

# PERANCANGAN SYSTEM PENGUSIR NYAMUK MENGGUNAAN SENSOR ULTRASONIK DENGAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI

**Shoffin Nahwa Utama**  
Universitas Darussalam Gontor

Kontak person:  
Shoffin Nahwa Utama  
e-mail: shoffin@unida.gontor.ac.id\*1

## Abstrak

*Nyamuk selama ini selalu menjadi momok bagi manusia karena serangga ini mengganggu dan bisa menimbulkan berbagai macam penyakit. Banyak orang melakukan Pengendalian serangga ini dengan cara membunuh menggunakan insektisida yang terdapat efek samping disebabkan kandungan bahan kimia yang berbahaya bagi manusia. Memasami dan mengusir nyamuk menggunakan teknologi merupakan hal yang sangat penting dalam menjaga lingkungan didalam rumah kita dari bahaya bahan kimia yang berdampak buruk bagi kesehatan. Salah satu teknologi ramah lingkungan yang mampu mempengaruhi nyamuk adalah gelombang ultrasonik. Pada penelitian yang dilakukan ini bertujuan untuk merancang prototype alat pengusir nyamuk pada suatu ruangan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dengan frekuensi 40 KHz dengan menggunakan energi panel surya, Uji coba dilakukan guna mengetahui pola reaksi perpindahan nyamuk dalam wadah atau ruangan tertutup yang terdiri dari dua ruangan. Uji coba perilaku normal diperoleh hasil prosentase perpindahan dari ruang 1 ke ruang 2 sebesar 15%. Pada uji coba menggunakan gelombang ultrasonik diperoleh hasil prosentase perpindahan dari ruang 1 ke ruang 2 sebesar 42,5 %. Hasil penelitian menunjukkan pola reaksi nyamuk yang cenderung menjauhi sumber gelombang ultrasonik*

**Kata kunci:** sensor, ultrasonik, nyamuk, mikrokontroller

## 1. Pendahuluan

Malaria mempengaruhi lebih dari 250 juta orang didunia dan menyebabkan lebih dari satu juta kematian setiap tahun (WHO 2005). Salah satu strategi penting dalam pengendalian terhadap penyakit yang ditimbulkan dari nyamuk adalah pengendalian nyamuk, yang bertujuan untuk mengurangi kontak nyamuk dengan manusia. Perbedaan tindakan pengendalian digunakan secara rutin terhadap nyamuk dan larva atau jentik nyamuk, termasuk bahan kimia (misalnya insektisida), biologis (misalnya ikan larvivora atau jamur patogen), lingkungan (misalnya pengisian lahan atau drainase), dan perlindungan pribadi (misalnya obat nyamuk yang diformulasikan obat bakar, salep atau lotion, dan semprotan. Memasang kelambu yang bebas insektisida)[1]

Kejadian luar biasa (KLB) yang pada beberapa tahun terakhir ini cenderung mengalami peningkatan jumlah kasus maupun kematiannya. Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh virus dengue dan ditularkan oleh nyamuk *A. aegypti*. Selain *A. aegypti*, *A. albopictus* juga telah diketahui dapat menularkan penyakit DBD. Kedua spesies *Aedes* tersebut mempunyai habitat pada tempat-tempat penampungan air bersih yang airnya digunakan manusia untuk memenuhi kebutuhan sehari-harinya.[2]

Penanggulangan penyakit yang ditularkan oleh penyakit ini telah banyak dilakukan antara lain dengan menggunakan insektisida seperti DDT, BHC. Insektisida ini dapat menimbulkan keracunan baik pada manusia maupun mahluk hidup lainnya. Disamping itu insektisida menyebabkan meningkatnya daya tahan dalam tubuh nyamuk terhadap zat ini. Pemakaian insektisida tanpa terkendali dapat menimbulkan keracunan bahkan kematian, oleh karena itu perlu dipikirkan metode yang lebih baik untuk mengendalikan hama nyamuk ini.[3]

Berbagai tindakan prevensi telah dilakukan untuk mengurangi insidensi penyakit yang diperantarai nyamuk tersebut mulai dari pemberantasan larva nyamuk, pengasapan (fogging), hingga menghindari gigitan nyamuk seperti memakai obat nyamuk bakar/elektrik (57,6%), penggunaan kelambu saat tidur (31,9%), menggunakan repellent/ bahan pencegah gigitan nyamuk (24,7%), menyemprot obat nyamuk berinsektisida (20%), memasang kasa nyamuk di jendela/ventilasi (13,6%), dan minum obat pencegahan bila bepergian ke daerah endemis (khusus malaria) (4,7%), dan lainnya (13,2%).[4]

Metode yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah metode fisika dengan pemanfaatan gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik merupakan langkah yang strategis karena selain efek gelombang yang merusak jaringan tubuh serangga juga lebih ramah terhadap lingkungan. Hal ini terbukti dari beberapa penelitian yang pernah dilakukan menggunakan gelombang ultrasonik, seperti untuk mengatasi hama kumbang, belalang, dan tikus[5]. Tipe gelombang ultrasonik yang digunakan di dalam penelitian ini adalah gelombang longitudinal. Gelombang longitudinal adalah gelombang yang memiliki arah getar sejajar dengan arah rambatnya contohnya adalah gelombang pada slinki yang digerakkan maju mundur. Ketika slinki digerakkan maju mundur maka pada slinki akan terbentuk rapatan dan renggangan.

Sensor ultrasound merupakan salah satu sensor yang menghasilkan besaran analog. Salah satu jenis sensor yang sering digunakan adalah Parallax Ultrasound. Keluaran dari sensor ini berupa besaran digital. Komponen yang terdapat pada sensor jenis ini sebuah pembangkit gelombang ultrasound beserta transmitter, pengubah besaran fisik menjadi sinyal-sinyal elektrik. Untuk mengolah sinyal dari sensor diperlukan sebuah mikrokontroler yang mewakili suatu figur sistem yang dikemas hanya dengan sebuah chip / rangkaian terpadu, yang kemudian berkembang hingga penggunaan memori dan processor beserta elemen pendukungnya seperti register, AT command, I/O system, dan lain sebagainya. Bahkan hingga pada saat ini, mikrokontroler telah dikemas dalam sebuah modul aktif kit seperti arduino board.[6]

Nyamuk sebagai golongan *insect*, mampu mendengarkan suara di atas ambang rata-rata pendengaran manusia, yakni lebih dari 20 kHz. Dengan pancaran gelombang ultrasonik yang berada pada kisaran 30-100 kHz, akan membuat fungsi antena pada nyamuk yang berfungsi sebagai satu-satunya indra penerima rangsang menjadi terganggu. Ketika gelombang ultrasonik dipancarkan, indera nyamuk akan mengenali suara yang ditimbulkan oleh gelombang tersebut sebagai ancaman, sehingga jika nyamuk berada terus menerus dalam pusaran gelombang tersebut, mereka akan tidak nyaman dan akhirnya mati.[3]

Pada penelitian yang akan dilakukan bertujuan untuk merancang prototype alat pengusir nyamuk pada suatu ruangan menggunakan sensor ultrasonik *HC-SR04* dengan frekuensi 40 KHz dengan menggunakan energi panel surya, Uji coba dilakukan guna mengetahui pola reaksi nyamuk dalam sebuah ruangan dari sistem proteksi yang telah dibuat, serta menentukan waktu yang diperlukan guna mengetahui perubahan pola reaksi nyamuk tersebut. Sistem proteksi ini mampu memberikan informasi area yang terkover oleh gelombang yang keluarannya ditampilkan pada LCD

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian perancangan sistem pembasmi nyamuk menggunakan sensor ultrasonik mencakup sejumlah kegiatan yang dijelaskan sebagai berikut:

### 1) Persiapan

Kegiatan ini terdiri atas beberapa kegiatan, yang diuraikan sebagai berikut.

- a. Studi literatur mengenai sifat dan karakteristik nyamuk serta pengaruh paparan gelombang ultrasonik terhadap nyamuk.
- b. Studi literatur pada beberapa artikel dan jurnal terkait alat yang akan dibuat.
- c. Diskusi dengan beberapa dosen yang memiliki keahlian di bidang serangga dan power.

### 2) Desain Sistem Alat

Pada kegiatan ini dilakukan pembuatan rancangan sistem alat yang terdiri dari tiga subsistem utama.

#### a. Subsistem pemancar gelombang ultrasonik.

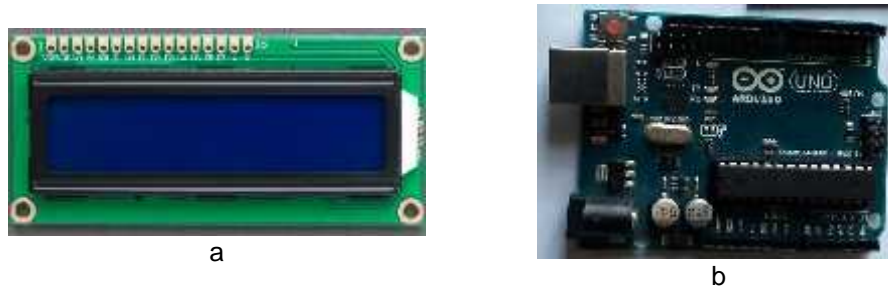
Sistem pemancar gelombang pada penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik *HC-SR04* yang memiliki spesifikasi frekuensi sebesar 40 KHz. Perangkat sensor *HC-SR04* dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Sensor Ultrasonik HC-SR04

### b. Subsistem Mikrokontroler

Pada Subsistem mikrokontroler ini menggunakan *board* Arduino Uno (Gambar 2 b). Board Arduino terdiri dari hardware / modul mikrokontroler yang siap pakai dan *software* IDE yang digunakan untuk memprogram sehingga kita bisa dengan mudah menggunakannya. Kelebihan dari Arduino yaitu kita tidak direpotkan dengan rangkaian minimum sistem dan *programmer* karena sudah *built in* dalam satu *board*. **Mikrokontroler** ini terdiri dari CPU, memory, dan I/O yang bisa kita kontrol dengan memprogramnya. I/O juga sering disebut dengan GPIO (*General Purpose Input Output Pins*) yang berarti, pin yang bisa kita program sebagai input atau output sesuai kebutuhan. Pemilihan mode melalui tombol switch nantinya akan berfungsi sebagai saklar pengisian daya melalui solar cell dan penggunaan daya utama dari baterai. Mode yang dipilih nantinya akan ditampilkan pada LCD berukuran 16x2 (gambar 2 a). Dengan sistem ini maka area tembakan gelombang dapat diketahui dan menjadi lebih efektif dalam mengusir nyamuk.



Gambar 2. LCD 16x2 dan Arduino Uno

### c. Subsistem Panel Tenaga Surya

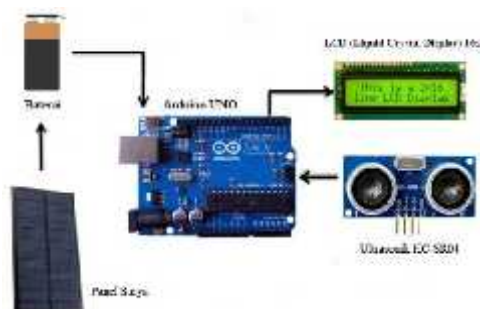
Rangkaian subsistem ini memanfaatkan rangkaian pengisi baterai. Dengan teknologi ini alat dapat digunakan secara portable. Artinya, alat ini tidak memerlukan listrik AC/PLN maka alat tetap dapat digunakan menggunakan catu daya dari baterai dengan metode pengisian daya diperoleh dari pemasangan panel surya 6 volt (gambar 3). Meskipun begitu alat ini masih bisa juga menggunakan adaptor 5-6 Volt dari listrik rumah. Sebagai regulator tegangan digunakan IC regulator LM317. Agar rangkaian berhenti mengisi ketika baterai sudah penuh digunakan rangkaian shutdown memanfaatkan komponen dioda zener. Dengan sistem ini alat pun menjadi lebih mudah dan nyaman untuk digunakan, baik ketika tidak ada listrik.



Gambar 3. Panel Surya 6 Volt dan Ic Regulator

### 3) Merangkai Prototype

Pembuatan prototype alat ini dilakukan dengan cara merangkai semua bahan mulai dari sensor ultrasonik, arduino Uno, project board, LCD 16x2, Panel surya, Baterai. Yang dirangkai seperti pada gambar 4 berikut ini



Gambar 4. Komponen yang akan dirangkai

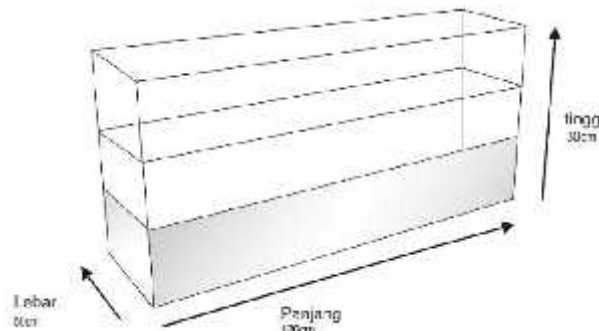
## 4) Instalasi dan Pembuatan Piranti Lunak

Pada bagian ini dilakukan instalasi program pengendali sensor pada mikrokontroler Arduino. Aplikasi digunakan memonitor jangkauan pemancar gelombang ultrasonik.

## 5) Uji Coba Alat

Setelah semua rangkaian terbentuk dan disusun kedalam satu rangkaian untuk, langkah selanjutnya adalah melakukan uji coba alat. Uji coba dilakukan dengan melakukan trouble-shooting seluruh rangkaian kemudian dilanjutkan dengan uji efektivitas produk terhadap nyamuk dengan mengevaluasi landing rates dari nyamuk tersebut. Sampel nyamuk yang diuji adalah jenis *A. aegypti* yang diambil dari kebun yang berada disekitar tempat penelitian.

Untuk menentukan tingkat efektifitas pemaparan gelombang ultrasonik dilakukan dengan cara, memasukkan 40 ekor nyamuk ke dalam ruang etlase kaca yang terdapat 2 ruang yang saling terhubung melalui lubang. Kemudian dipapari dengan gelombang ultrasonik. Wadah uji coba memiliki ukuran panjang 120 cm lebar 50 cm dan tinggi 30 cm seperti gambar 5 dibawah ini



**Gambar 5.** Ruang uji pemaparan gelombang ultrasonik

## 6) Desain Uji Ekperimen

Pengujian dilakukan dengan menggunakan prototipe perangkat ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz. Perangkat diletakkan didalam salah satu ruangan kaca yang telah disiapkan, Ruangan yang digunakan untuk menguji frekuensi yang dipancarkan oleh perangkat ultrasonik dilakukan pada sebuah etalase kaca yang dibangun untuk tujuan penelitian yang terdiri dari:

- o Ruang 1 = Ruang uji (berisi perangkat ultrasonik)
- o Ruang 2 = Ruang steril (tanpa alat ultrasonik).

Kain atau kertas putih bersih diletakkan di lantai ruang untuk memudahkan identifikasi jatuh atau hinggapnya nyamuk. Sekat antara ruang uji dan ruang steril disediakan lubang yang bisa digunakan nyamuk untuk berpindah ruang. Tahap pertama nyamuk dirilis ke ruang 1 dan diamati perilaku pergerakan dan perpindahan nyamuk berdasarkan waktu yang telah ditentukan.

## 7) Evaluasi Alat

penyelesaian produk dilakukan setelah produk mengalami proses eveluasi produk. Tahap ini dapat berupa memperbaiki dan merapikan semua rangkaian serta melakukan packaging *prototype*.

### 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Setelah melalui proses perancangan dan perakitan dihasilkan sebuah prototype perangkat pengusir nyamuk dengan gelombang ultrasonik yang bisa dilihat pada gambar 6 dibawah ini.



**Gambar 6.** Prototype perangkat pengusir nyamuk

### 3.1. Hasil Ujicoba Perilaku

Prototype perangkat ultrasonik diletakkan di ujung ruangan 1 dan dimasukkan 40 ekor sampel nyamuk jenis *Aedes Aegypti* dengan tanpa memperhatikan umur dan jenis kelamin nyamuk.

Uji coba pertama dilakukan guna mengetahui perilaku normal nyamuk pada ruangan yang tidak diberikan paparan gelombang ultrasonik, 40 nyamuk dimasukkan pada ruang 1 dengan perangkat ultrasonik dalam keadaan OFF dan lubang yang menghubungkan dengan ruang 2 pada keadaan dibuka. Hasil pengamatan bisa dilihat pada tabel 1 berikut ini :

**Tabel 1.** Hasil uji perilaku normal

Waktu(menit)	R1(ekor)	R2 (ekor)	Perpindahan (%)
15	39	1	2.5
30	35	5	12.5
45	35	5	12.5
60	35	5	12.5
75	32	8	20
90	34	6	15
105	34	6	15

Uji coba kedua dilakukan guna mengetahui perilaku nyamuk ketika terkena paparan gelombang ultrasonik, 40 nyamuk dimasukkan pada ruang 1 dengan perangkat ultrasonik dalam keadaan ON dan lubang yang menghubungkan dengan ruang 2 pada keadaan dibuka. Hasil ujicoba ditampilkan pada tabel 2 berikut ini :

**Tabel 2.** Hasil uji paparan gelombang terhadap perilaku

Waktu(menit)	R1(ekor)	R2 (ekor)	Perpindahan (%)
15	37	3	7.5
30	36	4	10
45	32	8	20
60	32	8	20
75	27	13	32.5
90	26	14	35
105	23	17	42.5

Perhitungan pada kedua rangkaian uji coba dilakukan dengan menghitung jumlah nyamuk pada ruang 1 dan ruang 2 pada waktu yang telah ditentukan yakni setiap 15 menit dihitung jumlah nyamuk di setiap ruangan. Total perpindahan di prosentasekan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Prosentase perpindahan} = (\text{Jumlah nyamuk R2} / \text{Total sampel}) \times 100$$

### 3.2. Pembahasan

Sama seperti *vertebrata*, nyamuk memiliki organ *auditori* untuk mendeteksi suara pada frekuensi tertentu dan pada intensitas tertentu.[5] Nyamuk mengenali suara dengan antena yang mereka miliki. Berfungsi sebagai penerima suara yaitu *flagella* yang ada di antena, kemudian diteruskan hingga menuju ke bagian *distal* dari antena. Di bagian distal itulah terdapat organ pendengaran nyamuk yang sebenarnya yang disebut organ *Johnston*. Organ Johnston merupakan kompleks organ chordotonal yang tersusun dari ribuan unit mekanoreseptor multiselular yang tersusun secara radial, dan tiap unitnya tersusun atas dua atau tiga neuron sensoris dan dua sel auksilar. Totalnya pada nyamuk betina memiliki 7.500 neuron sensoris pada organ Johnston-nya, sedangkan pada nyamuk jantan total memiliki sekitar 15.000 neuron sensoris pada organ Johnston yang dimilikinya. Oleh sebab itu, banyak para ahli berpendapat bahwa nyamuk jantan lebih sensitif terhadap stimulus suara yang diberikan daripada nyamuk betina.[4]

Dilakukan 2 skema ujicoba pada penelitian ini, uji coba pertama dimaksudkan guna mengetahui perilaku perpindahan normal nyamuk pada ruangan yang bebas gelombang ultrasonik baik di ruang 1 tempat dilepaskannya semua nyamuk dan di ruang 2 yang kosong. Dari ujicoba pertama didapatkan hasil prosentase perpindahan dari ruang 1 ke ruang 2 selama 105 sebanyak 15%, namun prosentase perpindahan tertinggi terjadi pada menit ke 75 dengan nilai prosentase 20%.

Uji coba ke 2 dilakukan untuk mengetahui perilaku perpindahan nyamuk yang dilepas pada ruangan 1 dengan terdapat pancaran gelombang ultrasonik. Pada ruang 2 tidak diberikan pancaran gelombang ultrasonik, pada sekat pembatas ruang 1 dan ruang 2 diberikan lubang penghubung dengan diameter lingkaran 10 cm. Hasil uji coba kedua diperoleh data hasil perpindahan nyamuk dari ruang 1

ke ruang 2 setelah menit ke 105 sebesar 42,5 %. Hasil ini menunjukkan peningkatan prosentase perpindahan dari uji coba pertama yang tanpa menggunakan gelombang ultrasonik pada ruang 1.

Hasil yang diperoleh pada uji coba ke dua masih jauh dari yang diharapkan, rendahnya prosentase perpindahan diakibatkan penggunaan satu sensor ultrasonik berpengaruh pada jangkauan paparan yang tidak merata pada ruang 1, sehingga nyamuk tidak berpindah ruang hanya menjauhi area yang terpapar gelombang saja, serta lubang penghubung antar ruang hanya disediakan satu ditengah, sehingga nyamuk banyak yg berkerumun atau hinggap di sudut-sudut ruang 1.

#### 4. Kesimpulan

Prototype pengusir nyamuk menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dapat bekerja dengan baik, penggunaan sensor HC-SR04 mampu memengaruhi perilaku nyamuk yang terbukti nyamuk selalu menjauhi area gelombang ultrasonik. Namun perlu dilakukan penelitian lanjutan guna mendesain optimasi prototype agar area yang terpapar gelombang lebih luas.

#### Referensi

- [1] A. A. Enayati, J. Hemingway, and P. Garner, "Electronic mosquito repellents for preventing mosquito bites and malaria infection," *Cochrane Database Syst. Rev.*, no. 2, 2007.
- [2] M. Islamiyah, A. S. Leksono, and Z. P. Gama, "Distribusi dan Komposisi Nyamuk di Wilayah Mojokerto," *J. Biotropika*, vol. 1, no. 2, pp. 80–85, 2013.
- [3] Mas Mansyur, E. Devi Dwi Rianti, Heru Setiawan. "Frequency Optimization Of Wave Exposure And Dose To Kill". 2015
- [4] A. Wigiardi, A. D. Pradana, D. Budiasih, and D. Y. Puspitarini, "Robotack-O-Mos : Robot Attack Mosquitos , Inovasi Alat Pengusir Nyamuk Portable Berbasis Ultrasonic Wave Dan Auto-Rotate Device," pp. 1–6, 2007.
- [5] R. Agusdian and F. A. Rakhmadi, "Sistem Proteksi Tanaman Padi Dari Serangan Hama Wereng Menggunakan Gelombang Ultrasonik."
- [6] Z. Budiarso and A. Prihandono, "Implementasi Sensor Ultrasonik Untuk Mengukur Panjang Gelombang Suara Berbasis Mikrokontroler," *J. Teknol. Inf. Din. Vol. 20, No.2, Juli 2015* 171-177, vol. 20, no. 2, pp. 171–177, 2015.