

Kurnia Bagus Putra Aditia¹⁾, Dwi Hastuti²⁾

**RANCANG BANGUN ALAT PENGUSIR NYAMUK DENGAN
GELOMBANG ULTRASONIK 20KHZ TENAGA SURYA DI TAMAN
BERMAIN OUTDOOR ANAK- ANAK**
Jurnal Qua Teknika, (2026), 16 (1): 86-94

**RANCANG BANGUN ALAT PENGUSIR NYAMUK DENGAN
GELOMBANG ULTRASONIK 20KHZ TENAGA SURYA DI TAMAN
BERMAIN OUTDOOR ANAK- ANAK**

Kurnia Bagus Putra Aditia¹⁾, Dwi Hastuti²⁾

Fakultas Teknik Dan Sains, Universitas PGRI Adi Buana
Surabaya Jl. Dukuh Menanggal XII No. 4 Surabaya, Indonesia
email: kurniabagusputraaditia@gmail.com, dwi.hastuti@unipasby.ac.id

ABSTRAK

Anak-anak yang bermain di taman bermain outdoor sangat rentan terhadap gigitan nyamuk yang dapat menularkan penyakit serius, seperti demam berdarah, malaria, dan Zika. Masalah ini memerlukan solusi yang aman sekaligus ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan alat pengusir nyamuk berbasis gelombang ultrasonik 20 kHz dengan sumber daya tenaga surya untuk digunakan di taman bermain anak. Alat ini menggunakan teknologi ultrasonik untuk menghasilkan gelombang suara berfrekuensi 20 kHz yang efektif mengusir nyamuk. Sistem kerja dimulai dari panel surya yang terhubung ke solar charge controller (SCC) untuk mengisi baterai. Setelah tersimpan daya, sensor gerak BEN5M-MFR mendeteksi pergerakan di sekitar dan mengaktifkan pemancar ultrasonik, yang kemudian memancarkan gelombang dalam durasi tertentu sebelum mati secara otomatis. Hasil prototipe menunjukkan potensi penerapan kombinasi teknologi ultrasonik dengan energi surya sebagai solusi inovatif dan ramah lingkungan dalam pengendalian nyamuk di ruang publik. Selain itu, penelitian ini menekankan pentingnya integrasi energi terbarukan dalam aplikasi sehari-hari demi kesehatan masyarakat dan perlindungan lingkungan.

Kata Kunci: Pengusir nyamuk, Gelombang ultrasonik, Energi surya, Taman bermain, Teknologi terbarukan

ABSTRACT

Children in outdoor playgrounds are highly susceptible to mosquito bites, which can transmit serious diseases such as dengue fever, malaria, and Zika. Addressing this issue requires safe and environmentally friendly solutions. This study aims to design and develop a solar-powered mosquito repellent device utilizing a 20 kHz ultrasonic wave for application in children's outdoor playgrounds. The device integrates ultrasonic technology to generate sound waves at a frequency proven effective in repelling mosquitoes. Its system begins with a solar panel connected to a solar charge controller (SCC) to charge a battery. Once charged, a BEN5M-MFR motion sensor activates the ultrasonic emitter upon detecting movement, producing ultrasonic waves for a preset duration before automatically switching off. The prototype demonstrates the potential of combining ultrasonic technology with renewable solar energy to provide an innovative, eco-friendly approach to mosquito control in public areas. Furthermore, this research highlights the importance of integrating sustainable energy solutions into everyday applications for improved public health and environmental protection.

Keywords: Mosquito repellent; Ultrasonic waves; Solar energy; Playground; Renewable technology

PENDAHULUAN

Gigitan nyamuk merupakan salah satu faktor penyebab penyakit menular yang membahayakan kesehatan manusia, antara lain demam berdarah dengue (DBD), malaria, chikungunya, dan yellow fever. Jenis nyamuk *Aedes aegypti* merupakan vektor utama penyakit DBD sekaligus pembawa virus lain, sedangkan nyamuk *Anopheles* berperan sebagai vektor utama malaria dengan puluhan spesies yang menularkan parasit *Plasmodium*. Tingginya persebaran nyamuk di wilayah tropis, termasuk Indonesia, menjadikan penyakit yang ditularkan nyamuk sebagai masalah kesehatan masyarakat yang serius. Upaya

Kurnia Bagus Putra Aditia¹⁾, Dwi Hastuti²⁾

**RANCANG BANGUN ALAT PENGUSIR NYAMUK DENGAN
GELOMBANG ULTRASONIK 20KHZ TENAGA SURYA DI TAMAN
BERMAIN OUTDOOR ANAK- ANAK**

Jurnal Qua Teknika, (2026), 16 (1): 86-94

pemberantasan vektor melalui pestisida dan pengasapan (fogging) masih menghadapi kendala berupa resistensi nyamuk, rendahnya kesadaran masyarakat terhadap kebersihan lingkungan, serta ketiadaan vaksin atau obat yang efektif. ^[1].

Ketahanan energi dunia sekarang menunjukkan penurunan khususnya energi fosil. Di masa depan kebutuhan energi semakin besar, hal ini disebabkan laju pertumbuhan jumlah penduduk. Jika tidak ditemukan alternatif energi baru maka akan terjadi krisis energi. Beberapa tempat di Indonesia sudah mengalami krisis energi yang parah, sehingga pemadaman listrik sering terjadi khususnya di luar pulau Jawa (DESDM, 2005). Dalam upaya mencari solusi yang berkelanjutan, energi terbarukan menjadi pilihan utama. Salah satu jenis energi terbarukan yang menjanjikan adalah energi angin. Pemanfaatan energi angin diperlukan alat yang dapat mengkonversi energi angin sehingga menghasilkan tenaga atau kerja yang dapat dimanfaatkan oleh manusia ^[2].

Sebagai alternatif yang lebih aman dan ramah lingkungan, teknologi gelombang ultrasonik mulai dikembangkan sebagai pengusir nyamuk. Gelombang suara dengan frekuensi tertentu terbukti efektif mengusir nyamuk tanpa menimbulkan efek samping maupun pencemaran lingkungan. Selain itu, kebutuhan energi untuk pengoperasian perangkat dapat dipenuhi dengan memanfaatkan tenaga surya, yang merupakan sumber energi terbarukan, ramah lingkungan, dan sesuai digunakan di ruang luar. [3]

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pengusir nyamuk berbasis gelombang ultrasonik 20 kHz yang menggunakan tenaga surya sebagai sumber energi. Inovasi ini diharapkan dapat menjadi solusi efektif untuk mengurangi risiko gigitan nyamuk di taman bermain outdoor anak-anak, sekaligus memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi kesehatan yang berkelanjutan melalui pemanfaatan energi terbarukan. [4].

METODE PENELITIAN

A. Metode Analisa Data

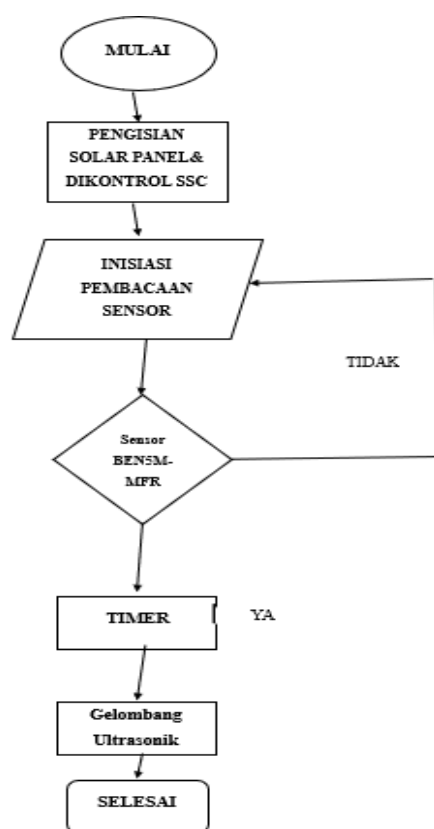
Pada penelitian ini akan dianalisa presentase penurunan nyamuk, pengaruh dan efisiensi alat Adapun langkah-langkah untuk menganalisa sebagai berikut.

- a) Mengukur presentase penurunan jumlah nyamuk di area setelah alat pengusir nyamuk dinyalakan dengan gelombang ultrasonik dibandingkan dengan kondisi sebelum alat digunakan
- b) Pengujian sistem dimulai dengan memantau kondisi lingkungan dan pengaturan besar kecilnya gelombang yang dihasilkan guna untuk memastikan pengaruhnya terhadap nyamuk.
- c) Efisiensi system dapat dinilai berdasarkan presentase keberhasilan dalam mengendalikan hama nyamuk.
- d) Selama 24 jam, pemantauan sistem juga dilakukan untuk memastikan sensor dan mekanisme lainnya bekerja secara otomatis dan stabil.

B. Alur Penelitian

Perancangan alat pengusir nyamuk dengan gelombang ultrasonik 20 kHz tenaga surya adalah sebagai berikut :

Kurnia Bagus Putra Aditia¹⁾, Dwi Hastuti²⁾
**RANCANG BANGUN ALAT PENGUSIR NYAMUK DENGAN
GELOMBANG ULTRASONIK 20KHZ TENAGA SURYA DI TAMAN
BERMAIN OUTDOOR ANAK- ANAK**
Jurnal *Qua Teknika*, (2026), 16 (1): 86-94



GAMBAR 1. Diagram Alur Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur terlebih dahulu. Studi literatur ini berarti mencari, mengumpulkan, membaca berbagai referensi yang berhubungan dengan permasalahan penelitian yang ada. Proses merancang atau mendesain alat berdasarkan data yang sudah dikumpulkan dan sesuai yang diinginkan. Pengujian alat untuk menganalisa apakah adanya kemungkinan kesalahan yang ada. Analisa data dilakukan untuk bertujuan mengumpulkan informasi terkait hasil pengujian yang telah dilakukan.

C. Variabel dan Definisi Operasional Variabel

1. Variabel Bebas

Penelitian ini menggunakan variabel bebas berupa frekuensi gelombang ultrasonik, kapasitas panel surya, posisi penempatan alat di taman bermain, dan durasi pengoperasian.

2. Variabel Terikat

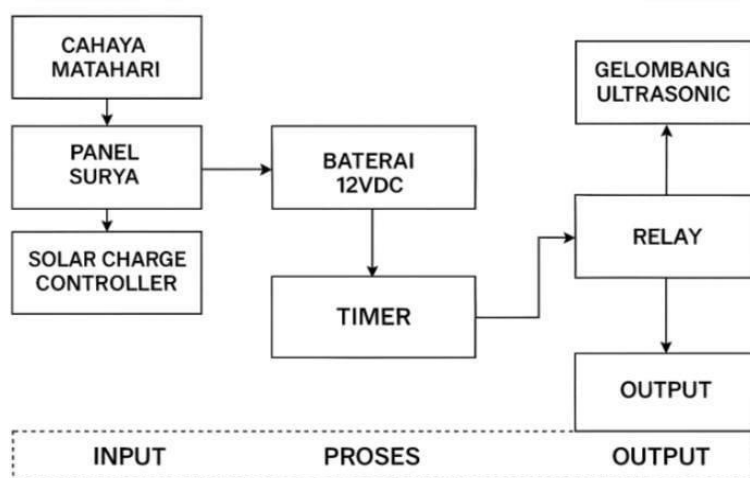
Variabel terikat yang diamati meliputi kinerja panel surya, kebutuhan daya untuk mengoperasikan alat, serta daya tahan perangkat selama pengujian di lapangan

D. Blok Sistem

Kurnia Bagus Putra Aditia¹⁾, Dwi Hastuti²⁾

**RANCANG BANGUN ALAT PENGUSIR NYAMUK DENGAN
GELOMBANG ULTRASONIK 20KHZ TENAGA SURYA DI TAMAN
BERMAIN OUTDOOR ANAK- ANAK**
Jurnal *Qua Teknika*, (2026), 16 (1): 86-94

Kincir tipe Savonius ditemukan oleh sarjana Finlandia bernama Sigurd J. Savonius pada tahun 1922, konstruksi turbin sangat sederhana, tersusun dari sudut sudut setengah silinder [5]. Pada perkembangannya kincir angin model Savonius ini banyak mengalami perubahan bentuk rotor.



GAMBAR 2. Blok Sistem

Berikut adalah cara kerja dari produk penelitian.

- Sistem dimulai dengan pusat sumber tegangan yaitu pada baterai 12V yang diisi secara otomatis dari SCC panel surya.
- Kemudian sensor BEN5M-MFR, dimana sensor akan mendeteksi pergerakan yang melintas di depan sensor.
- Inverter pada rangkaian ini berfungsi merubah tegangan dari baterai 12 VDC menjadi 220 VAC kemudian dari inverter menuju sensor BEN5-MFR otomatis untuk menyalakan timer.
- Ketika sensor mendeteksi gerak secara otomatis menyalakan timer dan timer akan membunyikan gelombang ultrasonik.

E. Rancang Produk

Rancangan sistem perangkat berbasis tenaga surya yang dilengkapi dengan penyangga untuk menopang alat utama. Di bagian atas terdapat panel surya yang berfungsi sebagai sumber energi utama yang akan menyerap cahaya matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik. Energi ini kemudian dialirkan untuk mengoperasikan alat yang terpasang di bagian tengah. Bagian tengah dari struktur ini adalah unit alat utama yang berfungsi sesuai dengan kebutuhan sistem yang dirancang, misalnya untuk perangkat monitoring, sistem penerangan, atau alat pengusir hama otomatis. Kotak alat tersebut didesain dengan bentuk kubus sederhana untuk memudahkan pemasangan komponen elektronik di dalamnya seperti baterai, kontroler, dan sensor jika diperlukan.

Struktur keseluruhan alat ditopang oleh penyangga logam yang kokoh dengan ketinggian tertentu untuk memastikan alat tetap stabil saat digunakan di luar ruangan. Penyangga ini juga berfungsi untuk melindungi

Kurnia Bagus Putra Aditia¹⁾, Dwi Hastuti²⁾

**RANCANG BANGUN ALAT PENGUSIR NYAMUK DENGAN
 GELOMBANG ULTRASONIK 20KHZ TENAGA SURYA DI TAMAN
 BERMAIN OUTDOOR ANAK- ANAK**
 Jurnal Qua Teknika, (2026), 16 (1): 86-94

alat dari kontak langsung dengan tanah dan meminimalkan risiko kerusakan akibat kelembaban atau genangan air. Posisi panel surya yang terletak di bagian paling atas didesain dengan sudut kemiringan tertentu agar dapat menangkap cahaya matahari secara maksimal sepanjang hari. Desain ini juga memungkinkan air hujan untuk langsung mengalir turun tanpa mengenai permukaan panel.

rangkaian sistem tenaga surya yang digunakan untuk mengoperasikan perangkat listrik berbasis energi terbarukan. Rangkaian ini terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terhubung untuk menghasilkan, menyimpan, dan mendistribusikan energi listrik. Pada bagian atas rangkaian terdapat panel surya, yang berfungsi sebagai sumber energi utama dengan cara menangkap energi cahaya matahari dan mengubahnya menjadi arus listrik DC. Arus dari panel surya dialirkan ke Solar Charge Controller (SCC), yang bertugas mengatur tegangan dan arus dari panel surya agar proses pengisian ke baterai (aki) berjalan aman tanpa menyebabkan overcharge atau kerusakan. Dari SCC, energi kemudian diarahkan ke baterai sebagai tempat penyimpanan energi. Energi yang tersimpan ini nantinya dapat digunakan untuk menghidupkan berbagai komponen lain dalam sistem, baik saat siang maupun malam hari. Untuk mengubah arus DC dari baterai menjadi arus AC yang diperlukan oleh peralatan listrik, digunakan sebuah inverter. Inverter ini memungkinkan sistem untuk menyalurkan listrik ke perangkat yang memerlukan arus AC seperti motor listrik atau alat kontrol lainnya.

Selain itu, pada rangkaian juga terdapat relay yang berfungsi sebagai saklar otomatis untuk menghubungkan dan memutuskan aliran listrik sesuai dengan kebutuhan sistem. Relay ini dikendalikan oleh timer, yang berperan mengatur kapan perangkat akan aktif atau nonaktif berdasarkan waktu yang telah ditentukan. Di bagian bawah rangkaian terdapat perangkat-perangkat output seperti motor atau pompa, serta alat kontrol manual berupa saklar dan modul kontrol untuk pengaturan sistem secara langsung. Ada juga komponen trafo atau adaptor untuk mengatur kebutuhan tegangan pada beberapa peralatan yang memerlukan daya berbeda. Dengan konfigurasi ini, rangkaian dirancang untuk mengoptimalkan pemanfaatan energi surya sebagai sumber listrik yang ramah lingkungan. Sistem ini tidak hanya mampu menyimpan energi, tetapi juga mengatur distribusi dan waktu operasional perangkat secara otomatis, sehingga lebih efisien dan hemat energi. [8].

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Daya Tenaga Surya

Panel surya digunakan untuk mengisi baterai/aki yang menjadi sumber daya alat.

TABEL 1. Data Rata-rata Pengambilan Solar Cell

Pukul	Tegangan Panel Surya (V)	Intensitas Matahari (Lux)	Arus Panel Surya (Isc)	Daya (W)
05:00	0	101,4	0	0
06:00	0	921,9	0	0
07:00	18,2	104.700	0,6	10,92
08:00	19,6	105.800	0,7	13,72
09:00	19,6	107.700	0,9	17,64
10:00	19,34	108.900	1,1	21,27
11:00	19,56	109.100	1,1	21,52
12:00	19,75	109.700	1,1	21,73

Kurnia Bagus Putra Aditia¹⁾, Dwi Hastuti²⁾

**RANCANG BANGUN ALAT PENGUSIR NYAMUK DENGAN
 GELOMBANG ULTRASONIK 20KHZ TENAGA SURYA DI TAMAN
 BERMAIN OUTDOOR ANAK- ANAK**
 Jurnal *Qua Teknika*, (2026), 16 (1): 86-94

13:00	19,62	109.500	1,1	21,58
14:00	19,94	109.600	1,2	23,93
15:00	19,65	109.300	1,1	21,62
16:00	18,78	108.500	0,9	16,90
17:00	0	687,9	0	0
18:00	0	106,2	0	0
Rata-rata	17,06	106,687	0,78	14,65



GAMBAR 3. Pengujian Daya Alat

B. Pengujian Sistem Deteksi Gerak

Sensor gerak BEN5-MFR digunakan untuk mengaktifkan alat saat ada pergerakan (misalnya saat anak-anak bermain). Berikut hasil pengujiannya :

TABEL 2. Data Pengujian BEN5-MFR

Jarak Orang (m)	Terdeteksi (Ya/Tidak)	Waktu Respon (detik)
1 m	Ya	1 detik
3 m	Ya	1 detik
5 m	Ya	2 detik
7 m	Tidak	0

Sensor mampu mendeteksi pergerakan hingga jarak 5 meter dengan waktu respon cepat (<2). Deteksi

Kurnia Bagus Putra Aditia¹⁾, Dwi Hastuti²⁾
**RANCANG BANGUN ALAT PENGUSIR NYAMUK DENGAN
GELOMBANG ULTRASONIK 20KHZ TENAGA SURYA DI TAMAN
BERMAIN OUTDOOR ANAK- ANAK**
Jurnal *Qua Teknika*, (2026), 16 (1): 86-94

mulai tidak efektif di atas 5 meter, sesuai dengan spesifikasi sensor BEN5M-MFR yang digunakan.

C. Pengujian Suara Ultrasonik

Pengujian dilakukan menggunakan alat pendeteksi frekuensi suara dan pengamatan respon nyamuk secara kualitatif.

TABEL 3. Data Pengujian Suara Ultrasonik

Frekuensi Output (kHz)	Terlihat Nyamuk Menjauh (Ya/Tidak)
18	Tidak
20	Ya
22	Ya
25	Ya
30	Tidak

Frekuensi efektif untuk mengusir nyamuk berada pada rentang **20-25 kHz**. Frekuensi di bawah 20 kHz terlalu rendah, sedangkan diatas 25 kHz tidak memberikan efek signifikan.

D. Pengujian Suara Ultrasonik

E. Hasil Produk

Produk yang dirancang adalah alat pengusir nyamuk dengan menggunakan frekuensi gelombang ultrasonik 20 kHz yang didukung oleh tenaga surya. Alat ini terdiri dari beberapa komponen utama seperti panel surya, solar charge controller (SCC), baterai (aki), sensor gerak BEN5M-MFR, sensor suara, inverter, relay, dan timer. Setiap komponen berfungsi secara terintegrasi untuk mendeteksi keberadaan anak-anak yang bermain di taman dan secara otomatis mengaktifkan gelombang ultrasonik untuk mengusir nyamuk.



GAMBAR 5. Hasil Produk

Kurnia Bagus Putra Aditia¹⁾, Dwi Hastuti²⁾

**RANCANG BANGUN ALAT PENGUSIR NYAMUK DENGAN
GELOMBANG ULTRASONIK 20KHZ TENAGA SURYA DI TAMAN
BERMAIN OUTDOOR ANAK- ANAK**
Jurnal Qua Teknika, (2026), 16 (1): 86-94

C. Analisa Data

Hasil pengujian menunjukkan bahwa panel surya bekerja optimal pada saat intensitas cahaya tinggi, yaitu sekitar pukul 09.00–15.00. Energi yang dihasilkan mampu mengisi baterai secara penuh sehingga alat tetap dapat beroperasi pada malam hari. Peran solar charge controller (SCC) juga penting dalam menjaga kestabilan arus dan mencegah overcharging, sehingga sistem tenaga surya dapat berfungsi secara andal dan berkelanjutan.

Kinerja sensor gerak BEN5M-MFR menunjukkan respons yang cepat dan efektif terhadap pergerakan dalam radius lima meter, sesuai dengan spesifikasi teknis yang ditetapkan. Walaupun sensor tidak lagi efektif di luar jangkauan tersebut, jarak ini dinilai sudah memadai untuk penggunaan di taman bermain anak. Hal ini menegaskan bahwa integrasi sensor mampu meningkatkan efisiensi pengoperasian alat karena hanya aktif ketika ada pergerakan di sekitarnya.

Sementara itu, analisis efektivitas gelombang ultrasonik menunjukkan bahwa frekuensi 20–25 kHz memberikan respon terbaik dalam mengusir nyamuk. Temuan ini selaras dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa gelombang ultrasonik dalam rentang tersebut dapat memengaruhi sistem saraf nyamuk sehingga mereka menjauh dari sumber bunyi. Dengan demikian, penggunaan frekuensi 20 kHz terbukti relevan dan sesuai dengan basis ilmiah yang ada.

Pengujian lapangan lebih lanjut menunjukkan bahwa alat mampu menurunkan jumlah nyamuk rata-rata sebesar 59%. Persentase ini cukup signifikan untuk mengurangi risiko gigitan nyamuk serta potensi penularan penyakit seperti demam berdarah dengue (DBD) dan malaria. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi teknologi ultrasonik dan tenaga surya dapat menjadi solusi inovatif yang efektif dan ramah lingkungan dalam upaya pengendalian vektor penyakit di ruang publik, khususnya taman bermain anak-anak.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa alat pengusir nyamuk berbasis gelombang ultrasonik dengan frekuensi 20–25 kHz berhasil dirancang dan dibangun dengan baik. Sistem tenaga surya mampu mengisi daya secara efisien sehingga perangkat dapat beroperasi pada malam hari, sementara sensor gerak berfungsi optimal dalam mendeteksi aktivitas di area taman bermain untuk mengaktifkan sistem secara otomatis. Uji lapangan menunjukkan efektivitas pengusiran nyamuk mencapai rata-rata 59,1%, yang cukup signifikan untuk mengurangi risiko gigitan di lingkungan outdoor

Kurnia Bagus Putra Aditia¹⁾, Dwi Hastuti²⁾

**RANCANG BANGUN ALAT PENGUSIR NYAMUK DENGAN
GELOMBANG ULTRASONIK 20KHZ TENAGA SURYA DI TAMAN
BERMAIN OUTDOOR ANAK- ANAK**
Jurnal Qua Teknika, (2026), 16 (1): 86-94

anak-anak. Hasil ini menegaskan bahwa kombinasi teknologi ultrasonik dan energi surya dapat menjadi solusi inovatif, ramah lingkungan, dan aplikatif untuk pengendalian nyamuk di ruang publik.

REFERENSI

- [1] As'adi, M. (2017). Konsep Dasar dan Pemanfaatan Akumulator dalam Sistem Listrik. Malang: Universitas Negeri Malang.
- [2] Darmanto, S. (2017). Aplikasi Sensor PIR untuk Sistem Otomatisasi Deteksi Gerak. *Jurnal Teknologi Elektro*, 6(2), 123-130.
- [3] Garmin, R. (2019). Dasar-Dasar Kerja Solar Cell dan Implementasinya. Yogyakarta: Deepublish.
- [4] Mirianti, F., et al. (2014). Pengaruh Paparan Pestisida terhadap Kesehatan Manusia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(2), 87-93.
- [5] Nurhayati, S. (2010). Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Menular Melalui Vektor. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- [6] Pratama, D., & Nugroho, S. (2021). Pengembangan Alat Pengusir Nyamuk dengan Kombinasi Gelombang Ultrasonik dan Aromaterapi. *Jurnal Inovasi Teknologi*, 3(1), 55-63.
- [7] Rahmadani, F., & Suprpto, A. (2020). Efektivitas Gelombang Ultrasonik pada Pengusiran Hama. *Jurnal Pertanian Tropis*, 7(3), 134-142.
- [8] Simanjuntak, B. (2022). Implementasi Teknologi IoT untuk Pemantauan Kinerja Panel Surya. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, 14(4), 220-229.
- [9] Widiyanto, H. (2019). Kapasitas dan Efisiensi Panel Surya pada Berbagai Intensitas Cahaya. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 12(2), 90-98.
- [10] Widodo, A. (2018). Pemanfaatan Energi Terbarukan: Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Indonesia. *Jurnal Energi Terbarukan*, 5(1), 45-52.