

ANALISIS PENGARUH BENTUK GELOMBANG ULTRASONIK TERHADAP EFEKTIVITAS ALAT PENGUSIR TIKUS

Arman Sani¹⁾, M. Razali²⁾, Cut Putriani³⁾,

¹⁾Staf Pengajar Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik USU

²⁾Staf Pengajar Universitas Pembinaan Masyarakat Indonesia, Medan

³⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik USU

HP: 081396357588 , 081213656464, 081278382508

arman3@usu.ac.id; razalialy@gmail.com; cutputri6@gmail.com

Abstrak

Tikus merupakan salah satu hewan yang peka terhadap gelombang ultrasonik karena memiliki jangkauan pendengaran antara 5-60 kHz. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas alat pengusir tikus menggunakan gelombang ultrasonik yang lebih efektif berpengaruh terhadap tikus dengan konsumsi daya rendah. Alat dibuat menggunakan signal generator dan rangkaian RC yang dapat menghasilkan gelombang sinus, pulsa dan spike dengan nilai frekuensi antara 20 kHz – 60 kHz dengan rata-rata akurasi frekuensi alat sebesar 99%. Pengujian dilakukan secara langsung terhadap hama tikus dengan lama pemaparan ± 2 jam. Dari hasil pengujian dan pengamatan yang telah dilakukan diperoleh bahwa sinyal frekuensi 40 kHz dengan bentuk gelombang pulsa sangat berpengaruh terhadap hama tikus dan lebih efektif mengusir tikus. Sinyal frekuensi 40 kHz dan 50 kHz berbentuk gelombang spike juga berpengaruh terhadap hama tikus, tetapi sinyal berbentuk gelombang sinus tidak berpengaruh.

Kata Kunci : Alat Pengusir Tikus, Gelombang Ultrasonik, RC, Spike.

I. PENDAHULUAN

Tikus merupakan hama pengerat yang mendatangkan kerugian baik di rumah maupun di industri. Berbagai cara untuk mengatasinya seperti memburu, membunuh dan meracuni tikus. Tikus adalah hewan yang peka terhadap gelombang ultrasonik karena tikus memiliki pendengaran antara 5-60 kHz [1].

Perkembangan teknologi yang pesat dapat menjadi solusi untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi manusia, salah satunya untuk mengusir hama tikus dengan memanfaatkan teknologi suara ultrasonik frekuensi tinggi. Pengaruh yang ditimbulkan dari ultrasonik dapat mengganggu pendengaran tikus, merusak fungsinya dan keseimbangan, yang bisa menyebabkan perubahan aktivasi saraf di daerah otak terkait dengan kecemasan, perubahan fisiologis pada denyut jantung selama suara ultrasonik berlangsung. Tikus juga menunjukkan penurunan aktivitas lokomotor yang disebabkan peningkatan *C-fos neuron* (aktivitas saraf) di area otak yang memproses takut dan kecemasan [2 - 4].

Penelitian yang dilakukan oleh Alfian dan teman-teman membahas tentang “Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Menggunakan Gelombang Ultrasonik” menyatakan bahwa frekuensi ultrasonik dapat mengganggu tikus dengan frekuensi 40 kHz & 50 kHz [5]. Sedangkan penelitian yang dilakukan Denny dan teman-teman menyatakan bahwa frekuensi yang paling rentan untuk mengganggu pendengaran tikus yaitu 50kHz pada pembahasan “Gelombang Ultrasonik Sebagai Alat Pengusir Tikus Menggunakan Mikrokontroler Atmega8 [6].

Penelitian yang dibahas oleh Darmawan Hidayat dan teman-teman [7] membahas tentang generator pulsa spike untuk transducer ultrasonik, pada gelombang spike menghasilkan lebar pulsa yang dihasilkan lebih singkat dan tegangan tinggi sehingga membutuhkan waktu singkat untuk memicu pembangkitan gelombang ultrasonik.

Pada penelitian ini dilakukan rancang bangun alat pengusir tikus menggunakan gelombang ultrasonik berbasis arduino untuk menganalisis bentuk gelombang yang efektif berpengaruh terhadap tikus. Alat yang dirancang bangun dilengkapi dengan pemancar yang hanya bekerja ketika tikus memasuki daerah yang diproteksi dengan menggunakan sensor untuk menghemat pemakaian energi. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental dan diharapkan dapat meningkatkan efektivitas alat pengusir tikus menggunakan gelombang ultrasonik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tikus Rumah (*rattus – rattus*)

Menurut kamus besar bahasa Indonesia tikus adalah binatang pengerat dan merupakan hama yang mendatangkan kerugian baik di rumah maupun di sawah. Tikus yang berasal dari Asia ini merupakan jenis tikus yang tinggal di dalam rumah. Tikus rumah (*rattus-rattus*) adalah hewan yang masih satu kerabat dengan tikus jenis *Mus-musculus*. Spesies ini sangat dominan, terdapat hampir di seluruh dunia, disebut juga tikus rumah [6].

Berdasarkan karakter dan ciri morfologi yang dipunyai, tikus rumah (*rattus-rattus diardii*)

digolongkan ke dalam kelas Mammalia,ordo Rodentia,serta famili Muridae. Adapun karakteristik tikus rumah merupakan panjang tubuh 100 – 190 milimeter, juga mempunyai panjang ekor lebih panjang atau sama dengan panjang tubuh. Panjang kaki belakang 35 milimeter serta telinga 20 milimeter. dengan hidung kerucut, wujud tubuh silindris, ekor tidak ditumbuhi rambut, dan mempunyai bobot badan berkisar antara 70 – 300 gram. Setelah berusia 14 hari sejak dilahirkan maka tikus mulai mencari makan di dekat sarang [8].

2.2 . Gelombang Ultrasonik

Gelombang bunyi atau yang dikenal sebagai gelombang akustik adalah gelombang mekanik yang dapat merambat dalam medium zat padat, cair dan gas. Gelombang bunyi menurut besar frekuensinya dibedakan menjadi tiga. Infrasonik untuk bunyi dengan frekuensi dibawah 20 Hz. Audiosonik untuk bunyi dengan frekuensi anatara 20 Hz hingga 20 kHz [9].

Secara matematis gelombang ultrasonik dapat dirumuskan pada Persamaan 1 adalah sebagai berikut.

$$s = v . t/2 \tag{1}$$

Dimana s adalah jarak dalam satuan meter, v adalah kecepatan suara yaitu 340 m/detik dan t adalah waktu tempuh dalam satuan detik. Ketika gelombang ultrasonik menumbuk suatu penghalang maka sebagian gelombang tersebut akan dipantulkan sebagian diserap dan sebagian yang lain akan diteruskan.

2.3 Persamaan Energi dan Intensitas Gelombang Ultrasonik

Jika gelombang ultrasonik merambat dalam suatu medium, maka partikel medium mengalami perpindahan energi[10]. Besarnya energi gelombang ultrasonik yang dimiliki partikel medium dapat dirumuskan dalam persamaan 2.

$$E = E_p + E_k \tag{2}$$

dengan :

E_p = Energi Potensial (Joule)

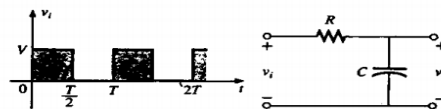
E_k = Energi Kinetik (Joule)

Untuk menghitung intensitas gelombang ultrasonik perlu mengetahui energi yang dibawa oleh gelombang ultrasonik. Intensitas gelombang ultrasonik (I) adalah energi yang melewati luas permukaan medium 1 m^2/s atau $watt/m^2$ [11]. Untuk sebuah permukaan, intensitas gelombang ultrasonik (I) diberikan dalam bentuk Persamaan 3.

$$I = \frac{1}{2} \rho V A^2 (2\pi r)^2 = \frac{1}{2} Z (A w^2) \tag{3}$$

2.4. Tanggapan R-C Terhadap Masukan Gelombang persegi untuk Menghasilkan Gelombang Spike

Gelombang persegi merupakan bentuk khusus dari gelombang pulsa. Ia memiliki siklus kerja 50% dan harga rata- rata nol volt. Jika gelombang seperti yang dihasilkan pada Gambar 1 digunakan untuk sebuah rangkaian R-C, maka periode gelombang persegi tersebut dapat menimbulkan pengaruh pada gelombang yang dihasilkan untuk v_c .

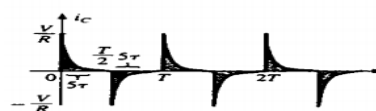


Gambar 1. Gelombang Pulsa

Untuk analisis berikut, bahwa keadaan mantap akan ditetapkan setelah periode lima tetapan waktu terlewati. Kemudian jenis gelombang yang dihasilkan pada kapasitor dapat dipisahkan menjadi 3 jenis utama.

1. $T/2 > 5\tau$

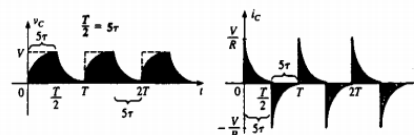
Keadaan $T/2 > 5\tau$, atau $T > 10\tau$, menetapkan keadaan dimana kapasitor tersebut dapat memuat sampai harga keadaan mantapnya sebelum $t=T/2$. Gelombang yang dihasilkan untuk v_c dan i_c akan tampak seperti pada Gambar 2 [12].



Gambar 2. v_c dan i_c untuk $T/2 > 5\tau$

2. $T/2 = 5\tau$

Jika frekuensi gelombang persegi sedemikian rupa sehingga $T/2=5\tau$ atau $T=10\tau$, tegangan v_c akan mencapai harga akhirnya sebelum permulaan fase pengosongannya. Tegangan v_c tidak lagi menyerupai masukan gelombang persegi dan kenyataannya, memiliki beberapa karakteristik gelombang seggitiga. Peningkatan tetapan waktu menghasilkan v_c yang lebih bulat dan i_c bertambah lebar yang menunjukkan semakin lama periode pengisian. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 [12].

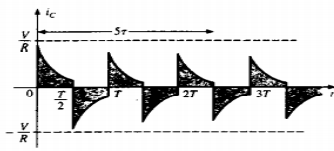


Gambar 3. v_c dan i_c untuk $T/2 = 5\tau$

3. $T/2 < 5\tau$

Jika Keadaan $T/2 < 5\tau$, atau $T < 10\tau$, Maka tegangan v_c tidak lagi akan mencapai harga akhirnya selama pulsa yang pertama, dan siklus pengosongan tidak akan kembali ke tegangan nol. Kenyataannya harga awal untuk masing- masing pulsa yang berurutan akan berubah sehingga tercapai keadaan mantap. Dengan menganggap bahwa keadaan mantap telah tercapai selama lima

siklus gelombang yang digunakan. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 [12].



Gambar 4. v_c dan i_c untuk $T/2 < 5\tau$.

2.5. Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino adalah nama sebuah produk mikrokontroler yang dikembangkan oleh Massimo Banzi, Tom Igoe, Gianluca Martino an Nicholas Zambetti. Arduino memiliki sedikit perbedaan bahasa yang digunakan pada mikrokontroler, perbedaan tersebut terletak pada variable dan functions sedangkan structure sama dengan bahasa C [13].

Arduino merupakan piranti sebagai pengendali utama sistem alat yang akan dibuat. Adapun gambaran fisik dari mikrokontroler arduino uno pada umumnya dapat dilihat pada Gambar 5.

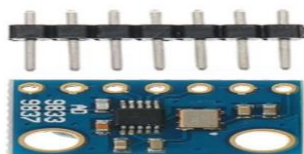


Gambar 5. arduino uno

2.6. Signal Generator

Modul generator adalah modul signal generator yang dapat menghasilkan sinyal gelombang yang diinginkan.

Modul signal generator yang digunakan ialah modul jenis Ad9833. Pembangkit frekuensi gelombang ini dapat diatur dengan mudah dan sesuai dengan keinginan. Frekuensi yang ingin diatur bisa dimulai dari 20 Khz – 50 Khz, dengan batasan mulai dari 1 Hz hingga 25MHz. Gambaran fisik dari modul dapat ditunjukkan pada Gambar 6.



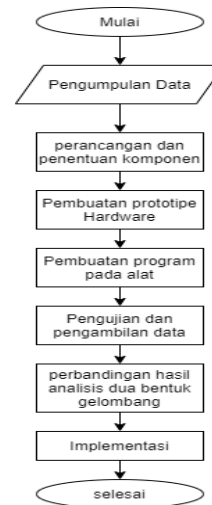
Gambar 6. Modul Signal Generator

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan pada penelitian ini dimulai dari, pengumpulan data, perancangan dan penentuan komponen, pembuatan *prototipe hardware*, program pada alat, pengujian dan pengambilan data serta

analisis dua bentuk gelombang terhadap objek tikus. Adapun diagram alir tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 7.

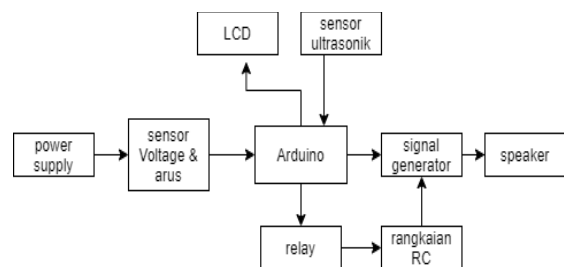


Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

3.2 Perancangan Sistem dan Penentuan Komponen

Pada perancangan sistem ini hanya terdiri dari transmitter. perancangan sistem ini menggunakan sensor seperti sensor ultrasonik, dimana pada bagian sensor ultrasonik merupakan bagian untuk mengirimkan masukan data informasi inputan pada arduino dan sebagai pendeteksi adanya gerakan yang dilakukan tikus dengan jarak yang ditentukan. setelah terdeteksi adanya tikus maka data tersebut diolah oleh mikrokontroler untuk menghidupkan signal generator.

Relay berfungsi sebagai pengendali signal generator ketika switching untuk mengubah gelombang pulsa menjadi spike pada alat. ketika signal generator hidup akan menghantarkan gelombang suara ultrasonik melalui speaker ultrasonik dengan rentang frekuensi ultrasonik yang digunakan untuk mengusir tikus. Adapun perancangan sistem ini sepertiditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. perancangan perangkat sistem

3.3 Prototipe Hardware

Hardware yang telah dibuat berdasarkan rancangan yang telah dilakukan. Untuk hardware pada system yang dirancang bangun dapat dilihat pada Gambar 9.



(a)



(b)

Gambar 9. Hardware Pada Sistem Yang Dirancang Bangun

(a) Tampak Depan (b) Tampak Atas

Pada sistem ini terdiri dari beberapa komponen, yaitu sebuah mikrokontroler Arduino sebagai sistem tertanam yang bertugas untuk menjalankan program yang telah diberikan, modul signal generator sebagai penghasil dari beberapa gelombang yang akan dihasilkan pada alat yaitu gelombang sinus, pulsa dan spike.

3.4. Pengujian Fungsi Alat

Pengujian fungsi alat dilakukan dengan melihat frekuensi yang tertera pada LCD dan membandingkannya dengan frekuensi yang tertera pada osiloskop untuk melihat tingkat akurasi pada alat yang telah dibuat yang dihasilkan dari signal generator.

Tahap pengujian pertama yaitu dengan penghasil gelombang sinus, kemudian dengan penghasil gelombang pulsa dan penghasil gelombang spike.

Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan rangkaian pada alat dengan osiloskop menggunakan kabel probe clamp ke CH1 dan menekan tombol CH1 untuk menampilkan gelombang pada channel 1. Setelah itu menekan tombol Auto set pada osiloskop, maka akan terlihat bentuk gelombang dan frekuensi pada osiloskop yang dihasilkan dari alat yang telah dibuat. Kemudian atur setiap sampel frekuensi pada alat dengan menekan tombol up pada alat, maka osiloskop menampilkan bentuk gelombang dan frekuensi yang dihasilkan oleh alat pada saat pengujian. Kemudian membandingkan setiap sampel frekuensi yang tertera pada LCD dengan frekuensi yang tertera pada

osiloskop. Perbandingan tersebut ditunjukkan pada Tabel 1- 3.

Tabel 1. Hasil Pengujian Signal Generator Penghasil Gelombang Sinus

Frekuensi pada LCD	Frekuensi Pada osiloskop	Akurasi
25 kHz	24.95 kHz	99%
30 kHz	30.19 kHz	99%
40 kHz	40.13 kHz	99%
50 kHz	49.95 kHz	99%
60 kHz	60.02 kHz	99%
Frekuensi rata-rata		99%

Tabel 2. Hasil Pengujian Signal Generator Penghasil Gelombang pulsa

Frekuensi pada LCD	Frekuensi Pada osiloskop	Akurasi
22 kHz	22.08 kHz	99%
30 kHz	30.96 kHz	99%
40 kHz	40 kHz	99%
50 kHz	50 kHz	99%
60 kHz	60.24 kHz	99%
Frekuensi rata-rata		99%

Tabel 3. Hasil Pengujian Signal Generator Penghasil Gelombang Spike

Frekuensi pada LCD	Frekuensi Pada osiloskop	Akurasi
22 kHz	22.01 kHz	99%
32 kHz	32.01 kHz	99%
40 kHz	40.01 kHz	99%
50 kHz	50.02 kHz	99%
60 kHz	60 kHz	99%
Frekuensi rata-rata		99%

Pada Tabel 1-3 ditunjukkan hanya sedikit perbedaan antara pada frekuensi di LCD dengan Osiloskop. Rata-rata tingkat akurasi yang dihasilkan pada alat mencapai 99%, bahwasanya frekuensi yang ditunjukkan LCD hampir sama dengan frekuensi hasil ukur pada osiloskop.

Alat yang dirancang sudah bekerja sesuai yang diharapkan dengan mengeluarkan frekuensi dari 20 kHz – 60 kHz.

3.5. Hubungan Frekuensi dan Intensitas Gelombang Ultrasonik

Berikut adalah tabel data hasil perhitungan hubungan frekuensi dan intensitas gelombang ultrasonik pada alat pengusir. Yang dapat ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hubungan Frekuensi dan Intensitas Gelombang Ultrasonik

No	Frekuensi (kHz)	Intensitas Gelombang ultrasonic (w/m ²)
1.	40 kHz	2,448 x 10 ⁷
2.	50 kHz	2,443 x 10 ⁷

Dimana V1 (merupakan kecepatan gelombang ultrasonic) = 340 m/s

$$\rho \text{ (massa jenis udara)} = 1,25 \text{ kg/m}^2$$

Maka Z (udara) = $\rho \times V1$

$$= 1,25 \text{ kg/m}^2 \times 340 \text{ m/s}$$

$$= 425 \text{ kg/m}^2\text{s}$$

Sehingga besarnya intensitas gelombang ultrasonik melalui medium udara adalah

$$I = \frac{1}{2} Z \cdot A^2 \cdot \omega^2 \quad \text{dimana} \quad A = \frac{c}{2\pi f}, \text{ merupakan Amplitudo ekustik}$$

Maka untuk f = 40 KHz

$$A = \frac{c}{2\pi f} = \frac{340}{2(3,14)(40 \text{ KHz})} = 135 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$I = \frac{1}{2} Z \cdot A^2 \cdot \omega^2$$

$$= \frac{1}{2} (425) \cdot (1823 \times 10^{-10}) \cdot (6,310 \times 10^{10})$$

$$= 2,448 \times 10^7 \text{ w/m}^2$$

Maka diperoleh energi gelombang sebesar :

$$E = \frac{1}{2} k A^2$$

$$E = \frac{1}{2} (340)(1823 \times 10^{-10})$$

$$E = 310 \times 10^{-10} \text{ joule}$$

Maka untuk f = 50 KHz

$$A = \frac{c}{2\pi f} = \frac{340}{2(3,14)(50 \text{ KHz})} = 108 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$I = \frac{1}{2} Z \cdot A^2 \cdot \omega^2$$

$$= \frac{1}{2} (425) \cdot (1166 \times 10^{-10}) \cdot (9,859 \times 10^{10})$$

$$= 2,443 \times 10^7 \text{ w/m}^2$$

Maka diperoleh energi gelombang sebesar :

$$E = \frac{1}{2} k A^2$$

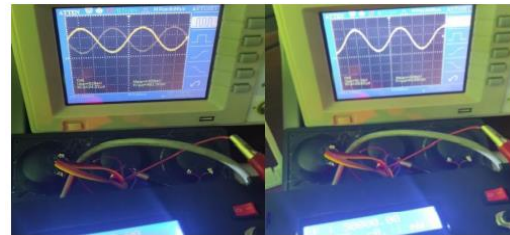
$$E = \frac{1}{2} (340)(1166 \times 10^{-10})$$

$$E = 200 \times 10^{-10} \text{ joule}$$

Adapun hubungan frekuensi dan intensitas gelombang ultrasonik dapat ditunjukkan sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin kecil frekuensi yang diberikan maka intensitas gelombang ultrasonik yang dihasilkan besar.

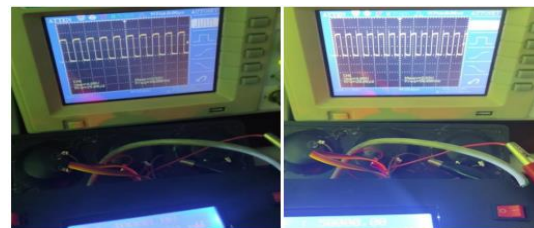
3.6 Analisis Hasil Bentuk Gelombang Ultrasonik pada AlatPengusir

Pada perancangan sistem ini, alat dapat menghasilkan beberapa gelombang seperti sinus,pulsa dan spike yang dihasilkan pada signal generator. untuk gelombang spike dapat dihasilkan dari proses R-C yang melewati pada rangkaian sehingga dalam keadaan charge dan dircharge. Bentuk gelombang yang dihasilkan pada alat dapat dilihat pada Gambar 10-13.



(a) (b)

Gambar 10. Bentuk gelombang sinus yang dihasilkan dari alatdenganfrekuensi (a) 40kHz dan (b) 50kHz



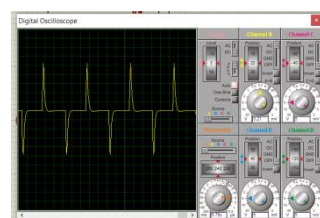
(a) (b)

Gambar 11. Bentuk gelombang pulsa yang dihasilkan dari alatdenganfrekuensi (a) 40kHz dan (b) 50kHz



(a) (b)

Gambar 12. Bentuk gelombang spike yang dihasilkan dari alatdenganfrekuensi (a) 40kHz dan (b) 50kHz



Gambar 13. Bentukgelombang spike pada simulasi

Pada bentuk gelombang spike yang dihasilkan pada perancangan sistem alat ini peneliti menggunakan kapasitor 10 nF atau 0.01 μf dan resistor 1 k Ω . Berdasarkan hasil simulasi proteus ada perbedaan bentuk gelombang spike yang dihasilkan yang dapat ditunjukkan pada Gambar Sehingga peneliti menggunakan sampel acak untuk mendapatkan gelombang spike yang diinginkan, sehingga diperoleh nilai pada capasitor sebesar 10 nF dan resistor 1 k Ω . Pada proses discharge dan charge capasitor dipengaruhi frekuensi, yang menuju rangkaian RC.

Sehingga semakin tinggi frekuensi semakin kecil kemungkinan proses terjadinya charge dan discharge secara sempurna. Sementara ketika memberikan nilai C=0.1 μf , difrekuensi ultrasonik untuk bentuk gelombang spike yang dihasilkan hampir menyerupai pulsa. Sehingga bentuk gelombang spike yang dihasilkan pada alat tersebut dalam keadaan seperti $T/2 < 5\tau$.

F. Analisis Pengaruh Gelombang Ultrasonik dan Pengujian Alat Terhadap Hama

Peneliti akan melakukan analisis pengaruh gelombang ultrasonik yang dihasilkan alat perancangan sistem yang telah dibuat dan melakukan pengujian alat terhadap objek hama, yaitu dengan melihat pengaruh gelombang ultrasonik terhadap hama tikus. Sebelum pengujian dilakukan, pada saat pengujian berlangsung peneliti mengambil sampel frekuensi 40 kHz dan 50 kHz sebagai frekuensi yang efektif berdasarkan referensi yang digunakan. Lalu peneliti melakukan pengujian dengan gelombang sinus, pulsa dan spike pada alat rancangan sistem yang telah dibuat. Adapun objek percobaan merupakan tikus putih jenis rat (*rattus norvegicus*). Pengujian alat dilakukan disetiap hari yang berbeda (setiap satu frekuensi dalam satu jenis gelombang), dilakukan di malam hari dan ditempat tertutup didalam ruangan dengan proses lama pemaparan ± 2 jam. Sebelum pengujian berlangsung, tikus ditempatkan dilokasi pengujian selama 2 hari dan diberi makan.

Tahap pengujian pertama dilakukan dengan gelombang sinus dengan masing-masing dua frekuensi yang berbeda, kemudian dengan gelombang pulsa dan terakhir gelombang spike.

Dalam perancangan sistem, setiap perubahan antara jenis gelombang sinus menjadi pulsa dan sebaliknya dilakukan secara manual, yaitu dengan menekan kedua push botton a dan b secara bersamaan pada alat. Tetapi untuk mengubah menjadi jenis gelombang spike dilakukan dengan cara merubah terdahulu menjadi jenis gelombang pulsa kemudian menekan switch menjadi on. Alat diletakkan di lokasi pengujian dan diberi pakan di dekat alat untuk melihat reaksi tikus mendekat atau menjauhi pakan pada saat selama pengujian berlangsung.

Pengamatan dilakukan dengan merekam reaksi hama tikus dengan alat perekam video yang telah

dipasang. Pengujian ini bertujuan untuk melihat pengaruh gelombang ultrasonik pada hama tikus yang dapat ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Pengujian Alat terhadap Hama

Adapun data hasil analisis pengaruh gelombang ultrasonik terhadap hama tikus. dapat ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. data Analisis hasil pengaruh gelombang ultrasonik terhadap hama tikus

No.	Jenis Gelombang	Frekuensi	Lama pemaparan	Hasil Selama Pemaparan
1.	Sinus	40 kHz	± 2 jam	Tidak Terpengaruh
		50 kHz		Tidak Terpengaruh
2.	Pulsa	40 kHz	± 2 jam	Sangat Terpengaruh
		50 kHz		Terpengaruh
3.	Spike	40 kHz	± 2 jam	Terpengaruh
		50 kHz		Terpengaruh

Percobaan dilakukan dengan menggunakan 4 ekor tikus putih, pada saat percobaan pengujian pertama yaitu dengan jenis gelombang sinus dengan frekuensi 40 kHz reaksi tikus pada saat pengujian dengan lamanya pemaparan ± 2 jam. reaksi tikus tidak terpengaruh yang ditunjukkan dengan 3 dari 4 ekor tikus masih makan hingga menghabiskan pakan yang dekat dengan sumber pada saat pengujian berlangsung dengan lamanya pemaparan dan mendekati sumber gelombang.

Kemudian pada pengujian frekuensi 50 kHz dengan gelombang sinus tampak reaksi tidak terlalu menjauh dari sumber speaker dan mendekati sumber gelombang.

Lalu pada saat pengujian pulsa dengan frekuensi 40 kHz tampak tikus menjauh dari sumber gelombang dan tidak mengambil dan mendekati makanan yang dekat dengan sumber gelombang selama proses pemaparan berlangsung. Tikus

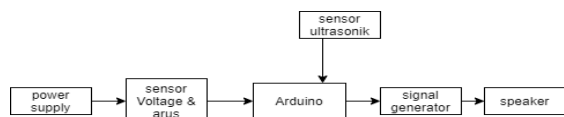
tampak dalam keadaan lemas, hal ini rasa aktif untuk makan pada tikus berkurang dan menjadi lebih pasif dan pola perilaku juga ditandai dengan pasif pada saat pemaparan berlangsung. Pada saat pengujian dengan frekuensi 50kHz tampak 1 dari 4 ekor tikus mendekati makanan dan makan, dan sedikit merasa terganggu dengan menjauhi speaker.

Sementara pada saat peneliti melakukan pengujian gelombang spike berlangsung dengan lamanya pemaparan ± 2 jam terhadap hama tikus. reaksi dihasilkan ialah 1 dari 4 ekor tikus masih dalam keadaan makan dan sedikit terganggu dengan menjauhi speaker dan selebihnya tidak mendekati makanan yang dekat dengan sumber gelombang dan menjauhi sumber gelombang. Menjauhi gelombang dengan mencoba untuk keluar perilaku geraknya menjadi pasif atau diam pada frekuensi 40 kHz pada saat proses pengujian berlangsung. Selanjutnya pada pengujian gelombang spike dengan frekuensi 50 kHz dimana 1 dari 4 tikus mendekati sumber gelombang dan mengambil dan mendekati makanan yang dekat dengan sumber gelombang selama proses pemaparan berlangsung dan 3 ekor tikus tidak mendekati sumber speaker dan pola perilaku menjadi lebih pasif.

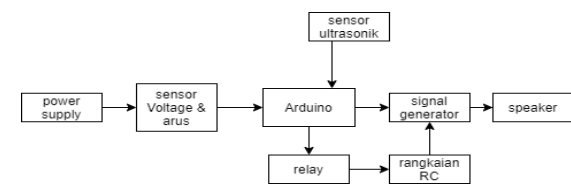
pada dasarnya pengaruh gelombang ultrasonik yang ditimbulkan pada frekuensi 40 kHz & 50 kHz pada gelombang pulsa dan spike menimbulkan pengaruh pola perilaku yang cukup signifikan. Untuk gelombang pulsa dengan frekuensi 40kHz yang dihasilkan lebih efektif mengusir tikus dan sangat terpengaruh terhadap tikus dan gelombang spike yang dihasilkan juga efektif terpengaruh terhadap tikus.

G. Pengukuran Daya Pembangkitan Sinyal

Pada alat yang telah dirancang bangun, daya yang dikonsumsi merupakan daya dari keseluruhan rangkaian. Besar daya konsumsi alat diukur menggunakan alat ukur daya yang dibangun menggunakan sensor INA219 dan Arduino. Pengukuran daya dilakukan seperti yang ditunjukkan pada diagram blok Gambar 15 - 16.



Gambar 15. Blok pengukuran daya pada gelombang pulsa.



Gambar 16. Blok pengukuran daya pada gelombang Spike.

Hasil pengukuran daya untuk menghasilkan sinyal gelombang sinus, pulsa dan spike dari alat yang dirancang bangun diperlihatkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Daya yang dihasilkan alat perancangan

No.	Jenis Gelombang	Frekuensi	Daya Konsumsi Rangkaian
1.	Sinus	40 kHz	623.89 mW
		50 kHz	847.56 mW
2.	Pulsa	40 kHz	633.04 mW
		50 kHz	852.80 mW
3.	Spike	40 kHz	620.59 mW
		50 kHz	843.35 mW

H. Pengujian Jarak Maksimum

Untuk melihat jarak maksimum lokasi yang dapat diamankan di dalam ruangan dengan menggunakan sensor ultrasonik, dilakukan kalibrasi pada alat yang telah dirancang bangun dengan proses kalibrasi, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. pengujian jarak maksimum terhadap sensor ultrasonik

No	Jarak pada sensor Ultrasonik	Kondisi display LCD
1.	10 cm	hidup
2.	50 cm	Hidup
3.	100 cm	hidup
4.	150 cm	hidup
5.	200 cm	hidup
6.	210 cm	mati

Ketika sensor mendeteksi objek maka kondisi LCD akan menyala. Tabel di atas menunjukkan bahwa jarak maksimum yang dapat dijangkau oleh sensor ultrasonik pada alat yang telah dirancang bangun adalah sejauh 200 cm.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tikus tidak terpengaruh terhadap sinyal frekuensi 40 kHz & 50 kHz yang berbentuk gelombang sinus.
2. Tikus terpengaruh terhadap sinyal frekuensi 40 kHz & 50 kHz yang berbentuk gelombang spike yang ditandai dengan menjauh dari sumber gelombang.
3. Tikus sangat terpengaruh terhadap sinyal frekuensi 40 kHz berbentuk gelombang pulsa dan lebih efektif untuk mengusir tikus dibandingkan dengan gelombang spike dan gelombang sinus pada frekuensi yang sama.
4. Sinyal dengan gelombang spike yang berpengaruh terhadap tikus dibangkitkan menggunakan rangkaian RC dengan nilai resistor 1kΩ dan kapasitor 10 nF.
5. Jarak maksimum yang dapat dijangkau oleh sensor ultrasonik pada alat yang telah dirancang bangun adalah sejauh 200 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. E. Heffner and R. S. Heffner, "Hearing ranges of laboratory animals," *J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci.*, vol. 46, no. 1, pp. 20–22, 2007.
- [2] M. Sadananda, M. Wöhr, and R. K. W. Schwarting, "Playback of 22-kHz and 50-kHz ultrasonic vocalizations induces differential c-fos expression in rat brain," *Neurosci. Lett.*, vol. 435, no. 1, pp. 17–23, 2008.
- [3] L. Ouda, M. Jílek, and J. Syka, "Expression of c-Fos in rat auditory and limbic systems following 22-kHz calls," *Behav. Brain Res.*, vol. 308, pp. 196–204, 2016.
- [4] C. Demaestri, H. C. Brenhouse, and J. A. Honeycutt, "22 kHz and 55 kHz ultrasonic vocalizations differentially influence neural and behavioral outcomes: Implications for modeling anxiety via auditory stimuli in the rat," *Behav. Brain Res.*, vol. 360, no. December 2018, pp. 134–145, 2019.
- [5] A. A. Mujab, M. Rosmiati, and M. I. Sari, "Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Menggunakan Gelombang Ultrasonik," *eProceedings Appl. Sci.*, vol. 6, no. 1, pp. 340–348, 2020.
- [6] D. Wijanarko, I. Widiastuti, and A. Widya, "Gelombang Ultrasonik Sebagai Alat Pengusir Tikus Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8," *J. Teknol. Inf. dan Terap.*, vol. 5, no. 1, pp. 49–54, 2019.
- [7] D. Hidayat, T. Ismail, N. S. Syafei, and B. M. Wibawa, "Generator Pulsa Spike Terprogram untuk Pemicu Transduser Ultrasonik," *JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, vol. 3, no. 2, p. 295, 2018.
- [8] Priyambodo Swastiko, "Pengendalian Hama Tikus Terpadu," edisi 3. Jakarta: Penebar Swadaya, 2009.
- [9] M. Se-Yuen, "Wave experiments using low-cost 40 kHz ultrasonic transducers," *Phys. Educ.*, vol. 38, no. 5, pp. 441–446, 2003.
- [10] Giancoli, "Fisika Jilid I ,". Jakarta: Erlangga, 1998.
- [11] A. Cameron and R. John, "Medical Physics," New York: John Wiley and Sons Inc, 1978.
- [12] "Bentuk Gelombang Pulsa dan Tanggapan (respon) R-C," *Teknik Rangkaian Listrik*. pp. 688–731. [Online]. Tersedia : [http://elearning.gunadarma.ac.id/docmodul/teknik_rangkaian_listrik2/22_bentuk_gelombang_pulsa_dan_tanggapan_\(respon\)_r-c.pdf](http://elearning.gunadarma.ac.id/docmodul/teknik_rangkaian_listrik2/22_bentuk_gelombang_pulsa_dan_tanggapan_(respon)_r-c.pdf). [Diakses pada Januari 2021]
- [13] R. Bangun *et al.*, "Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Monyet Dan Tikus Di Ladang Jagung Berbasis Arduino," *Junal ITN Malang*, vol. 12, 2019.