DESAIN ALAT PENGUSIR TIKUS SAWAH YANG MENGHASILKAN BUNYI SECARA MEKANIS DENGAN PENGGERAK TURBIN AIR

(Skripsi)

Oleh

INKE RENGGANIS

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023

ABSTRAK

DESAIN ALAT PENGUSIR TIKUS SAWAH YANG MENGHASILKAN BUNYI SECARA MEKANIS DENGAN PENGGERAK TURBIN AIR

Oleh

Inke Rengganis

Hama tikus merupakan salah satu hama pengerat tanaman padi. Kerusakan tanaman padi akibat tikus sawah terjadi sejak persemaian hingga menjelang padi dipanen. Tanda-tanda kerusakan tanaman akibat serangan tikus sawah yaitu adanya pola kerusakan yang diawali dari tengah petakan sawah meyebar ke pinggiran petakan, umumnya mirip stadion. Cara pemberantasan dan pengusiran tikus diantaranya gropyokan, fumigasi, memasang *trap barrier system* dan jebakan listrik. Namun kelemahan cara tersebut akan merusak padi karena terinjak akibat kegiatan gropyokan. Bahan kimia untuk fumigasi memiliki dampak buruk untuk lingkungan. Pemasangan *trap barrier system* membutuhkan biaya yang cukup mahal. Penggunakan jebakan listrik sangat berbahaya karena bisa menyebabkan kehilangan nyawa. Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat untuk mengusir tikus sawah dengan memanfaatkan air di sekitar persawahan. Bahan pembuatan alat berupa pipa yang mudah didapatkan di masyarakat dan tidak berbahaya. Alat dibuat dengan dua model yaitu gear dan dinamo. Hasil dari pengujian alat model gear lebih baik dalam menghasilkan bunyi sehingga digunakan untuk pengambilan data selama 14 hari. Pengambilan data berupa debit air, putaran pada gear dan intensitas bunyi. Hasil selama 14 hari menunjukkan alat berkerja dengan baik. Kerusakan tanaman padi akibat serangan tikus sawah tidak menyebar luas. Ketika aliran air masuk ke alat dengan debit air 2,136 l/s, alat mampu memutarkan gear sebesar 795,471 rpm sehingga menghasilkan intensitas bunyi 99,071 dB. Efisiensi energi alat untuk menghasilkan bunyi adalah 9,418% dengan jangkauan terjauh bunyi untuk mengusir tikus 10,939 meter.

Kata kunci : tikus sawah, tanaman padi, bunyi

ABSTRACT

DESIGN OF A MECHANIZED SOUND-GENERATING RICE FIELD RAT REPELLENT WITH A WATER TURBINE DRIVE

By

Inke Rengganis

Rats are one of the rodent pests of rice plants. Damage to rice plants caused by rice field rat occurs from the nursery until the rice is harvested. Signs of damage to plants due to attack by rice field rats are the pattern of damage that begins in the center of the rice field, spreading to the outskirts of the plot, generally similar to a stadium. Methods of eradicating and repelling rats include gropyokan, fumigation, installing trap barrier systems, and electric traps. However, the disadvantage of these methods is that they will damage rice because it is trampled due to gropyokan activities. Chemicals for fumigation harm the environment. Installation of a trap barrier system is costly. Using electric traps is very dangerous because it can cause loss of life. This research aims to make a tool to repel rice field rats by utilizing water around rice fields. The material for making the tool is a pipe readily available in the community and is not dangerous. The tool is made with two models, namely gear and dynamo. The results of testing the gear model are better at producing sound, so it is used for data collection for 14 days. Data collection is in the form of water discharge, rotation of the gear, and sound intensity. The results for 14 days show that the tool works well. Damage to rice plants due to rice field rat infestation was not spread widely. When the water flow enters the tool with a water discharge of 2.136 l/s, the tool is able to rotate the gear at 795.471 rpm to produce a sound intensity of 99.071 dB. The energy efficiency of the tool to produce sound is 9.418% with the farthest range of sound to repel rats 10.939 meters.

Keyword : Rice field rat, Rice plants, Sound

DESAIN ALAT PENGUSIR TIKUS SAWAH YANG MENGHASILKAN BUNYI SECARA MEKANIS DENGAN PENGGERAK TURBIN AIR

Oleh

INKE RENGGANIS

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
SARJANA SAINS

Pada

Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023

Judul Penelitian : **DESAIN ALAT PENGUSIR TIKUS SAWAH YANG MENGHASILKAN BUNYI SECARA MEKANIS DENGAN PENGGERAK TURBIN AIR**

Nama Mahasiswa : *Inke Rengganis*

Nomor Pokok Mahasiswa : 1717041080

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng.	**Donni Kis Apriyanto, S.Si., M.Sc.**
NIP. 197109092000121001	NIP. 198804032019031005

2. Ketua Jurusan Fisika

Gurum Ahmad Pauzi, S.Si.,M.T.
NIP. 198010102005011002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng.** .....

Sekretaris : **Donni Kis Apriyanto, S.Si., M.Sc.** .....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Gurum Ahmad Pauzi, S.Si.,M.T.** .....

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **05 Mei 2023**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang sama persis dengan yang pernah dilakukan orang lain, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka, selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia dikenakan sanksi sesuai hukum yang berlaku

Bandar Lampung, 30 Mei 2023

METERAI TEMPEL

Inke Rengganis
NPM. 1717041080

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Inke Rengganis. Penulis dilahirkan di Palembang pada 21 Desember 1998. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan alm.Bapak Paiman dan almh. Ibu Sri Paget. Penulis mempunyai dua saudara (kakak) kandung seibu. Penulis pernah menempuh Pendidikan di SDN 1 Gemah Ripah pada tahun 2005-2011 kemudian melanjutkan ke SMPN 1 Pagelaran pada tahun 2011-2014. Penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Pagelaran pada tahun 2014-2017.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa di jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung melalui jalur PMPAP pada tahun 2017 dan mengambil konsentrasi dalam bidang Instrumentasi. Penulis aktif sebagai pengurus organisasi Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMAFI) tahun 2018 dan 2019. Penulis pernah menjadi asisten praktikum Teknologi Informasi.

Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika Universitas Lampung pada tahun 2020 dan menulis laporan PKL dengan judul “Purwarupa Sistem Layanan Informasi Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika Universitas Lampung Berbasis Website”. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Lapangan (KKN) secara Daring di Desa Gemah Ripah, Kecamatan Pagelaran, Pringsewu Lampung pada tahun 2020.

MOTTO

"Teruslah Maju dan Bergerak Meski Kesulitan di Depan Mata, Walau Harus Berjalan Lambat Percayalah Setiap Kesulitan Ada Kemudahan"

PERSEMBAHAN

Dengan Penuh Rasa Syukur Kepada Allah Subhanahu wa ta'ala, karya ini dipersembahkan kepada:

Kedua Orang tuaku

Alm. Bapak Paiman & Almh. Ibu Sri Paget

Terimakasih untuk segala do'a, usaha dan perjuangan hingga di akhir hayatnya demi kesuksesan putrinya

Bapak Sukadi & Ibu Sukanti

Terimakasih untuk segala do'a, kasih sayang dan perjuangan yang selalu diberikan demi kesuksesan keponakan selayak putrinya sendiri hingga mampu menyelesaikan pendidikian di tingkat Universitas sebagai Sarjana

Tezhart Elvandiar & Yolanda Desvira Dewi

Terimakasih untuk segala do'a, dukungan dan motivasi yang selalu diberikan kepada adik tercinta hingga mampu menyelesaikan pendidikian di tingkat Universitas sebagai Sarjana

Keluarga Besar & Teman-teman

Terimakasih atas segala dukungan yang telah diberikan sehingga dapat tetap bertahan dalam keadaan suka maupun duka

Almamater Tercinta

UNIVERSITAS LAMPUNG

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT. Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Desain Alat Pengusir Tikus Sawah yang Menghasilkan Bunyi Secara Mekanis dengan Penggerak Turbin Air”**. Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kesalahan dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan untuk memperbaiki skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bukan hanya untuk penulis, tapi juga untuk para pembaca.

Bandar Lampung, 30 Mei 2023

Penulis,

Inke Rengganis

SANWACANA

Segala puji bagi Allah, Rabb semesta alam yang telah memberikan taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Desain Alat Pengusir Tikus Sawah yang Menghasilkan Bunyi Secara Mekanis dengan Penggerak Turbin Air**". Dalam penyusunan skripsi, penulis menyadari tidak sedikit hambatan dan kesulitan yang dihadapi, namun berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat meyelesaikan laporan skripsi. Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, diantaranya:

1. Bapak Arif Surtono S.Si., M.Si., M.Eng selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing, memberikan ilmu dan mengarahkan dalam proses peyusunan skripsi.
2. Bapak Donni Kis Apriyanto, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing, menyemangati, dan memberikan ilmu baru dalam proses penyusunan skripsi
3. Bapak Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T selaku pembahas yang senantiasa mengarahkan dalam proses penyusunan skripsi.
4. Bapak Drs. Syafriadi M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa di Universitas Lampung
5. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung

6. Seluruh Dosen Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan banyak ilmu selama menjadi mahasiswa di Universitas Lampung.
7. Staff dan karyawan Jurusan Fisika yang telah membantu memenuhi kebutuhan administrasi dan lainnya selama menjadi mahasiswa fisika.
8. Lek Kadi, Lek Kanti, Kak Yolan, Mas Angger, Mba Evi dan Lela yang senantiasa mendukung dan memberikan semangat kepada penulis.
9. Fadhil Akrom, Dimas, Bapak Harsono dan Ibu Suwarti yang telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis selama proses skripsi.
10. Sahabat terdekat Larasati Handayani, Novi Cahya Anggraeni, Raden Ayu Nurfadhillah Rifqah, Agnesia Larasati, Asih Nur Aini,dan Almh Julia Ayu Lestari yang selalu memberikan motivasi, semangat, bantuan dan dukungan kepada penulis.
11. Teman-teman Fisika dan keluarga besar Himafi yang telah memberikan pengalaman selama menjadi mahasiswa di Universitas Lampung.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis selama menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan dengan yang lebih baik, mempermudah segala urusannya dan menjadi pemberat amal di akhirat nanti. Aamiin.

Bandar Lampung, 30 Mei 2023

Penulis,

Inke Rengganis

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK i

ABSTRACK ii

HALAMAN JUDUL iii

LEMBAR PERSETUJUAN iv

LEMBAR PENGESAHAN v

PERNYATAAN vi

RIWAYAT HIDUP vii

MOTTO viii

PERSEMBAHAN ix

KATA PENGANTAR x

SANWACANA xi

DAFTAR ISI xiii

DAFTAR GAMBAR xv

DAFTAR TABEL xvii

I. PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 5
1.4 Manfaat Penelitian 5
1.5 Batasan Masalah 5

II. TINJAUAN PUSTAKA 6

2.1 Penelitian Terkait 6
2.2 Dasar Teori 8
2.2.1 Tanaman Padi 8
2.2.2 Tikus Sawah 10
2.2.2.1 Gambaran Umum Tikus sawah 10
2.2.2.2 Perilaku Tikus Sawah 13
2.2.3 Serangan Tikus Terhadap Padi 15
2.2.4 Kebisingan Terhadap Tikus 16
2.2.5 Energi Air 17
2.2.6 Debit Air 18
2.2.7 Kincir Turblensi (Turbin *Vortex*) 19
2.2.8 Roda Gigi 21
2.2.9 Hubungan Roda-Roda dengan Tali 22
2.2.10 Dinamo 23

III. METODE PENELITIAN 26

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian 26
Alat dan Bahan .....
3.3. Prosedur Penelitian 27
3.3.1 Perancangan Alat 29
3.3.2 Mekanisme Kerja Alat 31
3.3.3 Pembuatan Alat 33
3.3.3.1 Pembuatan Alat Model *Gear* 33
3.3.3.2 Pembuatan Alat Model Dinamo 36
3.3.4 Pengujian Alat 37

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 40

4.1 Implementasi Perancangan Alat 40
4.2 Pengujian Alat Model *Gear* dan Dinamo 41
4.2.1 Pengujian Model *Gear* 42
4.2.2 Pengujian Model Dinamo 44
4.3 Pengembangan Alat 47
4.4 Kondisi Area Sawah 48
4.5 Pengambilan Data dan Analisis Data 49
4.6 Kondisi Alat dan Tanaman Padi Selama 14 Hari 55
4.7 Tanaman Padi Tanpa Alat Pengusir Tikus 62

V. SIMPULAN DAN SARAN 63

5.1 Simpulan 63
5.2 Saran 64

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Tanaman Padi 8

Gambar 2.2 Tikus Sawah 10

Gambar 2.3 Perbedaan Ukuran Badan Tikus 11

Gambar 2.4 Pola Serangan Tikus 15

Gambar 2.5 Skema Box ASAP 16

Gambar 2.6 Hasil Percobaan Box ASAP 17

Gambar 2.7 Volume Air pada Pipa 19

Gambar 2.8 Turbin *Vortex*.....20

Gambar 2.9 Roda Gigi Lurus 21

Gambar 2.10 Hubungan Roda dengan Tali 22

Gambar 2.11 Dinamo DC 775-9008F-CC 23

Gambar 2.12 Dinamo RF-300FA-12350.....24

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....28

Gambar 3.2 Rancangan dengan Model *Gear* 29

Gambar 3.3 Rancangan dengan Model Dinamo 30

Gambar 3.4 Mekanisme Kerja Alat Model *Gear* 31

Gambar 3.5 Mekanisme Kerja Alat Model Dinamo 32

Gambar 3.6 Sketsa Roda Gigi pada *Website* 34

Gambar 3.7 Efisiensi Energi 39

Gambar 4.1 Alat dengan Model *Gear* 40

Gambar 4.2 Alat dengan Model Dinamo 41

Gambar 4.3 Pengujian pada Model *Gear* (a) Debit Air (b) Intensitas Bunyi (c) Putaran 42

Gambar 4.4 Grafik (a) Debit Air (b) Intensitas Bunyi (c) Putaran pada Model *Gear* 43

Gambar 4.5 Pengujian pada Model Dinamo (a) Debit (b) Intensitas Bunyi (c) Putaran 44

Gambar 4.6 Grafik (a) Debit Air (b) Intensitas Bunyi (c) Putaran pada Model Dinamo.....46

Gambar 4.7 Pengembangan Alat Model *Gear* 47

Gambar 4.8 Area Sawah Pengambilan Data 14 hari 48

Gambar 4.9 Kondisi Tanaman Padi 48

Gambar 4.10 Alat di Area Sawah.....49

Gambar 4.11 Alat di Area Sawah yang Terdampak Hama 49

Gambar 4.12 Pengambilan Data Debit Air 50

Gambar 4.13 Pengambilan Data Kecepatan Putaran 50

Gambar 4.14 Pengambilan Data Intensitas Bunyi.....51

Gambar 4.15 Grafik (a) Debit Air (b) Intensitas Bunyi (c) Putaran Model *Gear* Selama 14 Hari 53

Gambar 4.16 Jumlah Alat yang digunakan di Area Sawah.....54

Gambar 4.17 Kondisi Hari Ke-1 (a) Tanaman Padi (b) Pengecekan Alat 55

Gambar 4.18 Kondisi Hari Ke-2 55

Gambar 4.19 Kondisi Hari Ke-3 (a) Tanaman Padi (b) Pengecekan 56

Gambar 4.20 Kondisi Hari Ke-4 56

Gambar 4.21 Kondisi Hari Ke-5 57

Gambar 4.22 Kondisi Hari Ke-6 (a) Tanaman Padi (b) Pengecekan 57

Gambar 4.23 Kondisi Hari Ke-7 (a) Tanaman Padi (b) Pengecekan 58

Gambar 4.24 Kondisi Hari Ke-8 58

Gambar 4.25 Kondisi Hari Ke-9 59

Gambar 4.26 Kondisi Hari Ke-10 59

Gambar 4.27 Kondisi Hari Ke-11 (a) Tanaman padi (b) Pengecekan 60

Gambar 4.28 Kondisi Hari Ke-12 60

Gambar 4.29 Kondisi Hari Ke-13 61

Gambar 4.30 Kondisi Hari Ke-14 61

Gambar 4.31 Tanaman Tanpa Alat Pengusir Tikus 62

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Spesifikasi Dinamo DC 775-9008F-CC.....24

Tabel 2.2 Spesifikasi Dinamo RF-300FA-12350.....25

Tabel 3.1 Alat Penelitian.....26

Tabel 3.2 Bahan Penelitian.....27

Tabel 3.3 Data pada Model *Gear* 38

Tabel 3.4 Data pada Model Dinamo 38

Tabel 3.5 Hasil Pengambilan Data Alat Selama 14 hari. 38

Tabel 4.1 Data Pengujian Alat Model *Gear*.....42

Tabel 4.2 Data Pengujian Alat Model Dinamo. 45

Tabel 4.3 Data Hasil Alat Model Gear Selama 14 Hari. 51

Tabel 4.4 Data Putaran *Gear* Kecil, Efisiensi Energi dan Jarak Maksimal 52

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Padi merupakan salah satu tanaman yang banyak dibudidayakan di sektor pertanian dan menjadi salah satu komoditas terpenting sebagai penghasil beras dan makanan pokok masyarakat Indonesia. Indonesia merupakan salah satu negara agraris yang sebagian besar mata pencaharian masyarakatnya adalah bertani (Ismiyati dkk., 2013). Tanaman padi (*Oryza sativa L*) mempunyai struktur batang bulat dan berongga yang disebut jerami. Daunnya memanjang searah dengan batang daun (Makarim dan Suhartati, 2009). Secara umum tanaman padi siap dipanen setelah padi berumur 120 hari dengan tahap vegetatif sekitar 60 hari, tahap generatif atau tahap reproduktif 30 hari serta tahap pematangan 30 hari (Ismiyati dkk., 2013). Budidaya padi merupakan budidaya yang diusahakan masyarakat secara pribadi ataupun kelompok. Namun, dalam budidaya padi terdapat berbagai organisme pengganggu tanaman padi diantaranya hama (Suryatini, 2018).

Hama adalah organisme pengganggu tanaman dan kehadirannya sangat tidak diinginkan karena kerusakan sangat besar yang ditimbulkan organisme ini pada tanaman. Serangan hama dapat menyebabkan puso atau gagal panen pada budidaya tanaman padi (Sutriadi dkk., 2019). Menurut Manueke dkk. (2017) hama- hama yang banyak ditemui menyerang tanaman padi sawah antara lain penggerek batang padi, hama wereng coklat dan hijau, walang sangit, burung serta tikus. Pengendalian hama yang umum dilakukan adalah insektisida kimia dengan frekuensi penyemprotan yang tinggi sehingga meninggalkan residu dalam tanah dan air. Residu akan terangkut ke dalam produk pertanian sehingga menurunkan kualitas lingkungan dan membahayakan manusia serta mahluk hidup lainnya (Sutriadi dkk., 2019).

Pada hama burung cara yang dilakukan petani yaitu dengan pembuatan orang-orangan sawah atau tali yang setiap jarak tertentu diikatkan kaleng bekas agar saat tali tersebut digoyangkan dapat menimbulkan suara. Tidak jarang petani terjun langsung ke lahan persawahan untuk mengusir burung yang hinggap pada tanaman padi (Hardiansyah, 2020).

Hama lain yang juga dapat dijumpai di area persawahan adalah tikus sawah. Tikus sawah atau *rattus argentiventer* adalah salah satu hama pengerat utama tanaman padi. Tikus sawah sangat merugikan serta menimbulkan kerusakan yang besar pada tanaman padi dibandingan dengan hama wereng serta hama lainnnya (Sudarmaji, 2018). Tikus sawah mempunyai indera pendengaran yang bagus maka tikus sawah digolongkan sebagai binatang cerdik (Syamsuddin, 2007). Tikus akan terganggu pada frekuensi 40 kHz, 50 kHz dan 60 kHz pada jarak 2 meter (Ibrahim dan Hakim, 2018) dengan kekuatan suara antara 60 dan 90 dB (Manohar dkk., 2017). Tikus sawah sangat meresahkan petani di saat musim tanam tiba sampai musim panen. Bahkan di saat panen telah usai tikus sawah akan memasuki gudang-gudang penyimpanan untuk mencari makan. Di Indonesia terdapat kurang lebih 164 spesies tikus dan delapan diantaranya tercatat sebagai hama (Anggara dkk., 2015). Kerusakan tanaman padi akibat tikus sawah terjadi sejak dari persemaian hingga menjelang padi dipanen. Di saat persemaian seekor tikus sanggup merusak 283 batang benih padi per malam (Sudarmaji, 2018). Tanda-tanda kerusakan pada tumbuhan padi diakibatkan oleh serangan tikus sawah tampak dengan mudah yaitu terdapat pola kerusakan pada tumbuhan padi yang diawali dari tengah petakan sawah dan kemudian menyebar ke pinggiran petakan (Sudarmaji, 2018). Tikus sawah lebih senang menyerang tumbuhan padi pada tahap generatif (masa tanaman menjelang berbunga hingga berbuah) daripada pada tahap vegetatif maupun matang (Sudarmaji, 2018). Pada tahap generatif tikus sanggup merusak sekitar 24-246 batang dalam satu malam (Putra dan Arjunet, 2019). Kebutuhan pakan tikus tiap harinya kurang lebih 10% dari berat tubuhnya, sedangkan daya hancurnya pada malai sampai lima kali lebih besar dari berat malai yang dikonsumsi (Sudarmaji, 2018).

Berbagai cara telah dilakukan oleh petani dalam pemberantasan hama tikus. Cara-cara tersebut diantaranya perburuan langsung dengan tangan seperti gropyokan, memakai bahan kimia berupa serbuk belerang dengan cara pengemposan (Noviantoro dkk., 2021). Cara lain yaitu dengan memasang *trap barrier system* atau memasang penutup terpal/plastik di sekitar tanaman padi. Dipasangnya *trap barrier system* tersebut dengan harapan hama tikus tidak akan bisa mengakses tanaman padi mulai dari pembenihan hingga panen (Ardigurnita dkk., 2020). Akan tetapi cara-cara yang sudah digunakan tersebut masih menyisakan masalah diantaranya gropyokan menimbulkan kerusakan fisik tanah. Kegiatan gropyokan juga merusak padi karena terinjak petani saat mengejar dan membunuh tikus. Kemudian pengemposan memiliki dampak yang buruk untuk lingkungan dikarenakan bahan kimia dalam penggunaannya (Noviantoro dkk., 2021). Kelemahan pemasangan *trap barrier system* bagi sebagian petani yaitu biaya untuk penerapan teknologi tersebut cukup mahal (Kaliky & Siswanto, 2016).

Pada kasus di daerah Mesuji Lampung, dikutip dari tribunmesuji.com, area persawahan Mesuji yang terdampak akibat serangan tikus adalah seluas 6 hektare. Kemudian, lampungpost.com, daerah lain yang terkena serangan hama tikus yaitu Kecamatan Metro Pusat dan Metro Utara dengan serangan tikus mencapai 50 hektare. Oleh sebab itu banyak masyarakat melakukan upaya pengusiran, baik dengan pembuatan jebakan atau membuat alat pengusiran hama tikus. Pembasmian hama tikus menggunakan jebakan listrik tidak dianjurkan dan berbahaya. Dikutip dari news.detik.com, kasus jebakan tikus dengan aliran listrik pada area persawahan di Sragen merenggut 23 nyawa. Kasus tersebut sudah ada sejak tahun 2020, muncul kembali setelah jebakan tikus listrik tersebut memakan korban pada tanggal 9 Januari 2022. Pemasangan listrik guna menjerat tikus adalah tindakan ilegal sebab mencurangi penyalahgunaan dalam pemasangan listrik.

Penelitian mengenai pengusiran hama tikus sawah telah dilakukan Mujab dkk. (2020) menggunakan alat gelombang ultrasonik. Sistem ini dibangun dengan IC555, panel surya, baterai aki, tweeter, dan sensor *light dependent resistor* (LDR). Hasil penelitian menunjukan bahwa alat mulai beroperasi ketika cahaya yang

diterima sensor LDR menurun atau semakin gelap. Saat alat beroperasi menghasilkan gelombang ultrasonik berkisar 5 kHz – 50 kHz. Kekurangan penelitian ini adalah apabila digunakan pada ruang terbuka jarak pancar gelombang semakin pendek dikarenakan penggunaan tweeter kurang baik sebagai *loudspeaker*. Mengingat alat cukup mahal jika ditempatkan di area persawahan akan rawan pencurian. Jarak efektif untuk menggangu tikus berkisar 2 meter, serta terdapat *light trap* untuk menjebak serangga.

Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian ini memberikan solusi alternatif dalam pengusiran hama tikus yaitu membuat alat pengusir tikus sawah yang menghasilkan bunyi mekanis dengan penggerak turbin air. Alat ini terinspirasi dari kegiatan petani di sawah menarik kaleng-kaleng yang ditali sepanjang petakan sawah guna mengecoh hama. Peneliti kemudian merancang sebuah alat yang bisa membuat bunyi-bunyian disawah. Bahan-bahan dalam pembuatan alat ini sangat mudah didapatkan yaitu pipa dengan ukuran 3 inch, mudah dibuat dan ditiru oleh petani serta tidak berbahaya. Alat ini memanfaatkan sumber aliran air yang berada di area persawahan. Sumber air yang masuk akan dialirkan melalui pipa menuju turbin dan membentuk aliran pusaran turbulen atau *vortex*. Pusaran tersebut menghasilkan energi untuk memutar turbin kemudian air pada turbin dikeluarkan pada sela-sela sudu turbin. Pada saat turbin *vortex* bergerak akan memutarkan poros turbin yang terhubung dengan pemukul kaleng. Kaleng yang dipukul akan menghasilkan bunyi-bunyian dengan intensitas suara yang beragam. Kebisingan yang ditimbulkan diharapkan membuat tikus terganggu dan terancam sehingga tikus akan pergi menjauh dari area persawahan. Oleh karena itu penulis membuat judul penelitian “Desain Alat Pengusir Tikus Sawah yang Menghasilkan Bunyi secara Mekanis dengan Penggerak Turbin Air”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang dan membuat alat pengusir tikus sawah yang menghasilkan bunyi secara mekanis dengan penggerak turbin air?

2. Bagaimana karakteristik fisika alat pengusir tikus sawah yang menghasilkan bunyi secara mekanis dengan penggerak turbin air?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang dan membuat alat pengusir tikus sawah yang menghasilkan bunyi secara mekanis dengan penggerak turbin air
2. Mengetahui karakteristik fisika alat pengusir tikus sawah yang menghasilkan bunyi secara mekanis dengan penggerak turbin air

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah dihasilkannya alat pengusir tikus yang mengeluarkan bunyi mekanis dengan penggerak turbin air sehingga dapat membantu petani dalam menangani hama tikus yang menyerang padi.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Tanaman yang diamati yaitu tanaman padi
2. Hama yang menyerang tanaman padi adalah tikus sawah
3. Alat di uji coba pada sawah yang memiliki aliran air
4. Alat menghasilkan bunyi-bunyian mekanis

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Penelitian terkait pengusiran dan pembasmian hama pada tanaman padi telah dilakukan oleh Mujab dkk. (2020) dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik dan energi matahari. Alat ini dibangun dengan IC555, Panel Surya dan Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*). IC555 digunakan sebagai pewaktu dan multivibrator gelombang ultrasonik. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, alat ini dapat memancarkan gelombang ultrasonik hingga frekuensi 50 kHz. Saat alat memancarkan frekuensi, maka tikus tidak bisa beradaptasi dan pergi menghindari untrasonik tersebut.

Bana dkk. (2020) membuat alat pengusir tikus dengan menggunakan gelombang ultrasonik sebagai pengusir tikus dan pergerakan orang-orangan sawah untuk mengusir burung. Tujuan penelitian ini agar mempermudah pekerjaan petani untuk menjaga sawahnya dan juga untuk memaksimalkan hasil panen padi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan cara observasi secara langsung menggunakan panel surya yang digunakan sebagai sumber energi. Sensor cahaya sebagai inputan sistem dengan dua outputan yaitu speaker untuk mengeluarkan suara. Motor servo digunakan untuk gerakan orang-orangan sawah yang kemudian menyala bergantian secara otomatis. Setelah dilakukanya penelitian ini, hasilnya tikus merasa pendengaranya terganggu dengan rentan frekuensi 5-6 kHz.

Penelitian yang dilakukan oleh Hidayat dkk. (2019) untuk mengatasi masalah dari para petani dalam mengusir hama tikus dan burung pipit. Tujuan penelitian ini yaitu pembuatan prototipe untuk mengusir hama tikus dan burung pipit dengan teknologi

berbasis internet of things. Komponen utama yang digunakan penelitian ini adalah raspberry pi, sementara komponen lain sebagai pendukung yaitu sensor PIR dan sensor ultrasonik. Frekuensi yang dihasilkan oleh alat untuk mengusir tikus berkisar 5 – 60 kHz, sedangkan untuk mengusir burung pipit frekuensinya diatas 20 kHz. Penelitian yang dilakukan memperoleh hasil dengan kualitas yang baik. Sensor PIR hanya mampu membaca objek berupa hama yang datang yaitu burung jika jaraknya kurang dari 100 cm. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terdapat reaksi hama burung saat speaker ultrasonik dinyalakan. Kondisi itu terlihat pada jarak 10-60 cm terdapat gejala burung menghindar dan gelisah. Pada kondisi jarak 80-140 cm kondisi hama burung terlihat gelisah. Pada kondisi > 140 cm terlihat tidak terjadi respon apapun terhadap objek hama burung.

Priyoto dkk. (2019) membuat alat *fogging mini* pembasmi tikus. Alat ini menghasilkan sebuah asap pekat yang kandunganya berupa solar dan belerang yang digunakan untuk pembasmi tikus. Untuk pencampuran solar dan belerang, terlebih dahulu belerang ditumbuk secara halus agar saat dicampur solar bisa larut dan menyatu dengan solar yang nantinya tidak menyumbat selar yang digunakan untuk fogging. Alat ini berfungsi dengan baik dalam pembasmian tikus.

Penelitian Onah dan Iloka (2013) membuat alat pengusir hama berbasis ultrasonik. Pengusir hama ultraasonik dibangun untuk mengusir hama seperti hewan pengerat guna mencegah kerusakan. Pengujian menggunakan frekuensi yang bervariasi kisaran 20-50 kHz. Hasilnya frekuensi yang bervariasi ini menyebabkan tekanan pendengaran pada hewan pengerat. Perangkat ini disimulasikan dengan perangkat lunak proteus.

Purnomo dkk. (2020) membuat alat orang-orangan sawah berbasis Arduino. Tujuannya untuk memudahkan pekerjaan petani dalam menggerakan orang - orangan sawah atau menjaga tanaman padi dari gangguan hama. Sistem otomatisasi orang orangan sawah adalah sistem yang dibuat berbasis Arduino. Sistem ini menggunakan sensor *passive infra red* (PIR), arduino uno, buzzer , motor servo, panel purya mini, modul TP-4056, USB DC booster dan baterai lithium. Cara kerja sistem otomatisasi

orang-orangan sawah berbasis Arduino adalah terjadinya perubahan nilai yang terjadi pada sensor PIR. Ketika sinyal inframerah yang dipancarkan terhalang oleh salah satu objek, pancaran dari sinyal tersebut akan diproses oleh Arduino. Setelah di proses di Arduino, sinyal tersebut akan diteruskan ke output yaitu motor servo dan buzzer untuk menggerakkan dan membunyikan orang – orangan sawah. Jika sudah tidak ada pancaran dari objek didepannya, maka motor servo dan buzzer akan berhenti bekerja. Sistem ini dapat membantu petani untuk menggerakan orang-orangan sawah , mengusir hama burung dan terdapat panel surya sebagai sumber energinya.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Tanaman Padi

Sawah adalah jenis pemanfaatan lahan yang membutuhkan pengelolaan berupa genangan air. Oleh sebab itu, lahan sawah senantiasa memiliki permukaan datar atau rata dan dibatasi oleh tanggul untuk mencegah terjadinya penimbunan air. Salah satu tanaman yang ditanam di sawah adalah padi. Tanaman padi atau *Oryza sativa L.* merupakan tanaman semusim dengan struktur batang terbuka dan berongga yang disebut jerami, bentuk daunnya terdapat ruas memanjang searah dengan batang daun. Pada batang utama dan anakan terbentuk rumpun pada stadia vegetatif dan malai terbentuk pada stadia reproduktif. (Ismiyati dkk., 2013).

Gambar 2.1 Tanaman Padi

Menurut Makarim dan Suhartatik (2009) tahapan pertumbuhan tanaman padi dibagi menjadi tiga tahap: vegetatif, generatif atau reproduktif dan matang. Tahap vegtiatif merupakan awal pertumbuhan hingga menjadi malai (bulir-bulir pada padi muda).

Masa pertumbuhan meliputi jumlah anakan pada tanaman, tinggi tanaman, berat dan luas daun. Tahap generatif atau reproduksi adalah dari primordia sampai berbunga. Tahap ini ditandai dengan pemanjangan ruas atas batang tanaman, pengurangan jumlah anakan, munculnya daun bendera dan kebuntingan. Tahap pematangan yaitu berbunga sampai gabah masak. Sebagian besar varietas padi di daerah tropis memiliki masa vegetatif 45-65 hari, masa generatif atau reproduksi umumnya 35 hari, dan masa masak 30 hari. Dari tiga tahap dapat dijelaskan secara rinci dalam 10 tahapan perkembangan tanaman padi antara lain:

1. Tahap 0, bibit berkecambah hingga timbul di permukaan. Bibit umumnya berkecambah dengan cara direndam selama 24 jam dan diinkubasi selama 24 jam. Pada hari kedua ataupun ketiga sesudah disemai, daun pertama akan terlihat di permukaan.
2. Tahap pertama yaitu perkecambahan, yang dimulai dari perkecambahan biji dan tumbuh menjadi anakan sampai anakan pertama hampir tumbuh. Pada tahap ini, akar halus dan lima daun terbentuk. Sedangkan tunas terus tumbuh dan berkembang, dua daun akan terbentuk. Selama pertumbuhan awal, daun terus tumbuh setiap 3-4 hari.
3. Tahap 2, terbentuknya anakan, yang berlangsung dari munculnya anakan pertama sampai anakan maksimum tercapai. Setelah tumbuh, anakan pertama menghasilkan anakan kedua, yang terjadi 30 hari setelah tanam.
4. Tahap 3, pemanjangan batang, berlangsung saat sebelum pembentukan malai (bulir-bulir pada padi muda) atau tahap terakhir anakan. Keempat tahap tahap pertama merupakan fase vegetatif.
5. Tahap 4, pembentukan malai (bulir-bulir pada padi muda) sampai pembuahan. Malai muda bertambah besar dan berkembang di dalam pelepah daun bendera, mengakibatkan pelepah menonjol atau mengembang. Pembengkakan daun melengkung ini disebut kehamilan. Selama tahap kehamilan, ujung daun layu dan anakan tidak produktif.
6. Tahap 5, *Heading* (tahap bunga dan malai keluar) atau dikenal kelaurnya malai (bulir-bulir pada padi muda). Heading terlihat saat muncul dari pelepah daun, dan malai terus tumbuh hingga muncul sepenuhnya dari pelepah daun. Periode heading memakan waktu 10-14 hari.

7. Tahap 6, pembungaan diawali dengan benang sari bunga di ujung setiap malai muncul keluar dari bulir dan terjadi fertilisasi (pertumbuhan). Dalam satu malai, semua bunga membutuhkan waktu 7-10 hari untuk mekar, tetapi biasanya 5 hari. Pembungaan terjadi 25 hari setelah pembuahan. Tahap 4, 5, dan 6 merupakan fase generatif atau reproduktif.
8. Tahap 7, gabah padi matang susu, pada tahap ini bulir-bulir mulai terisi cairan kental seperti susu. Saat biji-bijian gabah ditekan, cairannya keluar.
9. Tahap 8, biji-bijian gabah setengah matang. Pada tahap ini, bulir gabah seperti susu, berawal dari gumpalan lunak dan akhirnya mengeras. Butir dalam malai mulai menguning.
10. Tahap 9, biji-bijian matang sepenuhnya. Daun bagian atas cepat kering. Tahapan 7, 8 dan 9 merupakan tahapan pematangan tanaman padi. Masa dewasa sekitar 30 hari, ditandai dengan penuaan daun (Makarim dan Suhartatik 2009).

2.2.2 Tikus Sawah

2.2.2.1 Gambaran Umum Tikus Sawah

Tikus sawah adalah salah satu hama utama padi, menyebabkan kerusakan dan penurunan hasil tanaman hampir setiap musim tanam (Siregar dkk., 2020). Rata-rata tingkat kerusakan pada tanaman padi yang diakibatkan serangan hama tikus sawah mencapai 17% per tahun (Badan LITBANG Pertanian, 2008).

Gambar 2.2 Tikus sawah (Badan LITBANG Pertanian, 2008)

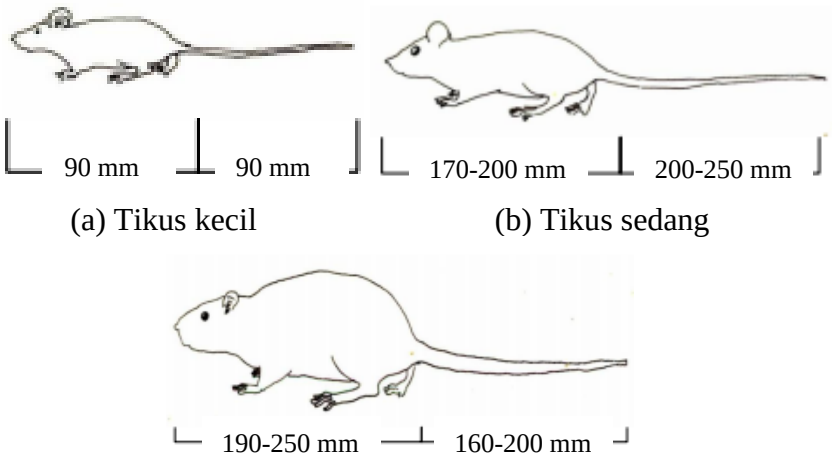
Menurut Anggara dkk. (2015) klasifikasi ilmiah atau hirarki taksonomi dari tikus sawah sebagai berikut.

Kingdom : Animalia

Subkingdom : Bilateria

Infrakingdom : Deuterostomia
Phylum : Chordota
Subphylum : Vertebrata
Infraphylum : Gnathostomata
Superclass : Tetrapoda
Class : Mamalia
Subclass : Theria
Infraclass : Eutheria
Order : Rodentia
Suborder : Myomorpha
Superfamily : Muroidea
Family : Muridae
Subfamily : Murinae
Genus : Rattus
Spesies : Rattus Argentiventer

Tikus sawah mirip dengan tikus rumah, tetapi telinga dan ekor lebih pendek. Bersumber pada ukuran tubuhnya, dibedakan tikus besar, sedang, dan kecil. Tikus berukuran besar ataupun sedang, ukuran panjang serta ekor ≥180 milimeter sebaliknya tikus kecil berukuran ≤180 milimeter (Yuliadi dkk., 2016). Panjang kepala sampai tungkai belakang pada tikus berurutan adalah 170-208 mm dan 33-43 mm, ekor biasanya lebih pendek dari panjang kepala sampai badan (Dewi, 2010).



(a) Tikus kecil (b) Tikus sedang

(c) Tikus besar

Gambar 2.3 Perbedaan ukuran badan tikus (Yuliadi dkk., 2016)

Tubuh bagian atas berwarna kekuningan dengan bercak-bercak hitam dirambut-rambutnya sehingga memberi kesan seperti abu-abu. Rumbai bulu roma dibagian depan telinga berwarna jingga pada muda, ini merupakan karakteristik selama stadia pradewasa dan dewasa muda. Daerah tenggorokan, perut, dan inguinal berwarna putih dan sisa pada bagian bawah berwarna keperakan atau putih keabu-abuan. Warna kaki sama dengan warna pada badan. Ekor bewarna gelap pada bagian atas dan bawah. Tikus betina mempunyai 12 puting susu. Perkembangbiakan tikus sawah betina mampu melahirkan 10-12 anak, sementara dalam rahimnya mampu mengakomodasikan 18 embrio (calon anak tikus) sehingga memiliki potensi reproduksi tinggi. Tikus dapat beranak empat kali dalam setahun, pada kondisi baik dan dari 3 pasang tikus selama 13 bulan akan melahirkan 2046 ekor tikus. Tikus siap bunting lagi sementara anak pertama masih disusui. Tikus betina dapat melahirkan 2-3 generasi anak dengan selisih umur diantara generasi sekitar sebulan (Syamsuddin, 2007).

Tikus memiliki indera pendengaran, penciuman, penglihatan, perasa, dan peraba. Tikus mengandalkan indera pendengarannya yang sangat sensitif untuk merespon potensi bahaya dan menghindari predator (Bari, 2017). Indera penciuman tikus sangat baik, bermanfaat untuk mencium urine dan sekresi genital dari tikus lain. Tikus mengeluarkan feronom untuk menandai wilayah jelajah, benda-benda baru, menemukan pakan, perkawinan, menunjukkan arah pergerakkan dan sarana komunikasi dengan tikus kelompok lainnya. Indera penglihatan pada tikus berupa saraf penerima rangsang cahaya yang terletak di mata. Tikus sebagai binatang malam mempunyai mata yang sangat peka terhadap cahaya dengan intensitas tinggi sehingga mata tikus sangat baik saat digunakan untuk melihat dalam keadaan gelap. Semua benda dilihat tikus sawah sebagai warna kelabu. Indera perasa tikus terdapat ludah yang berkembang dengan sangat baik. Indera peraba tikus berupa tekanan yang diterima saraf. Saraf ini terdapat di pangkal rambut yang tersebar diseluruh bagian tubuhnya. Bentuk rabaan berupa sentuhan dengan lantai, dinding maupun benda lainnya (Yuliadi dkk., 2016). Kemampuan fisik tikus sawah yaitu mengerat, menggali, berlari, melompat, meloncat, memanjat, berenang, dan menyelam (Dewi, 2010).

2.2.2.2 Perilaku Tikus Sawah

Tikus sawah merupakan hewan nokturnal yang telah beradaptasi dengan fenologi tanaman padi. Secara rutin, aktivitas harian dimulai senja hari hingga menjelang fajar. Selama periode tersebut, tikus sawah mengeksplorasi sumber pakan dan air, tempat berlindung, serta mengenali pasangan dan individu dari kelompok lain. Siang hari dilalui dengan bersembunyi dalam lubang, semak belukar, atau petakan sawah ketika padi telah rimbun. Pada saat bera panjang, tikus sawah lebih banyak tinggal di habitat pelarian seperti semak, pekarangan, atau migrasi ke gudang padi. Perilaku sosial tikus sawah mencakup perilaku menjaga wilayah kekuasaannya dan tingkatan sosial (Dewi, 2010). Media komunikasi tikus sawah adalah suara dan secara kimiawi dengan air seni dan feromon.

Menurut Anggara dkk. (2015) perilaku tikus sawah selama periode senja hingga fajar yang dimulai sejak pukul 17:30-06:00 WIB. Aktivitas tikus sawah di laboratorium meliputi perilaku keluar masuk lubang sarang, mengendus, mengawasi, menjelajah, makan dan minum, merawat diri, istirahat, serta menggali tanah.

1. Keluar-masuk lubang sarang

   Postur badan tikus pada saat keluar-masuk lubang adalah berjalan maju perlahan dan posisi kepala selalu di depan. Pada saat kepala dan tungkai depan sudah di luar lubang, tikus mengendus tanah dan udara dengan posisi kepala tegak dan mengawasi sekelilingnya dengan saksama. Perilaku tersebut diduga untuk memastikan kondisi di luar aman. Ketika tikus akan masuk lubangnya, biasanya didahului perilaku mengawasi atau menjelajah. Ketika masuk lubang sarang, kepala tikus masuk mulut lubang terlebih dahulu dan posisi ekor tegak

2. Makan dan minum

   Aktivitas makan dan minum dilakukan tikus sawah dalam keadaan santai. Postur badan pada saat makan adalah setengah berdiri dengan bertumpu pada tungkai belakangnya, tungkai depan membantu memegang makanan, dan ekor menempel ke tanah. Pakan berupa tanaman padi bermalai sehingga tikus berusaha mengambil bulir gabah dengan melompat untuk meraih dan memotong malai yang diinginkan. Cara lain yaitu dengan memotong anakan padi pada bagian bawah

rumpun padi dan mengambil gabahnya setelah malai roboh. Aktivitas minum dilakukan sambil berdiri.

3. Mengendus

   Aktivitas mengendus terlihat jelas dari gerakan hidung tikus sawah mencium-cium udara atau tanah. Ketika mengendus udara, postur khas tikus setengah berdiri dengan tumpuan kedua tungkai belakangnya, sambil perlahan menoleh kiri kanan sambil terus mengendus udara

4. Mengawasi

   Tikus sawah diam seperti patung hingga beberapa saat, pandangan fokus ke satu arah (tidak menoleh kiri-kanan), kepala diangkat lebih tinggi, daun telinga tegak searah pandangan yang dituju mata, dan ekor terlihat tegang. Perilaku mengawasi diduga karena tikus merasa curiga terhadap sesuatu di sekitarnya sehingga perlu mendapat perhatian lebih untuk memastikan dirinya aman.

5. Menjilati tubuhnya

   Tikus menjilati hampir seluruh tubuhnya pada posisi tubuh setengah berdiri dengan bertumpu pada tungkai belakangnya. Perilaku ini dilakukan tikus sawah dalam kondisi rileks/ santai sehingga daun telinga dan ekor terlihat tidak tegang menempel di permukaan tanah. Perilaku menjilati badan terlihat dilakukan hampir pada setiap ada kesempatan, terutama sehabis makan, minum, menjelajah, dan mengendus.

6. Menjelajah

   Aktivitas menjelajah dilakukan dengan berjalan agak cepat pada keempat tungkainya di permukaan tanah. Pada saat menjelajah, ekor tikus dalam kondisi tegang dan selalu terangkat selama yaitu mengeksplorasi semua hal yang ada di lingkungan kewilayahannya.

7. Istirahat

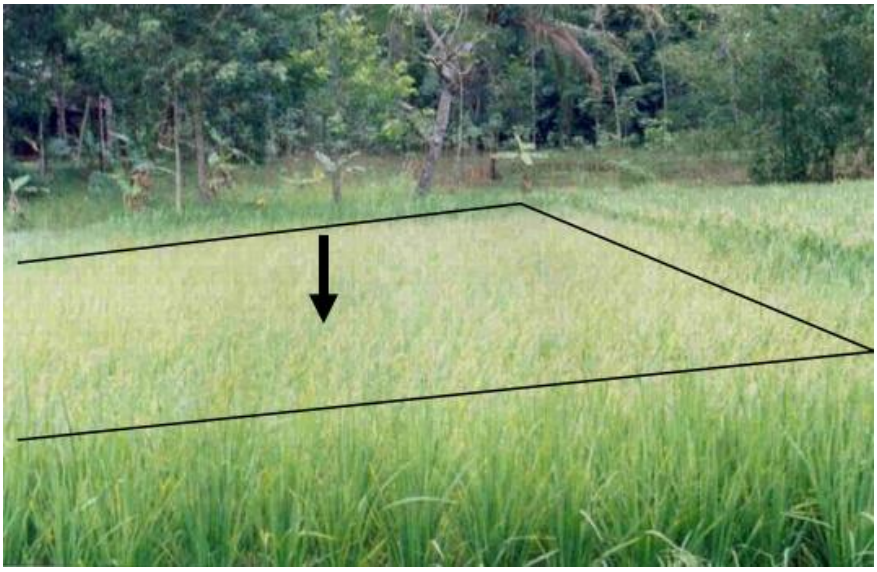
   Pada saat istirahat, tikus sawah terlihat santai dan bergerak lamban, posisi badan bertumpu pada perutnya atau tidur meringkuk, dan ekor dilipat ke arah badan. Perilaku ini biasanya didahului aktivitas mengawasi, mengendus, atau menjelajah, yang dilanjutkan membersihkan badan sebelum istirahat. Tikus betina biasanya masuk lubang sehingga jarang terlihat sedang istirahat, sedangkan tikus jantan lebih sering terlihat beristirahat di sekitar tanaman padi.

8. Menggali

   Aktivitas menggali tanah dilakukan dengan kedua tungkai depan, dan setelah tanah galian menumpuk dijejakkan ke belakang dengan kedua tungkai belakang. Dalam membuat lubang sarangnya, tikus sawah melakukannya secara bertahap. Selama percobaan berlangsung, umumnya tikus sawah keluar dari lubang sarangnya pada pukul 17:30-18:00 WIB. Pola perilaku yang selalu dilakukaannya pada setiap hari adalah keluar lubang sarang - mengendus udara - menjelajah sambil mengendus - makan - menjelajah kembali - mengawasi -mengendus - menjilati tubuhnya - istirahat atau kembali menjelajah.

2.2.3 Serangan Tikus terhadap Padi

Padi merupakan pakan utama yang paling disukai tikus sawah. Pada saat padi masih muda, tikus umumnya menyerang batang dan juga daun. Pada fase generatif, maka yang menjadi incaran tikus sawah adalah butir gabah (Siregar dan Nasution, 2019). Pada tingkat serangan yang tinggi, tikus hanya menyisakan tanaman selebar satu meter dari pematang mengikuti arah pematang tersebut. Gejala kerusakan tanaman padi akibat serangan tikus sawah dapat dikenali dengan mudah yaitu adanya pola kerusakan tanaman yang dimulai dari tengah petakan sawah dan terus meluas ke pinggir petakan (Sudarmaji, 2018). Pola kerusakan yang ditimbulkan mirip dengan pola kerusakan yang umumnya mirim stadion (Solikhin dan Purnomo, 2008).



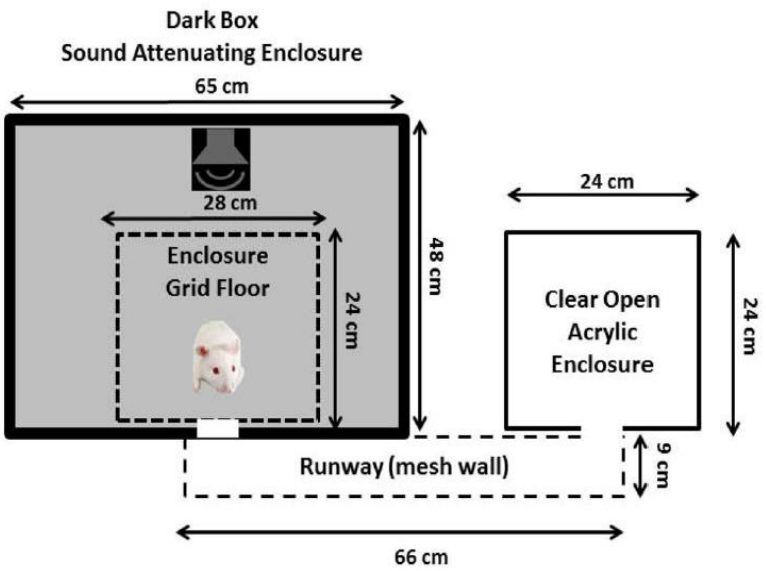
Gambar 2.4 Pola serangan tikus (Solikhin dan Purnomo, 2008)

Menurut Sudarmaji dan Herawati (2009) kerusakan yang ditimbulkan tikus sawah dimulai pada persemaian padi berumur dua hari. Satu ekor tikus mampu merusak rata-rata 283 bibit padi dalam satu malam. Pada stadium anakan atau vegetatif tikus sawah mampu merusak anakan padi rata-rata 79 batang per malam dan pada stadia bunting 103 batang, serta pada stadia padi bermalai 12 batang per malam. Kerusakan tikus sawah paling pada stadia bunting atau generatif karena tikus sawah lebih suka menyerang tanaman padi yang sedang bunting.

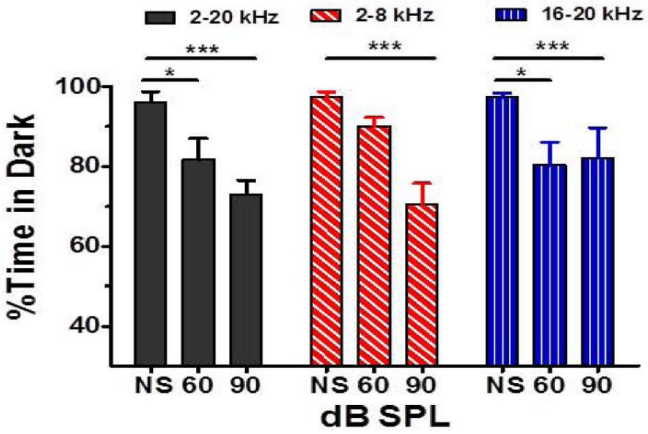
2.2.4 Kebisingan Terhadap Tikus

Kebisingan adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran (Gani dkk., 2018). Kebisingan menjadi salah satu satu faktor stres bagi manusia maupun hewan (Ismiyati dkk., 2013).

Menurut Manohar dkk. (2017) untuk mencari tahu apakah terdapat korelasi suara keras terhadap perilaku menghindari suara terhadap tikus maka dilakukan percobaan dengan menggunakan box peralatan *Active Sound Avoidance Paradigm* (ASAP).



Gambar 2.5 Skema box ASAP (Manohar dkk., 2017)



Gambar 2.6 Hasil percobaan box ASAP (Manohar dkk., 2017)

Gambar 2.5 merupakan skema box ASAP yang diuji cobakan terhadap tikus. **Gambar 2.6.** merupakan hasil dari percobaan box ASAP. Pada kondisi NS merupakan kondisi dimana tidak terdapat suara gangguan yang dihasilkan, sehingga tikus masih tetap berada di kotak hitam dan tidak menunjukan pergerakan. Sebaliknya ketika pita kebisingan 2–20 kHz dan 2–8 kHz disajikan pada kekuatan suara 60 dan 90 dB, secara signifikan mempengaruhi tikus sehingga pergi meninggalkan kotak hitam. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tikus menganggap pita kebisingan ini lebih tidak menyenangkan, mengganggu, atau membangkitkan rasa takut karena gangguan pendengaran yang disebabkan oleh kebisingan atau akibat terpapar kebisingan yang sangat intens. Perilaku penghindaran yang diberikan suara terjadi akibat tingkat stres yang ditimbulkan oleh rangsangan kebisingan antara 60 dan 90 dB (Manohar dkk. 2017).

2.2.5 Energi Air

Air kerap pula disebut sebagai sumber kehidupan, sebab dimana terdapat air maka disana pula ada kehidupan. Energi air merupakan salah satu energi terbarukan yang bisa digunakan secara luas di Indonesia dalam skala besar sebagai generator listrik. Banyaknya sungai serta danau air payau yang terdapat di Indonesia merupakan modal awal untuk pengembangan energi air ini. Pemanfaatan energi air pada dasarnya merupakan pemanfaatan energi potensial. Energi mekanik aliran air yang merupakan perubahan dari energi potensial yang digunakan untuk membangkitkan

turbin ataupun kincir. Biasanya turbin digunakan untuk membangkitkan enrgi listrik sebaliknya kincir untuk pemanfaatan energi mekanik secara lansgung. Dalam mengaplikasikan energi mekanik aliran air ini pada turbin, dibutuhkan perbandingan ketinggian air yang dibentuk dengan memanfaatkan tanggul. Namun dalam menggerakan kincir, aliran air pada sungai saja bisa digunakan pada saat kecepatan alirannya mencukupi. Besar kecilnya energi air amat tergantung pada daya muat air yang bergerak (Putra, 2018)

Secara teoritis kita bisa menghitung keseluruhan energi yang dihasilkan oleh air. Energi air dibagi jadi tiga yakni:

1. Energi kinetik

   Energi kinetik merupakan energi yang diperoleh dari aliran air. Energi kinetik dapat dirumuskan dengan persamaan:

   $$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{.....} (1)$$

   m adalah masa fluida dan v adalah kecepatan aliran fluida

2. Energi potensial

   Energi potensial pada air merupakan energi yang terjadi karena adanya selisih ketinggian. Contohnya air terjun. Energi potensial dapat dirumuskan dengan persamaan:

   $$E_p = mgh \quad \text{.....} (2)$$

   m adalah massa fluida, g adalah percepatan gravitasi, dan h adalah ketinggian fluida.

3. Energi mekanik

   Energi mekanik merupaka energi keseluruhan yang dapat dihasilkan suatu fluida Persamaan dari energi mekanik dapat dirumuskan:

   $$E_M = E_k + E_p \quad \text{.....} (3)$$

2.2.6 Debit Air

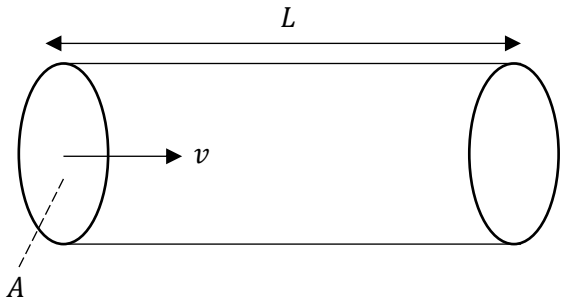
Debit merupakan pengertian volume air yang mengalir dalam satuan waktu tertentu (Putra dkk., 2020). Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang per satuan waktu (Staddal dkk., 2016).

Menurut Ghani (2021) debit air adalah volume zat cair yang mengalir pada suatu penampang atau yang bisa ditampung tiap satuan waktu. Secara matematis, debit dinyatakan dengan simbol Q. Dari pengertiannya sendiri, berarti debit dipengaruhi oleh volume suatu zat cair dan waktu yang dibutuhkan zat tersebut untuk mengalir. Volume dinyatakan dalam satuan m^3, dm^3, cm^3, atau liter. Waktu dinyatakan dalam satuan detik, menit, atau jam sedangkan debit air atau Q dinyatakan dalam liter/detik, cm^3/menit, liter/jam, atau m^3/jam. Rumus debit air dapat dinyatakan:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (4)$$

Untuk mencari volume air yang mengalir dalam pipa sejauh L, maka kamu bisa menggunakan persamaan berikut ini:

$$V = A.L \quad (5)$$



Gambar 2.7 Volume air pada pipa

L adalah panjang pipa (m), A adalah luas penampang (m^2) dan V adalah volume air yang mengalir (m^3).

2.2.7 Kincir Turbulensi (Turbin *Vortex*)

Turbin adalah mesin penggerak dimana energi fluida kerja dipergunakan langsung untuk memutar turbin, pada turbin yang berputar dinamakan rotor atau roda turbin, sedangkan bagian yang tidak berputar dinamakan stator atau rumah turbin (Yunianto, 2017). Secara umum, turbin adalah alat mekanika yang terdiri dari poros dan sudu-sudu (Putra dkk., 2020). *Vortex* adalah massa fluida yang partikel-partikelnya bergerak berputar dengan garis arus membentuk lingkaran konsentris (Gibran dkk., 2017). Turbin *vortex* adalah salah satu jenis turbin *microhydro* yang menggunakan

pusaran air sebagai penggerak sudunya dan bekerja pada head rendah. Turbin jenis ini sangat cocok digunakan untuk aliran sungai, karena kebanyakan sungai memiliki head yang rendah (Suwoto dan Supriyo, 2018).

Turbin *vortex* merupakan aliran pusaran yang bisa terjadi pada suatu fluida yang mengalir dalam sesuatu saluran yang mengalami pergantian seketika. Energi potensial dari air dirubah sebagai energi kinetik dikala air melewati lengkungan sudu-sudu pengarah sehingga poros akan berputar. Beberapa patokan yang mempengaruhi kemampuan turbin *vortex* yaitu, debit aliran, kekasaran permukaan sudu serta sudut input air. Jumlah sudu mempengaruhi kapasitas air yang masuk ke dalam sela turbin, sehingga membuat dorongan air yang menerpa turbin menjadi lebih besar yang berdampak melonjaknya putaran turbin yang diperoleh (Efriyasika dkk., 2021).

Gambar 2.8 Turbin *Vortex* (Syuhud dkk., 2020)

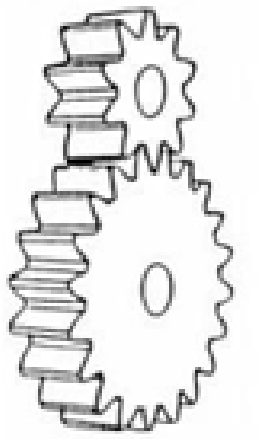
Menurut Putra dkk. (2020) Torsi merupakan gaya putar yang dihasilkan oleh poros engkol ataupun kemahiran motor untuk melaksanakan kerja, namun disini torsi merupakan jumlah gaya putar yang diberikan ke suatu mesin terhadap panjang lengannya. Torsi umumnya diberi lambang τ. Satuan untuk torsi yaitu *Poundsfeet* ataupun *pounds inch*, dalam satuan British yaitu ft. lb. Torsi bisa dihitung dengan persamaan:

$$\tau = F.r \quad \text{.....} (6)$$

τ adalah momen torsi (Nm), F adalah gaya pada poros (N), dan r adalah jari-jari (m).

2.2.8 Roda Gigi

Roda gigi adalah suatu benda dari logam atau non logam yang bulat dan pipih pada pinggirnya bergerigi. Roda gigi sangat berguna untuk memindahkan gaya dari suatu roda gigi ke gigi yang lain. Secara umum fungsi roda gigi yaitu untuk meneruskan gaya dari poros penggerak ke poros yang digerakkan, mengubah putaran tinggi ke putaran rendah atau sebaliknya, dapat juga memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain, seperti yang digunakan pada pompa roda gigi (Hantoro dan Tiwan, 2006). Poros adalah suatu bagian stationer yang berputar, biasanya berpenampang bulat, dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi, roda gila dan elemen pemindah daya lainnya. Poros dapat menerima beban–beban lentur, tarik, tekan atau putaran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan yang lainnya (Meryanalinda dkk., 2019). Menurut Hantoro dan Tiwan (2006) roda gigi lurus pemotongan giginya searah dengan poros gigi. Untuk permukaan memanjang pemotongan giginya kadang-kadang dilakukan dengan arah membentuk sudut terhadap batang gigi rack.

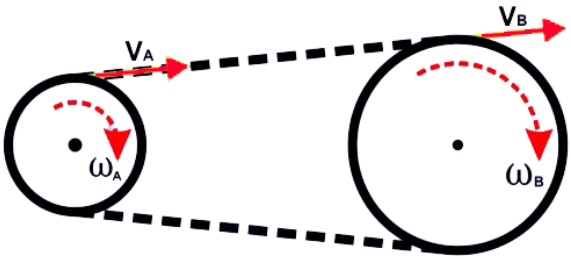


Gambar 2.9 Roda Gigi Lurus (Meryanalinda dkk., 2019)

Dibandingkan dengan yang lain transmisi roda gigi memiliki keunggulan karena lebih ringkas, putaran lebih tinggi, tepat dan daya lebih besar. Penggunaannya dimulai dari alat pengukur yang kecil dan teliti seperti jam tangan, sampai roda gigi reduksi pada turbin besar yang berdaya puluhan megawatt. Dari sekian banyak jenis roda gigi, roda gigi dapat diklasifikasikan berdasarkan letak poros, arah putaran dan bentuk jalur gigi. Roda gigi lurus merupakan roda gigi paling dasar dengan jalur gigi

sejajar poros. Dalam perencanaannya roda gigi memiliki parameter-parameter yang harus dimasukkan, diantaranya yang berkaitan dengan ukurannya seperti lingkaran jarak bagi, lingkaran kaki dan lain sebagainya. Selain itu juga ada parameter lain seperti modul, bahan roda gigi serta parameter yang berkaitan dengan komponen lain seperti poros dan pasak (Budiman dan Kamil, 2005). Komponen ini harus memiliki konstruksi yang tepat agar dapat menempatkan poros-poros roda gigi pada sumbu yang benar sehingga roda gigi dapat berputar dengan baik dengan sedikit mungkin gesekan yang terjadi. Selain harus memiliki konstruksi yang tepat, terdapat beberapa kriteria yang harus dipenuhi oleh komponen ini yaitu dapat meredam getaran yang timbul akibat perputaran dan pergesekan antar roda gigi (Meryanalinda dkk., 2019). Perancangan roda gigi yang tidak teliti akan menyebabkan roda gigi tidak dapat beroperasi dengan baik seperti kontak antar gigi yang kasar mengakibatkan gerak antar gigi tidak sempurna sehingga mengakibatkan ketidak seragaman gaya kontak antar satu gigi dengan gigi lainnya (Erinopriadi dkk., 2013).

2.2.9 Hubungan Roda-Roda dengan Tali



Gambar 2.10 Hubungan roda dengan tali

Gambar 2.10 merupakan contoh ilustrasi hubungan roda-roda yang dihubungkan dengan sabuk atau rantai atau tali. Arah kecepatan sudut kedua roda adalah sama. Arah kecepatan linear selalu menyinggung lingkaran. Rantai atau tali yang digunakan untuk menghubungkan roda belakang (roda kecil) dan roda depan (roda besar), dipasang pada sebelah luar setiap roda. Pada saat bergerak, kecepatan rantai atau tali menyinggung bagian luar roda (Josephine, 2020). Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada sistem antar roda yang dihubungkan dengan sabuk atau tali

arah dan besar kecepatan linear (tangensial) adalah sama (Yusup, 2018). Sehingga berlaku persamaan sebagai berikut:

$$v_A = v_B \; ; \; \omega_A r_A = \omega_B r_B \quad \text{.....} (7)$$

ω adalah kecepatan sudut (rad/s), v adalah kecepatan linier (m/s), dan r adalah jari-jari (m)

2.2.10 Dinamo

Dinamo adalah alat untuk merubah energi gerak menjadi energi listrik atau merubah energi listrik menjadi energi gerak (Fuad, 2015). Dinamo dibedakan menjadi dua yaitu, dinamo arus searah (DC) dan dinamo arus bolakbalik (AC) (Ridwanto dan Broto, 2017). Prinsip kerja dinamo adalah berdasarkan induksi magnetic, mengambil prinsip percobaannya Faraday yaitu memutar magnet magnet dalam kumparan atau sebaliknya. Ketika magnet digerakkan dalam kumparan maka terjadi perubahan fluks gaya magnet di dalam kumparan sehingga menyebabkan beda potensial antar ujung-ujung kumparan kemudian menciptakan listrik. Syarat utamanya adalah harus memiliki perubahan fluks magnetic, apabila tidak memiliki perubahan fluks maka tidak akan terjadi listrik. Perubahan fluks terjadi dengan menggerakan magnet dalam kumparan atau sebaliknya dengan energi dari sumber lain, seperti air, angin dan lainnya (Fuad, 2015). Bagian dinamo yang berputar disebut rotor. Bagian dinamo yang tidak bergerak disebut stator. Biasanya dinamo dapat menghasilkan tegangan 6 sampai 12 Volt dan menghasilkan arus sekitar 450 mA. Dinamo terdiri atas banyak kumparan gulungan kawat dinamo yang dapat berotasi pada sebuah medan magnet (Ridwanto dan Broto, 2017).

1. Dinamo DC 775-9008F-CC

Gambar 2.11 Dinamo DC 775-9008F-CC

Dinamo ini adalah dinamo yang cocok digunakan untuk semua peratalan yang memerlukan kecepatan dan kekuatan. Dikutip dari situs www.transmotec.com spesifikasi atau datasheet dinamo DC 775-9008F-CC ditunjukkan pada **Tabel 2.1.**

Tabel 2.1 Spesifikasi dinamo DC 775-9008F-CC

Motor data *Part time*	775-9008F-CC
Diameter (mm)	45
Length (mm)	66
Nominal voltage (V)	7.2
Nominal speed (rpm)	12300
Nominal torque (mNm)	80.0
Nominal current (A)	20.1
No load speed (rpm)	14600
No load current (A)	3.20
Stall torque (mNm)	508.8
Starting current (A)	108.7
Output (W)	103
Efficiency (%)	72
Operating temperature (ºC)	-10..+60

2. Dinamo RF-300FA-12350

Gambar 2.12 Dinamo RF-300FA-12350

Dinamo RF-300FA-12350 merupakan dynamo DC untuk perangkat CD atau DVD player. Dikutip dari situs www.mabuchi-motor.com berat dari dynamo RF-300FA-12350 sebesar 22g, diameter sebesar 2,5 cm, panjang dinamo sebesar 1,2 cm dan panjang as sebesar 0,8 cm. Spesifikasi dari dynamo RF-300FA-12350 ditunjukkan pada **Tabel 2.2.**

Tabel 2. 2 Spesifikasi dynamo RF-300FA-12350

VOLTAGE		NO LOAD		AT MAXIMUM EFFICIENCY					STALL		
Opera-ting range	Nomi-nal	Speed	Current	Speed	Current	Torque		Out-put	Torque		Current
		r/min	A	r/min	A	mN-m	g.cm	W	mN-m	g-cm	A
1.5-6.0	3V constan	3500	0.022	2830	0.093	0.48	4.9	0.14	2.51	26	0.39

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2022 sampai Agustus 2022, pembuatan alat dilakukan di desa Gumukrejo kec. Pagelaran, Pringsewu dan pengambilan data dilakukan di desa Bumi Ratu, kec. Pagelaran, Pringsewu.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 3.1 Alat Penelitian

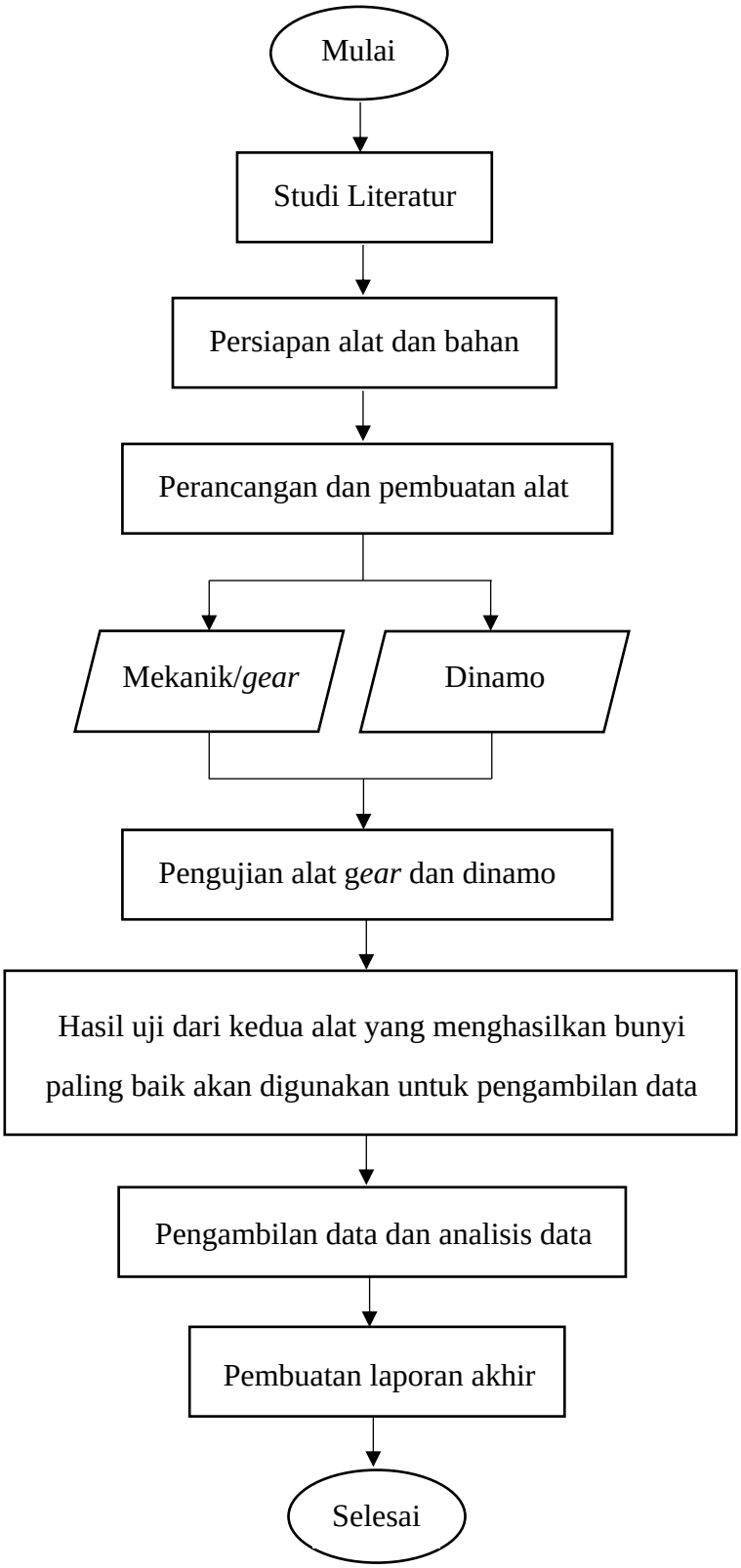
No.	Nama Alat	Fungsi
1.	Jangka Sorong	Alat ukur yang mampu mengukur jarak, kedalaman, maupun diameter dalam suatu objek dengan tingkat akurasi dan presisi yang sangat baik (±0,05 mm)
2.	Tachometer	Digunakan untuk mengukur kecepatan putaran pada sebuah objek
3.	Sound Level Meter	Digunakan untuk akustik pengukura atau mengukur intensitas bunyi yang dihasilkan dari sumber bunyi.
4.	Multimeter	Digunakan untuk mengetahui ukuran tegangan listrik
5.	Ember	Digunakan untuk mengetahui debit air
6.	*Mini Grinder Benz*	Digunakan untuk melubangi, mengikir, menghaluskan, memotong, dll
7.	*Heat Gun*	Digunakan untuk memipihkan atau meratakan pipa mejadi lembaran
8.	Penggaris	Digunakan untuk mengukur panjang pipa yang digunakan.
9.	Obeng	Digunakan untuk mengendurkan dan mengencangkan baut atau sekrup.
10.	Website *gear*	Digunakan untuk membuat sketsa gambar roda gigi
12.	Printer	Digunakan untuk mencetak gambar dari gambar roda gigi

Tabel 3.2 Bahan Penelitian

No.	Nama Bahan	Fungsi
1.	Pipa PVC 3 inch	Digunakan sebagai jalur masuk air menuju turbin
2.	Pipa PVC ½ inch	Digunakan sebagai tempat LED dan penyangga kaleng
3.	Pipa T 3 inch	Digunakan sebagai menyambungkan pipa
4.	Pipa T ½ inch	Digunakan untuk meyambungkan pipa PVC ½ inch
5.	Dop pipa 3 inch	Digunakan untuk penutup pada pipa
6.	Dinamo 775 12 volt	Untuk menggerakan dinamo RF-300FA-12350
7.	Dinamo RF-300-12350	Digunakan untuk menghidupkan LED
8.	Jari-jari motor	Digunakan untuk poros turbin, *gear*, dan roda-roda
9.	*Gear* dvd	Untuk menggerakan dinamo RF-300FA-12350
10.	Kaleng	Digunakan sebagai alat untuk menghasilkan bunyi
11.	LED	Digunakan sebagai alat untuk menghasilkan cahaya
12.	Lem korea	Digunakan sebagai perekat
13.	Sekrup	Digunakan sebagai pengunci alat
14.	Ring	Digunakan untuk mengurangi gesekan pada alat
15.	*Bearing klaher*	Digunakan untuk mengurangi gesekan pada alat
16.	Mur	Digunakan sebagai pemukul kaleng
17.	Kawat	Digunakan sebagai tali pada pemukul
18.	Karet	Digunakan sebagai tali pada pemukul

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu, perancangan dan pembuatan alat, pengujian alat, dan pengambilan data ditunjukkan dalam diagram alir pada **Gambar 3.1.**

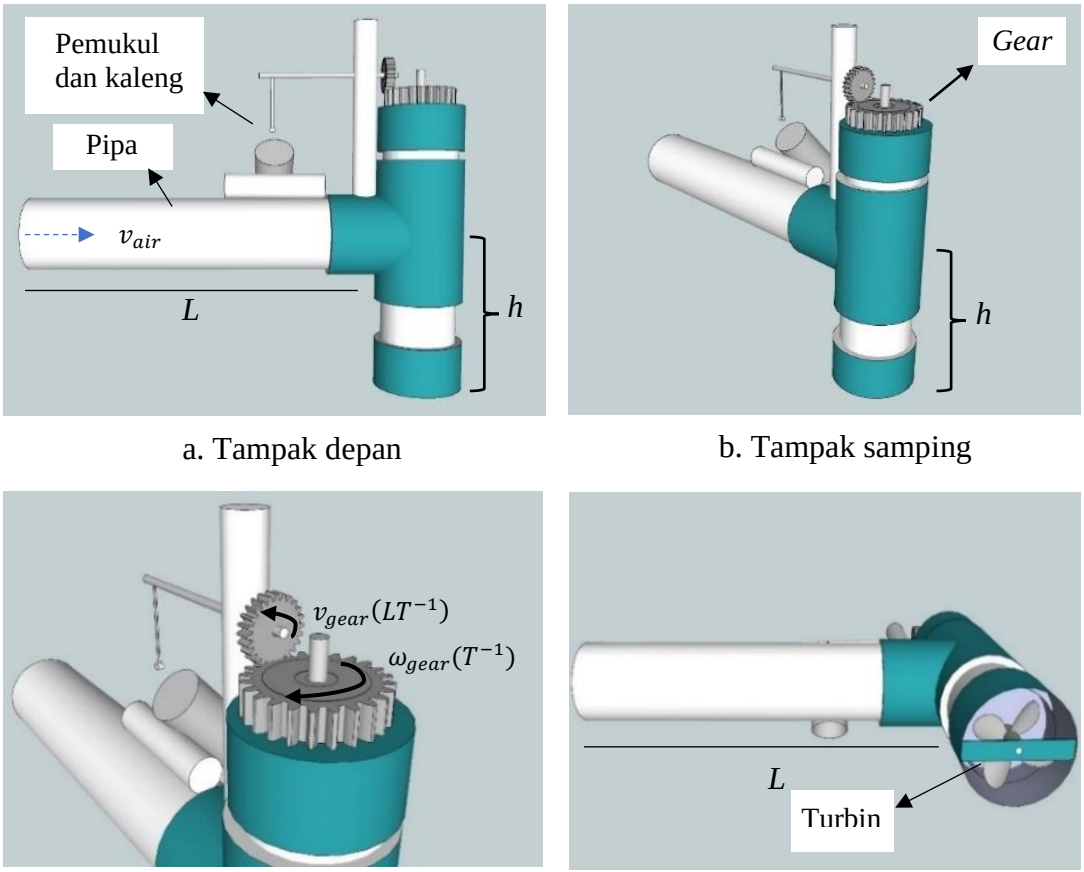


Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.3.1 Perancangan Alat

Sketsa perancangan alat terbagi dua yaitu alat mekanik murni dengan model *gear* dan alat dengan model dinamo.

1. Alat mekanik dengan model gear



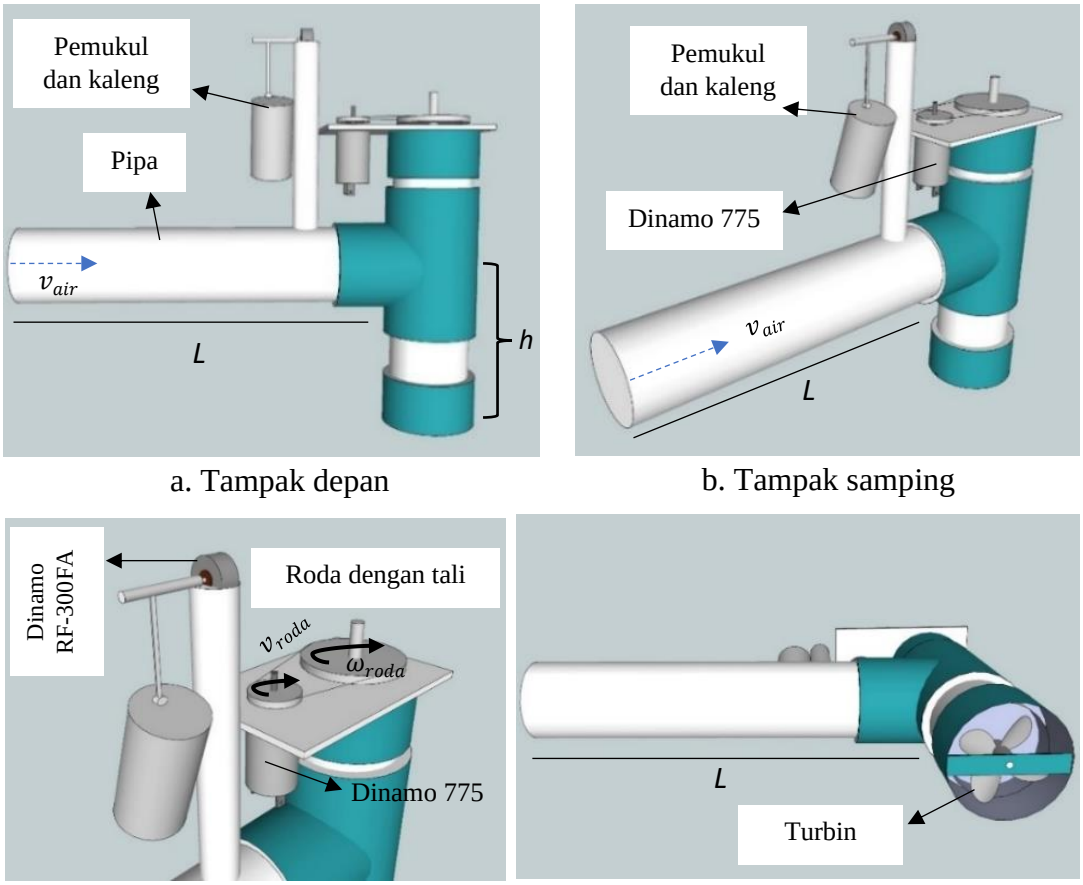
a. Tampak depan b. Tampak samping

c. Tampak atas d. Tampak bawah

Gambar 3.2 Rancangan dengan model *gear*

Gambar 3.2. merupakan rancangan alat dengan model *gear*. Rancangan alat ini terdiri dari pipa ukuran 3 inci yang berfungsi sebagai pintu masuk dan pintu keluar aliran air. Pipa T berfungsi sebagai pipa penghubung antara pipa air masuk dan air keluar. Turbin berfungsi sebagai penggerak untuk memutarkan *gear*. *Gear* dengan 12 gigi terhubung dengan *gear* 6 gigi untuk membunyikan kaleng.

2. Alat dengan model dinamo



a. Tampak depan b. Tampak samping

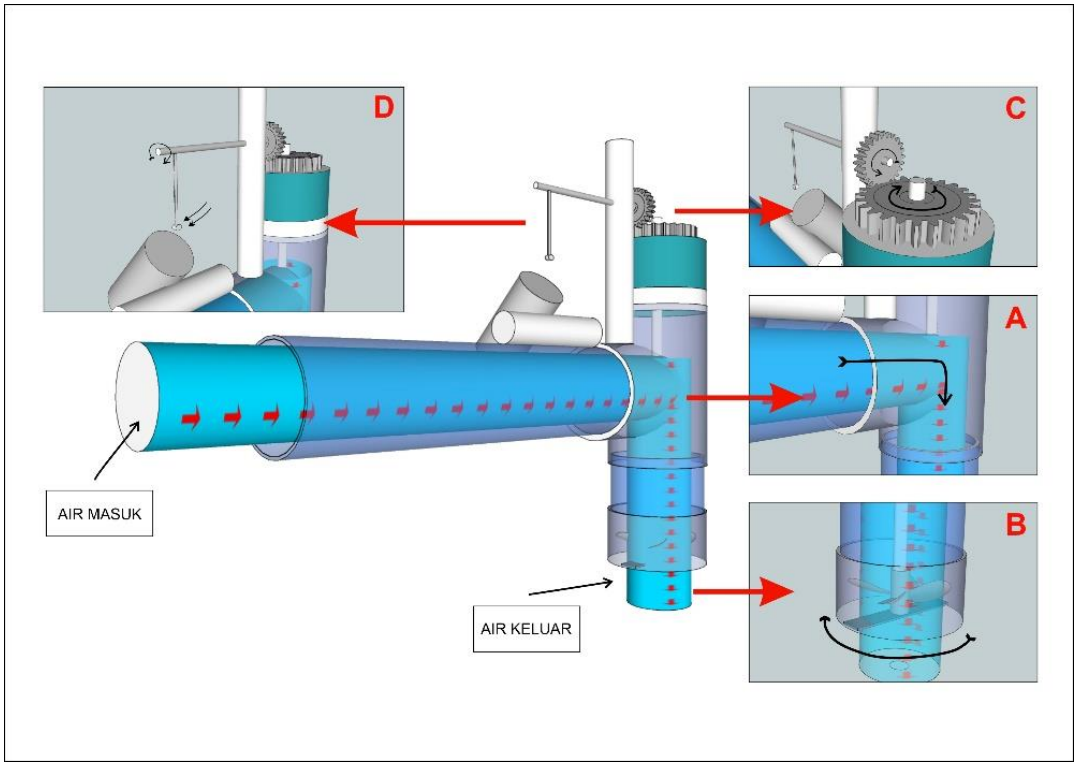
a. Tampak atas b. Tampak bawah

Gambar 3.3 Rancangan dengan model dinamo

Gambar 3.3. merupakan rancangan alat dengan model dinamo. Rancangan alat ini terdiri dari pipa ukuran 3 inci yang berfungsi sebagai pintu masuk dan pintu keluar aliran air. Pipa T berfungsi sebagai pipa penghubung antara pipa air masuk dan air keluar. Turbin berfungsi sebagai penggerak untuk memutarkan roda. Roda yang dihubungkan dengan tali berputar untuk menggerakan dinamo. Dinamo berfungsi sebgai penggerak bandul kaleng untuk menghasilkan bunyi.

3.3.2 Mekanisme Kerja Alat

1. Mekanisme kerja alat model *gear* ditunjukkan pada **Gambar 3.4.**



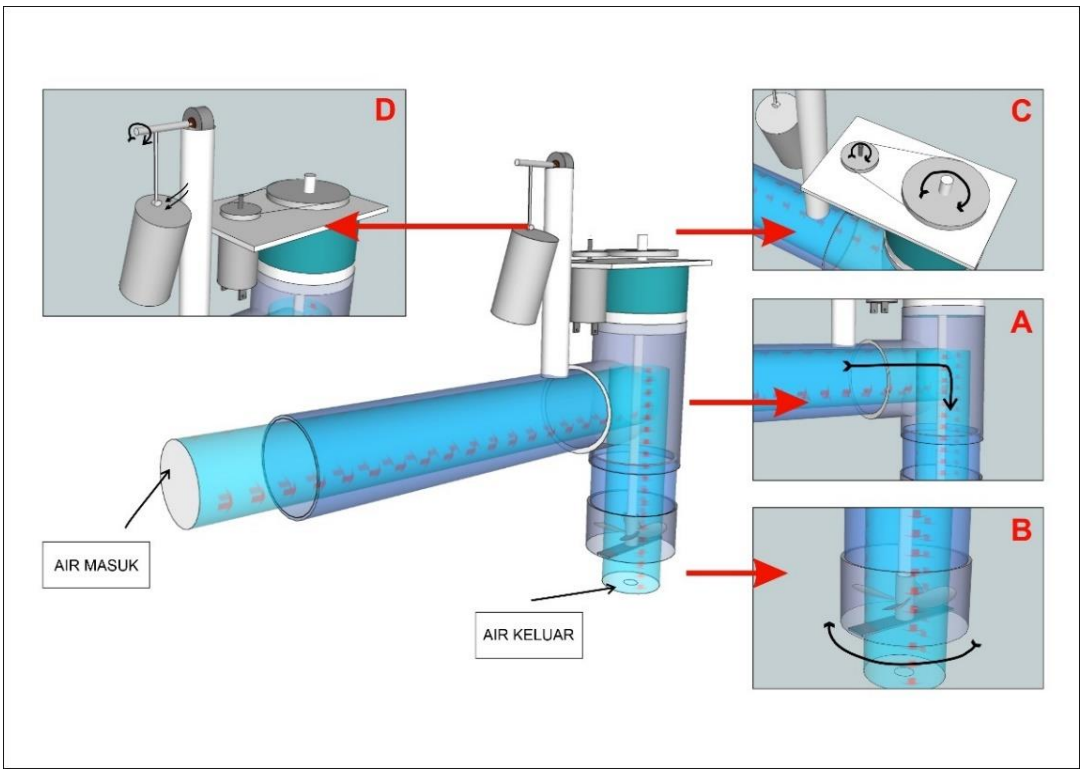
Gambar 3.4 Mekanisme kerja alat model *gear*

Gambar 3.4. merupakan rangkaian alat pengusir tikus dengan penggerak turbin air. Cara kerja alat dimulai ketika sumber air masuk melalui pipa menuju ujung pipa. Kemudian saat air mencapai ujung pipa dan pipa penghubung atau pipa T, air akan ke bawah menghasilkan energi potensial. Air yang jatuh mendorong baling-baling sehingga turbin berputar. Turbin berputar searah jarum jam akibat terdorong aliran air yang masuk. Saat turbin bergerak terjadi perubahan energi potensial air menjadi energi kinetik. Energi kinetik yang dihasilkan menggerakan sumbu poros pengerak *gear* besar. Kemudian setelah *gear* besar bergerak, diikuti dengan *gear* kecil yang terhubung ke sumbu penggerak pemukul kaleng, sehingga bandul pada pemukul kaleng bergerak untuk memukul kaleng dan akhirnya menghasilkan bunyi pada kaleng tersebut. Secara spesifik mekanisme kerja alat yaitu:

A. Proses sumber air masuk yang kemudian jatuh kebawah untuk mendorong turbin
B. Proses air mendorong turbin kemudian memutarkan turbin tersebut searah jarum jam

C. Arah putaran dari *gear* besar dan *gear* kecil yang saling bersinggunggan. Jumlah putaran pada *gear* kecil 2 kali lebih banyak daripada *gear* besar.
D. Proses ketika *gear* berputar ikut menggerakan bandul yang kemudian mengenai sisi kaleng sehingga menghasilkan bunyi.

2. Mekanisme kerja alat model dinamo ditunjukkan pada **Gambar 3.5.**



Gambar 3.5. Mekanisme Kerja Alat Model Dinamo

Gambar 3.5. merupakan rangkaian seperangkat alat pengusir tikus bertenaga air dengan menggunakan model dinamo. Cara kerja alat bermula ketika sumber air masuk melalui pipa paralon menuju ujung pipa Kemudian saat air mencapai ujung pipa dan pipa penghubung atau pipa T, air akan ke bawah menghasilkan energi potensial. Air yang jatuh mendorong baling-baling sehingga turbin berputar. Turbin bergerak searah jarum jam akibat terdorong aliran air yang masuk. Saat turbin bergerak terjadi perubahan energi potensial air menjadi energi kinetik. Energi kinetik yang dihasilkan menggerakan sumbu poros roda besar. Kemudian setelah roda pengerak besar bergerak, diikuti dengan roda pengerak kecil yang terhubung ke dinamo. Setelah dinamo besar bergerak menghasilkan listrik, selanjutnya

mengerakan dinamo kecil, sehingga bandul yang terhubung dengan dinamo kecil pada pemukul kaleng bergerak untuk memukul kaleng dan akhirnya menghasilkan bunyi pada kaleng tersebut. Secara spesifik dapat dilihat pada potongan gambar tersebut,

A. Proses air masuk kemudian jatuh kebawah untuk mendorong turbin
B. Proses air mendorong turbin kemudian memutarkan turbin tersebut searah jarum jam
C. Arah putaran dari roda pengerak besar yang terhubung melalui tali penghubung ke roda pengerak kecil.
D. Proses ketika roda pengerak dynamo besar berputar ikut menggerakan dinamo kecil yang terhubung bandul kemudian mengenai sisi kaleng sehingga menghasilkan bunyi.

3.3.3 Pembuatan Alat

Tahap pembuatan alat pengusir tikus terbagi menjadi dua, yaitu pembuatan alat mekanik murni atau model *gear* dan alat dengan menggunakan dinamo 775 12 volt.

3.3.3.1 Pembuatan Alat Model *Gear*

Pada alat dengan gear tahap-tahap pembuatannya adalah sebagai berikut.

1. **Pembuatan poros turbin dan *gear***

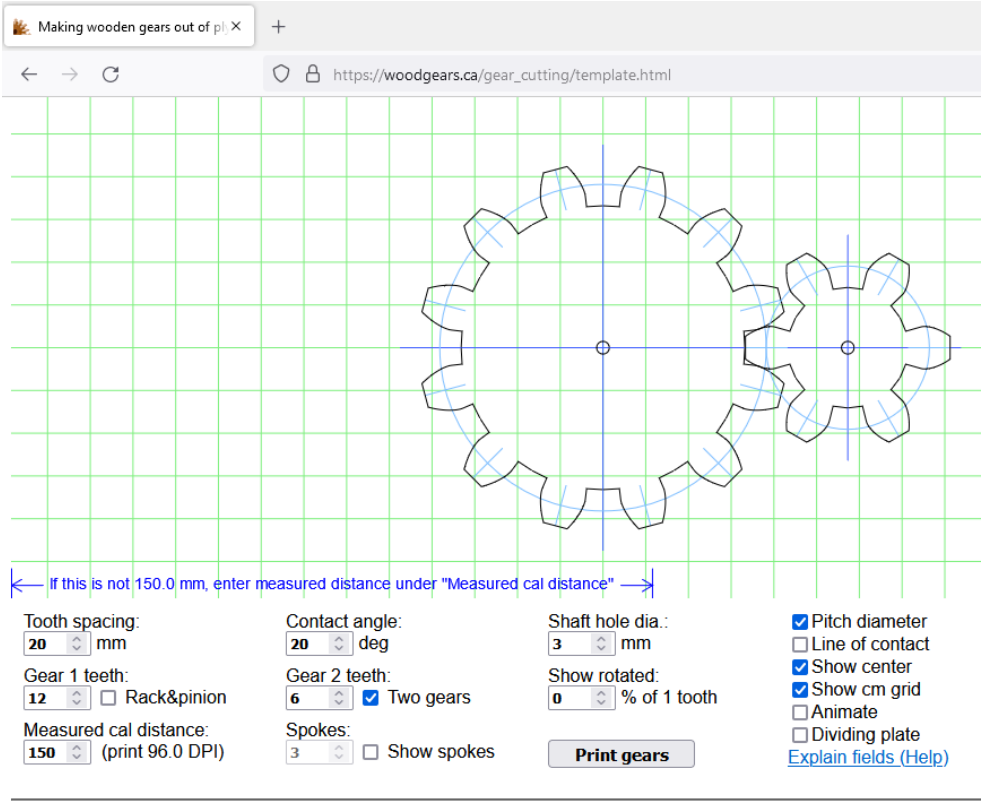
   Poros turbin dibuat dengan menggunakan jari-jari motor. Potong 3 buah jari-jari motor kemudian sambungkan potongan jari-jari tersebut dengan panjang 34 cm untuk digunakan sebagai poros pada turbin dan *gear* 12 gigi. Potonglah 1 buah jari-jari motor dengan panjang 16 cm untuk digunakan sebagai poros *gear* 6 gigi.

2. **Pembuatan turbin**

   Pada pembuatan turbin dengan cara pipa yang sudah dipotong kemudian dipipihkan atau diratakan dengan *heat gun* kemudian buatlah lingkaran untuk turbin dengan diameter 7,8 cm. Turbin dibagi menjadi 4 bagian dengan sudu sebesar 15 derajat. Berikan lingkaran kecil didalamnya sebagai pembatas saat turbin dibagi menjadi empat bagian. Kemudian lubangi turbin di tengah porosnya. Masukkan jari-jari motor ke poros tengah turbin yang sudah dilubangi. Rekatkan turbin dan as dengan lem pada bagian yang dilubagi lalu keringkan lem.

3. Pembuatan roda gigi atau *gear*

Langkah-langkah pembuatan *gear* yaitu pertama buatlah sketsa *gear* sesuai kebutuhan di situs *website* https://woodgears.ca/gear_cutting/template.html dengan jarak gigi sebesar 20 mm, gigi *gear* 1 sejumlah 12 gigi, gigi *gear* 2 sejumlah 6 gigi, sudut kontak sebesar 20 derajat, dan diameter lubang poros sebesar 3 mm kemudian sketsa di cetak dengan printer.



Gambar 3.6. Sketsa roda gigi pada website

Kemudian potong pipa disesuaikan dengan ukuran kedua *gear*, lalu pipa dipipihkan atau diratakan dengan *heat gun*. Dibutuhkan 3 buah pipa yang sudah diratakan untuk masing masing *gear*, kemudian rekatkan pipa yang sudah dipipihkan dengan lem sehingga dihasilkan ketebalan *gear* 0,5 cm. Tunggu hingga kering. Langkah selanjutnya, tempelkan seketsa *gear* yang sudah dicetak ke pipa yang sudah diratakan dan dilem. Kemudian rapihkan *gear* dengan mini *grinder* sesuai pola *gear* dan lubangi poros tengah dari masing-masing *gear*. Selanjutnya masukkan poros pada *gear* gigi 6 ditengah porosnya kemudian dilem dan tunggu hingga kering.

4. Pembuatan rangkaian alat lainnya

Setelah poros, turbin dan *gear* dibuat selanjutnya pembuatan komponen-komponen lain yang dubutuhkan. Tahap pertama potong pipa ukuran 3 inci sebanyak tiga buah dengan panjang ukuran masing-masing sebesar 40 cm, 10,5 cm, dan 4,5 cm. kemudian lubangi 2 buah dop pipa atau tutup pipa pada poros tengahnya dan berikan *bearing klaher* pada tengah poros yang sudah dilubangi. Rekatkan *bearing klaher* dengan lem dan tunggu hingga kering. Potong pipa ukuran ½ inci sebagai tempat LED. Lubangi pipa T ½ inci untuk digunakan sebagai penyangga as *gear* 6 gigi.

5. Perangkaian alat

Komponen-komponen alat yang telah dibuat kemudian dirangkai. Pertama sambungkan 3 buah potongan pipa 3 inci dengan pipa T. Kemudian Langkah kedua tutup bagian bawah dengan dop pipa, kemudiaan letakkan turbin dan tutup bagian atas dengan dop pipa kembali. Langkah ketiga letakkan *gear* 12 gigi ke as pada lubang poros bagian dop pipa atas. Rekatkan *gear* dengan lem dan tunggu hingga kering. Langkah keempat letakkan pipa T dengan ukuran ½ inch di pipa ukuran 40 cm, kemudian sambungkan dengan pipa ukuran ½ inch juga. Lubangi kanan dan kiri pipa T ½ inch. Dikencangkan dengan sekrup.

Langkah selanjutnya masukkan *gear* 6 gigi ke lubang pada pipa ½ inch. Berikan ring agar gesekan berkurang. Letakkan *gear* 6 gigi secara vertikal, sesuaikan dengan *gear* 12 gigi yang dipasang secara horizontal agar presisi dan dapat berputar dengan lancar. Langkah keenam pasang *gear* dvd pada as *gear* 6 gigi,kemudian letakkan dinamo dvd yang sudah diberikan gear kecil. Sambungkan kabel dinamo dengan LED. Langkah terakhir berikan kawat yang ditali dengan karet dan mur diujung as *gear* 6 gigi, kemudian letakkan kaleng tepat dibawah pemukul dan di kencangkan dengan sekrup agar saat terjadi pukulan kaleng tidak akan goyah atau lepas.

3.3.3.2 Pembuatan Alat Model Dinamo

Pada alat dengan menggunakan dinamo dan dua roda yang dihubungkan dengan tali atau karet agar kecepatan putar pada roda dapat dikonversi ke dinamo sehingga dapat menghasilkan bunyi mekanis. Tahapan pembuatannya adalah sebagai berikut.

1. **Pembuatan poros**

   Poros turbin dibuat dengan menggunakan jari-jari motor. Potong 3 buah jari-jari motor kemudian sambungkan potongan jari-jari tersebut dengan panjang kurang lebih 36 cm untuk digunakan sebagai poros pada turbin dan roda dengan ukuran besar.

2. **Pembuatan Turbin**

   Pada pembuatan turbin dengan cara pipa yang sudah dipotong kemudian dipipihkan atau ratakan dengan *heat gun* kemudian buatlah lingkaran untuk turbin dengan diameter 7,8 cm. Turbin dibagi menjadi 4 bagian dengan sudu sebesar 15 derajat. Berikan lingkaran kecil didalamnya sebagai pembatas saat turbin dibagi menjadi empat bagian. Kemudian lubangi turbin di tengah porosnya. Masukkan jari-jari motor ke poros tengah turbin yang sudah dilubangi. Rekatkan turbin dan as dengan lem pada bagian yang dilubagi. Tunggu hingga kering.

3. **Pembuatan Hubungan Roda dengan sabuk**

   Potong pipa dan pipihkan kemudian buat lingkaran dengan diameter masing-masing sebsesar 9 cm, 8 cm, 3 cm, dan 2 cm. Buatlah masing-masing ukuran sebanyak 2 buah, kemudian rekatkan pipa dengan diameter 9 cm dan 8 cm dengan lem. Tunggu hingga kering. Rekatkan satu buah lingkaran berdiameter 9 cm dengan lingkaran berdiameter 8 cm dan direkatkan kembali dengan lingkaran berdiameter 9cm. Lakukan hal yang sama pada lingkaran yang lebih kecil.

4. **Pembuatan rangkaian alat lainnya**

   Setelah as, turbin dan roda dibuat selanjutnya pembuatan komponen-komponen lain yang dubutuhkan. Tahap pertama potong pipa ukuran 3 inch sebanyak tiga buah dengan panjang ukuran masing-masing sebesar 40 cm, 10,5 cm, dan 4,5 cm. kemudian lubangi 2 buah dop pipa atau tutup pipa pada poros tengahnya dan berikan *bearing klaher* pada tengah poros yang sudah dilubangi. Rekatkan *bearing klaher* dengan lem dan tunggu hingga kering. Potong dan pipihkan pipa

dengan ukuran Panjang 14,5 cm dan lebar 7 cm yang akan digunakan sebagai penyanga dan penghubung roda dengan dinamo. Potong pipa ½ inch yang akan digunakan untuk tempat dinamo dan kaleng.

5. **Perangkaian Alat**

   Selanjutnya komponen-komponen yang sudah dibuat dirakit. Langkah pertama sambungkan 3 buah potongan pipa 3 inci dengan pipa T. Langkah kedua tutup bagian bawah dengan dop pipa, kemudiaan letakkan turbin dan tutup bagian atas dengan dop pipa kembali. Langkah ketiga letakkan pipa dengan panjang dan lebar diatas dop pipa. Langkah keempat letakkan roda lingkaran berdiameter 9 cm pada lubang poros bagian dop pipa atas. Rekatkan dengan lem dan tunggu hingga kering. Langkah kelima letakkan roda lingkaran berdiameter 3 cm disamping roda berdiamter yang di topang pipa dengan pipa yang telah dipipihkan. Langkah keenam letakkan dinamo 775 12 volt dibawah roda berukuran kecil dan masukkan poros dinamo ke poros roda yng sudah dilubangi. Langkah ketujuh letakkan pipa T dengan ukuran ½ inci di pipa ukuran 40 cm, kemudian sambungkan dengan pipa ukuran ½ inci juga. Kencangkan dengan sekrup. Langkah kedelapan letakkan dinamo RF-300-12350 diatas pipa ½ inch. Hubungkan dengan dinamo 775 12 volt dengan dinamo RF-300-12350 dengan kabel. Langkah kesembilan potong pensil dengan panjang 4 cm dan liubangi tengah pensilnya, kemudian masukkan ke poros dinamo RF-300-12350. Pensil berfungsi sebagai tempat diletakkan pemukul kaleng. Berikan kawat yang ditali dengan karet dan mur diujung pensil. Langkah terakhir pasang dan kencangkan kaleng pada pipa ½ inch. Letakkan kaleng tepat dibawah pemukul.

3.3.4 Pengujian Alat

Setelah melakukan tahap perancangan dan pembuatan alat pengusir tikus dengan model roda gigiatau *gear* dan dinamo selanjutnya dilakukan pengujian pada kedua alat tersebut. Pengujian dilakukan untuk mencari nilai debit air, nilai kecepatan putar (rpm) dan intensitas bunyi yang dihasilkan pada kedua alat tersebut. pengujian ini juga dilakukan untuk memilih alat yang menghasilkan bunyi mekanis paling baik. Alat yang bunyi mekanis paling akan digunakan untuk uji lapangan dan pengambilan data dengan jangka waktu tertentu.

Data pra riset dalam pengujian kedua alat untuk mencari alat yang menghasilkan bunyi paling baik ditunjukkan pada **Tabel 3.3.** dan **Tabel 3.4**

Tabel 3.3 Data pada model gear

No	Debit air (l/s)	Putaran (rpm)	Intensitas bunyi (dB)

Tabel 3.4 Data pada model dinamo

No	Debit air (l/s)	Putaran (rpm)	Intensitas bunyi (dB)

Hasil pra riset dari perbandingan kedua alat yang menghasilkan bunyi paling baik akan digunakan untuk pengambilan data selama 14 hari. Hasil pengambilan data ditunjukkan pada **Tabel 3.5.**

Tabel 3.5 Hasil pengambilan data alat selama 14 hari.

Hari ke-	Debit air (l/s)	Putaran (rpm)	Intensitas bunyi (dB)

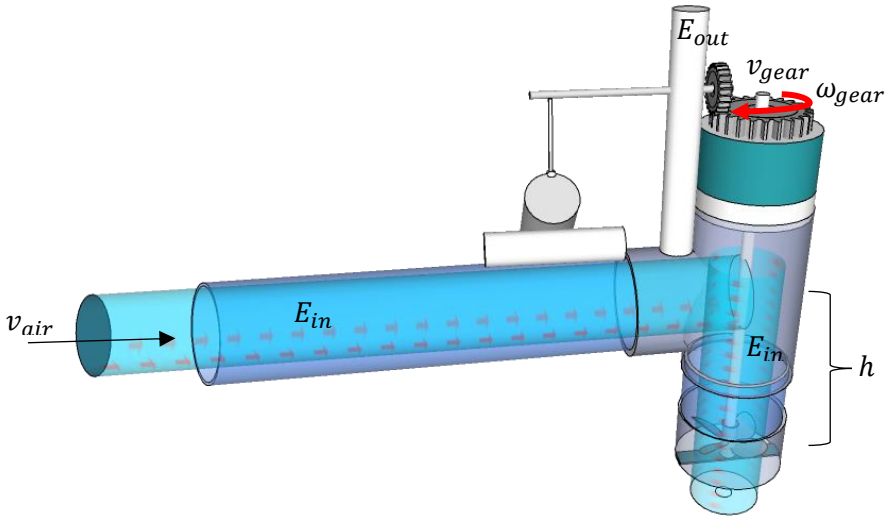
Data yang diambil pada nilai kecepatan putaran yaitu pada gear besar yang seporos dengan turbin.

1. Tentukan rasio gear berdasarkan jumlah gigi pada **Gambar 3.6** dengan rumus:

   $$Gear\ rasio = \frac{\text{Jumlah gigi } gear \text{ yang digerakkan}/gear \text{ besar (output)}}{\text{Jumlah gigi } gear \text{ yang menggerakkan}/gear \text{ kecil(input)}} = \frac{T_2}{T_1}$$

2. Efisiensi Energi

   Nilai efesiensi energi untuk menghasilkan bunyi dengan mencari energi input dan energi output pada alat.



Gambar 3.7. Efisiensi Energi

- $Energi\ Input \quad = E_k + E_p$

  $$= \frac{1}{2} m v_{air}^2 + mgh$$

- $Energi\ output \quad = E_k + E_{k\ translasi}$

  $$= \frac{1}{2} m v_{gear}^2 + \frac{1}{2} I \omega_{gear}^2$$

- Efisiensi Energi $\quad = \frac{Energi\ output}{Energi\ input} 100\%$

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka diperoleh simpulan sebagai berikut.

1. Alat pengusir tikus sawah dapat dibuat menggunakan pipa dan bahan lainnya yang mudah didapatkan di sekitar masyarakat. Berdasarkan hasil pengujian alat model *gear* lebih baik dalam menghasilkan bunyi sehingga alat model *gear* digunakan untuk pengambilan data selama 14 hari di area sawah.
2. Alat dengan model *gear* telah menghasilkan bunyi antara 93-110 dB selama 14 hari.
3. Tanaman Padi yang telah dipasang alat pengusir tikus sawah selama 14 hari tidak mengalami gangguan terhadap tikus sehingga kerusakan pada tanaman padi tidak menyebar luas.
4. Semakin tinggi debit air juga semakin tinggi nilai intensitas bunyi. Namun pada alat model *gear* nilai intensitas juga dipengaruhi oleh elastisitas yang terjadi pada karet. Apabila karet pemukul mengenai sisi kaleng, elastisitas karet berubah-ubah seiring putarannya sehingga nilai intensitas juga berubah-ubah.
5. Rata-rata efisiensi energi alat sebesar 9,418 % dan rata rata jarak maksimal bunyi sebesar 10,939 m.

5.2 Saran

Saran yang dapat dilakukan untuk penelitian berikutnya yaitu membuat model pengusir tikus menggunakan energi angin, sehingga dapat dikombinasikan antara pemanfaatan energi air dan energi angin. Kombinasi ini diharapkan menghasilkan energi yang lebih besar untuk menggerakkan alat pemukul dan bunyi yang besar.

DAFTAR PUSTAKA

Anggara, A. W., Solihin, D. D., & Manalu, W. (2015). Ethogram Perilaku Alami Individu Tikus Sawah (Rattus Argentiventer Robinson And Kloss, 1916) dalam Laboratorium. *Zoo Indonesia*, *24*(2), 95–108.

Anggara, A. wahyana, Solihin, D. D., Manalu, W., & Irzaman. (2015). Ethogram Perilaku Alami Individu Tikus Sawah (Rattus argentiventer Robinson and Kloss, 1916) dalam Laboratorium. *Zoo Indonesia*, *24*(2).

Anonim A. (2020) *DC Motors*. Diambil 27 Januari 2022 dari www.transmotec.com

Anonim B. (2020). *Rf-300FA*. Diambil 27 Januari 2022 dari www.mabuchi-motor.com

Ardigurnita, F., Frasiska, N., & Firmansyah, E. (2020). Burung Hantu (Tyto alba) Sebagai Pengendali Tikus Sawah (Rattus argentiventer) di Desa Parakannyasag Kota Tasikmalaya. *Jurnal Abdimas Kartika Wijayakusuma*, *1*(1), 54–62.

Badan LITBANG Pertanian. (2008). *Kendalikan Tikus dengan PHTT*. Kementrian Pertanian Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian.

Bana, M. S., Rahmawati, D., Joni, K., & Ulum, M. (2020). Rancang Bangun Alat Pengusir Tikus dan Burung pada Tanaman Padi Berbasis Tenaga Surya. *J-Eltrik*, *2*(1), 37–44.

Bari, I. N. (2017). Pengaruh Suara Predator terhadap Metabolisme dan Aktivitas Harian Tikus Sawah (Rattus argentiventer) di Laboratioum. *Agrikultura*, *28*(3), 157–160.

Budiman, H., & Kamil, M. (2005). Pemodelan Perencanaan Roda Gigi Lurus. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, 15–18.

Dewi, D. I. (2010). Tikus Sawah (Rattus argentiventer, Robinson & Kloss 1916). *Balaba*, *6*(1), 22–23.

Efriyasika, D., Qiram, I., & Rubiono, G. (2021). Tingkat Kekasaran Permukaan Sudu dan Sudut Input Air terhadap Unjuk Kerja Turbin Vortex. *Journal of Science and Technology*, *1*(2), 181–194.

Erinopriadi, Asyahrial, K., & Hendra. (2013). Perancangan Roda Gigi Lurus, Roda Gigi Miring dan Roda Gigi Kerucut Lurus Berbasis Program Komputasi. *Mechanical*, *4*(1), 16–21.

Fuad, A. (2015). Kajian Penambahan Manfaat Energi Kinetik Kipas Angin Rumahan. *Inosains*, *10*(2), 80–87.

Gani, L. R., Rachmawati, D. A., Indreswari, L., Mardijana, A., & Nurdian, Y. (2018). Hubungan antara Kebisingan di Tempat Kerja dengan Kualitas Tidur pada Pekerja Pabrik Kayu PT. Muroco Jember. *Agromedicine and Medical Sciences*, *4*(2), 72–76.

Ghani, M. I. (2021). *Rumus Debit Air dan Apa Sih Fungsinya di Kehidupan Sehari hari?* https://www.zenius.net/blog/rumus-debit-air

Gibran, Gultom, S., Lubis, Z., & Pramio G. Sembiring. (2017). Rancang Bangun Turbin Vortex Dengan Casing Berpenampang Lingkaran yang Menggunakan Sudu Diameter 46 Cm Pada 3 Variasi Jarak Antara Sudu dan Saluran Keluar. *Jurnal Dinamis*, *5*(2), 36–46.

Hantoro, S., & Tiwan. (2006). Desain Profil Gigi Roda Gigi Lurus dengan Sistem Koordinat. *Teknoin*, *11*(1), 13–24.

Hardiansyah, M. Y. (2020). Pengusir Hama Burung Pemakan Padi Otomatis dalam Menunjang Stabilitas Pangan Nasional. *Jurnal Abadi*, *2*(1), 85–103.

Ibrahim, & Hakim, A. (2018). Karakteristik Respon Tikus Terhadap Alat Penghasil Gelombang Ultrasonik Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Einstein*, *6*(3), 36–41.

Ismiyati, F., Nurcahyani, N., & M. Kanedi. (2013). Pengaruh Kebisingan terhadap Kadar Glukosa Darah Mencit (Mus musculus L.) Jantan. *Biologi Eksperimen Dan Keanekaragaman Hayati (J-BEKH)*, *1*(2).

Josephine, N. E. (2020). *Modul Pembelajaran SMA Fisika*. Direktorat SMA, Direktorat Jenderal Paud, Dikdas dan Dikmen.

Kaliky, R., & Siswanto, T. J. (2016). Persepsi Petani terhadap Teknologi Trap Barrier System di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Repositori Publikasi Kementrian Pertanian Indonesia*.

Makarim, A. K., & Suhartatik, E. (2009). *Morfologi dan Fisiologi Tanaman Padi*.

Manohar, S., Spoth, J., Radziwon, K., Auerbach, B., & Salvi, R. (2017). Noise-Induced Hearing Loss Induces Loudness Intolerance in a Rat Active Sound Avoidance Paradigm (ASAP). *HHS Public Access*.

Manueke, J., Assa, B. H., & Pelealu, E. A. (2017). Hama-Hama Pada Tanaman Padi Sawah (Oryza Sativa L.) Di Kelurahan Makalonsow Kecamatan Tondano Timur Kabupaten Minahasa. *Eugenia*, *23*(3), 120–127.

Meryanalinda, Wardjito, & Putra, W. D. (2019). Perancangan Gear Box Penarik Kapal Sistem Airbag Kapasitas 7.000 Ton. *Jurnal Keilmuan Dan Terapan Teknik*, *08*(1), 62–75.

Mujab, A. A., Rosmiati, M., & Sari, M. ike. (2020). Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Menggunakan Gelombang Ultrasonik. *EProceedings of Applied Science*, *6*(1), 340–348.

Murthi, K. (2023). *Gear vs Pulley:Exhaustive Detailed Insights*. Diambil 20 Maret 2023 dari https://lambdageeks.com/gear-vs-pulley/

Noviantoro, W., Septariani, D. N., Poromarto, S. H., & Sutarno. (2021a). Membangun Sinergi antar Perguruan Tinggi dan Industri Pertanian dalam Rangka Implementasi Merdeka Belajar Kampus Merdeka. *Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis Ke-45 UNS Tahun 2021*, *5*(1).

Noviantoro, W., Septariani, D. N., Poromarto, S., & Sutarno. (2021b). Pengendalian Hama Tikus pada Pertanaman Padi di Palur, Sukoharjo, Jawa Tengah] : Review. *Seminar Nasional*, *5*(1), 1245–1252.

Onah, C. I., & Iloka, C. M. (2013). Construction of an Ultrasonic Pest Repeller. *Research & Reviews : Journal of Space Science & Technology*, *2*(1), 1–15.

Priyoto, R, A. F., & P, A. H. (2019). Pengadaan Alat Fogging Mini Di Desa Sawo. *Jurnal Abdikarya*, *03*(02), 118–126.

Purnomo, S. D., Sani, M. I., & Rosmiati, M. (2020). Pembangunan Sistem Otomasi Orang – Orangan Sawah Berbasis Arduino. *E-Proceeding of Applied Science*, *6*(2), 3359–3369.

Putra, B. G., & Arjunet, R. T. (2019). Teknologi Geospatial untuk Investigasi Penyerangan Rattus Argentiventer, sebagai Upaya Mitigasi Lahan Pertanian. *Jurnal Swarnabhumi : Jurnal Geografi Dan Pembelajaran Geografi*, *4*(2)108.

Putra, F., Basri, M. H., Tijaniyah, T., & Indarto, B. (2020). Pengaruh Ketinggian Turbin Model L dan Turbin Model S Pada Gravitation Water Vortex Power Pland (GWVPP) Berbasis Basin Silinder. *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, *4*(1), 18–31.

Putra, Y. (2018). *Pengaruh Jumlah Sudu terhadap Unjuk Kerja Kincir Air Poros Vertikal Tipe Savonius*. Universitas Sanata Dharma.

Ridwanto, A., & Broto, W. (2017). Perancangan Power Bank dengan Menggunakan Dinamo Sepeda Sederhana. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2017*, *6*, 49–56.

Siregar, E. S., & Nasution, F. E. (2019). Peranan Pola Pengairan dan Metode Pengendalian Hama Tikus (Rattus argentiventer) Terhadap Produksi Padi Sawah (Oryza sativa L.). *Jurnal Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan*, *42*, 44–52.

Siregar, H. M., Priyambodo, S., & Hindayana, D. (2020). Preferensi Serangan Tikus Sawah (Rattus argentiventer) terhadap Tanaman Padi. *Agrovigor*, *13*(1), 16–21.

Solikhin, & Purnomo. (2008). Preferensi Tikus Sawah (Rattus-Rattus Argentiventer) Dan Pengaruhnya Terhadap Pola Kerusakan Padi Varietas Dodokan Dan Cianjur. *J. HPT Tropika*, *8*(1), 23–30.

Staddal, I., Haridjaja, O., & Hidayat, Y. (2016). Analisis debit aliran sungai DAS Bila, Sulawesi Selatan. *Jurnal Sumber Daya Air*, *12*(2), 117–130.

Sudarmaji. (2018). Tikus Sawah. In *Iaard Press Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian*.

Sudarmaji, & Herawati, N. A. (2009). *Ekologi Tikus Sawah dan Pengendaliannya* (p. 296). Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.

Suryatini, Lu. (2018). Analisis Keragaman dan Komposisi Gulma pada Tanaman Padi Sawah (Studi Kasus Subak Tegal Kelurahan Paket Agung Kecamatan Buleleng). *Jurnal Sains Dan Teknologi*, *7*(1), 77–89.

Sutriadi, M. T., Harsanti, E. S., Wahyuni, S., & Wihardjaka, A. (2019). Pestisida Nabati: Prospek Pengendali Hama Ramah Lingkungan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, *13*(2), 89–101.

Syamsuddin. (2007). Tingkah laku tikus dan pengendaliannya. *Prosiding Seminar Ilmiah Dan Pertemuan Tahunan PEI Dan PFI XVIII Komda Sul-Sel*, *2007*, 179–185.

Syuhud, M. A., Basri, M. H., & Indarto, B. (2020). Rancang Bangun Basin Silinder Berpenampang Lingkaran dengan Diameter 50 Cm pada Gravitation Water Vortex Power Plant (Gwvpp). *Jurnal Teknik Mesin*, *7*(2), 78–85.

Yuliadi, B., Muhidin, & Indriyani, S. (2016). *Tikus Jawa, Teknik Survei Di Bidang Kesehatan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI.

Yunianto, R. F. (2017). *Analisa Pengaruh Variasi Perbandingan Roda Gigi Transmisi untuk Memaksimalkan Daya Listrik pada Turbin Angin Savonius Bertingkat*.

Yusup, F. N. (2018). *Pengembangan Alat Peraga Rotation Counter Pada Konsep Gerak Melingkar Beraturan Untuk Meningkatkan Kemampuan Menganalisis Siswa*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.