

ROBOTACK-O-MOS: ROBOT ATTACK MOSQUITOS, INOVASI ALAT PENGUSIR NYAMUK PORTABLE BERBASIS ULTRASONIC WAVE DAN AUTO-ROTATE DEVICE

Agus Wigiardi¹⁾, Aditya Doni Pradana²⁾, Diah Budiasih³⁾, Dwi Yuni Puspitarini⁴⁾, Saprindo Harun Prabantara⁵⁾

¹Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
email: aguswigiardi@mail.ugm.ac.id

^{2,3,4}Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada
email: diahbudiasih@mail.ugm.ac.id

⁵Jurusan Elektronika dan Instrumentasi Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada
email: nindoprabantara@mail.ugm.ac.id

Abstract

Incidences of diseases caused by mosquitos have been widely reported. Malaria, dengue and chikungunya are still being scourges to people in tropical countries. Many prevention actions have done to push down the number of those incidence. This study used ultrasonic wave as a newest technology to attack mosquitos. The purpose of the study was to make a repellent based on ultrasonic wave and auto rotate device with fully portable technology and combined with ethnical culture of Yogyakarta. The process of making those repellent is literature review, made a design, followed by processing the hardware and software, finishing, and evaluation

Keywords: Mosquitos. ultrasonic wave, biomechanical repellent

1. PENDAHULUAN

Malaria merupakan salah satu penyakit yang paling ditakuti di dunia, terlebih lagi di Indonesia. Menurut data WHO tahun 2005 malaria menyerang lebih dari 250 juta jiwa dan menyebabkan lebih dari satu juta jiwa meninggal dunia tiap tahunnya. Di Indonesia, berdasarkan Survei Kesehatan Rumah Tangga (SKRT) tahun 2001 memperkirakan angka kematian spesifik akibat malaria adalah 11 per 100.000 untuk laki-laki dan 8 per 100.00 untuk perempuan.[10][13]

Adapula Demam Berdarah Dengue (DBD) yang hingga saat ini masih menjadi ancaman serius di wilayah tropis khususnya di Indonesia. Insidensi DBD menunjukkan peningkatan yang sangat pesat di seluruh penjuru dunia. sebanyak dua setengah milyar atau dua perlima penduduk dunia berisiko terserang DBD. Sebanyak 1,6 milyar (52%) dari penduduk yang berisiko tersebut hidup di wilayah Asia. Di Indonesia selama tahun 2003-2007 angka insidensi kasus DBD yang dilaporkan menunjukkan kenaikan yang cukup signifikan. Pada tahun 2005 tercatat 95.279 kasus, 2006 tercatat 114.656 kasus, dan tahun 2007 tercatat 158.115 kasus.[11]

Selain kedua penyakit yang telah disebutkan sebelumnya ada pula dua penyakit lain yang juga diperantarai oleh nyamuk yang masih memiliki potensi menjadi Kejadian Luar Biasa (KLB) di Indonesia yakni chikungunya dan filariasis (kaki gajah).

Demam chikungunya dan filariasis merupakan masalah yang masih menjadi perhatian serius di Indonesia. Dalam kurun waktu 2001-2006 sebanyak 13 provinsi di Indonesia telah terjangkau demam chikungunya. Pada tahun 2005 hingga 2007 saja dilaporkan 4.262 kasus (tanpa kematian) demam chikungunya di seluruh Indonesia. Sedangkan kasus filariasis hingga tahun 2007 dilaporkan 11.473 kasus kronis filariasis yang tersebar di 33 provinsi dan 304 kabupaten/kota.

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%).[12]

Banyak inovasi di bidang teknologi juga diluncurkan untuk ikut mengendalikan populasi nyamuk guna menekan insidensi penyakit yang diperantarai nyamuk tersebut. Salah satunya memanfaatkan penggunaan gelombang *Ultrasonic* sebagai repellent elektrobiomekanis. Namun, penggunaannya yang dianggap kurang efektif [3] serta kurang popularnya penggunaan alat jenis ini di Indonesia, mendorong kami untuk melakukan inovasi terhadap *repellent* jenis ini agar memiliki tingkat efektivitas yang tinggi serta dapat memadukannya dengan unsur kearifan lokal Indonesia khususnya Daerah Istimewa Yogyakarta sehingga dapat menjadi daya tarik tersendiri untuk menggunakannya.

Nyamuk merupakan vektor utama dalam penyebaran malaria, DBD, chikungunya, dan filariasis. Upaya prevensi untuk mengurangi insidensi keempat penyakit tersebut memerlukan perhatian serius dari semua kalangan tidak hanya dari kalangan yang berkecimpung di dunia kesehatan saja, namun perlu melibatkan pula kalangan ahli khususnya di bidang rekayasa teknologi.

Salah satu rekayasa teknologi yang cukup menyita perhatian yakni alat repellent atau pengusir nyamuk yang bekerja secara elektrobiomekanis berbasis *Ultrasonic wave*. Namun, alat yang sudah ada tersebut masih dianggap kurang efektif dan kurang praktis sebagai prevensi dalam mengatasi gigitan nyamuk.

Berpijak pada uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk membuat prototip *repellent* atau alat pengusir nyamuk berbasis ultrasonic wave dengan menambahkan fitur auto-rotate dan *fully portable technology*. Selain itu, penelitian ini dimaksudkan untuk meminimalisasi *landing rates* nyamuk yang secara tidak langsung akan mengurangi insidensi penyakit yang ditularkan oleh nyamuk tersebut.

2. METODE

Metode penelitian mencakup sejumlah kegiatan yang dijelaskan sebagai berikut.

1) Persiapan

Kegiatan ini terdiri atas beberapasiswa-kegiatan, yang diuraikan sebagai berikut.

- a. Mengumpulkan informasi mengenai sifat dan karakteristik nyamuk khususnya *Anopheles* dan *Aedes aegypti* 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 power dan sistem analog.

2) Pembuatan Desain Alat

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

- a. Subsistem pemancar gelombang ultrasonik.

Sistem pemancar gelombang diproduksi dari suatu oscillator tipe astable multivibrator. Oscillator yang dipakai dapat menggunakan IC Timer seperti IC 555 maupun IC CD4017.

- b. Subsistem Auto-Rotate Technology

Subsistem ini merupakan perpaduan dari desain mekanik dan elektronis yang diwujudkan menggunakan motor elektrik dan motor servo dilengkapi dengan kotak gearbox. Untuk dapat dikendalikan maka diperlukan kontroller berupa kontrol mikro. Rancangan menggunakan mikrokontroller jenis ATmega 8 dan mBed *Rapid Prototyping* dipadu dengan rangkaian driver motor. Driver motor yang digunakan dua jenis, satu yang dapat mengontrol motor DC dan yang lainnya digunakan untuk mengontrol motor servo. Khusus untuk kontroller servo ditambahkan komponen penguat arus UBEC agar torsi dari motor servo pada beban puncak dapat dijaga. Kecepatan putaran dari motor dapat dipilih sesuai keinginan tergantung mode yang dipilih. Pemilihan mode melalui tombol switch nantinya akan mempengaruhi seberapa lama alat dapat menyala apabila dalam keadaan tidak terpasang listrik AC/PLN atau portable. Mode yang dipilih nantinya akan ditampilkan pada LCD berukuran 8x2. Dengan sistem ini maka area tembakan gelombang dapat diperluas dan

menjadi lebih efektif dalam mengusir nyamuk.

- c. Subsistem *Fully Portable Technology*
Rangkaian subsistem ini memanfaatkan rangkaian pengisi baterai. Dengan teknologi ini alat dapat digunakan secara portable. Artinya, ketika tidak ada listrik AC/PLN maka alat tetap dapat digunakan menggunakan catu daya dari baterai yang sudah termasuk di dalam alat. ini. memanfaatkan masukan dari adaptor yang umum dipakai dengan keluaran sebesar 19V dengan maksimal arus sebesar 3 sampai 4 A pada puncak beban. Masukan 19V kemudian diturunkan menjadi kisaran 6-5V dikarenakan rangkaian bekerja pada level tegangan tersebut. 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 AC/PLN. Selain itu juga dilakukan penambahan berupa 1) Rangkaian tuning untuk mengatur besar kecilnya frekuensi kerja yang dihasilkan, dan 2) Rangkaian amplifier sebagai penguat frekuensi kerja yang dihasilkan

3) Simulasi Rangkaian

Simulasi rangkaian perlu dilakukan sebelum melakukan pembelian bahan-bahan yang akan dilakukan. Simulasi ini dapat meminimalkan kesalahan peletakkan atau penggunaan komponen. Simulasi rangkaian ini dilakukan dengan menggunakan software Proteus.

4) Pembelian Bahan dan Alat

Setelah melakukan simulasi rangkaian akan didapatkan bahan dan alat yang diperlukan. Kemudian pada kegiatan kali ini kami akan melakukan survei harga bahan dan membeli bahan dan alat yang dibutuhkan tersebut.

5) Pembuatan Piranti Keras

Pembuatan alat ini dilakukan dengan cara merancang skema PCB pada software Eagle. Kemudian skema tersebut dicetak pada PCB (*Printed Circuit Board*) dengan metode menyetrikan. Setelah cetakan jadi maka PCB dilarutkan ke dalam pelarut lalu dibor pada

kaki-kaki komponen. Selanjutnya dilakukan pemasangan komponen pada PCB dengan solder dan blower. Setelah semua rangkaian terpasang, dilakukan trouble-shooting dengan menggunakan multimeter.

6) Instalasi dan Pembuatan Piranti Lunak

Pada bagian ini dilakukan instalasi program pengendali gerakan motor pada mikrokontroler ATmega 8. Ditanam pula program untuk memonitor frekuensi keluaran dari sistem pemancar gelombang ultrasonik serta memonitor baterai.

7) Evaluasi Produk

Setelah semua rangkaian terbentuk dan disusun kedalam satu rangkaian untuk, langkah selanjutnya adalah melakukan evaluasi produk. Evaluasi produk dilakukan dengan melakukan trouble-shooting seluruh rangkaian kemudian dilanjutkan dengan uji efektivitas produk terhadap nyamuk dengan mengevaluasi landing rates dari nyamuk tersebut.

8) Penyelesaian Produk

penyelesaian produk dilakukan setelah produk mengalami proses evaluasi produk. Tahap ini dapat berupa memperbaiki semua rangkaian serta melakukan *packaging* produk yang mengadopsi kearifan lokal daerah setempat..

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

- Robotack-O-MOS (Besar)



Gambar 1. Prototipe Robotack-O-Mos Besar

Telah tercipta prototip Robotack-O-Mos dengan versi besar dimensi 30 cm x 30 cm x 110 cm. Dengan berat sebesar 4-5 kilogram. Alat sudah bekerja secara fungsional. Dari

segi komponen *Auto-Rotate Device* sudah bekerja baik. Sistem Power Backup juga sudah fungsional apabila terjadi pemadaman listrik alat sudah dapat bekerja. Kemudian untuk sistem Elektromekanis Ultrasonik juga sudah berfungsi optimal.

- Robotack-O-MOS (Kecil)



Gambar 2. Prototipe Robotack-O-Mos Kecil

Selain tercipta prototipe besar, kami juga menciptakan prototipe dengan versi kecil. Dengan dimensi hanya 30 cm x 30 cm x 50 cm dengan berat hanya maksimal 3 kilogram. Secara fungsi sudah optimal ditinjau dari beberapa aspek baik mekanik maupun elektronik.

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 (Göpfert dan Robert, 2000).

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang suara dengan frekuensi mencapai lebih dari 20 kilohertz (KHz). Pada kenyataannya, gelombang dengan frekuensi sebesar itu tidak dapat didengar oleh manusia.[1]

Dewasa ini gelombang ultrasonik banyak digunakan pada beberapa bidang, antara lain pada pengukuran jarak dan pendeteksian objek. Dalam bidang penginderaan, ultrasonik digunakan untuk mengambil gambar manusia ataupun hewan lewat alat *ultrasonography* (USG). Dalam bidang industri, gelombang ultrasonik lazim digunakan untuk keperluan tes dan uji struktur dari suatu produk dalam mendeteksi cacat yang tidak terlihat. Bahkan dalam industri kimia, gelombang ini dapat pula digunakan untuk mempercepat proses reaksi kimia.

Persepsi antara manusia dan hewan terhadap gelombang ultrasonik cukup berbeda. Seperti kita ketahui bahwa kemampuan pendengaran manusia berada pada tingkatan akustik, yaitu sekitar 20 Hz sampai 20kHz. Oleh karena itu, rentang di bawah tingkatan tersebut yaitu infrasound dan di atasnya yaitu ultrasound menjadi tidak terjangkau bagi manusia. Hal itu dikarenakan telinga manusia memiliki keterbatasan pada bagian middle ear, yang berperilaku seperti low-pass filter. Sehingga hanya kebanyakan gelombang dengan frekuensi rendah yang dilewatkan oleh middle ear. Sedang banyak hewan seperti anjing, kucing, lumba-lumba, dan hewan pengerat memiliki limit frekuensi yang lebih tinggi dibanding manusia.[2] Sehingga umum bagi hewan-hewan tersebut dapat mendengar gelombang suara hingga mencapai 160kHz.[6]

Untuk dapat mengeluarkan gelombang suara dengan frekuensi mencapai tingkatan ultrasonik, diperlukan aktuator yang handal. Salah satunya dengan menggunakan piezo buzzer. Piezo buzzer dibuat dari dua konduktor yang di bagian tengahnya dipisahkan oleh kristal piezo. Prinsip

kerjanya, ketika suatu tegangan diaplikasikan pada kristal ini, maka kristal akan menekan satu konduktor dan menarik konduktor yang lain. Hasil dari aktivitas menekan dan menarik ini adalah gelombang suara. Piezo buzzer dapat digunakan untuk banyak keperluan seperti memberi sinyal peringatan ketika waktu habis maupun menghasilkan suara ketika sebuah tombol ditekan. Pada tingkatan yang lebih tinggi piezo buzzer dapat digunakan sebagai alat penghasil suara pada alat pengukur jarak dan pendeteksi objek.

Banyak penelitian sudah dilakukan untuk mengetahui pengaruh gelombang ultrasonik pada nyamuk. Salah satunya penelitian yang telah dilakukan [8] menunjukkan bahwa gelombang ultrasonik dengan frekuensi 35-60 kHz memiliki efek terhadap nyamuk *Anopheles tomentosus* betina yang merupakan salah satu spesies nyamuk vektor malaria. Efek tersebut berupa ereksi pada antena sebesar 58,50, pergerakan yang tidak biasa, adanya stress pada sistem saraf hingga terjadi cedera fisik (*physical injury*), kelelahan (*fatigue*) dan jumlah jatuhnya nyamuk.

Kemampuan inilah yang dapat dijadikan dasar penggunaan gelombang ultrasonik sebagai repellent elektrobiomekanis yang cukup efektif.

Kedua prototip yang telah kami ciptakan telah bekerja secara fungsional seperti yang diharapkan. Yakni mampu untuk mengusir nyamuk dengan baik.

Pembuatan prototipe alat di atas mengangkat kearifan lokal (*local wisdom*) berupa kerajinan logam yang ada di sekeliling tubuh dari prototip tersebut. Kerajinan tersebut berupa ukiran pada logam baik aluminium, kuningan, yang disepuh dengan emas. Ukiran-ukiran tersebut menggambarkan beberapa simbol kebudayaan yang ada di Kota Yogyakarta seperti Masjid Gedhe, Tugu Yogyakarta, Tamansari dan sebagainya.

Dari segi perbedaan dengan prototipe alat yang versi kecil, ada beberapa fitur yang memang sengaja tidak diberikan pada prototipe ukuran kecil, yakni fitur Power Backup System. Namun, fitur lain masih tetap ada dan bekerja secara fungsional pada prototipe versi kecil.

4. KESIMPULAN

Robotack-o-mos mampu bekerja dengan baik secara keseluruhan. Desain ukiran yang cantik menambah daya tarik alat ini.

Perlu dilakukan pengembangan teknologi untuk hasil yang lebih baik. Selain itu, diperlukan desain yang lebih menarik dan lebih atraktif agar alat ini bisa dijadikan produk komersial dan mampu memberikan keuntungan secara finansial bagi produsen..

5. REFERENSI

- [1] Cutnell J.D., dan Johnson K.W. 1998. *Physics*, 4-Ed., New York: Wiley.
- [2] Elert, G., dan Condon, T. 2003. *The Physics Factbook*, Brooklyn: Hypertextbook.
- [3] Enayati A., Hemingway J., dan Garner P. 2012. Electronic mosquito repellents for preventing mosquito bites and malaria infection (Review). *The Cochrane Collaboration* pp.1-5.
- [4] Gopfert, M.C, dan Robert, D. 2001. Active auditory mechanics in mosquitoes. *Proc R Soc Lond B* 268, 333-339.
- [5] Gopfert, M.C., dan Robert, D. 2000. Nanometre-range acoustic sensitivity in male and female mosquitoes. *Proc R Soc Lond B* 267, 453-457.
- [6] Kastelein, RA., Bunskoek, P., Hagedoorn, M, Au W.W L., dan Haan D.D. 2002. Audiogram of harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) measured with narrow-band frequency modulated signals. *The Journal of Acoustical Society of America* 112 (1): 334-344.
- [7] Ketten, D., Wartzok, D., Thomas J., dan Kastelein R. 2000. *Three-dimensional reconstructions of the dolphin ear, Sensory Abilities of Cetaceans: Field and Laboratory Evidence*, New York: Springer.
- [8] Mang'are, PA, Maweu, OM, Ndiritu, FG, dan Vulule, JM. 2012. The startling effect of the sound of *C.Afra* and *A.Tormotus* on the Female: *A.Gambiae*. *International Journal of Biophysics* 2(3): 40-52.
- [9] Pollet, B. 2012. *Power Ultrasound in Electrochemistry: From Versatile*

Laboratory Tool to Engineering Solution, New York: Wiley.

- [10]Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Survei Kesehatan Rumah Tangga (SKRT) 2001.
- [11]Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Profil Kesehatan Indonesia 2007.
- [12]Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2010.
- [13] World Health Organization (WHO) 2005.