

Pembersih Instrument Medis Menggunakan Gelombang Suara Ultrasonik (*Ultrasonic Cleaner*)

Jerryanto Mahnur Sabara¹, Desak Ketut Sutiari², Azlimin³

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

³Kesehatan Masyarakat Universitas Mandala Waluya

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

Corresponding author: (e-mail: yantoglod2332@gmail.com)

Intisari—Pada umumnya tenaga kesehatan di rumah sakit melakukan pembersihan instrument bedah secara manual dengan menggunakan air biasa, hal ini dapat membahayakan petugas kesehatan karena akan berdampak pada terjadinya nosocomial yang diakibatkan oleh tertularnya virus atau bakteri yang terdapat pada instrument medis tersebut. Pembersihan instrument medis adalah merupakan suatu proses untuk membersihkan kotoran berupa bercak darah maupun cairan tubuh yang sudah mengering pada permukaan instrument medis. Dalam penelitian ini dirancang sebuah alat pembersih (*ultrasonic cleaner*) yang dapat menghindari kontak langsung antara petugas dengan instrument. *Ultrasonic cleaner* merupakan alat pembersih yang memanfaatkan gelombang ultrasonik dari modul pembangkit frekuensi sebesar 40 KHz. Metode ini menggunakan getaran yang dihasilkan oleh transduser keramik. Mikrokontroler *ATmega328* digunakan untuk mengontrol *relay* sebagai saklar elektronik dan waktu. Selain itu, alat ini juga dilengkapi *buzzer* yang akan berbunyi saat proses pembersihan telah selesai. Waktu pembersihan ditunjukkan pada LCD dengan hitungan mundur. Hasil uji coba alat dengan menggunakan tiga instrument medis menunjukkan ada hubungan antara waktu dengan tingkat kebersihan. Data menunjukkan bahwa semakin lama waktunya maka tingkat kebersihannya semakin tinggi, dimana waktu optimal selama 5 menit. Selanjutnya dilakukan pengambilan data dengan menggunakan pembandingan *stopwatch* dengan pengaturan waktu 1 menit, 3 menit dan 5 menit. Setelah analisa data didapatkan nilai *error* rata-rata sebesar 0,91% untuk parameter waktu.

Kata Kunci : *Ultrasonic Cleaner*, *ATmega328*, Transduser Keramik

I. PENDAHULUAN

Pembersihan instrument medis merupakan suatu proses untuk membersihkan seperti bercak darah atau cairan tubuh yang sudah mengering dari permukaan peralatan medis atau objek. Pada umumnya rumah sakit memiliki alat khusus untuk melakukan pembersihan alat medis, karena dapat mengurangi kontak langsung antara petugas dengan instrument medis [1]

Ultrasonic cleaner merupakan alat pembersih instrument medis yang menggunakan gelombang suara frekuensi tinggi, Metode ini menggunakan getaran dari transduser ultrasonik untuk memecah dan melepaskan partikel atau kotoran yang menempel pada instrument melalui air sebagai media. Umumnya, alat ini digunakan untuk membersihkan instrumen yang sulit dijangkau, seperti celah sempit atau menghilangkan darah yang sudah mengering [2]. *Ultrasonic cleaner* digunakan untuk membersihkan peralatan medis seperti peralatan bedah dari bercak bercak pasca bedah, serta beberapa alat optik sebelum dilakukan proses sterilisasi pada *autoclave* [3]. Metode ini digunakan untuk mencegah bersentuhan

langsung dengan petugas, pasien maupun orang-orang disekitar, dengan alat instrument medis ini dapat menyebabkan tertularnya virus atau bakteri terhadap petugas yang menempel pada obyek saat dilakukan proses pembedahan [4].

Peralatan bedah dapat dibersihkan menggunakan alat ultrasonik, namun banyak rumah sakit masih menggunakan metode tradisional dengan air, detergen, dan sikat secara manual. Hal ini dapat menyebabkan sisa detergen atau kotoran yang menempel pada peralatan bedah [3]. Tindakan ini dilakukan untuk mencegah petugas kesehatan agar tidak bersentuhan langsung dengan peralatan medis yang mungkin terkontaminasi dengan virus atau bakteri.

Alat *Ultrasonic cleaner* ini dalam pengaplikasiannya menggunakan pengontrol berupa mikrokontroler, telah banyak dilakukan penelitian yang menggunakan mikrokontroler pada rangkaian dan rancangan alat elektronika, Dalam hal ini, mikrokontroler biasanya terdiri dari pemroses, penyimpanan dan port masukan atau keluaran khusus, dan dapat menyimpan program yang berfungsi sebagai pengendali sirkuit

elektronik. Mikrokontroler telah digunakan dalam rangkaian dan desain alat elektronika. Sebuah helm pintar dirancang untuk memantau level kebisingan dan gas CO dengan menggunakan pengontrol Arduino Promini [5]. Pada penelitian tentang mikrokontroler, yang dimana penelitian tersebut membahas tentang phototype pintu masuk otomatis menggunakan mikrokontroler berperan sebagai pusat kendali yang mengatur jalannya proses di dalam rangkaian elektronika. Mikrokontroler Wemos D1 mini berbasis ESP8266 digunakan untuk mengontrol rangkaian sensor Max30100 dan mengirim data ke Android melalui internet. Penelitian ini akan mengukur kadar SpO2 dan detak jantung [6].

Pembersihan dengan gelombang ultrasonik ini dapat terjadi karena adanya sebuah *piezoelectric* yang bagian dari *transducer* yang bekerja membangkitkan gelombang suara ultrasonik sehingga menghasilkan getaran yang akan didapat pada frekuensi 25kHz sampai dengan 80kHz sehingga, partikel yang menempel pada objek dapat dengan mudah dipecah melalui media air [7]. Material piezoelektrik dapat berfungsi sebagai transducer karena jika diberikan tekanan mekanik, mereka menghasilkan medan listrik dan deformasi mekanik [8].

Pada umumnya, staf medis di rumah sakit membersihkan alat bedah secara manual menggunakan air biasa. Akibatnya, proses pembersihan alat medis belum efisien. Hal ini dapat menghambat langkah selanjutnya, yaitu sterilisasi dengan autoclave.

Alat ultrasonik ini pernah dibuat oleh (Effendi & Newton, 2020) namun alat ini hanya digunakan untuk membersihkan *bearing* yang bagian dari mesin. Pada alat tersebut, pembersihan hanya mencakup penghilangan debu atau minyak yang menempel pada bearing. Berkaitan dengan hal ini, penulis ingin merancang dan mengembangkan alat pembersih ultrasonik yang mampu membersihkan cairan, bakteri, dan kotoran yang melekat pada instrumen bedah, serta dilengkapi dengan timer dan buzzer.

II. METODE PENELITIAN

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

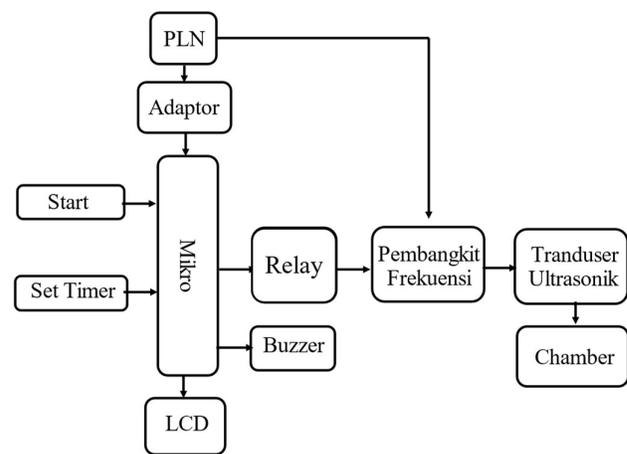
A. Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan dilakukan dengan cara memperhatikan alat yang akan dirancang

kemudian melakukan tahap pemesanan bahan sesuai kebutuhan. Alat yang perlu dipersiapkan adalah *tool set* lengkap untuk membuat desain berdasarkan komponen yang dibutuhkan. Laptop digunakan untuk membantu merancang program yang dibutuhkan pada *software*. Prohram dibuta pada aplikasi arduino IDE. Sedangkan bahan utama yang digunakan yaitu mikrokontroler Atmega328 untuk mengontrol relay sebagai saklar elektronik dan waktu. Modul ultrasonik generator sebagai pembangkit frekuensi 40 KHz yang akan dihasilkan getaran atau vibrasi oleh transducer keramik. Relay berfungsi sebagai saklar elektronik.

B. Blok Diagram

Gambar 1 merupakan blok diagram dari alat *Ultrasonic cleaner* yang terdiri dari beberapa blok.



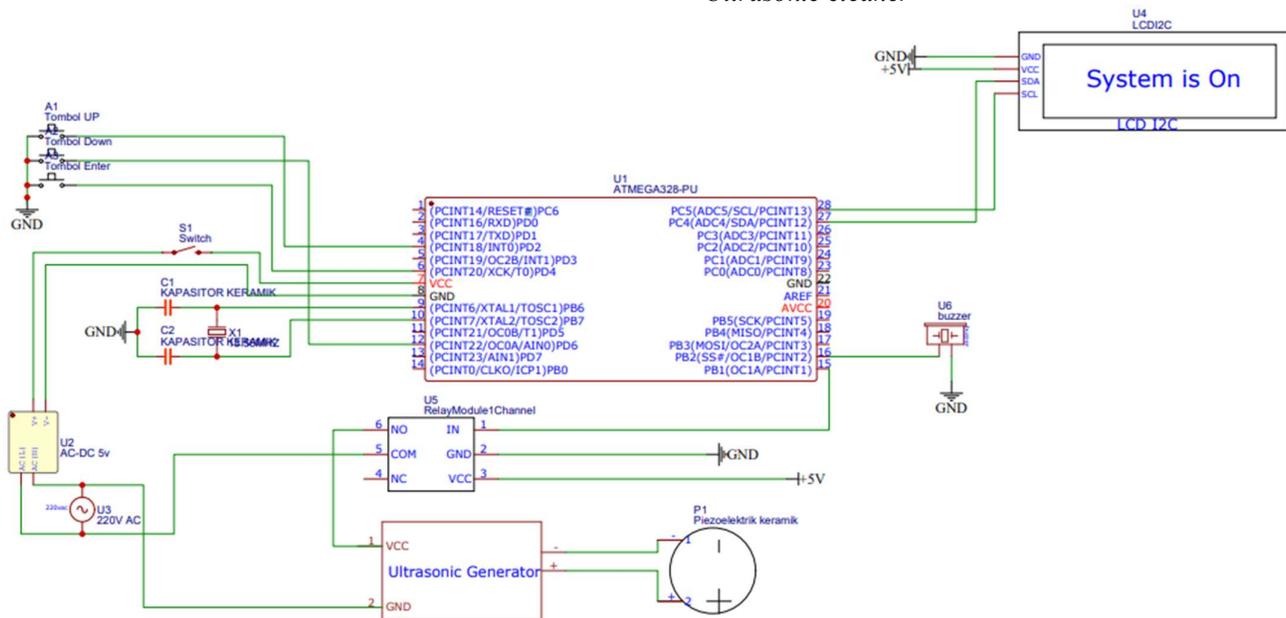
Gambar 1. Blok diagram

a. Prinsip kerja blok diagram

Jala-jala PLN sebesar 220 VAC masuk menuju adaptor yang berfungsi untuk mengubah tegangan AC ke DC sehingga memberikan tegangan pada mikrokontroler dan rangkaian lainnya, mikrokontroler menggunakan *ATmega328* berfungsi untuk mengontrol relay. Relay disini berfungsi sebagai saklar elektrik untuk menghidupkan dan mematikan modul pembangkit frekuensi. Frekuensi 40 kHz akan mengaktifkan transduser ultrasonik, yang berfungsi sebagai penghantar gelombang dengan cara menghasilkan getaran atau vibrasi. LCD karakter digunakan untuk menampilkan timer dan pengaturan timer. Setelah timer selesai, buzzer akan berbunyi sebagai tanda bahwa proses pembersihan telah selesai.

C. Skematik Rangkaian

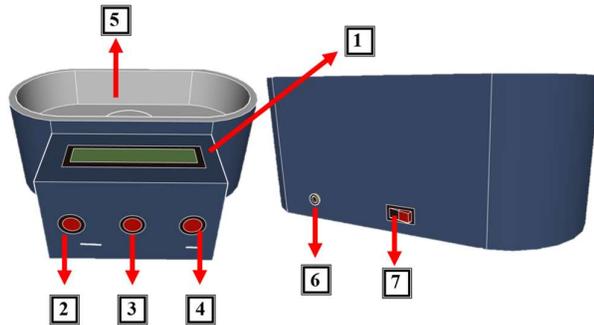
Gambar 2 menunjukkan skematik rangkaian dari alat *Ultrasonic cleaner*



Gambar 2. Skematik rangkaian alat keseluruhan

D. Desain Alat

Untuk perancangan desain dari alat *Ultrasonic cleaner* dapat dilihat pada Gambar 3 yang menampilkan desain alat dari beberapa perspektif. Gambar 4 menunjukkan bagian dalam alat.



Gambar 3. Desain Alat

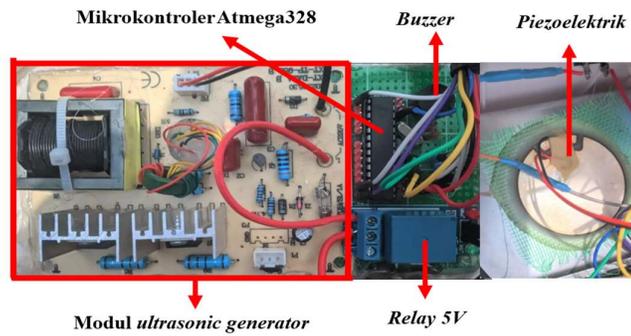
Keterangan

1. LCD
2. Tombol UP
3. Tombol Down
4. Tombol Enter
5. Chamber
6. Kabel Power

7. Saklar ON/OFF
- E. Standar Operasional Prosedur (SOP) Alat

Untuk mengoperasikan *ultrasonic cleaner* ada beberapa langkah-langkah yang dapat diikuti. Adapun SOP untuk alat ini dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Menghubungkan kabel power pada jala-jala PLN
2. Memosisikan tombol saklar ON/OFF ke ON untuk menghidupkan alat
3. Setelah alat dihidupkan maka layar display LCD akan menampilkan nama alat "ULTRASONIC CLEANER"
4. Kemudian pada waktu 5 detik setelahnya menampilkan karakter berupa identitas penulis beserta nomor stambuk dan setelah lima detik kemudian menampilkan karakter berupa setting timer.
5. Mengatur waktu dengan menekan tombol up yang ada pada alat.
6. Kemudian kita bisa melakukan pembersihan dan timer akan menghitung mundur dan tertampil pada LCD
7. Jika timer sudah selesai maka proses pembersihan telah selesai
8. Setelah itu mencabut kabel power dari jala-jala PLN.



Gambar 4. Keseluruhan alat tampak dalam

F. Analisis Data

Analisa data pada penelitian ini, dilakukan dengan menghitung Nilai Error dari parameter pengukuran anatar alat *ultrasonic cleaner* dan alat pembanding *stopwatch*, parameter yang diukur yaitu parameter waktu. Adapun rumus yang akan digunakan yaitu:

1. Rumus Selisih

$$\text{Selisih} = |a - b|$$

2. Rumus *Error%*

$$\text{Error}\% = \frac{|a-b|}{a} \times 100\%$$

Keterangan :

a = Nilai terukur (waktu) pada alat pembanding

b = Nilai terukur (waktu) pada alat *ultrasonic cleaner*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Hasil Alat *ultrasonic cleaner*

Dalam penyusunannya, alat *ultrasonic cleaner* terdiri atas beberapa komponen seperti modul ultrasonic 40 KHz, transduser ultrasonic, buzzer mikrokontroller dan relay yang dapat dilihat pada Gambar 4 yang menampilkan tampak dalam keseluruhan dari alat tersebut.

2. Hasil Pengujian

Pengujian data pada alat *ultrasonic cleaner* ini melibatkan pengambilan data dari 3 instrument medis antara lain Pisau, pinset dan Gunting yang kotor dapat dilihat pada tabel 1 hasil uji alat.

Tabel 1. Hasil Uji Alat

No	Instrument Medis	Menit		Keterangan
		Alat	Stopwatch	
1	Pisau	00.58	01.00	Kurang bersih
		01.59	02.00	Kurang Bersih
		02.58	03.00	Bersih
		04.00	04.00	Bersih Sekali
2	Pinset	00.59	01.00	Kurang Bersih
		01.56	02.00	Bersih
		03.02	03.00	Bersih
		03.56	04.00	Bersih Sekali
3	Gunting	01.02	01.00	Kurang Bersih
		02.09	02.00	Kurang Bersih
		02.57	03.00	Kurang Bersih
		04.10	04.00	Bersih Sekali

Hasil perhitungan selisih antara penyimpangan titik koordinat, dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil Analisa data

Tabel 2. Hasil analisa data

No.	Nama Instrument	Parameter Waktu		
		Waktu	Selisih (Detik)	Nilai Error
1	Pisau	1 menit	2	0,3
		3 menit	7	3,8
		5 menit	4	1,3
2	Pinset	1 menit	6	0,1
		3 menit	10	0,5
		5 menit	7	0,23
3	Gunting	1 menit	9	1,5
		3 menit	4	0,2
		5 menit	6	0,2
Rata-Rata			6,1	0,91

B. Pembahasan

Ultrasonic cleaner merupakan alat pembersih yang memanfaatkan gelombang ultrasonic, metode ini menggunakan vibrasi atau getaran yang dihasilkan *transduser ultrasonic* sehingga menghasilkan vibrasi atau getaran yang berfungsi untuk memecah partikel atau kotoran yang menempel pada obyek atau instrument melalui media air. Pada umumnya alat ini digunakan untuk membersihkan instrument selama 1- 5 menit [2]. Oleh karena itu peneliti merancang dan membuat alat *ultrasonic cleaner* dilengkapi dengan timer yang dapat digunakan untuk membersihkan instrument medis yang sulit untuk dibersihkan seperti pada selah sempit atau darah yang sudah mengering

Pada perancangan alat *ultrasonic cleaner* ini modul dasar yang digunakan ialah modul ultrasonic generator yang membangkitkan frekuensi 40KHz. Mikrokontroler *ATmega328* menjadi pengontrol timer dalam menampilkan waktu pembersihan di LCD. Cara penggunaannya yaitu dengan cara memasukkan instrument medis di *chamber* yang sudah terisi air lalu menyetting timer, lalu akan ditampilkan pada LCD. Pada alat ini terdapat relay yang dikontrol oleh mikrokontroler untuk mengatur waktu yang akan digunakan dalam mengoperasikan alat *ultrasonic cleaner*. Pada alat ini juga terdapat *buzzer* yang akan berbunyi saat proses pembersihan telah selesai.

Tahapan rancangan pembuatan perangkat keras pada alat dimulai dari pembuatan skematik rangkaian dengan menggunakan *easyeda*. Selanjutnya membuat rangkaian sistem minimum serta menyiapkan modul pembangkit frekuensi dan *chamber*. Kemudian juga dilakukan pembuatan perangkat lunak (*software*) yaitu prosedur pembuatan bahasa pemrograman (Bahasa C++) menggunakan perangkat lunak Arduino IDE. Bahasa pemrograman merujuk di serangkaian instruksi atau kode yang didesain untuk memungkinkan suatu perangkat beroperasi secara otomatis. Kode tersebut dimasukkan ke dalam mikrokontroler, yang bertindak sebagai pusat pemrosesan untuk mengelola seluruh data yg dimasukkan oleh pengguna (*user*). Setelah program sudah berhasil di *compile* (Proses penerjemahan bahasa pemrograman sebagai perintah yang dapat dieksekusi oleh komputer), maka kode program tersebut akan di unggah ke mikrokontroler menggunakan koneksi USB ISP. USB ISP atau yang disebut juga USBasp adalah sebuah *programer in-circuit* dengan *interface* USB untuk melakukan kontrol dan pemrograman IC *ATmega328*, singkatnya USB ISP ini dipergunakan sebagai media dalam pengunggahan program ke alat.

Tahap setelah alat selesai dirancang dilakukan uji coba alat dengan pengambilan data. Pengambilan data

dilakukan dengan menggunakan tiga instrument medis berupa pisau bedah, pinset dan gunting. Selanjutnya dilakukan perbandingan antara *stopwatch* dan waktu yang ada pada alat dengan variasi waktu yang digunakan yaitu mulai 1 menit, 3 menit dan 5 menit. Selain itu dilakukan uji fungsi pada tombol up, down dan enter apakah bekerja atau tidak. Uji fungsi pada tombol dilakukan dengan cara menekan tombol tersebut. Setelah melakukan pengambilan data sebanyak tiga instrument medis dilakukan penyettingan waktu 1 menit, 3 menit dan 5 menit. Setelah proses pembersihan telah selesai maka diperoleh data bahwa 1 menit menunjukkan pembersihan kurang bersih dan 3 menit menunjukkan bersih sedangkan dalam waktu 5 menit dengan hasil menunjukkan bersih sekali, oleh karena itu hasil pengamatan di waktu 5 menit ketiga instrument ini pembersihan menunjukkan bersih sekali, jadi hasil menunjukkan bahwa pembersihan instrument medis ini sangat dipengaruhi oleh waktu, dimana semakin lama waktunya maka instrument hasilnya semakin bersih. Waktu optimal pembersihan instrument menggunakan ultrasonic *cleaner* pada alat telah dirancang sekitar 4-5 menit, selain itu kebersihan dipengaruhi tingkat kotoran dan ukuran instrument. Berdasarkan hasil tersebut mengindikasikan bahwa alat layak digunakan pada proses pembersihan peralatan instrument medis.

Metode pembersihan instrument menggunakan gelombang ultrasonic frekuensi transduser sebesar 40KHz melibatkan vibrasi atau getaran yang dihasilkan dari transduser ultrasonic. Getaran ini dapat memecah partikel yang menempel pada objek melalui media air [9]. Kejadian ini menciptakan gelombang kompresi dalam cairan *chamber* yang membentuk vakum (kavitasi). Gelembung-gelembung ini dapat menjangkau celah kecil dan memiliki energi yang sangat besar tanpa merusak permukaan objek, hanya membersihkan dan menghilangkan kotoran dan kontaminan permukaan. Semakin tinggi frekuensinya, maka semakin kecil jarak antara titik-titik kavitasi [7].

IV KESIMPULAN

Setelah melakukan proses perancangan, pembuatan serta pengujian alat dan pengambilan data alat ini, maka pada penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. *Ultrasonic cleaner* ini menggunakan modul ultrasonic generator sebagai pembangkit frekuensi dengan metode getaran yang dihasilkan oleh transduser ultrasonic keramik untuk memisahkan partikel yang menempel pada objek melalui media air
2. *Ultrasonic cleaner* ini dapat membersihkan peralatan instrument dengan waktu waktu optimal 4-5 menit

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Laboratorium Workshop Prodi D-III Teknologi Elektro-Medis Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Mandala Waluya telah memberikan sarana dan prasarana dalam penyelesaian penelitian ini. Serta terima kasih kepada pihak yang telah berkontribusi pada penyelesaian penelitian dan artikel ini.

REFERENSI

- [1] Ishartianto Antonius Dui, "Ultrasonic Cleaner Semi Otomatis Dilengkapi Dengan Pengereng," 2023.
- [2] alfian quraisy Akbar, "Ultrasonic cleaner dengan sistem pembuangan air otomasi dilengkapi pemanas berbasis atmega 8535," 2019.
- [3] M. Safitri, A. S. Wahyuni, and A. Fitriyah, "Ultrasonic Cleaner Dilengkapi Heater dan Pembuangan Air Otomatis Berbasis Mikrokontroler," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–10, 2022, doi: 10.18196/mt.v4i1.14304.
- [4] I. M. A. M. Yoniman Nipu, Suhartono, "Rancang Bangun Alat Pembersih Ultrasonik Berbasis Arduino Dilengkapi Pemanas dan Drainase," *J. Resist.*, vol. 5, pp. 109–115, 2022.
- [5] M. S. Abidin, R. U. Kasih, and L. O. S. Zulfadlih, "Helm Pintar Untuk Pemantauan Kadar Karbon Monoksida (Co) Dan Tingkat Kebisingan Suara Pada Daerah Industri Dan Pertambangan," *Sebatik*, vol. 26, no. 2, pp. 502–508, 2022, doi: 10.46984/sebatik.v26i2.2042.
- [6] D. K. Sutiari, L. S. Zulfadlih, and M. S. Abidin, "Design SPO2 and BPM Monitoring System To Monitor The Patient ' s Health Using Anroid," *Indones. J. Heal. Sci. Res. Dev.*, vol. 5, no. 1, pp. 42–47, 2023.
- [7] H. Effendi and I. Newton, "Rancang Bangun Alat Pembersih Bearing Menggunakan Gelombang Suara Ultrasonik," *Sainstech J. Penelit. dan Pengkaj. Sains dan Teknol.*, vol. 30, no. 2, p. 8, 2020, doi: 10.37277/stch.v30i2.771.
- [8] E. Wijanto, B. Harsono, R. Renandy, A. Septian, and K. Sutanto, "Pengujian Sistem Konversi Energi Suara menjadi Energi Listrik menggunakan Piezoelektrik," *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 17, no. 01, pp. 59–67, 2018, doi: 10.31358/techne.v17i01.172.
- [9] Shi, X., Xu, J., Zheng, Q., & Yu, Y. (2022). Design and Modeling of a Portable *Ultrasonic cleaner*. *International Journal of Product Sound Quality*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.1504/ijpsq.2022.10047180>