja alat agar menghasilkan nilai keluaran berupa suhu rentang 30°C-37°C dan tekanan udara rentang 10-30 CmH<sub>2</sub>O yang sesuai untuk di uji cobakan.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi beberapa pihak. Adapun manfaat penelitian ini dapat di bedakan sebagai berikut :

1. Manfaat Teoritis
  - a. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam perkembangan Internet of Things (IoT) dan Biomedis.

- b. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan acuan bagi penelitian serupa di masa yang akan datang.
2. Keunggulan Praktis
    - a. Bagi mahasiswa

Diharapkan dapat menjadi sumber informasi untuk memperluas pengetahuan tentang IoT serta biomedis.
    - b. Bagi peneliti dan pembaca

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan dan pengalaman mengenai pemanfaatan IoT dalam alat Kesehatan.
    - c. Bagi masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi perkembangan teknologi Kesehatan berbasis IoT.

## 1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan-batasan dalam penelitian ini adalah:

1. Kinerja dari *prototype* smart ventilator humidifier.
2. Pengukuran pada alat, hanya pada suhu dan tekanannya.
3. Keadaan alat yang ditampilkan pada LCD dan Web.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran singkat mengenai isi tulisan secara keseluruhan, maka akan diuraikan beberapa tahapan dari penulisan secara sistematis, yaitu:

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Pada bab ini membahas terkait bagaimana latar belakang penelitian diuraikan, perumusan masalah yang didasarkan pada *problem statement* penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, batasan dalam penelitian serta sistematika pelaporan penelitian.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan dijelaskan teori-teori atau kajian ilmiah yang menunjang percobaan penelitian mengenai teknologi smart ventilator.

### **BAB III : PERANCANGAN SISTEM**

Bab ini berisi tentang metode yang digunakan dalam penelitian, tahapan penelitian, sumber data dan jenis penelitian.

#### **BAB IV : PENGUJIAN DAN ANALISIS**

Bab ini berisi tentang pengujian pada alat yang telah dirancang dan melakukan analisis hasil pengujian untuk mencapai poin kesimpulan pada penelitian.

#### **BAB V : PENUTUP**

Pada bab ini merupakan bab terakhir dalam penyusunan laporan tugas akhir atau skripsi yang berisikan tentang kesimpulan dan saran dari penelitian ini.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sistem Pernapasan**

Fungsi dari sistem pernapasan merupakan hal yang sangat penting dalam fungsi dasar tubuh manusia. Proses ini seperti yang kita semua tahu disebut respirasi. Walaupun tampaknya sangat sederhana, proses ini dapat mencerminkan keadaan tubuh manusia. Tingkat pernapasan adalah salah satu parameter dari proses yang dapat mengungkapkan banyak fakta tentang keseluruhan kerja tubuh.

Tingkat pernapasan, didefinisikan sebagai jumlah nafas (dari mulai menghirup sampai menghembuskan nafas) dari makhluk hidup yang membutuhkan satuan waktu, biasanya dalam satu menit. Hal ini dihitung dari menghitung berapa kali dada seseorang mengembang dan berkontraksi dalam satu menit. Untuk satuan kecepatan pernapasan ini sendiri adalah nafas per menit. Angka kecepatan ini dapat berkisar mulai dari yang terendah yaitu 12 nafas per menit saat orang dewasa beristirahat dan tidur sampai yang tertinggi yaitu 75 nafas per menit saat dimana seorang atlet melakukan pekerjaan yang sangat berat seperti berlari dengan kecepatan tinggi (Safitri, Ariani Nur Rizkiya.2019).

#### **2.2 Anatomi Dan Fisiologi Pernapasan Manusia**

Pernafasan (respirasi) adalah peristiwa menghirup udara dari luar yang mengandung oksigen kedalam tubuh serta menghembuskan udara yang banyak mengandung CO<sub>2</sub> sebagai sisa dari oksidasi keluar dari tubuh.

##### **2.2.1 Rongga Hidung**

Hidung merupakan saluran pernapasan udara yang pertama, mempunyai 2 (dua) lubang (kavum nasi), dipisahkan oleh sekat hidung (septum nasi). Rongga hidung ini dilapisi oleh selaput lendir yang sangat kaya akan pembuluh darah dan bersambung dengan lapisan faring dan dengan semua selaput lendir semua sinus yang mempunyai lubang masuk ke dalam rongga hidung. Hidung memiliki fungsi

sebagai saluran udara pernapasan, penyaring udara pernapasan yang dilakukan oleh bulu-bulu hidung, dapat menghangatkan udara pernapasan oleh mukosa.

### **2.2.2 Faring atau tekak**

Faring atau tekak merupakan tempat persimpangan antara jalan pernapasan dan jalan makanan (Syarifuddin, 1997:102). Faring atau tekak terdapat di bawah dasar tengkorak, di belakang rongga hidung dan mulut sebelah depan ruas tulang leher. Hubungan faring dengan organ-organ lain: faring ke atas berhubungan dengan rongga hidung, dengan perantara lubang yang bernama koana.

### **2.2.3 Laring**

Laring merupakan saluran udara dan bertindak sebagai pembentukan suara yang terletak di depan bagian faring sampai ketinggian vertebra servikalis dan masuk ke dalam trakea dibawahnya. Pangkal tenggorokan itu dapat ditutup oleh sebuah empang tenggorok yang disebut epiglottis, yang terdiri dari tulang-tulang rawan yang berfungsi pada waktu kita menelan makanan menutupi laring.

### **2.2.4 Batang tenggorok (trakea)**

Batang tenggorok atau trakea merupakan lanjutan dari laring yang dibentuk oleh 16 sampai dengan 20 cincin terdiri dari tulang rawan yang berbentuk seperti kaki kuda (huruf C). Sebelah dalam trakea diliputi oleh selaput lendir yang berbulu getar yang disebut sel bersilia, hanya bergerak ke arah luar.

### **2.2.5 Cabang tenggorok ( bronkus )**

Cabang tenggorok merupakan lanjutan dari trakea, ada 2 (dua) buah yang terdapat pada ketinggian vertebra torakalis ke-4 dan ke-5. Bronkus mempunyai struktur serupa dengan trakea dan dilapisi oleh jenis sel yang sama.

### **2.2.6 Paru – Paru**

Paru merupakan sebuah alat tubuh yang sebagian besar terdiri dari gelembung (gelembung hawa atau alveoli). Gelembung-gelembung ini terdiri dari sel-sel

epitel dan endotel. Paru jika dibentangkan luas permukaan lebih kurang 90 meter persegi. Pada lapisan inilah terjadi pertukaran udara, oksigen masuk ke dalam darah dan karbondioksida di keluarkan dari darah (Mila, Siti Muslikatul.2006).

### **2.3 Ventilator Humidifier**

Ventilator humidifier adalah sebuah komponen yang digunakan dalam sistem ventilasi mekanis (ventilator) yang memberikan kelembapan tambahan kepada pasien yang menggunakan ventilator. Ventilator humidifier bertujuan untuk menjaga kelembapan dan kenyamanan saluran pernapasan pasien yang terhubung dengan ventilator. Ventilator humidifier bekerja dengan menguapkan air (nebulizer) menjadi uap yang kemudian dicampur dengan aliran udara dari ventilator. Uap air ini kemudian dihantarkan ke saluran pernapasan pasien melalui tabung atau selang yang terhubung dengan ventilator. Fungsi utama ventilator humidifier adalah untuk mencegah terjadinya kekeringan pada saluran pernapasan pasien yang dapat terjadi akibat aliran udara yang kering dari ventilator.

Kelembapan yang dihasilkan oleh ventilator humidifier membantu menjaga kelembutan dan kelembapan saluran pernapasan, mencegah terjadinya iritasi, dan memfasilitasi pernapasan yang lebih nyaman bagi pasien. Ventilator humidifier juga dapat membantu dalam mengencerkan lendir atau dahak yang mungkin terakumulasi di saluran pernapasan pasien, sehingga memudahkan pasien untuk membersihkan saluran pernapasan dan mencegah terjadinya penyumbatan. Penggunaan ventilator humidifier dapat disesuaikan dengan kebutuhan pasien, seperti suhu dan kelembapan yang diinginkan (Atyabi, Seyed A., Ebrahim A., Wei S., & Xinguang C. 2022).

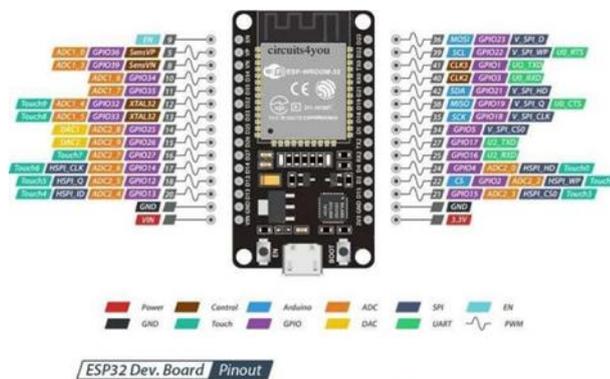
Hal ini dapat membantu menciptakan kondisi yang optimal bagi pasien yang menggunakan ventilator, terutama dalam situasi yang membutuhkan perawatan intensif atau jangka panjang.

### **2.4 ESP32**

*ESP32* adalah system microcontroller dual-core dengan dua CPU Harvard Architecture Xtensa LX6. Semua memori tertanam, memori eksternal, dan periferil terletak di bus data dan / atau bus instruksi dari CPU ini. Mikrokontroler memiliki dua inti - PRO\_CPU untuk protokol dan APP\_CPU untuk aplikasi,

namun tujuan dari keduanya tidak tetap. Ruang alamat untuk data dan bus instruksi adalah 4GB dan ruang alamat perifer 512KB. Memori yang disematkan adalah ROM 448KB, SRAM 520KB, dan dua memori RTC 8KB. Memori eksternal mendukung hingga empat kali 16MB (Flash Maier, A., Sharp, A., & Vagapov, Y. 2017).

*ESP32* diperkenalkan oleh Espressif System yang merupakan penerus mikrokontroler ESP8266. Ini adalah biaya rendah, sistem daya rendah pada mikrokontroler chip dengan Wi-Fi terintegrasi, kemampuan Bluetooth mode ganda dan fitur hemat daya yang membuatnya lebih serbaguna. *ESP32* kompatibel dengan perangkat seluler dan aplikasi IoT (Internet of Things). Ini ternyata sebagai pilihan yang dapat diandalkan di lingkungan industri karena kisaran suhu pengoperasian yang luas. Mikrokontroler ini dapat bertindak sebagai sistem mandiri lengkap atau dapat dioperasikan sebagai perangkat pendukung mikrokontroler host (Bipasha Biswas, S., & Tariq Iqbal, M. 2018).



Gambar 1. ESP32

(Sumber : <https://www.arduinoindonesia.id>)

## 2.5 Arduino Uno

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer

dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya (Adriansyah,Andi.2013).



Gambar 2. Arduino Uno

## 2.6 Element Heater

Elemen pemanas (heater element) adalah komponen yang digunakan untuk menghasilkan panas dalam berbagai aplikasi. Elemen pemanas dapat berupa kawat pemanas, pemanas kumparan, atau elemen pemanas lainnya yang terbuat dari bahan yang memiliki resistansi listrik tinggi. Ketika arus listrik mengalir melalui elemen pemanas, resistansi listrik menyebabkan panas dihasilkan. Elemen pemanas sering digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam sistem pemanas ruangan, pemanas air, oven, pengering, dan banyak lagi (Atyabi, Seyed A., Ebrahim A.,Wei S., & Xinguang C. (2022).

Elemen pemanas listrik digunakan sebagai pemanas air yang terdapat dalam humidifier agar mendapatkan suhu yang sesuai dan diintegrasikan dengan LM35 yang pada dasarnya berfungsi memonitoring keadaan suhu air selama element heater beroperasi.



Gambar 3. Element Heater

## 2.7 LM35

Sensor LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. *LM35* merupakan sensor suhu yang hasilnya cukup linier. *LM35* tidak memerlukan kalibrasi eksternal ataupun *timing* khusus. *LM35* memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain. *LM35* juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan (Nasrullah, E., Trisanto, A., & Utami, L. 2011).

Meskipun sensor LM35 mampu bekerja dengan tegangan masukan tunggal antara 0 Volt - 12 Volt tetapi besar catuan yang biasa dipakai dalam aplikasinya sebagai rangkaian sensor suhu adalah 5 Volt dengan besar arus yang digunakan  $\leq$  60 mAmpere. Nilai arus yang minimal dimaksudkan untuk mencegah pemanasan



diri (*selfheating*) pada sensor.

Gambar 4. LM35

(Sumber : <https://saumitra.co/w1209/>)

Adapun spesifikasi dari sensor LM35 yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 1 Spesifikasi LM35.

Atribut	Detail
Temperature control range	-50 – 110°C
Measurement accuracy	0.1°C
Refresh rate	0.5sec
Input power	0 - 12V DC

Current	< 60mA
---------	--------

(Sumber : <https://saumitra.co/w1209/>)

## 2.8 Ultrasonik Mist Maker

Ultrasonic Mist Maker adalah alat yang dapat merubah air biasa menjadi awan kabut seperti dinginnya es yang biasa terlihat pada biang es. Dengan proses ultrasonic atomization, air diubah menjadi kabut tapi tidak menguap ke atas. pembuat kabut ultrasonik ini sudah banyak digunakan dalam industri perkebunan, perawatan kesehatan dll. Alat ini dapat digunakan sebagai penghasil kabut yang akan menambah kelembaban. Kabut yang dihasilkan oleh mist Maker sangat halus seperti asap rokok. Sebuah mist maker ultrasonik atau pembuat kabut menggunakan air untuk menghasilkan kabut. Gelombang ultrasonik terfokus pada air, menyebabkan air berubah menjadi gas kering dan menghasilkan kelembapan yang cukup tinggi (Handoko, Ruri. 2022).



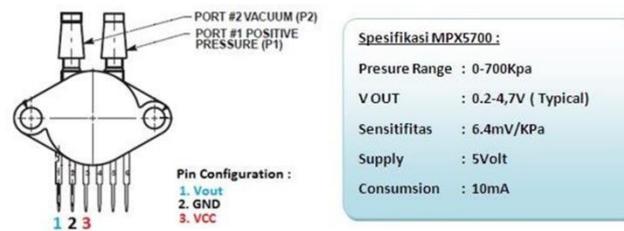
Gambar 5. Ultrasonik Mist Maker

(Sumber : <http://id.pztpiezo.com/ultrasonic-mist-maker.html>)

## 2.9 MPX5700DP

MPX5700DP adalah transducer pendeteksi tekanan hambatan-piezo (piezoresistive pressure sensor) produksi Freescale Semiconductor yang sangat cocok digunakan dengan mikrokontroler yang memiliki masukan ADC (Analog-to-Digital Converter) seperti AVR yang digunakan di Arduino. Komponen elektronika ini merupakan transduser tunggal yang mengkombinasikan teknik canggih pembuatan mesin berukuran mikro (advanced micromachined techniques), teknologi penempatan logam pada lapisan film tipis (thin-film metallization), dan pemrosesan kutub ganda (bipolar processing) untuk menghasilkan sinyal keluaran analog tingkat tinggi yang akurat secara proporsional terhadap tekanan yang akan diukur (Khaenury, V. F., Darlis, D., &

Mulyana, A. 2020).



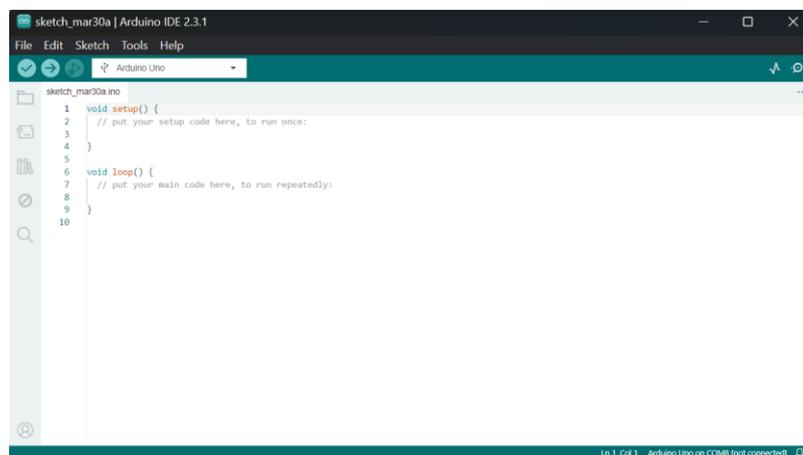
Gambar 6. Datasheet dan spesifikasi MPX5700DP

(Sumber : <http://mekatronika-corner.blogspot.com>)

## 2.10 Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat, menulis, memodifikasi, dan mengunggah kode program Arduino. Sedangkan perangkat kerasnya berupa papan. Variasi hardware Arduino sangat banyak, antara lain Arduino Uno R3, Arduino Mega, Arduino nano, Arduino Bluetooth, Arduino Lilypad, dan lain sebagainya.

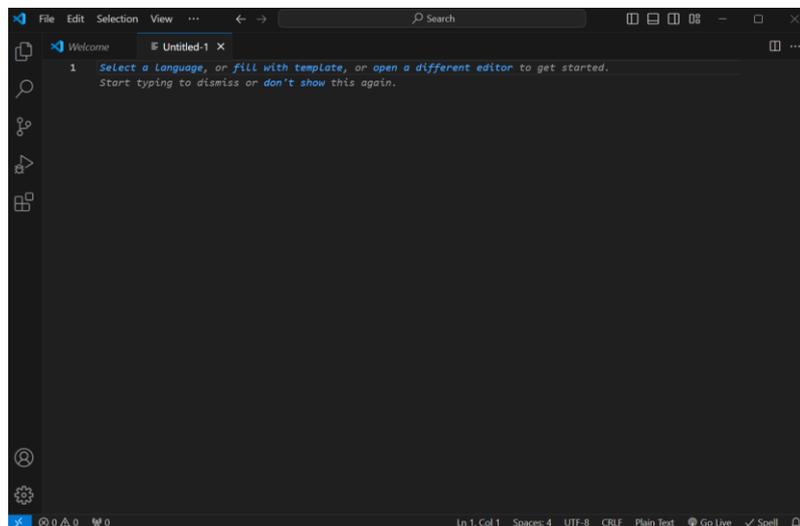
Arduino adalah platform komputasi fisik sumber terbuka dimana Arduino memiliki input/output (I/O) sederhana yang dapat dikontrol menggunakan bahasa pemrograman. Arduino dapat dihubungkan ke perangkat seperti komputer. Bahasa pemrograman yang digunakan pada Arduino adalah bahasa pemrograman C yang telah disederhanakan dengan fitur-fitur yang ada pada library sehingga cukup membantu dalam pembuatan program (Shaputra, R. 2019).



Gambar 7. Platform Arduino IDE

## 2.11 Visual Studio Codes

Visual Studio Code adalah sebuah teks editor ringan dan handal yang dibuat oleh Microsoft untuk sistem operasi *multiplatform* yang artinya tersedia juga untuk versi Linux, Mac, dan Windows. Teks editor ini secara langsung mendukung bahasa pemrograman JavaScript, Typescript, dan Node.js, serta Bahasa pemrograman lainnya dengan bantuan plugin yang dapat dipasang melalui *marketplace* Visual Studio Code seperti C++, C#, Python, Go, Java. Banyak sekali fitur-fitur yang disediakan oleh Visual Studio Code, diantaranya Intellisense, Git Integration, Debugging, dan fitur ekstensi yang menambah kemampuan teks editor. Fitur-fitur tersebut akan terus bertambah seiring dengan bertambahnya versi Visual Studio Code. Pembaruan versi Visual Studio Code ini juga dilakukan berkala setiap bulan, dan inilah yang membedakan Visual Studio Code dengan teks editor yang lain (Martin, Rizkyellyasa Simon. 2023).



Gambar 8. Visual Studio code