

Pemodelan *Nebulizer Ultrasonic Portable* dengan Kontrol Arduino Nano

Gunawan¹⁾, Bainur Rahman²⁾, Abdul Firman³⁾

¹⁾²⁾³⁾ Program Studi Teknik Elektromedik, Fakultas Kesehatan, Universitas Mohammad Husni Thamrin.

Abstrak

Latar belakang: Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013 menunjukkan prevalensi asma di Indonesia 4,5%, tertinggi pada kelompok umur 25-34 tahun dan 35-44 tahun (5,7% dan 5,6%), dan tertinggi pada kelompok petani/nelayan/ buruh 4,9%. Nebulizer merupakan pilihan terbaik pada kasus-kasus yang berhubungan dengan masalah inflamasi pada penderita asma atau PPOK (Penyakit Paru Obstruksi Kronis). Tujuan: Merancang, membangun dan menguji alat Nebulizer Ultrasonic menggunakan baterai sebagai sumber daya dilengkapi timer. Metode: Penelitian eksperimen menggunakan framework SDLC (*System Development Life Cycle*), dengan tahapan analisa kebutuhan pengguna, merancang, membuat dan menguji alat. Hasil: Modul *Nebulizer Ultrasonic Portable* menggunakan kontrol arduino nano dapat berkerja sesuai dengan fungsinya pada timer Error relatifnya 2.89 % dan penyimpangan 0.0225.

Kata Kunci: *Nebulizer portable, Nebulizer Ultrasonik, Arduino Nano*

Abstract

Background: Basic Health Research (Riskesdas) in 2013 shows the prevalence of asthma in Indonesia is 4.5%, the highest in the age group 25-34 years and 35-44 years (5.7% and 5.6%), and the highest in the group farmers / fishermen / laborers 4.9%. A nebulizer is the best choice in cases associated with inflammatory problems in people with asthma or COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease). Purpose: To design, build and test an Ultrasonic Nebulizer using a battery as a power source equipped with a timer. Methods: Experimental research using the SDLC (System Development Life Cycle) framework, with the stages of analyzing user needs, designing, creating and testing tools. Result: The Ultrasonic Portable Nebulizer Module using arduino nano control can work according to its function. The relative error timer is 2.89% and the deviation is 0.0225.

Keywords: *Portable Nebulizer, Ultrasonic Nebulizer, Arduino Nano*

PENDAHULUAN

Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013 menunjukkan prevalensi asma di Indonesia 4,5%, tertinggi pada kelompok umur 25-34 tahun dan 35-44 tahun (5,7% dan 5,6%), dan tertinggi pada kelompok petani/nelayan/ buruh 4,9%, tetapi tidak berbeda antara perkotaan dan perdesaan.¹ Terapi nebulizer merupakan bagian dari fisioterapi paru-paru (*chest physiotherapy*). Nebulizer merupakan pilihan terbaik pada kasus-kasus yang berhubungan dengan masalah inflamasi pada penderita asma atau PPOK (Penyakit Paru Obstruksi Kronis). Sebagai terapi *inhalasi* memberikan *onset* yang lebih cepat dibandingkan obat *oral* maupun *intravena*.^[1] Nebulizer memanfaatkan uap yang sudah tercampur dengan cairan obat. Dimana cairan uap melalui proses pemecahan cairan obat menjadi kabut yang sangat halus, sehingga ketika dihirup melalui mulut dan hidung obat akan langsung menuju ke paru-paru untuk meredakan keluhan batuk dan gejala asma lainnya. Nebulizer terdiri dari dua jenis yaitu, Nebulizer Kompresor/Jet dan Nebulizer Ultrasonic.^[2]

Nebulizer adalah salah satu alat Elektromedik yang digunakan untuk memberikan terapi pengobatan bagi pasien yang terserang penyakit gangguan atau kelainan pada saluran pernapasan

dengan memanfaatkan uap yang sudah tercampur dengan cairan obat. Dimana cairan uap melalui proses pemecahan cairan obat menjadi kabut yang sangat halus, sehingga ketika dihirup melalui mulut dan hidung obat akan langsung menuju ke paru-paru untuk meredakan keluhan batuk dan gejala asma lainnya.^[3]



Gambar 1. Nebulizer Ultrasonic

Arduino nano adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berukuran kecil dan mendukung penggunaan *Breadbord*. Arduino Nano diciptakan dengan basis mikrokontroler ATmega328 (untuk versi 3.x) atau ATmega 168 (untuk versi 2.x). Arduino Nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino Duemilanove. Arduino Nano tidak menyediakan DC jack berjenis *Barrel Jack*, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-B.^[4]



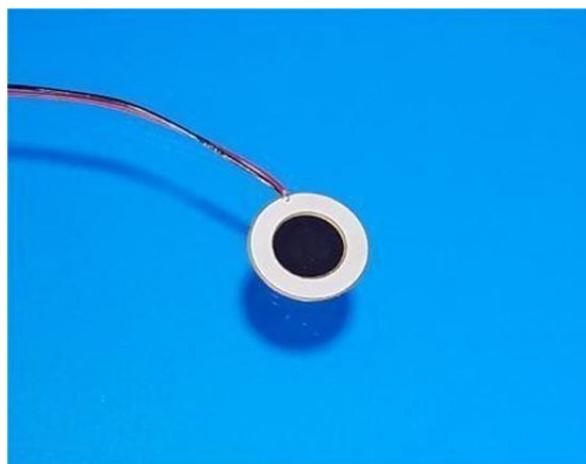
Gambar 2. Arduino Nano V3

LCD (*Liquid Crystal Display*) ini terbuat dari 128 x 64 individu OLED (*Organic Light-Emitting Diode*) piksel putih, dihidupkan atau dimatikan oleh chip pengontrol. Karena tampilan membuat cahayanya sendiri, tidak perlu cahaya latar. Ini mengurangi daya yang dibutuhkan untuk menjalankan OLED dan mengapa layar memiliki kontras yang sangat tinggi. Chip Driver SSD1306, berkomunikasi melalui I²C saja.^[5]



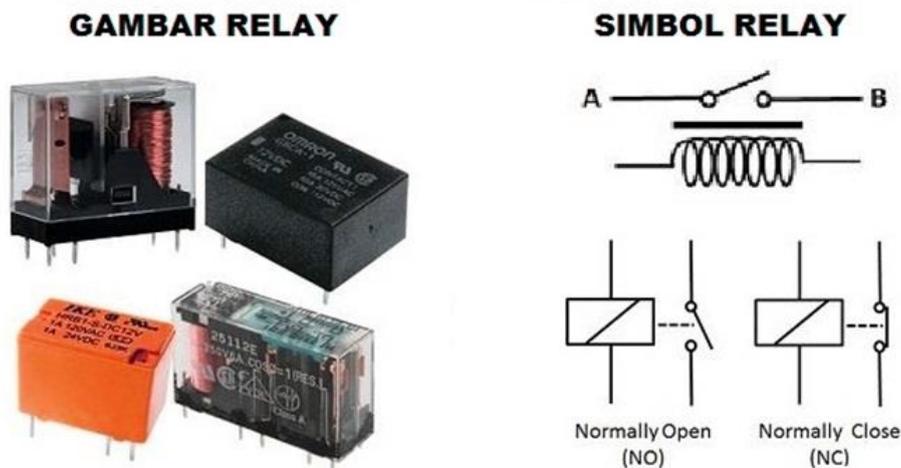
Gambar 3. LCD OLED 128 x 64

Transduser adalah suatu piranti dapat mengubah suatu bentuk energi ke dalam bentuk energi lainnya. Piezoelektrik adalah material yang apabila dikenai regangan atau tekanan mekanis dapat menghasilkan medan listrik. Sebaliknya, jika medan listrik diterapkan pada material maka material tersebut akan mengalami regangan atau tekanan mekanis. Bahan piezoelektrik alami diantaranya: Kuarsa (Quartz, SiO_2), berlinite, turmalin dan garam rossel. Bahan piezoelektrik buatan diantaranya: Barium titanate (BaTiO_3), Lead zirconium titanate (PZT), Lead titanate (PbTiO_3)^[6]



Gambar 4. Transduser Piezoelektrik

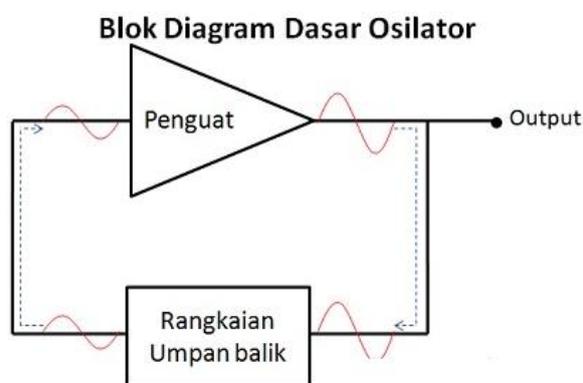
Relay adalah sebuah perangkat yang menggunakan Elektromagnet untuk menghasilkan gaya sebagai pembuka atau penutup kontak Switch, dengan kata lain sebuah Relay adalah *Electrically Powered Switch*.^[7]



Gambar 5. Relay

Baterai atau Akkumulator adalah sebuah sel Listrik dimana didalamnya berlangsung proses Elektrokimia yang *Reversible* (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. reaksi Elektrokimia *reversibel* adalah didalam baterai dapat berlangsung proses perubahan Kimia menjadi tenaga Listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga Listrik menjadi tenaga Kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari Elektroda yang dipakai yaitu, dengan melewatkan arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan didalam sel. Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia.^[8]

Osilator adalah suatu rangkaian Elektronika yang dapat menghasilkan sejumlah gelombang/ getaran/ sinyal listrik secara periodik dengan amplitudo yang konstan. Gelombang sinyal yang dihasilkan bisa berbentuk *Sinusoid Wave* (gelombang sinus), *Square Wave* (Gelombang Kotak) dan *Saw Tooth Wave* (Gelombang Gigi Gergaji). Pada umumnya sinyal DC atau arus searah dari *power supply* akan dikonversikan oleh rangkaian osilator menjadi sinyal arus AC atau arus bolak-balik sehingga dapat menghasilkan sinyal listrik yang periodik dengan amplitudo yang konstan.^[9]



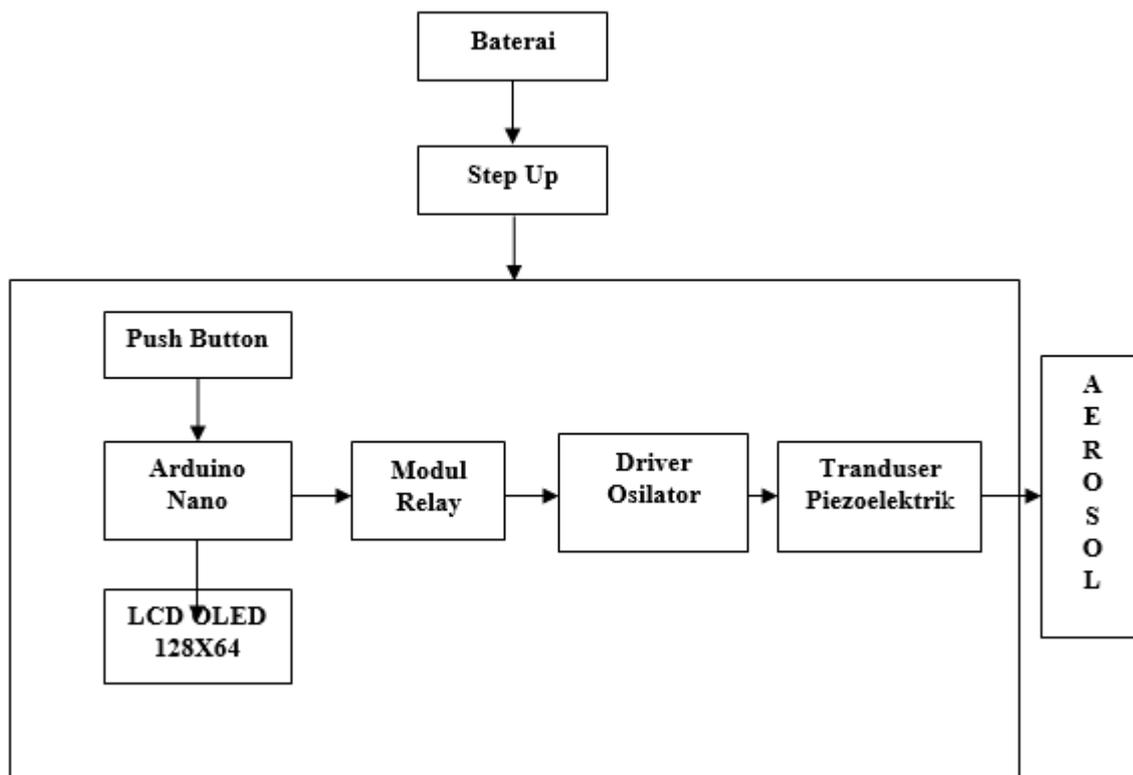
Gambar 6. Blok Diagram Oscilator

METODE

Penulis menggunakan metode SDLC (*System Development Lyfe Cycle*) dengan menganalisa kebutuhan perancangan alat, mendesain rancang bangun alat, kontruksi, hingga uji rancang bangun alat.

Analisa kebutuhan

alat Nebulizer Ultrasonic Portable ini menggunakan baterai Li-ion 4.2v untuk sumber tegangan dilengkapi *timer* dan tempat penyimpanan obat di bagian belakang alat. menggunakan LCD Oled 128x64 untuk menampilkan waktu serta merancang ulang bentuk *Housing* alat dengan media 3D Printing sehingga alat memiliki bentuk yang ringkas dan minimalis. Alat ini bersifat Portable agar bisa digunakan dimana saja.



Gambar 7. Blok Diagram alat nebulizer ultrasonic portable

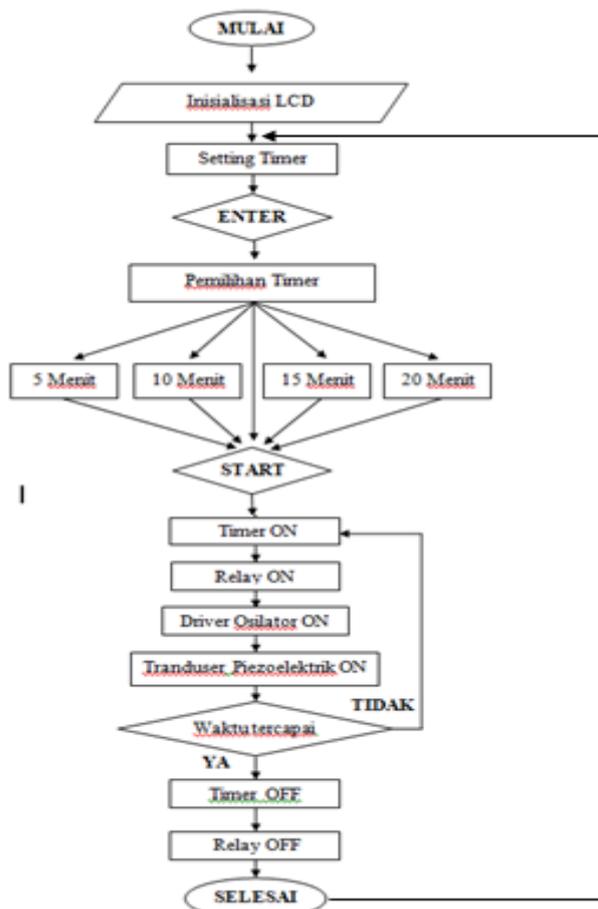
Cara Kerja Blok Diagram

Baterai sebagai sumber tegangan ke seluruh rangkaian, melalui Rangkaian Step Up menggunakan Ic Regulator XL6009 yang menaikkan tegangan dari arus DC ke DC mengubah tegangan Baterai dari 4.2v ke 5v sesuai dengan kebutuhan rangkaian alat.

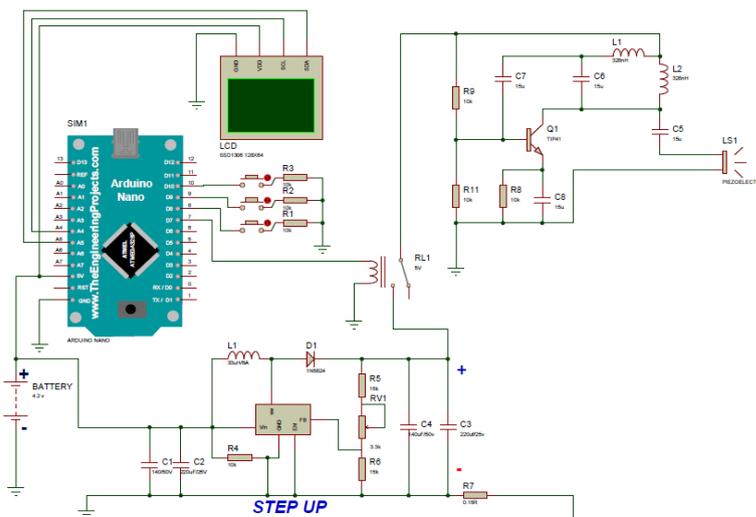
Lalu Arduino Nano mendapatkan tegangan dari Baterai yang telah dinaikan melalui rangkaian Step up menjadi 5v akan mengontrol keseluruhan kinerja alat, mengolah data Input dan Output yang mengubah dari data Analog menjadi data Digital dari semua blok rangkaian yang terhubung dengan Arduino Nano, lalu Arduino Nano menerima sinyal dari Push Button sebagai tombol untuk mengatur dan memulai waktu pada saat alat digunakan yang di tampilkan pada LCD OLED 128x64 (0.96") dilengkapi dengan I2C yang terhubung pada Araduno Nano.

Lalu Arduino memberikan perintah berupa High atau Low kepada modul Relay sebagai Saklar Otomatis yang menghidupkan rangkaian Driver Osilator sebagai pembangkit frekuensi untuk mengaktifkan Tranduser

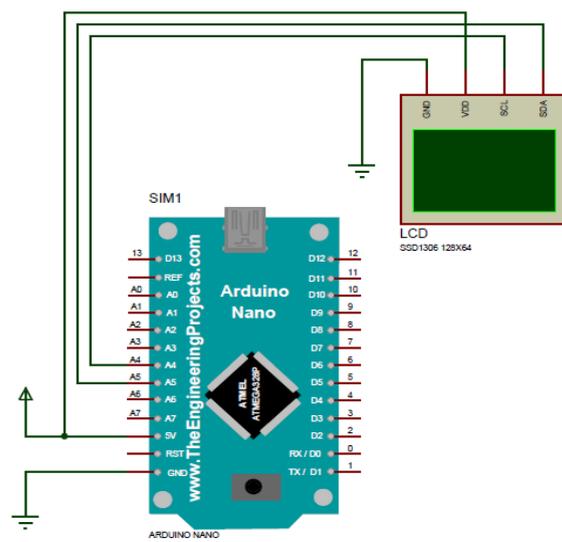
Piezoelektrik. Pada saat Transduser Piezoelektrik menerima sinyal Frekuensi dari Osilator maka Piezoelektrik akan menghasilkan getaran untuk memecah cairan obat menjadi Aerosol (kabut) dan mendorong Aerosol ke Mouthpiece/Masker.



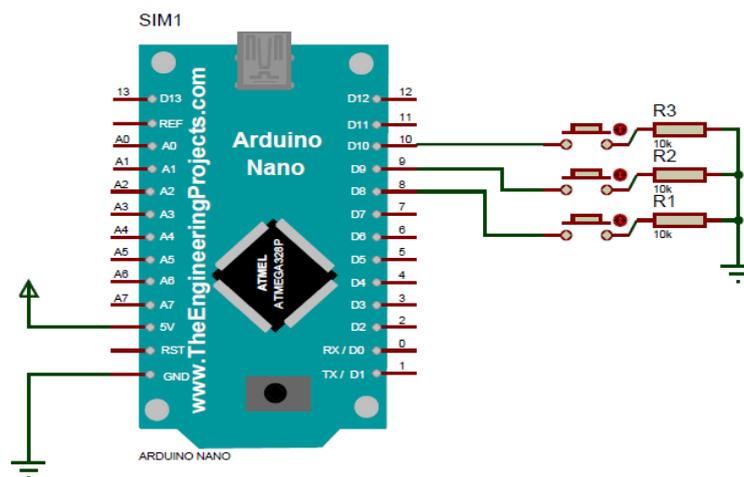
Gambar 8. Flow Chart



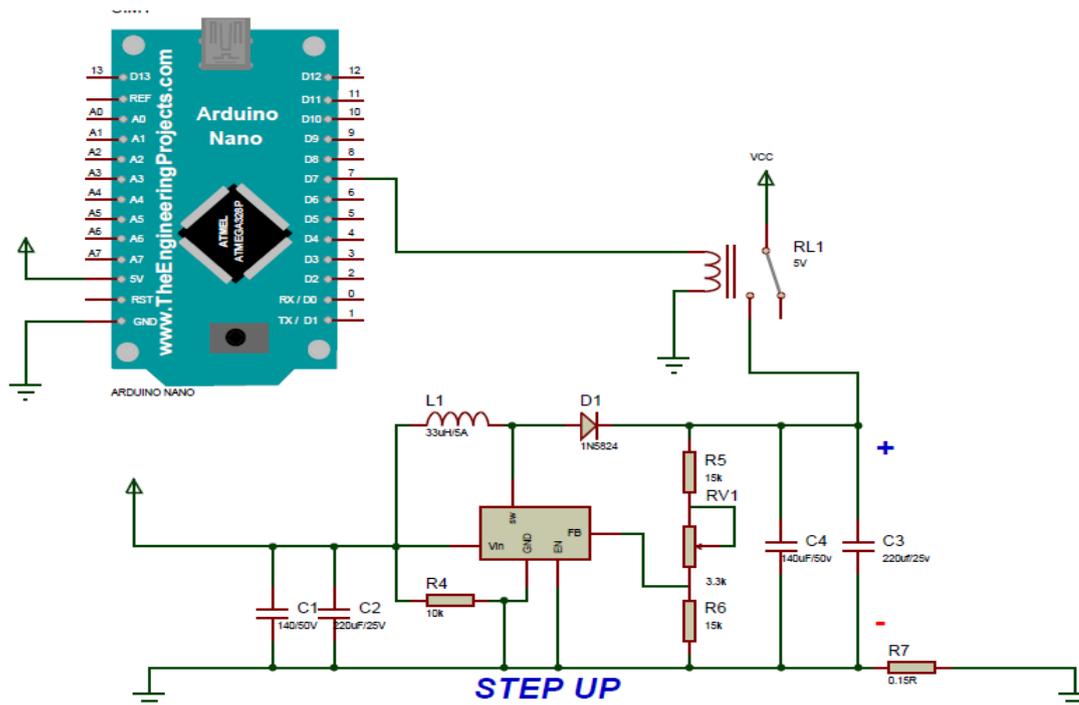
Gambar 9. Skema wiring Alat nebulizer portable



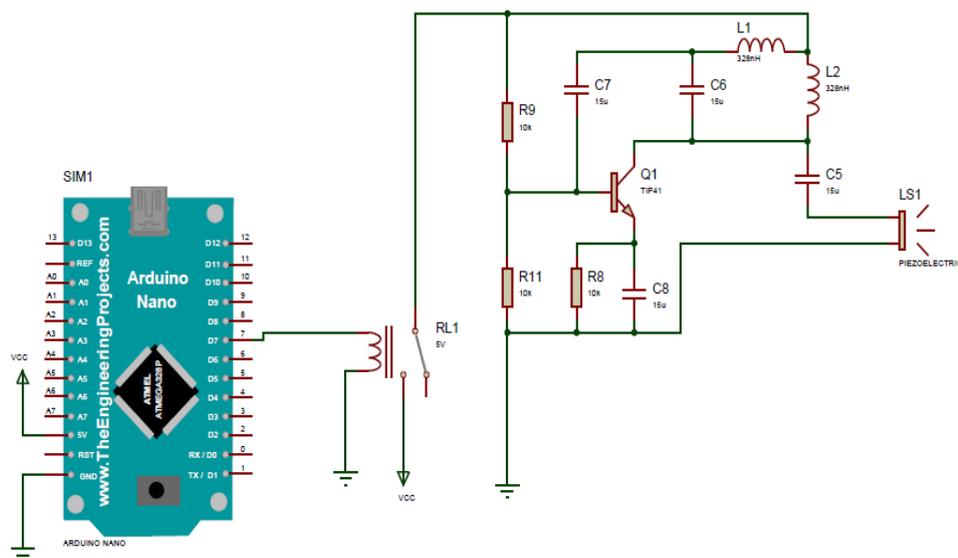
Gambar 10. Konfigurasi Pemasangan LED OLED



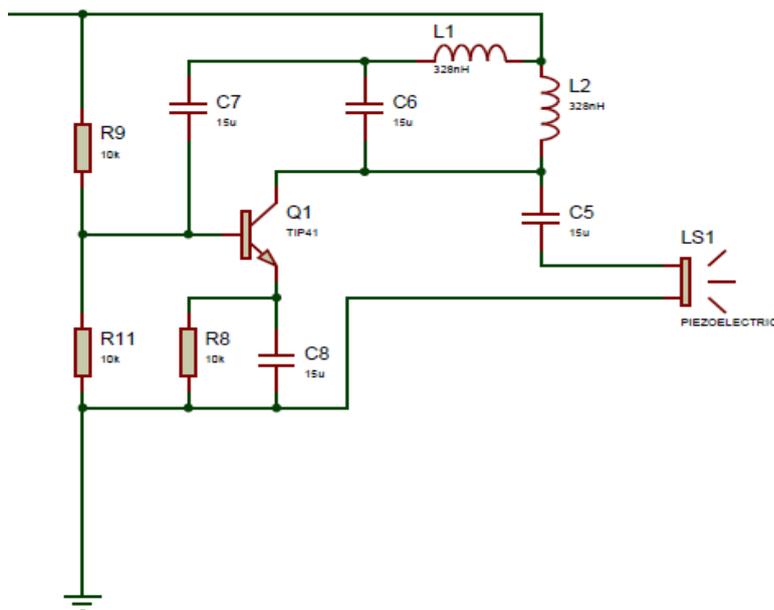
Gambar 11. Pemasangan Push Button



Gambar 12. Pemasangan Modul Step up



Gambar 13. Konfigurasi Pemasangan Oscilator



Gambar 14. Konfigurasi pemasangan transduser

Pengujian

Uji kinerja atau uji coba merupakan langkah untuk mengetes apakah alat dapat beroperasi dengan baik atau tidak. Uji kinerja modul dilakukan dengan menggunakan alat pengukur waktu (*stopwatch*) untuk membandingkan waktu settingan pada alat dengan waktu yang terbaca pada alat ukur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini penulis akan menerangkan hasil dari pengujian dan analisa alat Nebulizer Ultrasonic Portable yaitu berupa pengujian perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*). Penulis akan menguraikan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan selama pengujian dan proses analisa.

Pengujian

Tabel 1. Hasil pengujian tegangan input

NO	WAKTU PENGUKURAN	NILAI PADA PERANCANGAN	HASIL PENGUKURAN
1	5 Menit	4.2V DC	3.30V DC
2	10 Menit	4.2V DC	3.28V DC
3	15 Menit	4.2V DC	3.26V DC
4	20 Menit	4.2V DC	3.27V DC

Hasil pengukuran tersebut di dapatkan tegangan rata rata pada selang waktu 20 menit dengan mengambil 4 buah data maka akan didapat hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Nilai Rata Rata} &= \text{Jumlah Nilai / Banyaknya data} \\ &= 3.30 + 3.28 + 3.26 + 3.27 / 4 \\ &= 3.27\text{V DC}\end{aligned}$$

Maka dengan hasil perhitungan rata rata bisa di dapatkan persentase penyimpangan antara hasil teori dan praktek dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\% \text{ Penyimpangan} &= \frac{\text{Hasil pengukuran} - \text{nilai teori}}{\text{Nilai teori}} \times 100 \\ &= \frac{3.27 \text{ V DC} - 4.2\text{V DC}}{4.2 \text{ V AC}} \times 100 \\ &= 22,7 \%\end{aligned}$$

Melalui perhitungan diatas maka terdapat nilai penyimpangan pada hasil praktek dan hasil teroi sebesar 22,7 % , maka bisa di dapatkan nilai keakurasian yaitu :

$$\begin{aligned}\% \text{ Keakurasian} &= 100 \% - \% \text{ Penyimpangan} \\ &= 100 \% - 22,7 \% \\ &= 77,3 \%\end{aligned}$$

Tabel 2. Hasil pengujian tegangan output

NO	WAKTU PENGUKURAN	SPESIFIKASI OUTPUT	PENGUKURAN INPUT	PENGUKURAN OUTPUT
1	5 Menit	5V DC	3.30V DC	4V DC
2	10 Menit	5V DC	3.28V DC	3.87V DC
3	15 Menit	5V DC	3.26V DC	4.5V DC
4	20 Menit	5V DC	3.27V DC	3.88V DC

Hasil pengukuran tersebut di dapatkan tegangan rata rata pada selang waktu 20 menit dengan mengambil 4 buah data maka akan didapat hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Nilai Rata Rata} &= \text{Jumlah Nilai / Banyaknya data} \\ &= 4 + 3.87 + 4.5 + 3.88 / 4 \\ &= 4.1\text{V DC}\end{aligned}$$

Maka dengan hasil perhitungan rata rata bisa di dapatkan persentase penyimpangan antara hasil teori dan praktek dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\% \text{ Penyimpangan} &= \frac{\text{Hasil pengukuran} - \text{nilai teori}}{\text{Nilai teori}} \times 100 \\ &= \frac{4.1 \text{ V DC} - 5\text{V DC}}{5\text{V AC}} \times 100 \\ &= 28 \%\end{aligned}$$

Melalui perhitungan diatas maka terdapat nilai penyimpangan pada hasil praktek dan hasil teroi sebesar 28 % , maka bisa di dapatkan nilai keakurasian yaitu :

$$\begin{aligned}\% \text{ Keakurasian} &= 100 \% - \% \text{ Penyimpangan} \\ &= 100 \% - 28 \% \\ &= 72 \%\end{aligned}$$

Tabel 3. Hasil pengujian osilator

KONDISI RANGKAIAN	FREKUENSI DRIVER OSILATOR
ON	113 Khz
OFF	0 Khz

Dalam perancangan rangkaian Driver Osilator ini menggunakan jenis Osilator Hartley yang menggunakan 2 buah induktor dan 1 kapasitor Dari tabel hasil pengujian rangkaian Driver Osilator di atas,maka hasil perhitungannya seperti berikut :

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{Lt \times C}}$$

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{0.64 \text{ mHz} \times 3100 \text{ pF}}}$$

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{(0.64 \times 10^{-3}) \times (3100 \times 10^{-12})}}$$

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{1.98 \times 10^{-12}}}$$

$$F = \frac{1}{6.28 \times (140712 \times 10^{-6})}$$

$$F = \frac{1}{883674 \times 10^{-6}}$$

$$F = 113163 \text{ Hz}$$

$$F = 113 \text{ kHz}$$

Tabel 4. Pengukuran Flowrate

NO	Setting Flow	Nilai Pengukuran Mass Flow Meter (L/min)				
		1	2	3	4	5
1	Max	0.276	0.278	0.285	0.292	0.303

Perhitungan Pengukuran Flowrate (Maximal)

$$\begin{aligned} X &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{0.276+0.278+0.285+0.292+0.303}{5} \\ &= \frac{1.434}{5} \\ &= 0.287 \end{aligned}$$

Standar Deviasi

$$\begin{aligned}
 \text{Stdv} &= \sqrt{\frac{\sum (xi - x)^2}{n - 1}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,000487}{4}} \\
 &= \sqrt{0.000487} \\
 &= 0,011034038 \\
 &= 0,01
 \end{aligned}$$

Tabel 5. Pengukuran Timer

NO	Setting Waktu	Nilai Pengukuran Stopwatch (Menit)				
		1	2	3	4	5
1	5 Menit	5.05	5.08	5.06	5.03	5.08
2	10 Menit	10.07	10.06	10.09	10.07	10.08
3	15 Menit	15.10	15.09	15.08	15.06	15.11
4	20 Menit	20.12	20.09	20.10	20.06	20.03

Perhitungan Pengukuran Timer (5 Menit)

$$\begin{aligned}
 1) \quad X &= \frac{\sum xi}{n} \\
 &= \frac{5,05+5,08+5,06+5,03+5,08}{5} \\
 &= \frac{25,3}{5} \\
 &= 5,06
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \quad \text{Koreksi} &= \text{Standar} - \text{UUT (Unit Under Test)} \\
 &= 5,06 - 5 \\
 &= 0,06
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \quad \text{Error Relatif (\%)} &= \frac{\text{Koreksi}}{\text{Rerata}} \times 100\% \\
 &= \frac{0,06}{5,06} \times 100\% \\
 &= 1.19 \%
 \end{aligned}$$

4) Standar Deviasi

$$\begin{aligned}\text{Stdv} &= \sqrt{\frac{\sum (xi - x)^2}{n - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,0018}{4}} \\ &= \sqrt{0,00045} \\ &= 0,021213203 \\ &= 0,02\end{aligned}$$

Perhitungan Pengukuran Timer (10 Menit)

$$\begin{aligned}1) \ X &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{10,07+10,06+10,09+10,07+10,08}{5} \\ &= \frac{50,37}{5} \\ &= 10,07\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}2) \ \text{Koreksi} &= \text{Standar} - \text{UUT (Unit Under Test)} \\ &= 10,07 - 10 \\ &= 0,07\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}3) \ \text{Error Relatif (\%)} &= \frac{\text{Koreksi}}{\text{Rerata}} \times 100\% \\ &= \frac{0,07}{10,07} \times 100\% \\ &= 0.7 \%\end{aligned}$$

4) Standar Deviasi

$$\begin{aligned}\text{Stdv} &= \sqrt{\frac{\sum (xi - x)^2}{n - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,0006}{4}} \\ &= \sqrt{0,00015} \\ &= 0,012247448 \\ &= 0,01\end{aligned}$$

Perhitungan Pengukuran Timer (15 Menit)

$$\begin{aligned} 1) \quad X &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{15,10+15,09+15,08+15,06+15,11}{5} \\ &= \frac{75,44}{5} \\ &= 15,09 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \quad \text{Koreksi} &= \text{Standar} - \text{UUT (Unit Under Test)} \\ &= 15.09 - 15 \\ &= 0,09 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \quad \text{Error Relatif (\%)} &= \frac{\text{Koreksi}}{\text{Rerata}} \times 100\% \\ &= \frac{0,09}{15,09} \times 100\% \\ &= 0.6 \% \end{aligned}$$

4) Standar Deviasi

$$\begin{aligned} \text{Stdv} &= \sqrt{\frac{\sum (xi - x)^2}{n - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,0015}{4}} \\ &= \sqrt{0.000375} \\ &= 0,019364916 \\ &= 0,02 \end{aligned}$$

Perhitungan Pengukuran Timer (20 Menit)

$$\begin{aligned} 1) \quad X &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{20,12+20,09+20,10+20,06+20,03}{5} \\ &= \frac{100,4}{5} \\ &= 20.08 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \quad \text{Koreksi} &= \text{Standar} - \text{UUT (Unit Under Test)} \\ &= 20.08 - 20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 0,08 \\ 3) \text{ Error Relatif (\%)} &= \frac{\text{Koreksi}}{\text{Rerata}} \times 100\% \\ &= \frac{0,08}{20,08} \times 100\% \\ &= 0.4 \% \end{aligned}$$

4) Standar Deviasi

$$\begin{aligned} \text{Stdv} &= \sqrt{\frac{\sum (xi - x)^2}{n - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,005}{4}} \\ &= \sqrt{0.00125} \\ &= 0,035355339 \\ &= 0,04 \end{aligned}$$

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan hasil perancangan, perakitan alat, pengujian, pendataan dan analisa alat yang telah penulis lakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Modul Nebulizer Ultrasonic Portable menggunakan kontrol arduino nano dapat berkerja sesuai dengan fungsinya.
2. Timer berfungsi dengan baik dan dapat di tampilkan pada display LCD.
3. Kinerja Driver Osilator dan Tranduser Ultrasonic bekerja dengan baik sebagaimana fungsinya.
4. Kelemahan pada modul terletak pada sumber tegangan baterai yang kurang stabil.

REFERENSI

1. Andica Fernando.(2016).*Modifikasi Nebulizer Kompresor Dengan Menambahkan Pengaturan Timer dan Detektor Cairan Obat Sebagai Batasan Waktu Terapi Pemberian Pada Penderita Asma*.Jurnal Penelitian.Teknik Eelektro.Universitas Negri Bengkulu.
2. *Nebulizer*. <http://dwinurulhidayah2.blogspot.com/2014/01/nebulizer.html> diakses pada tanggal 7 Juli 2019,jam 1:33 AM.
3. Heru Sundaru,Sukanto.(2015).*Ilmu Penyakit Dalam*.Hal 487 Asma Bronkial.Buku Ajar.

4. Rangkuti, Syabhan.(2016). *Arduino & Proteus Simulasi dan Praktik*. Bandung: Informatika.
5. Wafeshare.(2015).*0.96 inch OLED Module User Manual*.
6. Riza Maulana. (2016). *Pemanfaatan Sensor Piezoelektrik Sebagai Penghasil Sumber Energi Pada Sepatu*.jurnal penelitian teknik elektro universitas muhammadiyah Surakarta
7. Kevin dan Fahraini,Bacharuddin.(2017). *Sistem Peringatan Sisa Pulsa Pada KWH Meter Digital Prabayar*. Jurnal Tesla, Vol.19, No.1, hal.68-80.