

Modifikasi Nebulizer *Mesh* Dilengkapi Pendeteksi Cairan Obat Menggunakan Fotodiode

Sri Wanda Muliawati Baharuddin¹, Desak Ketut Sutari², La Ode Hamrin³

^{1,2,3}D-III Teknologi Elektro Medis, Universitas Mandala Waluya

^{1,2,3} Jl. Jend. A.H Nasution Kota Kendari 93231

Corresponding author: Author (e-mail: sriwanda489@gmail.com)

Abstrak

Asma adalah penyakit yang sulit untuk disembuhkan. Namun penyakit ini dapat dikontrol sehingga tidak mengganggu aktivitas sehari-hari. Pencegahan serangan asma dapat menggunakan terapi inhalasi. Bagi penderita asma yang mengalami sesak napas, dapat menggunakan nebulizer mesh pada saat berpergian, sehingga memudahkan pengobatan dimana pun jika terjadi serangan asma secara tiba-tiba. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah memodifikasi sebuah nebulizer mesh *portable* yang dilengkapi dengan pendeteksi cairan. Penelitian ini di buat dengan Sistem otomatis memanfaatkan sensor fotodiode sebagai penerima sinyal dan LED sebagai pemancar sinyal. Selanjutnya, sinyal tersebut akan diperkuat oleh rangkaian komparator yang menggunakan IC LM358 dan diteruskan ke driver relay sebagai saklar otomatis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alat bekerja dengan cukup baik, dimana pada saat sensor fotodiode tidak terhalang oleh cairan, maka dengan otomatis proses nebulasi akan berhenti. Namun apabila sensor fotodiode terhalang oleh cairan, maka proses nebulasi masih terus berlanjut. Berdasarkan hasil uji fungsi volume cairan obat terhadap waktu yang di butuhkan dapat di ketahui bahwa dengan minimal takaran obat 2 ml membutuhkan waktu 1,55 menit, sedangkan dengan maksimal takaran obat 8 ml membutuhkan waktu 15,53 menit diperoleh rata-rata laju aliran 0,41 ml/menit. sehingga dapat di ketahui bahwa semakin besar volume takaran obat yang diberikan, maka semakin lama waktu yang diperlukan untuk proses nebulasi.

Kata Kunci : Nebulizer, Portabel, Fotodiode dan LED, Otomatis, Piezoelektrik.

Mesh Nebulizer Modification Equipped with Drug Liquid Detector Using Photodiodes

Abstract

Asthma is a disease that is difficult to cure. However, this disease can be controlled so that it does not interfere with daily activities. Prevention of asthma attacks can be done using inhalation therapy. For asthma sufferers who experience shortness of breath, they can use a mesh nebulizer while traveling, making it easier to treat anywhere in the event of a sudden asthma attack. Therefore, the purpose of this study is to modify a portable mesh nebulizer equipped with a liquid detector. This research was made with an automatic system utilizing a photodiode sensor as a signal receiver and LED as a signal transmitter. Furthermore, the signal will be amplified by a series of comparators using the LM358 IC and passed to the relay driver as an automatic switch. The results of this study show that the tool works quite well, where when the photodiode sensor is not blocked by liquid, the nebulization process will automatically stop. However, if the photodiode sensor is blocked by liquid, the nebulization process still continues. Based on the results of the test of the function of the volume of the drug fluid to the time needed, it can be known that with a minimum dose of 2 ml of drugs it takes 1.55 minutes, while with a maximum dose of 8 ml of drugs it takes 15.53 minutes to obtain an average flow rate of 0.41 ml/minute. So it can be known that the larger the volume of drug doses given, the longer it takes for the nebulization process.

Keywords : Nebulizer, Portable, Photodiode and LED, Automatic, Piezoelectric.

I. PENDAHULUAN

Kesehatan pernapasan adalah salah satu aspek penting dalam kualitas hidup manusia. Penyakit pernapasan seperti asma, bronkitis, dan penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) memerlukan penanganan yang tepat dan efisien. Salah satu metode yang sering digunakan untuk mengatasi masalah pernapasan adalah terapi nebulisasi [1]. Dalam hal ini di perlukan alat nebulizer yang dapat yang digunakan untuk mengubah obat cair ke bentuk partikel kabut / aerosol, bentuk aerosol ini sangat bermanfaat apabila di hirup langsung ke dalam paru-paru. Nebulizer menghasilkan aerosol dengan aliran gas kuat

yang dihasilkan oleh piezoelektrik [2]. Nebulizer adalah pilihan yang paling tepat untuk kasus-kasus yang berkaitan dengan masalah inflamasi pada pasien asma atau PPOK (penyakit paru obstruktif kronik). Sebagai terapi inhalasi, nebulizer memberikan onset yang lebih cepat dibandingkan dengan obat yang diberikan secara oral maupun intravena [3].

Secara medis, asma merupakan penyakit yang sulit untuk disembuhkan, namun penyakit ini dapat dikontrol agar tidak mengganggu aktivitas sehari-hari. Pengendalian asma dilakukan dengan cara menghindari faktor pemicu, yaitu segala sesuatu yang dapat

menyebabkan munculnya gejala asma, seperti menghindari paparan terhadap alergen, polusi udara, dan pemicu lainnya, untuk dapat mencegah terjadinya serangan asma yang terus-menerus maka dengan menggunakan terapi inhalasi. Apabila anak-anak hingga orang dewasa mengalami serangan asma secara berkelanjutan, maka mereka akan merasakan penurunan kualitas hidup yang lebih buruk [4].

Terapi yang diperlukan untuk meningkatkan efektivitas saluran pernapasan adalah terapi inhalasi nebulizer. Terapi inhalasi nebulizer merupakan proses inhalasi yang melibatkan pemberian obat dalam bentuk zat atau partikel yang dapat berupa larutan, gas, atau padatan yang tersebar di udara merupakan alternatif yang sangat cocok untuk pengobatan asma karena pemberian obat dalam bentuk partikel kabut, bentuk aerosol ini sangat bermanfaat jika dihirup langsung ke saluran pernapasan. Nebulizer merupakan alat inhalasi yang berfungsi untuk mengubah cairan menjadi partikel-partikel kecil yang tersebar di udara. Obat yang digunakan tersedia dalam bentuk aerosol [5]. Nebulizer biasanya digunakan sebagai pengobatan untuk asma kronis, sangat cocok untuk anak-anak maupun orang dewasa [6]. Alat nebulizer sangat efisien dan sesuai untuk digunakan oleh anak-anak, orang dewasa, serta lansia yang mengalami gangguan pada saluran pernapasan akibat kelebihan mukus, batuk, atau bahkan sesak napas. Ini disebabkan oleh fakta bahwa obat yang diberikan akan langsung menuju ke saluran pernapasan [7].

Perkembangan komponen pendukung teknologi dengan otomatisasi sangat di dukung oleh adanya sensor fotodioda dan LED, apabila cahaya LED yang dipantulkan oleh larutan obat asma terdeteksi oleh sensor fotodioda, maka akan terjadi perubahan arus. Perubahan arus ini disebabkan oleh perbedaan jarak antara sensor fotodioda dan permukaan larutan obat asma. Perbedaan jarak tersebut mengakibatkan variasi dalam jumlah kabut yang menghalangi cahaya dari LED menuju fotodioda. Semakin banyak kabut yang terbentuk, maka jumlah energi foton yang diterima akan semakin berkurang, sehingga arus yang dihasilkan menjadi kecil. Akibatnya, terjadi perubahan pada tegangan keluaran sensor fotodioda [8].

Penelitian yang dilakukan oleh [9]. membahas tentang otomatis sistem infus pasien. Penelitian tersebut memanfaatkan sensor fotodioda dan LED untuk membaca cairan infus serta mendeteksi habisnya cairan infus. Pada penelitian yang dilakukan oleh [10]. Memanfaatkan sensor fotodioda untuk mendeteksi cairan obat, dalam penelitian ini, sensor fotodioda dan LED IR berfungsi sebagai detektor cairan obat. Jika sensor mendeteksi cairan pada cup atau wadah penampung obat, sensor akan menyalakan kompresor. Setelah cairan habis, kompresor akan mati secara otomatis.

Penelitian yang dilakukan oleh [11]. Menggunakan *mist maker*. Penelitian tersebut menggunakan gelombang

ultrasonik untuk mengubah obat cair menjadi uap, yang kemudian akan melewati lubang *mesh*, yaitu lubang yang terbuat dari kawat atau benang. Dengan menggunakan piezoelektrik yang memiliki tingkat kebisingan yang rendah, maka suara yang di hasilkan tidak menimbulkan suara bising. Pada nebulizer *mesh*, uap yang dihasilkan sangat halus, melebihi tipe nebulizer lainnya. Penelitian yang dilakukan oleh [12]. Menggunakan driver relay untuk mematikan alat saat waktu settingnya tercapai. Penelitian tersebut menggunakan mikrokontroler ATmega328 yang berfungsi untuk mengontrol relay. Relay disini berfungsi sebagai saklar elektrik untuk menghidupkan dan mematikan modul pembangkit frekuensi.

Penelitian yang dilakukan oleh [13]. Membahas tentang modifikasi nebulizer kompresor dengan menambahkan pengaturan timer dan detektor cairan obat sebagai batasan waktu terapi pemberian obat pada penderita asma. Penelitian ini merancang nebulizer kompresor berbasis mikrokontroler ATmega16 yang berfungsi sebagai pengontrol utama rangkaian dengan menambahkan fitur seperti pengaturan waktu dan kecepatan motor serta tampilan LCD. Hasilnya menunjukkan bahwa nebulizer kompresor bekerja dengan baik dan kecepatan motor dapat disesuaikan menjadi tiga kecepatan yang berbeda.

permasalahan tersebut maka penelitian ini akan memodifikasi sebuah alat nebulizer *mesh* dilengkapi dengan pendeteksi cairan obat dengan memanfaatkan sensor fotodioda sebagai penerima sinyal dan LED sebagai sumber sinyal. Apabila sensor mendeteksi cairan obat sudah habis maka alat akan mati secara otomatis. Dalam penelitian ini akan menggunakan gelombang ultrasonik, yang di bangkitkan oleh piezoelektrik untuk mengubah obat cair menjadi aerosol. Penggunaan piezoelektrik dengan sistem ultrasonik lebih praktis dan simpel serta tidak menimbulkan suara bising karena memiliki tingkat kebisingan yang rendah.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen modifikasi alat yang menggunakan beberapa tahapan dalam pembuatan alat mulai dari penyiapan alat dan bahan, perancangan blok diagram dan pembuatan skematik rangkaian. Setelah alat selesai dirangkai selanjutnya dilakukan uji coba.

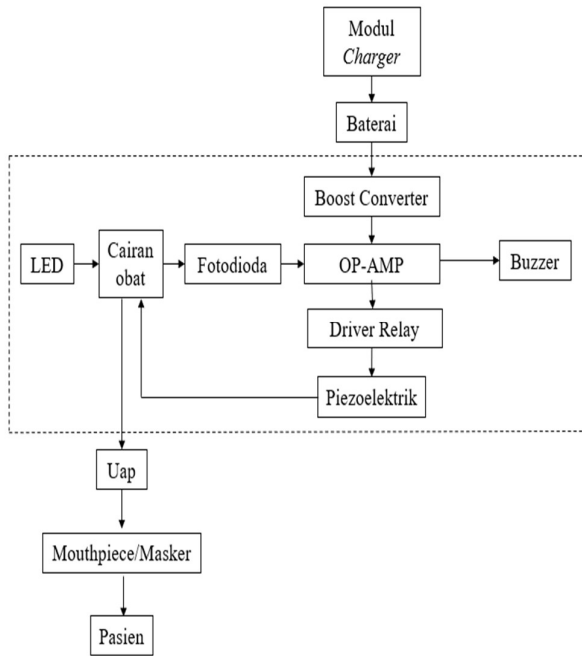
A. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor fotodioda dan LED sebagai detektor, IC LM358 sebagai penguat sinyal, *relay* sebagai saklar otomatis, *buzzer* sebagai indikator alarm, modul *charger* berfungsi untuk melakukan pengisian ulang daya baterai, *boost converter* untuk menaikkan tegangan baterai untuk memenuhi kebutuhan komponen-komponen lainnya, saklar on/off dan tombol *push button*. Bahan yang

digunakan dirangkai sesuai skematik rangkaian kemudian disusun dalam wadah berukuran tinggi 13,5 cm dan diameter 5 cm.

B. Blok Diagram

Gambar 1 merupakan blok diagram dari alat nebulizer *mesh* dilengkapi pendeteksi cairan obat menggunakan fotodiode yang terdiri dari beberapa blok. Blok diagram ini berfungsi untuk memudahkan proses perancangan alat



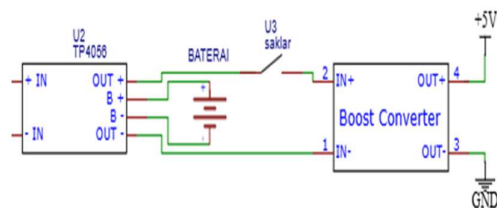
Gambar 1. Blok diagram

C. Skematik Rangkaian

Rangkaian alat ini terdiri dari beberapa rangkaian yakni

a. Rangkaian Baterai

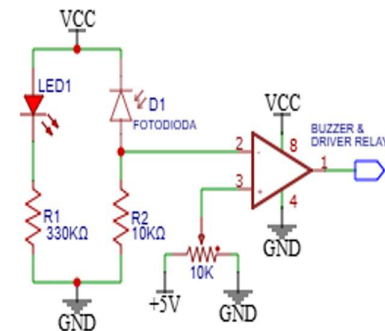
Sebagai sumber tegangan untuk perangkat, digunakan baterai Lithium Polymer (Li-Po) yang dapat diisi ulang. Baterai ini memiliki tegangan sebesar 3,7 volt. Proses pengisian dan pengosongan baterai dilakukan dengan menggunakan Modul *Charger* yang berfungsi untuk mengontrol proses pengisian agar tidak terjadi *Overcharge* serta mengatur proses pengosongan yang dapat merusak baterai. Dapat dilihat pada Gambar 2:



Gambar 2. Rangkaian baterai

b. Rangkaian fotodiode

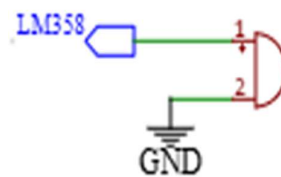
Fotodiode berfungsi sebagai sensor untuk mendeteksi cairan obat. Dalam rangkaian ini, fotodiode terhubung langsung dengan resistor dan grounding, serta terdapat LED yang berfungsi untuk mengirimkan kembali cahaya ke fotodiode. Di dalam rangkaian ini juga terdapat OP-AMP yang digunakan untuk memperkuat sinyal kecil dari fotodiode yang terhubung langsung ke rangkaian *relay* dan *buzzer*. Dapat dilihat pada Gambar 3:



Gambar 3. Rangkaian fotodiode

c. Rangkaian Buzzer

Buzzer dilengkapi dengan 2 kaki yang terhubung ke output dari Rangkaian Fotodiode (seperti yang ditunjukkan oleh label "*buzzer & relay*" pada output Op-Amp LM358). *Buzzer* ini berfungsi sebagai indikator suara ketika sensor telah mendeteksi bahwa cairan obat telah habis. Dapat dilihat pada Gambar 4:

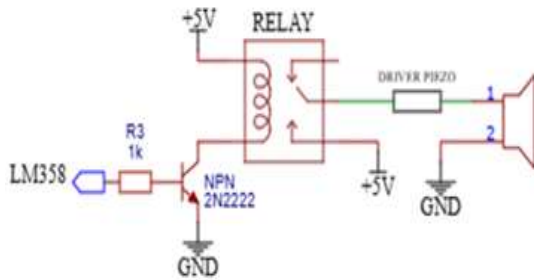


Gambar 4. Rangkaian buzzer

d. Rangkaian Relay dan Piezoelektrik

Pada rangkaian ini terdapat relay yang berfungsi sebagai saklar ketika sensor mendeteksi bahwa cairan obat telah habis. *Relay* ini memiliki 5 kaki yang terhubung ke output dari Rangkaian Fotodiode (seperti yang ditunjukkan oleh label "*buzzer & relay*" pada output Op-Amp LM358). Ketika relay aktif, tegangan akan diberikan kepada piezoelektrik sehingga piezoelektrik tersebut akan berfungsi. Sebaliknya, ketika relay non-aktif, tegangan terputus dan piezoelektrik berhenti bergetar. Resistor berfungsi sebagai pembatas arus untuk melindungi transistor.

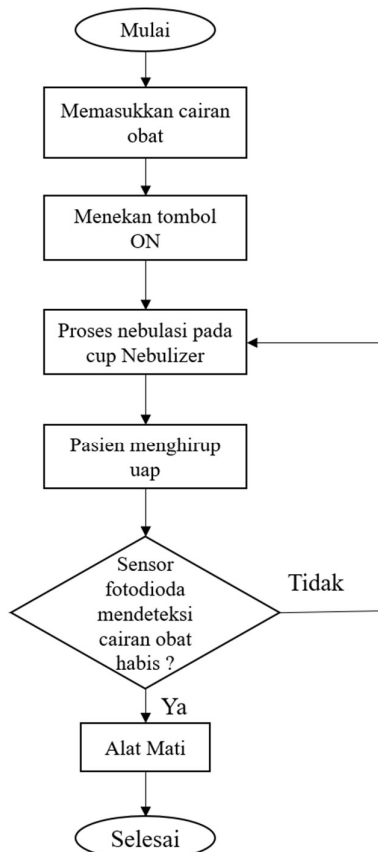
Selanjutnya, kaki lainnya terhubung ke 5v dan ke kaki pertama *piezoelektrik*. *Piezoelektrik* ini berfungsi untuk mengubah cairan obat menjadi uap. Dapat dilihat pada Gambar 5:



Gambar 5. Rangkaian *relay* dan piezoelektrik

D. Diagram Alir Kerja Alat

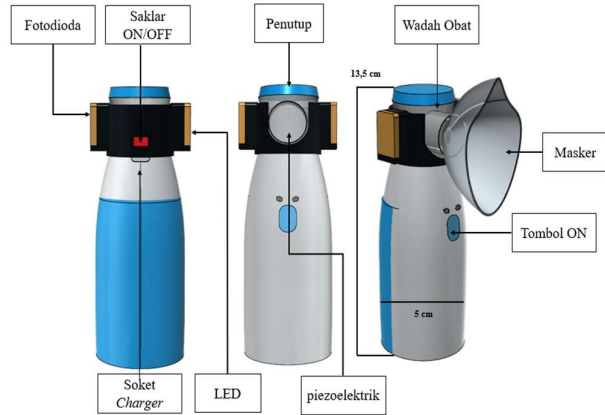
Proses alur kerja alat dimulai dengan proses memasukkan cairan obat pada wadah obat, kemudian menekan tombol ON untuk melakukan proses nebulasi, setelah itu uap yang dihasilkan akan dihirup oleh pasien dan apabila obat cair pada wadah telah dideteksi oleh sensor maka alat akan mati secara otomatis. Diagram alir proses kerja alat dapat dilihat pada Gambar 6:



Gambar 6. Diagram alir kerja alat

E. Desain Mekanik

Sistem mekanik ini di desain seperti alat nebulizer portable pada umumnya namun dengan adanya fotodioda dan LED sebagai sensor pendeteksi cairan obat, apabila cairan obat telah habis maka alat akan berhenti secara otomatis. Desain mekanik dari alat yang dimodifikasi dapat dilihat pada Gambar 7:



Gambar 7. Desain mekanik

F. Standar Operasional Prosedur (SOP)

- Untuk mengoperasikan alat nebulizer mesh dilengkapi dengan pendeteksi cairan obat ada beberapa langkah-langkah yang dapat diikuti. Adapun SOP untuk modul ini dapat diuraikan sebagai berikut :
- Memasang mouthpiece/masker ke pipa pada alat utama.
 - Isi wadah obat nebulizer dengan volume cairan obat sesuai dosis yang di berikan pada dokter.
 - Menekan tombol daya di belakang alat untuk menghidupkan alat nebulizer.
 - Menekan tombol ON di depan alat untuk melakukan proses nebulasi dan lampu indikator biru akan menyala.
 - Duduk dengan tenang dan nyaman agar perawatan lebih efektif
 - Setelah cairan obat telah habis maka sensor Fotodioda dan LED akan mendeteksi bahwa cairan obat telah habis maka alat akan mati secara otomatis dan lampu indicator biru juga akan mati dan *buzzer* akan berbunyi untuk memberi tanda bahwa cairan obat mulai habis.
 - Untuk mematikan *buzzer*, menekan tombol daya di belakang alat dan proses pemberian cairan obat menggunakan nebulizer telah selesai.

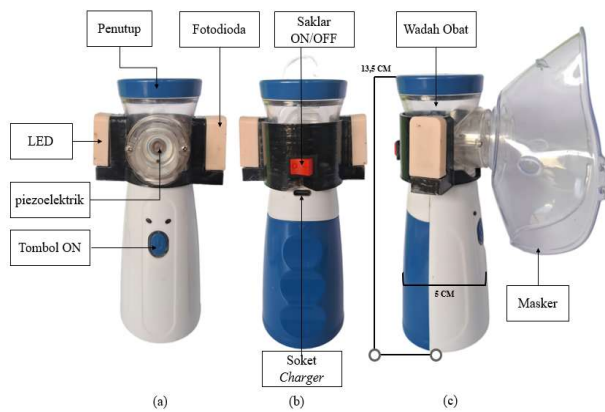
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

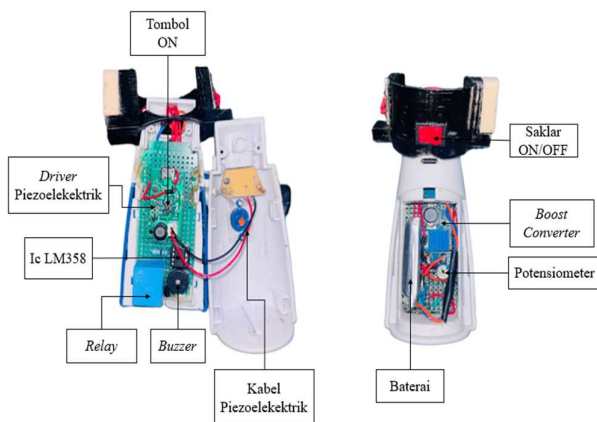
Berdasarkan hasil penelitian yang telah memodifikasi alat nebulizer mesh dilengkapi dengan pendeteksi cairan obat terdiri atas beberapa komponen yang dapat dilihat pada gambar 8 yang menampilkan

tampak depan, tampak belakang dan tampak samping beserta spesifikasinya.

- Nama Alat : Nebulizer *mesh* dilengkapi dengan pendeteksi cairan obat
- Jenis : Nebulizer *mesh*
- Fungsi : Untuk mengubah obat cair menjadi kabut (aerosol) yang dapat di hirup, sehingga obat dapat langsung mencapai pada paru-paru dan saluran pernapasan.
- Tegangan Sumber : 5V DC
- Arus : 1A
- Ukuran : Tinggi: 13,5 cm dan diameter: 5 cm



gambar 8. (a) Tampak depan (b) Tampak belakang (c) Tampak samping



Gambar 9. Tampak dalam alat

Proses pengambilan data pada alat nebulizer *mesh* yaitu dengan menggunakan stopwatch untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengubah seluruh cairan obat menjadi uap. Dapat dilihat data pengamatan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data pengamatan

NO	Takaran Obat (ml)	Waktu (menit)	Sisa Cairan Obat (ml)	Keterangan
1	2	1,55	1,3	Alat mati
2	3	3,95	1,3	Alat mati
3	4	7,4	1,3	Alat mati
4	5	8,71	1,3	Alat mati
5	6	12,25	1,3	Alat mati
6	7	13,56	1,3	Alat mati
7	8	15,53	1,3	Alat mati

Hasil analisa data pada penelitian ini dilakukan untuk menghitung laju aliran ml/menit. Dapat dilihat pada Tabel 2:

Tabel 2. Analisa perhitungan laju aliran

NO	Takaran Obat (ml)	Waktu (Menit)	Selisih Takaran (ml)	Laju Aliran (ml/menit)	Keterangan
1	2	1,55	0,7	0,45	Alat mati
2	3	3,95	1,7	0,43	Alat mati
3	4	7,4	2,7	0,36	Alat mati
4	5	8,71	3,7	0,42	Alat mati
5	6	12,25	4,7	0,38	Alat mati
6	7	13,56	5,7	0,42	Alat mati
7	8	15,53	6,7	0,43	Alat mati
Total				2,89	
Rata-Rata				0,41	

B. Pembahasan

Nebulizer adalah alat terapi yang digunakan untuk merawat pasien yang mengalami masalah pada saluran pernapasan, yaitu dengan cara memberikan cairan obat melalui gelombang ultrasonik yang secara bertahap mengubah cairan obat menjadi uap atau aerosol. Selanjutnya, uap tersebut akan dihirup langsung dan membantu melonggarkan saluran pernapasan yang menyempit.

Sistem kerja alat nebulizer ini bekerja dengan gelombang ultrasonik dari komponen piezoelektrik untuk mengubah obat menjadi aerosol berukuran 2-5 mikron. Perubahan air menjadi uap/aerosol akan di picu oleh komponen piezoelektrik yang dimana pada saat alat di start maka piezoelektrik akan memperoleh besaran listrik.

Piezoelektrik adalah komponen yang mampu mengukur gaya dan tekanan dengan mengubahnya menjadi muatan listrik berdasarkan prinsip efek piezoelektrik. Efek piezoelektrik merupakan fenomena yang terjadi pada bahan kristal atau material tertentu yang dapat menghasilkan besaran listrik atau muatan listrik ketika mengalami tekanan atau getaran [14]. Getaran tersebut akan mengubah cairan obat menjadi uap.

Alat ini dirancang portabel dengan sumber daya yang berasal dari baterai *Lithium Polymer* (Li-Po)

sebagai sumber tegangan DC dengan output tegangan sebesar 5volt yang digunakan untuk menghidupkan seluruh rangkaian. Alat ini menggunakan 1 baterai Lithium Polymer (Li-Po) dengan tegangan 3,7V namun untuk menghidupkan seluruh rangkaian di perlukan tegangan sebesar 5V sehingga di butuhkan Boost Converter step UP untuk menaikkan tegangan baterai yang semula 3,7V menjadi 5V. Pada penelitian ini menggunakan modul charger agar memudahkan pengguna dalam melakukan pengisian ulang baterai ketika kehabisan daya. Modul charger yang digunakan yaitu TP4056 yang mampu melakukan pengisian daya baterai maksimum 1A pada tegangan 5V.

Nebulizer *mesh* ini dirancang dengan sistem otomatis yang memanfaatkan sensor fotodioda sebagai penerima sinyal dan LED sebagai pengirim sinyal. Selanjutnya, sinyal tersebut akan diperkuat oleh rangkaian komparator yang menggunakan IC LM358 dan diteruskan ke driver relay sebagai saklar otomatis. Apabila sensor mendeteksi bahwa cairan pada wadah sudah habis maka sensor akan mengirimkan sinyal ke *driver relay* untuk menghentikan proses nebulasi.

Sensor fotodioda pada nebulizer mesh ini dipasang saling berhadapan di bodi cup nebulizer agar sensor dapat terus mendeteksi cairan di dalam wadah nebulizer. Jika sensor fotodioda terhalang oleh cairan, maka sensor tersebut tidak akan menerima cahaya dari LED, sehingga menyebabkan alat tetap beroperasi. Namun, jika sensor fotodioda tidak terhalang oleh cairan, maka sensor akan menerima cahaya dari LED, yang mengakibatkan nilai resistansinya semakin kecil, sehingga alat akan berhenti beroperasi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh [15]. Penelitian tersebut memanfaatkan sensor fotodioda dan LED sebagai sensor optocoupler. Untuk menguatkan sinyal yang dikeluarkan oleh sensor fotodioda yaitu menggunakan IC LM358.

Data yang diambil merupakan data yang menunjukkan kinerja alat, apakah alat bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan yang dibuat. Karena kita hanya ingin mengetahui apakah alat bekerja sesuai dengan tujuan awal pembuatan alat dilakukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Pada pengukuran pertama dengan takaran obat minimal 2 ml membutuhkan waktu penguapan selama 1,55 menit dan memiliki sisa cairan obat sebanyak 1,3 ml, sehingga di peroleh selisi takaran obat 0,7 ml kemudian pada pengukuran ke tujuh dengan takaran obat 8 ml membutuhkan waktu penguapan selama 15,53 menit dan memiliki sisa cairan obat sebanyak 1,3 ml sehingga di peroleh selisi takaran obat 0,43 ml. Berdasarkan Tabel 2 diperoleh rata-rata laju aliran 0,41 ml/menit. Hasil pengukuran yang diperoleh dengan volume takaran obat yang bervariasi, bahwa semakin besar volume takaran obat yang diberikan,

maka semakin lama waktu yang diperlukan untuk proses nebulasi.

Proses sistem alat ini di peroleh kelebihan dan kekurangan dimana, kelebihan alat ini mudah di operasikan oleh pasien untuk menggunakannya secara mandiri dan mudah di bawah kemana-mana. Sedangkan kekurangannya yaitu cairan obat pada wadah tersisa 1,3 ml, untuk memenuhi dosis yang di butuhkan pasien hal ini mengharuskan penambahan dosis 1,3 ml sehingga dosis yang di butuhkan pasien terpenuhi, dan penempatan sensor masih kurang optimal, karena sensor dipasang langsung pada cup nebulizer sehingga apabila cup nebulizer miring sedikit, maka cairan akan mengikuti posisi cup nebulizer sehingga alat bisa mati secara otomatis walau masih banyak cairan obat pada wadah karena sensor salah mendeteksi bahwa wadah sudah kosong.

IV. KESIMPULAN

Setelah memodifikasi dan membuat alat ini, dapat disimpulkan alat nebulizer mesh dapat di modifikasi dengan pendeteksi cairan obat dengan mengkombinasikan sensor fotodioda dan LED yang dipasang saling berhadapan untuk mendeteksi ada dan tidak adanya cairan obat yang dilalui cahaya LED. Kombinasi fotodioda dan LED dapat mendeteksi keberadaan cairan dengan memanfaatkan perubahan intensitas cahaya. jika tidak ada cairan maka fotodioda akan menerima cahaya dengan maksimal dari LED, yang menyebabkan nilai resistansinya semakin menurun, sehingga alat akan mati secara otomatis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Workshop Prodi D-III Teknologi Elektro-Medis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Mandala Waluya yang telah memberikan fasilitas dan prasarana yang sangat mendukung dalam penyelesaian penelitian ini. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam penyelesaian penelitian dan penulisan artikel ini.

REFERENSI

- [1] M. A. R. Nasution, H. Dabukke, and Mhd. A. Primasyukra, "Rancang Bangun Timer Dan Water Level Sensor Pada Alat Nebulizer Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Mutiara Elektromedik*, vol. 7, no. 2, pp. 37–40, Dec. 2023, doi: 10.51544/elektromedik.v7i2.5303.
- [2] A. Lorensia and R. V. Suryadinata, "Panduan Lengkap Penggunaan Macam-Macam Alat Inhaler pada Gangguan Pernafasan," 2018, *m-Brothers Indonesia*.

- [3] B. Rahman, A. Firman, P. Studi Teknik Elektromedik, F. Kesehatan, and U. Mohammad Husni Thamrin, "Pemodelan Nebulizer Ultrasonic Portable dengan Kontrol Arduino Nano," 2021.
- [4] I. Dharmayanti, D. Hapsari, and K. Azhar, "Asma pada anak Indonesia: Penyebab dan Pencetus," *Kesmas*, vol. 9, no. 4, pp. 320–326, 2015.
- [5] M. Akbar, R. Mahmud, Z. Samiun, and U. Muhammadiyah Makassar, "Penerapan Terapi Inhalasi Nebulizer Pada Anak Dalam Pemenuhan Kebutuhan Oksigenasi," 2023.
- [6] E. Rumampuk and A. H. Thalib, "Efektifitas Terapi Nebulizer Terhadap Bersihan Jalan Napas Tidak Efektif Pada Pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK)," *Jurnal Mitrsehat*, vol. 10, no. 2, pp. 250–259, 2020.
- [7] W. T. Astuti, E. Marhamah, and N. Diniyah, "Penerapan terapi inhalasi nebulizer untuk mengatasi bersihan jalan napas pada pasien brokopneumonia," *Jurnal Keperawatan Karya Bhakti*, vol. 5, no. 2, pp. 7–13, 2019.
- [8] A. B. BONITA, "Rancang Bangun Nebulizer Kompresor Berbasis Fotodioda Dan Led Sebagai Pendeteksi Cairan Obat Asma," 2018.
- [9] N. Muljodipo, S. R. U. A. Sompie, and R. F. Robot, "Rancang Bangun Otomatis Sistem Infus Pasien," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 4, no. 4, pp. 12–22, 2015.
- [10] M. Fikri, "Rancang Bangun Nebulizer Kompresor Otomatis Menggunakan Sensor Fotodioda Sebagai Pendeteksi Cairan Obat," *Jurnal TEMIK (Teknik Elektromedik)*, vol. 6, no. 1, 2022.
- [11] I. Mekarini and D. K. Sutiari, "Perancangan Nebulizer Mesh Portable Menggunakan Mist Maker," *Jurnal TEMIK (Teknik Elektromedik)*, vol. 5, no. 1, pp. 29–37, 2021.
- [12] Jerryanto Mahnur Sabara, Desak Ketut Sutiari, and Azlimin, "Pembersih Instrumet Medis Menggunakan Gelombang Suara Ultrasonik (Ultrasonic Claner)," *Jurnal Nasional Teknomedik*, vol. 1, Dec. 2024.
- [13] A. Fernando, A. Surapati, and F. Hadi, "Modifikasi Nebulizer Kompresor dengan Menambahkan Pengaturan Timer dan Detektor Cairan Obat sebagai Batasan Waktu Terapi Pemberian Obat pada Penderita Asma," *Teknosia*, vol. 2, no. 17, pp. 1–11, 2016.
- [14] M. S. A. S. N. M. R. F. R. S. R. S. U. U. L. O. H. S. S. Z. A. D. S. A. P. Desak ketut sutiari, *Teknologi Transdusr*. 2024.
- [15] Z. Pratiwi, "Pembuatan alat ukur kadar gula darah berdasarkan tingkat kekeruhan spesimen urin menggunakan sensor warna TCS230 dan photodioda dengan tampilan LCD .," 2020.