

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN MASKER PINTAR DALAM BENTUK
RESPIRATOR UNTUK BERBAGAI AKTIVITAS PARAMEDIS**

OLEH

FAKHRUL STANSYANI RUSLI

D211 16 513



DEPARTEMEN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2022

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN MASKER PINTAR DALAM BENTUK
RESPIRATOR UNTUK BERBAGAI AKTIVITAS PARAMEDIS**

**Disusun dan diajukan oleh:
FAKHRUL STANSYANI RUSLI
D211 16 513**

**Merupakan Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan mengikuti ujian akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Pada tanggal 8 Juni 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

JUDUL:

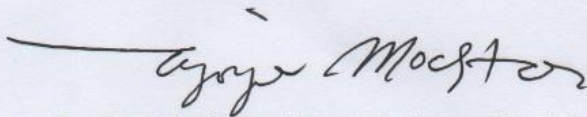
RANCANG BANGUN MASKER PINTAR DALAM BENTUK RESPIRATOR UNTUK BERBAGAI AKTIVITAS PARAMEDIS

FAKHRUL STANSYANI RUSLI
D211 16 513

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

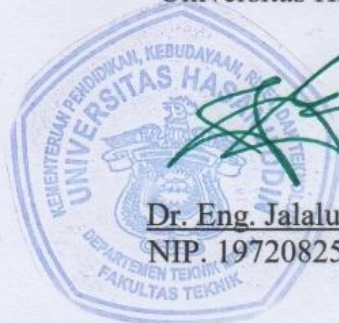


Dr.Eng. Andi Amijoyo Mochtar, ST., M.Sc
NIP. 197602162010121002



Azwar Hayat, ST., M.Sc., Ph.D
NIP. 198401262012121002

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Dr. Eng. Jalaluddin, ST., MT.
NIP. 19720825 200003 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : FAKHRUL STANSYANI RUSLI
NIM : D211 16 513
Program Studi : Teknik Mesin
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

RANCANG BANGUN MASKER PINTAR DALAM BENTUK RESPIRATOR UNTUK BERBAGAI AKTIVITAS PARAMEDIS

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

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

Gowa, 8 Juni 2022

Yang Menyatakan



FAKHRUL STANSYANI RUSLI

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : FAKHRUL STANSYANNI RUSLI

Tempat Tanggal Lahir : Samba, 24 Desember 1998

Alamat : Dusun Samba, Desa Rantebelu, Kec.
Larompong

Jenis Kelamin : Laki-laki

Agama : Islam

Telepon : 0853 9640 3797

E-mail : fahrulstansyani@gmail.com

Riwayat Pendidikan : SMAN 1 LAROMPONG
MTs. KEPPE
MI BATULOTONG

Riwayat Organisasi : HMM FT UH

Pengalaman Magang (*Internship*) : POSO ENERGY

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas karunia dan Rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Rancang Bangun Masker Pintar Dalam Bentuk Respirator Untuk Berbagai Aktivitas Paramedis”. Penyusunan tugas akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) di Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari dalam menyusun skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dorongan dari berbagai pihak yang telah memberikan gagasan, bimbingan dan berbagai dukungan lainnya, serta doa dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung.

Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Kedua orang tua saya tercinta, Ibu Rusnia dan Ayah saya Rusli, yang tak henti-hentinya memberikan do'a, nasehat, dan semangat hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Seluruh kerabat saya, kepada paman, dan tante yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu, yang telah memberi banyak bantuan, dukungan, serta motivasi kepada penulis.
3. Bapak Dr. Eng. Jalaluddin, ST., MT. selaku ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

4. Bapak Rafiuddin Syam, ST, M.Eng, Ph.D. selaku pembimbing I dan bapak Azwar Hayat, ST.,M.Sc.,Ph.D selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penyusunan tugas akhir.
5. Bapak Dr. Eng Andi Amijoyo Mochtar, ST., M.Sc. dan bapak Ir. Mukhtar Rahman.,MT selaku penguji atas segala masukan dan arahan selama penyusunan tugas akhir.
6. Segenap Dosen Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
7. Saudara-saudara seperjuangan Comprezzor 2016 yang telah banyak terlibat hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Kakanda senior M15 Laboratorium *Control and Robotics* yang telah banyak membantu dan memberi masukan.
9. Teman-teman seperjuangan Laboratorium *Control and Robotics* Muh. Iqbal dan Nikson yang telah banyak memberi bantuan dan masukan.
10. Teman-teman sektor selatan Muh. Arham, Yeni Sahmin, Reski Febriansyah, Rismayanti, Sahrul, Astri Devi atas kebersamaan dan dukungannya.
11. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Gowa, 11 Oktober 2021

Fakhrul Stansyani Rusli

ABSTRAK

Respirator pemurni udara bertenaga (PAPR) adalah jenis respirator yang digunakan untuk melindungi pemakainya dari udara terkontaminasi. PAPR terdiri dari rakitan respirator dan kipas yang mengambil udara disekitar yang terkontaminasi dan kemudian mengirimkan udara bersih ke sistem pernafasan penggunanya, pada awalnya alat ini digunakan untuk melindungi para pekerja dari udara terkontaminasi. Selanjutnya, karena infrastruktur yang begitu terbatas sejak pandemi Covid-19 mewabah dan sudah menelan banyak korban jiwa yang tidak sedikit dari tenaga medis, terlebih harga APD terbilang mahal dan bersifat *disposable* atau sekali pakai membuat pemenuhan APD menjadi sangat penting. Oleh karena itu, peneliti melakukan rancang bangun masker pintar dalam bentuk respirator untuk berbagai aktivitas paramedis dengan menggunakan Arduino Nano sebagai pengolah data dari perangkat dan PC sebagai perangkat untuk mengolah data, hasil pengujian akan menunjukkan bahwa sistem yang dirancang dapat berfungsi dengan baik. Nilai yang diperoleh sesuai dengan kebutuhan udara pada sistem pernafasan L/Min.

Kata Kunci: Respirator, Covid-19, PAPR, Arduino Nano.

ABSTRACT

A powered air-purifying respirator (PAPR) is a type of respirator used to safeguard workers against contaminated air. PAPRs consist of a headgear-and-fan assembly that takes ambient air contaminated, then forward a clean air to the user's respiratory system. Outset, this tool was used to protect workers from contaminated air. Further, because the infrastructure is finite since the Covid-19 pandemic and has claimed many lives, not a few from medical personnel, especially the price of PPE which is determined and disposable makes the fulfillment of PPE very important. Therefore, researchers designed a smart mask have the form of a respirator for various paramedical activities using the Arduino Nano as a data processor from the device and a PC as a device for processing data. , the test results will show that the designed system can function properly. The values obtained correspond to the air requirements of the respiratory system L / Min.

Keyword: Respirator, Covid-19, PAPR, Arduino Nano

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Respirator.....	5
2.2. <i>Powered Air Purifying Respirator (PAPR)</i>	6
2.3. Respirasi.....	6
2.4. Arduino	9
2.5. Peralatan Penunjang PAPR.....	11
BAB III METODOLOGI PERANCANGAN.....	15
3.1. Waktu dan Tempat.....	15
3.2. Alat dan Bahan.....	15
3.3. Diagram Alir Penelitian	26
3.4. Pencarian Referensi / Studi Literatur.....	27
3.5. Perumusan Masalah	27
3.6. Simulasi.....	27

3.7. Perancangan	27
3.8. Tahapan Perencanaan.....	28
3.9. Tahap Pembuatan.....	29
3.10. Uji Coba	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Desain dan pembuatan PAPR.....	30
4.2 Simulasi <i>Purified Air Purifying Respirator</i> (PAPR)	39
4.3 Penentuan volume udara	41
4.4 Fitur PAPR.....	42
4.5 Durasi Pemakaian PAPR	43
4.6 Pengaplikasian PAPR	44
BAB V PENUTUP	45
5.1. Kesimpulan	45
5.2. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pembagian jenis respirator pemurni udara	6
Gambar 2.2 Tampilan <i>Software</i> Arduino	10
Gambar 2.3 HEPA filter	12
Gambar 2.4 Arduino Nano	12
Gambar 2.5 <i>Blower Fan 12v</i>	13
Gambar 2.6 18650v <i>Rechargeable Battery</i>	13
Gambar 2.7 3M Mask	14
Gambar 2.8 Potensiometer	14
Gambar 3.1 3D Printer.....	15
Gambar 3.2 Tang kombinasi	16
Gambar 3.3 Obeng set	16
Gambar 3.4 Solder.....	16
Gambar 3.5 Laptop.....	17
Gambar 3.6 Arduino Nano	18
Gambar 3.7 Papan PCB	18
Gambar 3.8 PLA Filament.....	19
Gambar 3.9 Potensiometer	19
Gambar 3.10 <i>Blower fan</i>	20
Gambar 3.11 Timah solder	20
Gambar 3.12 Hepa Filter	21
Gambar 3.13 Selang udara.....	21
Gambar 3.14 Masker respirator	22
Gambar 3.15 Kabel jumper	22
Gambar 3.16 <i>12v Rechargeable battery</i>	23

Gambar 3.17 Motor driver L298N	24
Gambar 3.18 Flow sensor	25
Gambar 3.19 Diagram alir penelitian	26
Gambar 3.20 Tahapan perencanaan Respirator pemurni udara bertenaga	28
Gambar 4.1 Tampilan kerja perangkat lunak Autodesk Fusion 360	30
Gambar 4.2 Bagian belakang Desain 3D Respirator pemurni udara bertenaga	30
Gambar 4.3 Bagian depan desain 3D Respirator pemurni udara bertenaga	32
Gambar 4.4 Proses cetak salah satu komponen PAPR	33
Gambar 4.5 Tampilan kerja perangkat lunak Simplify3D	33
Gambar 4.6 Box PAPR	34
Gambar 4.7 Penutup box bagian depan	35
Gambar 4.8 Penutup box bagian belakang	35
Gambar 4.9 9 Skema rangkaian kelistrikan	37
Gambar 4.10 Blok diagram perancangan sistem	37
Gambar 4.11 Tampilan antar muka Arduino IDE software	38
Gambar 4.12 Profil aliran udara pada selang besar	39
Gambar 4.13 Profil aliran udara pada selang kecil	40
Gambar 4.14 Grafik	41
Gambar 4.14 a). Tampak depan. b). Tampak samping. c). tampak belakang ...	43

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Spesifikasi PAPR.	38
Tabel 4.2 Fitur-fitur PAPR.....	42
Tabel 4.3 Durasi penggunaan PAPR.....	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit Corona virus 2019 (COVID-19), yang disebabkan oleh virus corona baru (SARS-CoV-2), sangat berbahaya karena infrastruktur yang begitu terbatas, menyebabkan lonjakan angka kematian. Dalam infrastruktur medis, terbatasnya ketersediaan alat pelindung diri (APD) bagi para tenaga medis yang menangani pasien Covid-19. Terlebih, harga APD terbilang mahal dan bersifat *disposable* atau sekali pakai membuat pemenuhan APD khususnya bagi tenaga medis garda terdepan pada wabah COVID-19 di Indonesia saat ini menjadi sangat penting.

Pandemi global yang disebabkan oleh merebaknya virus Corona, COVID-19, telah menimbulkan kekhawatiran baru terhadap perlindungan dan keselamatan pasien serta petugas kesehatan yang merawat dan mendukung mereka. Perlindungan petugas kesehatan adalah yang paling penting, *World Health Organization* (WHO) dan Yayasan Keamanan Pasien Anestesi (APSF) memiliki rekomendasi untuk meminimalkan penularan patogen ini dari pasien yang terinfeksi COVID hingga penyedia layanan kesehatan.

Masker sudah menjadi barang penting sejak pandemi Covid-19 mewabah di seluruh dunia. Penutup wajah yang umumnya terbuat dari kain mampu meminimalkan penularan virus dari udara dan droplet yang keluar dari orang lain. Ada beberapa jenis masker yang bisa digunakan saat new normal atau pandemi, salah satunya adalah respirator, respirator sendiri disini dibagi menjadi dua jenis yaitu PAPR (*Powered Air Purifying Respirator*) dan *non-powered air purifying respirator* (non-PAPR), PAPR adalah respirator pemurni udara dengan menggunakan pompa udara untuk mendorong atau menarik udara menuju respirator, disebut dengan istilah *powered* karena menggunakan daya listrik berupa baterai untuk menciptakan tekanan positif dalam masker dengan cara mengambil, menyaring dan kemudian mengalirkan

udara luar ke dalam bagian masker, Jenis non-PAPR tidak memiliki daya listrik untuk menyaring udara dan tekanan yang ada dalam masker adalah tekanan negatif. Jenis non-PAPR terdiri *atas filtering piece, full facepiece, half mask, quarter mask dan mouth bit*. Masker jenis ini memiliki kualitas *filterisasi* untuk perlindungan dari polusi udara, juga bisa digunakan untuk melakukan penyaringan virus, karena mampu menyaring partikel ukuran 0,3 mikron, dengan sistem kompresi dan penyaringan yang sempurna, udara yang masih bisa difilter sampai 95-99%, Selain bisa digunakan masyarakat saat pandemi atau new normal, *Powered Air Purifying Respirator (PAPR)* saat ini merupakan salah satu jenis APD yang sangat penting dan dibutuhkan oleh banyak tim medis yang saat ini menangani pasien COVID-19, baik yang berstatus Orang dalam Pemantauan (ODP) maupun Pasien dalam Pengawasan (PDP).

Jika dibandingkan dengan masker N-95 dan APF 25, PAPR memiliki tingkat perlindungan yang lebih tinggi jika bukti substansial didokumentasikan (OSHA, 2009). Peningkatan proteksi ini dikarenakan tingginya efisiensi filter dan pemanfaatan tekanan positif, yang berarti udara selalu berhembus ke kap mesin atau helm pemakainya (OSHA, 2015). Selain itu, aliran udara yang konstan memberikan efek pendinginan pada pengguna,

Penggunaan APD, terutama pada bagian yang menutupi wajah, sering kali menciptakan hubungan terbalik antara perlindungan dan kenyamanan Artinya, semakin tinggi tingkat perlindungannya, semakin besar dampak negatifnya terhadap kenyamanan. Ini adalah masalah penting mengingat kenyamanan dapat memengaruhi kepatuhan penggunaan APD dan durasi siklus kerja. Yang sering dikutip tentang ketidaknyamanan terkait alat pelindung pernapasan adalah persepsi peningkatan kehangatan, Terutama pada area wajah.

Di tengah wabah yang melanda Indonesia dan sudah menelan korban jiwa yang tidak sedikit dari tenaga medis, Pengembangan APD pemurni udara ini diharapkan dapat menjadi salah satu alat penunjang medis yang dapat

membantu penanganan pandemi COVID-19, serta meningkatkan jumlah produk alat kesehatan yang dapat diproduksi di dalam negeri

Berdasarkan hal tersebut, akan dirancang dan diwujudkan Masker Pintar Dalam Bentuk Respirator Untuk Berbagai aktivitas Paramedis

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dijabarkan Rumusan Masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mensimulasikan rancangan *Powered Air Purifying Respirator* (PAPR)
2. Bagaimana melakukan rancang bangun *Powered Air Purifying Respirator* (PAPR)
3. Bagaimana menganalisa *respiration flow rate* yang optimal bagi pengguna PAPR

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mensimulasikan rancangan *Powered Air Purifying Respirator* (PAPR)
2. Melakukan rancang bangun *Powered Air Purifying Respirator* (PAPR)
3. Menganalisa *respiration flow rate* yang optimal bagi pengguna PAPR

1.4 Batasan Masalah

1. Tidak dilakukan pemanasan udara
2. Temperatur udara disekitar tidak diperhitungkan
3. Tingkatan kelembaban udara disekitar tidak diperhitungkan

1.5 Manfaat Penelitian

1. Bagi Penulis

Menambah pengetahuan tentang penerapan penggunaan dan aspek-aspek yang berkaitan dengan Respirator dan dapat mengaplikasikan PAPR.

2. Bagi Masyarakat

Sebagai alat bantu pernapasan saat pandemi atau new normal

Dan Peningkatan pengetahuan mengenai fungsi dan penggunaan PAPR

3. Bagi Rumah sakit

Memenuhi ketersediaan PAPR untuk tenaga medis dirumah sakit

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Respirator

Respirator merupakan suatu alat pelindung diri yang dipakai di wajah, setidaknya meliputi hidung dan mulut. Pelindung diri ini berfungsi untuk mengurangi risiko bahaya partikel di udara, gas dan uap. Pemakai respirator haruslah memahami cara pemakaiannya agar respirator dapat berfungsi secara optimal. Setiap pemakai respirator harus menjalani pelatihan tentang bagaimana cara memakai alat tersebut. Selain itu terdapat pula suatu upaya memastikan pemakai respirator telah memakai dengan benar. Upaya ini disebut dengan fit testing. Jenis fit testing ada dua yaitu kualitatif dan kuantitatif. Secara singkat prosedur fit testing adalah pemakaian respirator, kemudian diberikan pajanan tertentu dan dilihat apakah ada kebocoran atau tidak. Respirator dapat dibagi berdasarkan cara pemakaian dan mekanisme kerja. Untuk mencari besar volume udara pada selang respirator dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = \frac{V}{T}$$

$$Q = Av$$

dimana:

Q = debit aliran fluida (m³/s)

V = volume fluida (m³)

t = selang waktu (s)

A = luasan penampang aliran (m²)

v = kecepatan aliran fluida (m/s)

1. Klasifikasi berdasarkan cara pemakaian. Pembagian jenis respirator dapat diklasifikasikan berdasarkan cara pemakaian yaitu respirator pakai ketat (*tight fitting*) dan longgar (*loose fitting*). Respirator pakai ketat adalah respirator yang cara pakainya secara ketat menutupi setengah wajah ataupun seluruh wajah. Tepi respirator berfungsi sebagai pembatas kedap dengan

udara luar. Sedangkan respirator pakai longgar berupa helm atau kerudung yang menutupi seluruh kepala.

2. Klasifikasi berdasarkan mekanisme kerja Berdasarkan mekanisme kerja maka respirator dibagi menjadi dua yaitu respirator pemurni udara (*air purifying*) dan pemasok udara (*air supplying*). Mekanisme respirator pemurni udara bekerja dengan cara menghilangkan kontaminan dari udara, salah satu contoh respirator ini yang banyak dipakai adalah N95. Sedangkan respirator pemasok udara menyediakan sumber udara bersih dan sebagai contoh sumber udara berasal dari tabung berisi oksigen terikat di punggung pemakai. Masing-masing kelompok pembagian respirator berdasarkan mekanisme kerja ini memiliki jenis-jenis sebagai berikut.



Gambar 2.1 Pembagian jenis respirator pemurni udara

Sumber: Peran Masker/Respirator dalam Pencegahan Dampak Kesehatan Paru Akibat Polusi Udara (Haruyuki Dewi Faisal, Agus Dwi Susanto 2017)

2.2 *Powered Air Purifying Respirator (PAPR)*

Respirator pemurni udara bertenaga (PAPR) adalah jenis respirator yang umum digunakan saat bekerja di area di manapun, atau pada area yang memiliki risiko terpapar debu, asap atau gas yang berpotensi berbahaya bagi kesehatan. PAPR memiliki unit turbo yang terdiri dari kipas yang digerakkan oleh sebuah motor listrik untuk mengirimkan aliran udara paksa ke pemakai respirator, Satu atau lebih filter dipasang ke unit turbo Yang dilalui udara oleh dorongan kipas angin. Udara dilewatkan unit turbo melalui tabung pernapasan

ke lingkungan pemakainya, Berupa *full face*, *half face* atau *full body*, dengan demikian menyediakan udara yang disaring ke zona pernapasan pemakainya (area di sekitar hidung dan mulut mereka, yang dikenal sebagai area orinasal).

(Desmond et al. 2013)

2.3 Respirasi

Respirasi atau yang biasa kita sebut dengan pernapasan adalah proses menghirup udara bebas yang mengandung oksigen O_2 (oksigen) dan mengeluarkan udara yang mengandung CO_2 (karbondioksida) sebagai sisa oksidasi keluar dari tubuh. Proses menghirup oksigen ini disebut inspirasi, sedangkan proses mengeluarkan karbondioksida disebut ekspirasi. Dalam proses pernapasan, oksigen merupakan zat kebutuhan utama. Oksigen untuk pernapasan diperoleh dari udara di lingkungan sekitar.

Organ yang berperan penting dalam proses respirasi adalah paru-paru/pulmo. Sistem respirasi terdiri dari hidung/nasal, faring, laring, trakea, brokus, bronkiolus dan alveolus. Pernapasan sangat penting bagi kelanjutan hidup manusia. Apabila seseorang tidak bernafas dalam beberapa saat, maka orang tersebut akan kekurangan oksigen, hal ini dapat mengakibatkan orang tersebut kehilangan nyawanya. (Saktya Yudha Ardhi Utam, 2018)

Adapun fungsi dari pernapasan atau respirasi antara lain:

- Mengambil oksigen yang kemudian dibawa oleh darah ke seluruh tubuh (sel-selnya) untuk mengadakan pembakaran.
- Mengeluarkan karbondioksida yang terjadi sebagai sisa dari pembakaran, kemudian dibawa oleh darah ke paru-paru untuk dibuang.
- Menghangatkan dan melembabkan udara

Respirasi dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu :

- Respirasi Luar merupakan pertukaran antara O_2 dan CO_2 antara darah dan udara.

- Respirasi Dalam merupakan pertukaran O_2 dan CO_2 dari aliran darah ke sel-sel tubuh.

Dalam mengambil nafas ke dalam tubuh dan membuang napas ke udara dilakukan dengan dua cara pernapasan, yaitu :

1. Respirasi / Pernapasan Dada

- Otot antar tulang rusuk luar berkontraksi atau mengerut
- Tulang rusuk terangkat ke atas
- Rongga dada membesar yang mengakibatkan tekanan udara dalam dada kecil sehingga udara masuk ke dalam badan.

2. Respirasi / Pernapasan Perut

- Otot diafragma pada perut mengalami kontraksi
- Diafragma datar
- Volume rongga dada menjadi besar yang mengakibatkan tekanan udara pada dada mengecil sehingga udara masuk ke paru-paru.

Normalnya manusia butuh kurang lebih 300 liter oksigen perhari. Dalam keadaan tubuh bekerja berat maka oksigen atau O_2 yang diperlukan pun menjadi berlipat-lipat kali dan bisa sampai 10 hingga 15 kali lipat. Ketika oksigen menembus selaput alveolus, hemoglobin akan mengikat oksigen yang banyaknya akan disesuaikan dengan besar kecil tekanan udara. Pada pembuluh darah arteri, tekanan oksigen dapat mencapai 100 mmHg dengan 19 cc oksigen. Sedangkan pada pembuluh darah vena tekanannya hanya 40 milimeter air raksa dengan 12 cc oksigen. Oksigen yang kita hasilkan dalam tubuh kurang lebih sebanyak 200 cc di mana setiap liter darah mampu melarutkan 4,3 cc karbondioksida / CO_2 . CO_2 yang dihasilkan akan keluar dari jaringan menuju paru-paru dengan bantuan darah.

Proses Kimiawi Respirasi Pada Tubuh Manusia :

- Pembuangan CO_2 dari paru-paru : $H + HCO_3 \rightarrow H_2bO_3 \rightarrow H_2 + CO_2$
- Pengikatan oksigen oleh hemoglobin : $Hb + O^2 \rightarrow HbO_2$

- Pemisahan oksigen dari hemoglobin ke cairan sel : $HbO_2 \rightarrow Hb + O_2$
- Pengangkutan karbondioksida di dalam tubuh : $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2O + CO_2$

Alat-alat pernapasan berfungsi memasukkan udara yang mengandung oksigen dan mengeluarkan udara yang mengandung karbon dioksida dan uap air. Tujuan proses pernapasan yaitu untuk memperoleh energi. Pada peristiwa bernapas terjadi pelepasan energy.

2.4 Arduino

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardware dalam arduino memiliki prosesor Atmel AVR dan menggunakan software dan bahasa sendiri.

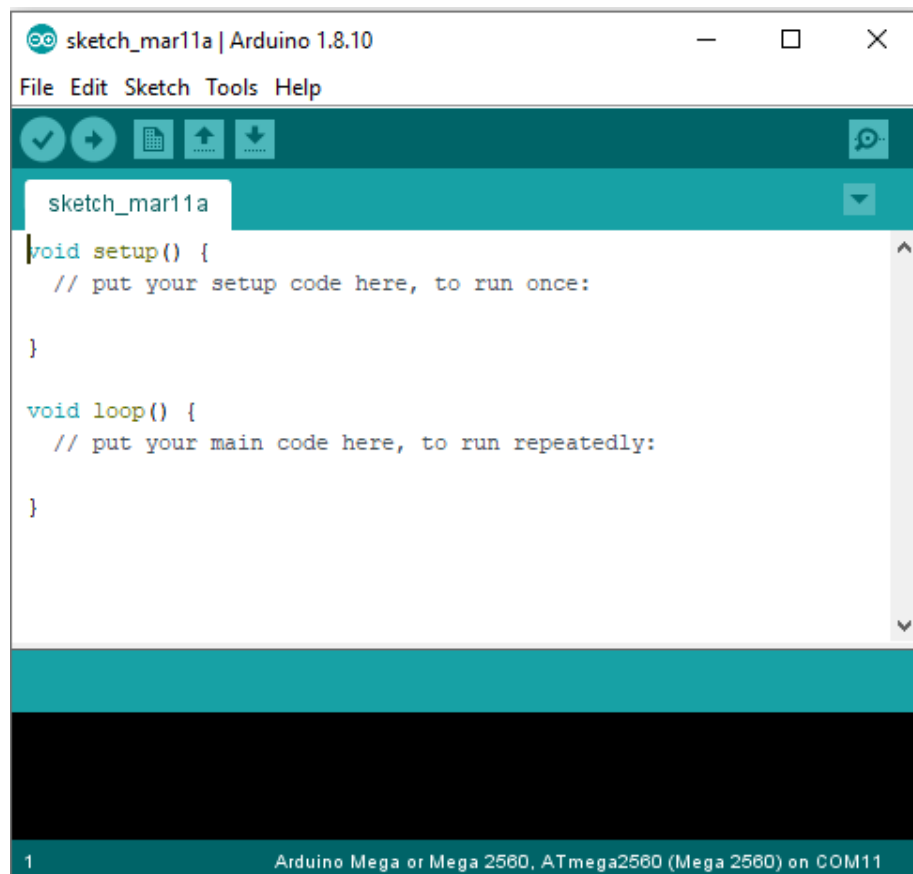
a. Hardware

Hardware dalam arduino memiliki beberapa jenis, yang mempunyai kelebihan dan kekurangan dalam setiap papannya. Penggunaan jenis arduino disesuaikan dengan kebutuhan, hal ini yang akan mempengaruhi dari jenis prosessor yang digunakan. Jika semakin kompleks perancangan dan program yang dibuat, maka harus sesuai pula jenis kontroler yang digunakan.

Perbedaan antara arduino yang satu dengan yang lainnya adalah penambahan fungsi dalam setiap boardnya dan jenis mikrokontroler yang digunakan. Seperti Microcontroller yang banyak jenisnya, Arduino lahir dan berkembang, kemudian muncul dengan berbagai jenis. Diantaranya adalah Arduino Uno, Arduino Due, Arduino Mega, Arduino Leonardo, Arduino Fio, Arduino Lilypad, Arduino Nano, Arduino Mini, Arduino Micro, dan Arduino Ethernet. Dalam tugas akhir ini, jenis arduino yang digunakan adalah Arduino Mega 2560.

b. Software

Kode Program Arduino biasa disebut sketch dan dibuat menggunakan bahasa pemrograman C. Program atau sketch yang sudah selesai ditulis di Arduino IDE bisa langsung dicompile dan diupload ke Arduino Board.



Gambar 2.2 Tampilan *Software* Arduino

Sumber: <https://www.sinuarduino.com/artikel/mengenal-arduino-software-ide/>

Secara sederhana, sketch dalam Arduino dikelompokkan menjadi 3 blok, antara lain:

1. Header

Pada bagian ini biasanya ditulis definisi-definisi penting yang akan digunakan selanjutnya dalam program, misalnya penggunaan library dan pendefinisian variable. Code dalam blok ini dijalankan hanya sekali pada waktu compile. Di bawah ini contoh code untuk mendeklarasikan variable led (integer) dan sekaligus di isi dengan angka 13 `int led = 13;`

2. Setup

Di sinilah awal program Arduino berjalan, yaitu di saat awal, atau ketika power on Arduino board. Biasanya di blok ini diisi penentuan apakah suatu pin digunakan sebagai input atau output, menggunakan perintah pinMode. Inisialisasi variabel juga bisa dilakukan di blok ini. Suatu pin bisa difungsikan sebagai OUTPUT atau INPUT. Jika difungsikan sebagai output, dia siap mengirimkan arus listrik (maksimum 100 mA) kepada beban yang disambungkannya. Jika difungsikan sebagai INPUT, pin tersebut memiliki impedansi yang tinggi dan siap menerima arus yang dikirimkan kepadanya.

3. Loop

Blok ini akan dieksekusi secara terus menerus. Apabila program sudah sampai akhir blok, maka akan dilanjutkan dengan mengulang eksekusi dari awal blok. Program akan berhenti apabila tombol power Arduino di matikan. Di sinilah fungsi utama program Arduino dibuat.

2.5 Peralatan Penunjang PAPR

1. *High Efficiency Particulate Air* (HEPA) Filter

HEPA alias *High Efficiency Particulate Air* adalah jenis filter udara mekanis yang bekerja dengan menyaring debu, asap rokok, bulu hewan, dan lainnya yang terdapat dalam udara. Filter tersebut dapat membantu menjaga kemurnian udara. Kebanyakan orang memanfaatkan filter jenis ini untuk mencegah reaksi alergi dan serangan asma, karena mampu menyerap partikel-partikel yang sangat kecil.

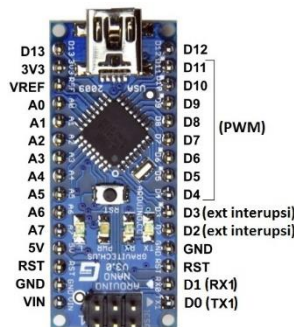


Gambar 2.3 HEPA filter

Sumber: <https://uniyos.ac.id/profile.php?4PackRsenr-H13-HEPA-Filter-Compatible-with-BROAD-AirPro-FilterCompatible>

2. Mikrokontroler

Arduino Nano adalah salah satu varian dari produk board mikrokontroler keluaran Arduino. Arduino Nano adalah board Arduino terkecil, menggunakan mikrokontroler Atmega 328 untuk Arduino Nano 3.x dan Atmega168 untuk Arduino Nano 2.x. Varian ini mempunyai rangkaian yang sama dengan jenis Arduino Duemilanove, tetapi dengan ukuran dan desain PCB yang berbeda. Arduino Nano tidak dilengkapi dengan soket catudaya, tetapi terdapat pin untuk catu daya luar atau dapat menggunakan catu daya dari mini USB port. Arduino Nano didesain dan diproduksi oleh Gravitech. Berikut gambar fisik modul mikrokontroler.



Gambar 2.4 Arduino Nano

Sumber: <https://djukarna4arduino.wordpress.com/2015/01/19/arduino-nano/>

3. *Blower Fan 12v*

Blower Fan adalah mesin sentrifugal elektrik yang berfungsi untuk menggerakkan udara atau gas lain. *Blower fan* menaikkan kecepatan dari aliran udara dengan memanfaatkan energi kinetik dari kipasnya/sudu. Sudu sentrifugal mempercepat aliran udara secara linier, merubah arah aliran. *Blower fan* memiliki tipe dengan tegangan kerja DC dan AC.



Gambar 2.5 *Blower Fan 12v*

Sumber: <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/50x50x15mm-12v-dc-brushless-2-inch-blower-fan-62339625742.html>

4. *Catu Daya*

Catu daya yang digunakan yaitu *18650 Rechargeable battery* Dengan menggunakan cas khusus untuk pengisian ulang



Gambar 2.6 *18650v Rechargeable Battery*

Sumber: <https://www.flipkart.com/power-smart-gb-18650-4800mah-3-7v-rechargeable-lithium-ion-pack-2-pack-2-battery/p/itmfvtyk2pewr>

5. *3M Mask*

Masker 3M Respirator merupakan masker Enviro Safety yang dapat menyaring 95% partikel mikron yang membahayakan sistem saluran pernafasan. Masker jenis ini merupakan masker standar dunia kesehatan untuk melindungi kesehatan publik dari virus serta bakteri yang mematikan dan mudah menular melalui saluran pernafasan.



Gambar 2.7 3M Mask

Sumber: <https://beautyboxkorea.com/product/3m-reusable-half-face-mask-6200-medium-1ea/37946/>

6. Potensiometer

Potensiometer adalah salah satu jenis Resistor yang Nilai Resistansinya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan Rangkaian Elektronika ataupun kebutuhan pemakainya. Potensiometer merupakan Keluarga Resistor yang tergolong dalam Kategori Variable Resistor. Potensiometer juga sering digunakan untuk melakukan tugas-tugas sederhana lainnya seperti mengendalikan kecerahan LED, dan kecepatan kipas



Gambar 2.8 Potensiometer

Sumber: https://teknikelektronika.com/pengertian-fungsi-potensiometer/#google_vignette