

NASKAH ORISINAL

Pemanfaatan *Ultrasonic Wave Generator* Berbasis *Solar Cell* serta Monitoring Kelembaban Tanah untuk Membasmi Hama Pertanian Guna Meningkatkan Kualitas Hasil Panen Kelompok Tani Desa Ngronggot

I Gusti Ngurah Satriyadi Hernanda* | I Made Yulistya Negara | Dimas Anton Asfani | Daniar Fahmi | Titiek Suryani | Devy Kuswidiastuti

1Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

Korespondensi

*I Gusti Ngurah Satriyadi Hernanda, Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia. Alamat e-mail: satriyadi@its.ac.id

Alamat

Laboratorium Tegangan Tinggi, Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.

Abstrak

Mayoritas penduduk Dusun Dingin bekerja sebagai petani karena luasnya area persawahan di wilayah tersebut. Tantangan utama yang dihadapi adalah serangan hama burung pipit dan tikus yang menurunkan hasil panen. Untuk mengatasi hal ini, Tim Pengabdian Masyarakat Laboratorium Tegangan Tinggi Departemen Teknik Elektro ITS mengembangkan alat pengusir hama berbasis gelombang ultrasonik dan bel sebagai noise generator. Alat ini ditenagai oleh panel surya untuk efisiensi biaya dan dilengkapi sistem monitoring kelembaban tanah untuk membantu irigasi. Alat ini dapat dimonitor melalui aplikasi berbasis IoT. Program ini ditujukan untuk kelompok tani “Hidup Bersama” dengan strategi pelaksanaan meliputi studi kasus, perancangan alat, uji coba, serta sosialisasi. Setelah tiga bulan, alat ini berhasil meningkatkan hasil panen petani sebesar 100–200 kg.

Kata Kunci:

Ultrasonik, Hama, *Noise*, *Solar Cell*, Kelembaban.

1 | PENDAHULUAN

1.1 | Latar Belakang

Sektor pertanian merupakan salah satu sektor unggulan di Indonesia, yang juga menjadi alasan mengapa Indonesia dikenal sebagai negara agraris. Julukan ini didasarkan pada banyaknya masyarakat Indonesia yang bekerja sebagai petani, salah satunya masyarakat Dusun Dingin, Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk. Sebagian besar warga di dusun tersebut bekerja sebagai petani karena luasnya area persawahan di sana. Pemerintah desa setempat juga menunjukkan keseriusannya dalam mendukung para petani dengan mengalokasikan anggaran untuk pupuk serta perbaikan dan pelebaran saluran irigasi. Di sisi lain Kepala Desa

Ngendut, Pak Kholid mengatakan bahwa pada tahun 2019, pemerintah desa menganggarkan Rp. 275.000.000 untuk perbaikan dan pelebaran irigasi sawah sedangkan pada tahun 2023 menganggarkan Rp. 150.000.000 untuk pupuk dan pestisida bagi para petani.

Dusun Dingin, Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk memiliki beberapa komoditas unggulan, seperti padi dan jagung, yang merupakan komoditas sektor pertanian di daerah tersebut. Komoditas-komoditas ini kemudian didistribusikan ke pasar-pasar melalui distributor. Pendapatan masyarakat setempat sangat bergantung pada hasil produksi pertanian tersebut. Namun, petani sering menghadapi kendala berupa hama alami seperti burung dan tikus, yang dapat mengurangi hasil produksi. Hama ini sulit diberantas dan sering kali beraksi pada malam hari, ketika petani tidak berada di sawah. Hasil observasi dan survei menunjukkan bahwa hama burung dan tikus menjadi masalah utama bagi petani di Dusun Dingin, Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk. Hama-hama ini menyebabkan hasil panen tidak sesuai harapan, sehingga petani mengalami kerugian. Untuk mengusir hama, petani biasanya menggunakan suara keras, baik dengan berteriak atau memukul benda yang mengeluarkan suara hingga menggunakan orang-orangan sawah. Namun, metode ini tidak bisa dilakukan terus-menerus karena luasnya area persawahan dan membutuhkan tenaga manusia.

Berdasarkan permasalahan tersebut, Tim Abdimas Laboratorium Tegangan Tinggi Departemen Teknik Elektro ITS merancang sebuah alat dengan teknologi tepat guna yang dapat membantu petani mengusir hama secara otomatis, bahkan ketika mereka tidak berada di sawah. Alat ini akan menggunakan gelombang ultrasonik dan suara bising dari kaleng bekas untuk mengusir hama. Pengoperasian alat ini akan menggunakan energi listrik dari panel surya, sehingga tidak menambah beban biaya bagi petani. Selain itu, alat ini akan dilengkapi dengan sistem monitoring kelembaban tanah, sehingga petani dapat mengetahui apakah sawah mereka kekurangan air. Inovasi teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil pertanian masyarakat setempat.

1.2 | Solusi Permasalahan atau Strategi Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini didasarkan pada beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membantu petani padi untuk mengusir hama pertanian burung yang merugikan petani?
2. Bagaimana rancangan alat yang dapat digunakan untuk membantu para petani mengusir hama pertanian burung pipit dipersawahan secara efektif?
3. Bagaimana cara memanfaatkan sistem kontrol otomatis untuk alat pembasmi hama pertanian berbasis *Solar Cell* di sawah?

1.3 | Target Luaran

Target luaran pada pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat adalah sebagai berikut:

1. Pemasangan alat pembasmi hama pertanian berbasis *Solar Cell*

Pemasangan alat pembasmi hama pertanian berbasis *Solar Cell* ini dilakukan di lokasi persawahan di Dusun Dingin, Kecamatan Ngronggot, Nganjuk. Pemasangan alat ini berguna untuk memudahkan para petani dalam melakukan upayamengusir hama tanpa harus mengeluarkan tenaga yang berlebih.

2. Sosialisasi Kepada Masyarakat

Sosialisasi terkait alat pengusir hama ini ditujukan kepada warga di Dusun Dingin, Kecamatan Ngronggot, Nganjuk agar lebih mengerti bagaimana mengoperasikan alat pembasmi hama pertanian berbasis *Solar Cell* serta *maintannace* dan kenggulan dari alat tersebut.

3. Luaran Kegiatan Pengabdian Masyarakat

Kegiatan pengabdian masyarakat ini juga diharuskan untuk mengumpulkan sejumlah luaran seperti laporan kemajuan. Laporan akhir, jurnal nasional, *book chapter*, berita populer media massa, video kegiatan. Proses persiapan dan pelaksanaan dari awal hingga akhir akan disusun dalam sebuah laporan kemajuan dan laporan akhir. Kegiatan Pengabdian Masyarakat juga didokumentasikan dalam bentuk Jurnal Nasional yang akan dimuat pada Jurnal Sewagati dan dapat

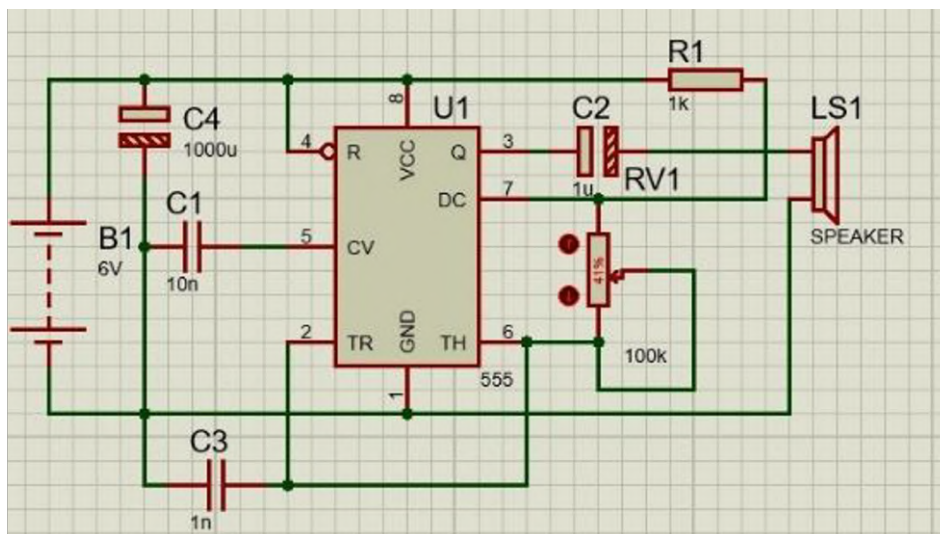
juga dimuat pada jurnal nasional pengabdian masyarakat lainnya. Selain Jurnal Nasional, laporan kegiatan juga akan digabungkan dengan topik serupa menjadi Buku Abmas Pusat Kajian ITS. Kegiatan pengabdian masyarakat ini diharapkan dapat dimuat dalam halaman berita seperti artikel *online* its.ac.id/news atau dapat dimuat di media massa yang telah terdaftar pada dewan pers <https://dewanpers.or.id/data/perusahaanpers>. Aktivitas Pengabdian Masyarakat diabdikan dalam format video yang diunggah di akun Youtube DRPM ITS dan dapat diakses oleh publik di media *online* Youtube.

2 | TINJAUAN PUSTAKA

2.1 | Efektivitas Gelombang Ultrasonik dalam Mengusir Hama

Gelombang ultrasonik adalah gelombang suara dengan frekuensi yang sangat tinggi di atas batas pendengaran manusia (sekitar 20 kHz). Frekuensi ini dapat mencapai puluhan hingga ratusan *kilohertz*. Frekuensi yang tinggi membuat gelombang ini tidak dapat didengar oleh telinga manusia tetapi dapat didengar oleh beberapa hewan, termasuk tikus. Perangkat pengusir tikus ultrasonik bekerja dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik pada frekuensi tertentu. Frekuensi yang umum digunakan berkisar antara 20 kHz hingga 60 kHz. Gelombang ini akan menyebar ke seluruh area dan menciptakan lingkungan yang tidak nyaman bagi tikus. Paparan ultrasonik menyebabkan kerusakan pada sistem saraf pendengaran tikus dan mengganggu keseimbangannya. Peningkatan aktivitas saraf di area otak yang terkait dengan ketakutan menunjukkan bahwa tikus merasa sangat cemas. Hal ini juga menyebabkan perubahan fisik seperti peningkatan detak jantung dan penurunan aktivitas fisik^[1].

Gelombang ultrasonik dapat menjadi salah satu cara untuk mengusir tikus. Tidak semua gelombang ultrasonik dapat digunakan untuk mengusir hama. Pada beberapa kondisi, gelombang ultrasonik yang terlalu tinggi justru tidak berpengaruh terhadap aktivitas tikus. Frekuensi gelombang ultrasonik yang dapat membuat tikus terganggu berada pada gelombang ultrasonik di frekuensi sekitar 42 kHz – 49 kHz^[2]. Namun, efektivitasnya tergantung pada berbagai faktor dan tidak selalu memberikan hasil yang sempurna. Dengan memanfaatkan komponen berupa kapasitor, resistor, potensiometer, IC1 555 hingga speaker dapat dihasilkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi hingga 106 kHz. Berikut merupakan rangkaian *Ultrasonic Wave Generator* yang digunakan pada alat pengusir hama ini.



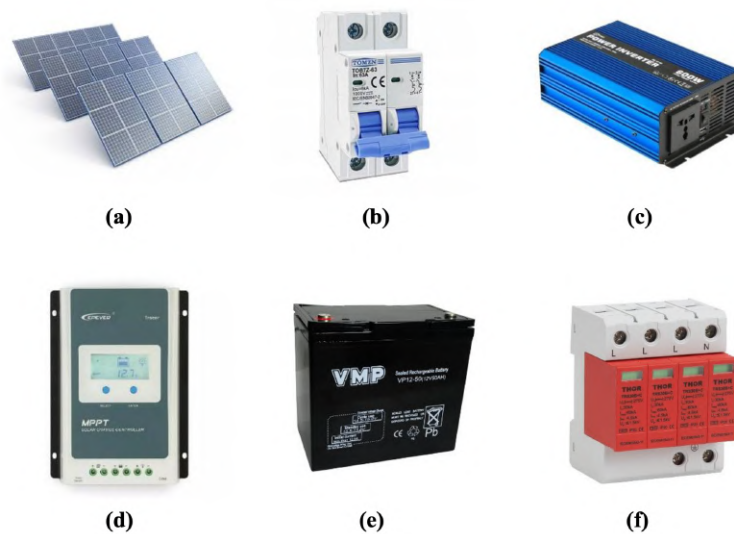
Gambar 1 Rangkaian *Ultrasonic Wave Generator*

2.2 | Pemanfaatan *Solar Cell* sebagai Sumber Energi

2.2.1 | *Photovoltaic*

Panel surya adalah perangkat yang mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik melalui proses yang dikenal sebagai efek *Photovoltaic*, sehingga sering kali disebut sebagai sel *Photovoltaic*. Pada dasarnya, *Solar Cell* merupakan lapisan semikonduktor yang mampu menyerap foton dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik^[3]. Sel surya umumnya terbuat dari silikon, yang dilapisi dengan bahan kimia khusus untuk membentuk inti dari panel surya tersebut. Arus listrik yang dihasilkan oleh sel *Photovoltaic* (PV) berkorelasi langsung dengan intensitas cahaya matahari yang diterimanya. Semakin tinggi intensitas cahaya matahari yang diterima, semakin besar pula arus listrik yang dihasilkan. Dalam aplikasinya, modul PV biasanya terdiri dari beberapa sel surya yang dihubungkan dalam konfigurasi seri atau paralel. Penyusunan ini bertujuan untuk mencapai nilai arus dan tegangan yang sesuai dengan kebutuhan, serta untuk meningkatkan total energi listrik yang dapat dihasilkan oleh panel surya tersebut.

Dengan kata lain, konfigurasi sel-sel surya dalam modul PV memungkinkan optimalisasi output energi. Penyusunan seri meningkatkan tegangan keluaran, sementara penyusunan paralel meningkatkan arus keluaran. Oleh karena itu, kombinasi keduanya sering digunakan untuk memastikan bahwa panel surya dapat memenuhi berbagai kebutuhan energi listrik, baik untuk aplikasi skala kecil seperti pengisian baterai, maupun untuk keperluan yang lebih besar seperti penyediaan listrik untuk rumah tangga atau fasilitas komersial. Dengan perkembangan teknologi, efisiensi dan kinerja panel surya terus ditingkatkan, sehingga menjadi solusi energi terbarukan yang semakin andal dan terjangkau.



Gambar 2 Komponen-Komponen Pada *Solar Cell*: (a) Panel Surya; (b) *Mini Circuit Breaker* (MCB); (c) *Inverter*; (d) *solar charge controller* (SCC); (e) Baterai; (f) *Surge Protection Device*

2.2.2 | *Mini Circuit Breaker*

Mini circuit breaker (MCB) adalah perangkat pengaman rangkaian listrik yang dilengkapi dengan pengaman termis untuk melindungi dari beban berlebih, serta relay elektromagnetik untuk melindungi dari hubungan arus pendek (*short circuit*)^[4]. Pengaman termis pada MCB bekerja dengan prinsip yang mirip dengan *thermal overload*, yaitu menggunakan dua logam yang digabungkan (bimetal). Sementara itu, pengaman elektromagnetik menggunakan kumparan yang menghasilkan medan magnet untuk menarik sebuah angker yang terbuat dari besi lunak. Dengan adanya komponen yang telah dijelaskan di atas, membuat MCB dapat memutus aliran listrik ketika terdeteksi kondisi abnormal yang dapat merusak peralatan listrik atau menyebabkan bahaya kebakaran.

2.2.3 | *Inverter*

Inverter adalah perangkat yang digunakan untuk mengubah tegangan input DC (arus searah) menjadi tegangan AC (arus bolak-balik)^[5]. Keluaran dari *inverter* dapat berupa tegangan yang dapat diatur sesuai kebutuhan atau tegangan tetap, tergantung pada desain dan aplikasi *inverter* tersebut. Sumber tegangan DC yang digunakan sebagai input untuk *inverter* dapat berasal dari berbagai sumber, seperti baterai, panel surya, atau sumber tegangan DC lainnya. *Inverter* memainkan peran penting dalam sistem tenaga listrik, terutama dalam aplikasi yang memerlukan konversi dari energi yang disimpan atau dihasilkan dalam bentuk DC menjadi AC, yang merupakan bentuk tegangan yang digunakan untuk menjalankan sebagian besar peralatan listrik dan elektronik.

2.2.4 | *Solar Charge Controller*

solar charge controller adalah perangkat yang digunakan dalam sistem tenaga surya untuk mengatur dan mengontrol aliran arus listrik dari panel surya ke baterai. Fungsinya adalah untuk memastikan bahwa baterai diisi dengan benar, tidak mengalami pengisian berlebih (*overcharging*), dan tidak terkuras hingga habis (*over-discharging*). Dengan demikian, *solar charge controller* memainkan peran penting dalam menjaga umur panjang dan kinerja baterai dalam sistem tenaga surya. *solar charge controller* mengatur arus yang masuk dari panel surya ke baterai, memastikan bahwa baterai diisi dengan arus yang tepat dan sesuai dengan kapasitasnya sehingga energi yang dihasilkan lebih efisien^[6]. Selain mengatur pengisian, *solar charge controller* juga melindungi baterai dari pengosongan yang berlebihan. Jika baterai hampir habis, controller akan memutuskan aliran arus untuk mencegah kerusakan pada baterai. *solar charge controller* menyesuaikan tegangan dan arus yang diterima dari panel surya untuk memastikan bahwa mereka sesuai dengan spesifikasi baterai dan perangkat lain yang terhubung dalam sistem. Adanya *solar charge controller* tersebut dapat melindungi baterai, meningkatkan efisiensi konsumsi energi hingga dapat bekerja otomatis dalam pengisian baterai.

2.2.5 | *Baterai*

Baterai adalah perangkat yang memiliki kemampuan untuk menyimpan energi listrik dalam penggunaan panel surya^[7]. Dalam konteks baterai yang dapat diisi ulang, proses pengisian dilakukan dengan mengalirkan arus secara berkelanjutan hingga tegangan baterai meningkat ke tingkat tertentu. Namun, penting untuk memastikan bahwa proses pengisian ini tidak melebihi batas yang aman, karena pengisian yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan pada baterai dan memperpendek masa pakainya. Untuk itu, sangat diperlukan spesifikasi pengisian yang akurat dan sesuai dengan jenis dan kapasitas baterai yang digunakan. Pengaturan pengisian yang tepat tidak hanya membantu memperpanjang umur baterai tetapi juga memastikan kinerja yang optimal, mencegah risiko kegagalan, dan memastikan keselamatan dalam penggunaan perangkat yang bergantung pada baterai tersebut.

2.2.6 | *Surge Protection Device*

Surge Protection Device (SPD) adalah perangkat yang dirancang untuk melindungi sistem kelistrikan dan peralatan elektronik dari lonjakan tegangan atau *surge* yang dapat merusak atau mengganggu fungsinya^[8]. Lonjakan tegangan ini bisa terjadi karena beberapa faktor, seperti petir, gangguan pada jaringan listrik, atau operasi *switching* beban besar di jaringan listrik. SPD bekerja dengan mendeteksi lonjakan tegangan yang melebihi ambang batas tertentu dan segera mengalihkan arus berlebih tersebut ke *grounding*, sehingga tidak merusak peralatan yang terhubung. Apabila ada arus yang lewat melebihi dari kapasitas maksimumnya, maka arrester tersebut akan memblokir kemudian memutuskan dengan rangkaian elektronik di dalamnya.

2.3 | Pengaruh Kelembaban Tanah terhadap Hasil Pertanian

Kelembaban tanah memiliki dampak yang sangat besar terhadap produktivitas pertanian. Tanah dengan tingkat kelembaban yang optimal menciptakan kondisi yang ideal untuk pertumbuhan tanaman, yang memengaruhi berbagai aspek, mulai dari kesehatan tanaman hingga hasil panen. Air adalah komponen penting dalam proses fotosintesis, di mana tanaman menggunakan air, sinar matahari, dan karbon dioksida untuk menghasilkan energi. Kelembaban tanah yang memadai memastikan bahwa tanaman memiliki akses yang cukup terhadap air, yang sangat penting untuk pertumbuhan sel, transpirasi, dan transportasi nutrisi dari akar ke seluruh bagian tanaman. Jika kelembaban tanah tidak mencukupi, tanaman dapat mengalami stres air, yang dapat

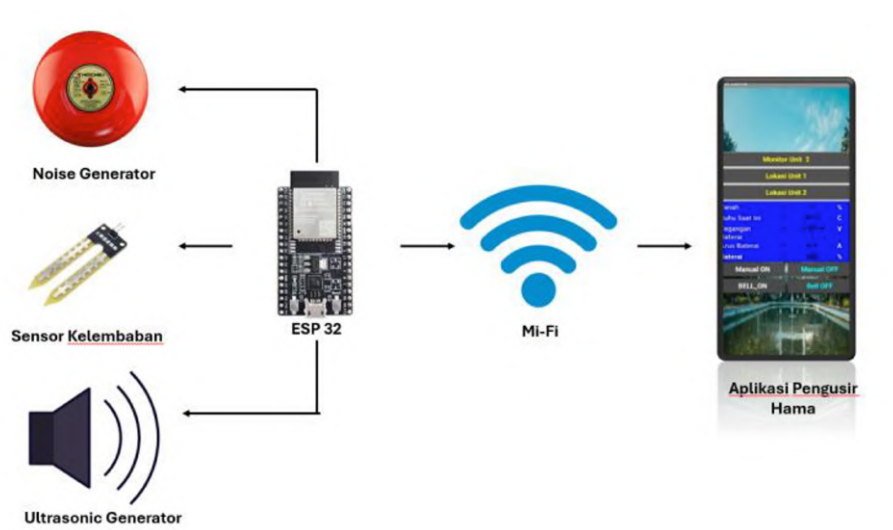
menghambat pertumbuhan dan menurunkan hasil panen. Kelembaban tanah juga memainkan peran penting dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman^[9]. Tanah yang terlalu basah atau tergenang air dapat menjadi tempat berkembang biaknya jamur, bakteri, dan patogen lainnya yang bisa menyebabkan penyakit pada tanaman. Sebaliknya, tanah yang terlalu kering dapat membuat tanaman lebih rentan terhadap serangan hama, karena tanaman yang mengalami stres air sering kali lebih lemah dan kurang mampu melawan serangan hama.

2.4 | Pengaruh Hama Pertanian terhadap Hasil Pertanian

Hama pertanian memiliki dampak besar terhadap hasil pertanian, sering kali menyebabkan kerugian signifikan bagi petani. Hama seperti serangga, tikus, burung, dan organisme lainnya dapat menyerang tanaman, menyebabkan kerusakan fisik yang menghambat fotosintesis dan pertumbuhan, serta menurunkan kualitas dan kuantitas hasil panen. Misalnya, tikus dapat merusak daun, batang, akar, atau buah, dan serangan yang parah dapat menyebabkan tanaman mati sebelum panen, mengakibatkan kegagalan total. Selain mengurangi kuantitas, hama juga dapat menurunkan kualitas produk dengan menimbulkan cacat fisik seperti lubang atau noda, yang menurunkan nilai jual^[10]. Beberapa hama bahkan berperan sebagai vektor penyakit, yang dapat menyebar dan memperburuk kerugian. Serangan hama juga memaksa petani mengeluarkan biaya tambahan untuk pengendalian, seperti penggunaan pestisida atau pemasangan perangkap, yang mengurangi keuntungan bersih. Selain itu, ketidakpastian hasil panen akibat hama meningkatkan risiko dalam pertanian, memengaruhi perencanaan jangka panjang dan investasi dalam teknologi pertanian.

2.5 | Internet of Things

IoT adalah jaringan dari berbagai perangkat fisik yang dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan teknologi lainnya yang memungkinkan mereka untuk mengumpulkan dan bertukar data. Perangkat ini bisa berupa barang-barang sehari-hari seperti kulkas, lampu, thermostat, hingga sistem industri yang kompleks. Dengan terhubung ke internet, perangkat ini bisa diakses dan dikendalikan dari jarak jauh. IoT memungkinkan perangkat yang biasanya tidak memiliki kemampuan konektivitas, seperti peralatan rumah tangga, kendaraan, atau sensor, untuk berfungsi secara lebih cerdas dengan memanfaatkan data dan informasi yang tersedia melalui jaringan internet.



Gambar 3 Skema Integrasi Sistem IoT dengan Aplikasi Pengusir Hama

2.5.1 | Mobile WiFi

MiFi (*Mobile Wi-Fi*) adalah perangkat yang berfungsi sebagai hotspot portabel, menyediakan konektivitas internet nirkabel melalui jaringan seluler untuk berbagai perangkat. Dalam konteks Internet of Things (IoT), MiFi memainkan peran penting

dalam memastikan bahwa perangkat IoT dapat terhubung ke internet secara efektif, terutama di lokasi yang tidak memiliki akses Wi-Fi tetap atau infrastruktur jaringan yang stabil^[11]. MiFi berperan sebagai solusi penting dalam ekosistem IoT dengan menyediakan konektivitas internet portabel dan fleksibel untuk perangkat yang terhubung. Dengan kemampuannya untuk menghubungkan berbagai perangkat di lokasi terpencil atau saat bergerak, MiFi mendukung penerapan dan manajemen sistem IoT yang lebih luas dan efisien. Meskipun MiFi bukan pengganti untuk infrastruktur jaringan tetap, ia menawarkan alternatif yang praktis dan efektif untuk menghubungkan perangkat IoT di berbagai situasi dan lokasi.

2.5.2 | ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang banyak digunakan dalam pengembangan aplikasi *Internet of Things* (IoT) karena fitur-fiturnya yang canggih dan harga yang terjangkau. Dikembangkan oleh Espressif Systems, ESP32 merupakan penerus modul ESP8266 yang juga populer di dunia IoT. ESP32 merupakan peningkatan besar dalam kinerja dan konektivitas. Dari segi arsitektur, ESP32 dilengkapi dengan prosesor dual-core berbasis arsitektur Xtensa LX6 yang mampu berjalan hingga 240 MHz. Prosesor ini memungkinkan pemrosesan data yang cepat dan efisien sehingga cocok digunakan pada berbagai aplikasi IoT yang membutuhkan respon cepat dan pemrosesan data real-time. Selain itu, ESP32 memiliki ukuran RAM internal sebesar 520 KB yang cukup untuk menangani tugas komputasi paling kompleks di perangkat IoT. Salah satu fitur terbaik ESP32 adalah konektivitas nirkabelnya. ESP32 mendukung teknologi Wi-Fi 802.11 b/g/n dan Bluetooth 4.2 LE, membuatnya mudah dan efisien untuk terhubung ke jaringan lokal dan perangkat lain. Wi-Fi digunakan untuk mentransfer data ke server atau cloud, sedangkan Bluetooth sering digunakan untuk komunikasi jangka pendek dengan perangkat lain seperti headphone dan smartphone. Selain fitur dasar, ESP32 juga dilengkapi dengan berbagai periferal untuk mendukung pengembangan sistem *Internet of Things*^[11]. Semua antarmuka ini memungkinkan ESP32 untuk berinteraksi dengan berbagai macam sensor, aktuator, dan perangkat eksternal lainnya.

2.5.3 | Sensor

Sensor memainkan peran krusial dalam ekosistem *Internet of Things* (IoT), bertindak seperti layaknya panca indra pada manusia sistem IoT dengan mengumpulkan data dari lingkungan fisik dan menyediakan informasi yang diperlukan untuk pengambilan keputusan dan tindakan otomatis^[2]. Sensor adalah komponen fundamental dalam sistem IoT, berfungsi untuk mengumpulkan data dari lingkungan fisik, memungkinkan pemantauan real-time, interaksi otomatis, dan pengambilan keputusan berbasis data. Dengan memberikan informasi yang diperlukan untuk tindakan otomatis dan pengendalian sistem, sensor meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan dalam berbagai aplikasi IoT.

2.5.4 | Server

Server memainkan peran sentral dalam ekosistem *Internet of Things* (IoT), bertindak sebagai pusat pengolahan, penyimpanan, dan manajemen data yang dikumpulkan oleh perangkat IoT. Server bertanggung jawab untuk mengolah data yang dikumpulkan dari berbagai perangkat IoT. Setelah data dikirim dari sensor dan perangkat ke server, server memproses dan menganalisis data tersebut untuk menghasilkan informasi yang berguna. Server menyimpan data yang dikumpulkan dari perangkat IoT dalam basis data yang terstruktur. Penyimpanan data ini memungkinkan akses dan pengelolaan data dalam jangka panjang^[2]. Dalam banyak implementasi IoT, server berfungsi sebagai layanan cloud yang menyediakan infrastruktur dan platform untuk aplikasi IoT. Dalam banyak implementasi IoT, server berfungsi sebagai layanan cloud yang menyediakan infrastruktur dan platform untuk aplikasi IoT.

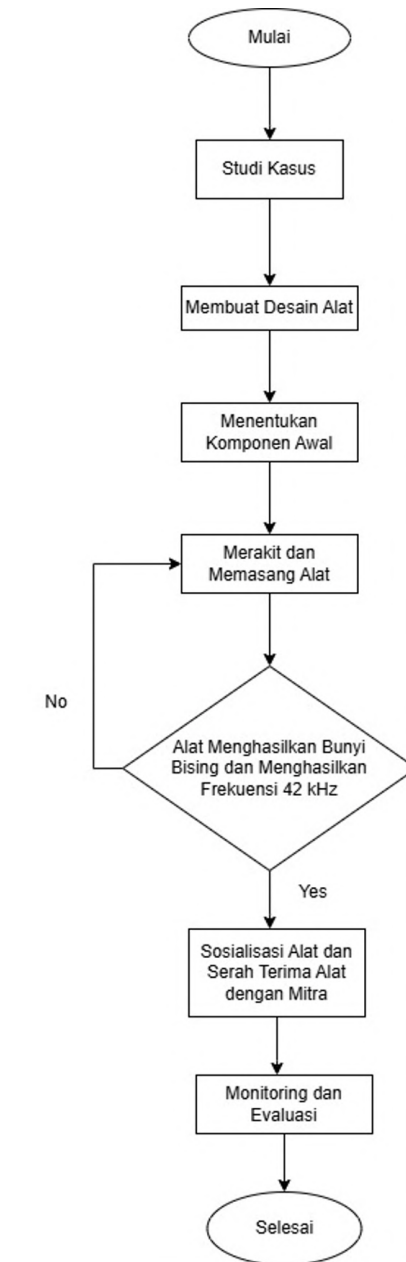
2.5.5 | Aplikasi

Aplikasi memainkan peran penting dalam ekosistem *Internet of Things* (IoT) dengan menyediakan antarmuka pengguna dan fungsi yang memungkinkan interaksi dengan sistem IoT dan memanfaatkan data yang dikumpulkan^[2]. Aplikasi menyediakan antarmuka pengguna yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan perangkat IoT. Aplikasi memungkinkan pengguna untuk mengelola dan mengendalikan perangkat IoT dari jarak jauh. Aplikasi menyediakan fitur pemantauan real-time dan pelaporan yang memungkinkan pengguna untuk melihat data yang dikumpulkan dari perangkat IoT. Aplikasi berperan sebagai jembatan antara pengguna dan sistem IoT, menyediakan antarmuka untuk interaksi, pengelolaan, dan kontrol perangkat IoT.

Dengan fitur pemantauan, pelaporan, notifikasi, automasi, dan integrasi, aplikasi memungkinkan pengguna untuk memanfaatkan data dan fungsi perangkat IoT secara efektif. Selain itu, aplikasi juga memastikan keamanan, kustomisasi, dan pengumpulan umpan balik, yang penting untuk pengalaman pengguna yang optimal dan pengelolaan sistem IoT yang efisien.

3 | METODE KEGIATAN

Skema pengerjaan pengabdian masyarakat dapat dijelaskan melalui gambar 8.



Gambar 4 Skema Pengerjaan Pengabdian Masyarakat *Ultrasonic Wave Generator*

3.1 | Studi Kasus Permasalahan Hama Pertanian di Desa Ngendut

Kegiatan pengabdian masyarakat ini diawali dengan melakukan survei pada salah satu kelompok tani di Desa Ngronggot, Kabupaten Nganjuk. Hasil observasi dan survei tim terhadap kebutuhan dan permasalahan masyarakat kelompok tani menunjukkan sebuah upaya dalam menunjang produktivitas di bidang pertanian. Dalam proses produktivitas pertanian padi, salah satu hal yang perlu diperhatikan adalah kehadiran hama padi. Hama yang menyerang sebuah pertanian padi dapat merugikan para kelompok tani bahkan dampaknya hingga menyebabkan gagal panen padi dan tentunya akan merugikan dari sisi ekonomis. Hal tersebut menjadi permasalahan yang cukup serius dalam produktivitas pertanian padi. Adanya hama berupa tikus dan burung di area persawahan menjadi hal yang ditakuti oleh para petani menjelang hari panen tiba. Hama – hama tersebut cenderung lebih suka menyerang di saat musim panen padi tiba. Adanya studi kasus yang dikemas dalam survei juga bertujuan untuk mengetahui kondisi lahan serta titik pemasangan alat. Survei yang dilakukan dapat menunjang keberhasilan program pengabdian masyarakat dengan Kelompok Tani “Hidup Bersama di Dusun Dingin, Kec. Ngronggot, Kabupaten Nganjuk.

3.2 | Perancangan Desain Alat Pengusir Hama

Desain dari alat pembasmi hama pertanian otomatis berbasis *Solar Cell* ini harus memperhatikan luasan dari lahan tempat pemasangan alat agar alat yang dibuat nantinya dapat berfungsi dengan efisien dan sesuai dengan harapan. Alat ini didesain untuk mengeluarkan suara bising yang akan mengusir hama pertanian serta dapat dikendalikan dengan mudah oleh petani. Desain mekanik alat pengusir hama terdiri atas kerangka utama alat sebagai penopang utama alat, panel box yang berisikan mikrokontroler, baterai, modul ultrasonik serta sistem kelistrikan lainnya, dilengkapi dengan bel yang mampu berbunyi sangat keras sehingga mampu menakuti hama yang mendekati sawah selain menggunakan bel sebagai suara berisik digunakan juga modul ultrasonik yang dapat mengganggu pendengaran hama terutama tikus sehingga dapat mencegah tikus memasuki area sawah.

3.3 | Penentuan Komponen Alat Pengusir Hama

Perancangan desain alat yang telah dilakukan sebelumnya memudahkan persiapan komponen alat pengusir hama sebelum dilakukan perakitan alat. Bel listrik sebagai noise generator dan ultrasonik generator menjadi 2 komponen utama yang digunakan dalam alat pengusir hama ini. Adapun komponen yang digunakan pada alat pengusir hama otomatis antara lain, panel surya, baterai, *solar charge controller*, sensor kelembababan, inverter, dan modul ultrasonik. Alat pengusir hama tersebut nantinya juga akan dipasang sensor arus dan tegangan untuk memantau kondisi alat dan baterai. Sensor lokasi untuk mengetahui lokasi terkini dari alat sebagai bentuk antisipasi adanya pencurian atau dipindahkan oleh oknum yang tidak bertanggung jawab. Selain memilih komponen yang efisien dan handal, pemilihan komponen juga akan memperhatikan faktor harga dan ketersediaan dari berbagai supplier, agar proses pengadaan dan instalasi dapat berjalan dengan baik dan sesuai anggaran. Sebelum memulai proses instalasi, komponen akan diuji secara fungsional. Setelah semua komponen dipilih dan disiapkan, komponen akan dipersiapkan untuk dirakit.

3.4 | Perakitan dan Pemasangan Alat Pengusir Hama

Pelaksanaan perakitan dan pemasangan alat pengusir hama otomatis merupakan proses yang memerlukan perencanaan dan integrasi yang cermat. Setelah melakukan desain konsep, dilakukan perakitan dan pemasangan alat pengusir hama pertanian otomatis. Perakitan dan pemasangan dilakukan sebaik mungkin agar alat yang dibuat memiliki kesesuaian fungsi sesuai dengan apa yang direncanakan di awal. Langkah awal mencakup identifikasi lokasi yang optimal untuk pemasangan panel surya, mempertimbangkan paparan sinar matahari yang memadai. Setelah itu, dilakukan pengadaan komponen utama seperti panel surya, baterai, kontroler pengisian baterai, sensor serta modul ultrasonik. Proses perakitan sistem solar melibatkan pengaturan panel surya dengan spesifikasi yang tepat, penyambungan yang akurat ke controller pengisian baterai, dan koneksi ke baterai untuk mengoptimalkan transfer energi. Proses pemasangan sistem PLTS pada alat pengusir hama otomatis akan dilakukan dengan hati-hati dan sesuai standar keselamatan, dengan memperhatikan faktor lingkungan dan keamanan sekitar lokasi instalasi. Pada proses perakitan dan pemasangan ini, alat juga dilakukan setting alat agar dapat bekerja sebagaimana mestinya.

3.5 | Uji Coba Alat Pengusir Hama

Setelah pemasangan alat pengusir hama otomatis, dilakukan uji coba menyeluruh terhadap seluruh peralatan, termasuk alat pengusir hama itu sendiri, panel surya, baterai, dan sistem pendukung lainnya. Uji coba ini bertujuan untuk memverifikasi kinerja

optimal seluruh komponen dan memastikan ketersediaan daya listrik yang cukup untuk memenuhi kebutuhan operasional alat di Desa Ngronggot. Selama periode uji coba, tim akan secara cermat memantau kinerja sistem PLTS. Setiap kendala atau masalah yang timbul pada alat pengusir hama atau peralatan sistem PLTS akan segera ditangani dan diperbaiki untuk memastikan sistem beroperasi dengan baik. Di sisi lain, alat pengusir hama pertanian otomatis yang telah dirakit dan dipasang perlu dilakukan uji coba peralatan dalam kondisi-kondisi tertentu untuk mengetahui keandalan dan kondisi alat. Jika ada kesalahan, maka perlu evaluasi ulang dan diperbaiki mengenai perakitan dan setting alat. Kemudian, dari pengujian pada beberapa kondisi tersebut akan dilakukan beberapa penyesuaian berdasarkan hasil analisa tersebut agar alat dapat bekerja dengan baik di setiap kondisi yang ada di lokasi pemasangan.

3.6 | Sosialisasi dan Penyerahan Alat Pengusir Hama

Sosialisasi dilakukan kepada kelompok tani yang ada di Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk. Kegiatan ini dilaksanakan untuk memperkenalkan pada petani mengenai alat ini beserta cara penggunaan juga cara pemeliharaan yang didukung dengan disediakan brosur yang berisi cara penggunaan dan perawatan alat. Pada kegiatan ini juga akan dilakukan demonstrasi alat agar para petani dapat mengetahui cara penggunaan dari alat ini sehingga kedepannya dapat mengoperasikannya secara mandiri. Dengan adanya sosialisasi ini diharapkan para penduduk setempat dapat semakin paham terhadap fungsi alat yang dibuat, sehingga dapat dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya. Pada kesempatan tersebut dijelaskan secara rinci bagaimana gelombang ultrasonik yang dihasilkan oleh alat ini dapat mengusir berbagai jenis hama tanaman tanpa merusak lingkungan. Setelah sesi penjelasan, para peserta diajak untuk melihat secara langsung demonstrasi alat pengusir hama otomatis. Puncak acara sosialisasi adalah serah terima alat pengusir hama otomatis kepada Kelompok Tani “Hidup Bersama” di Dusun Dingin, Kec. Ngronggot, Kab Nganjuk. Dengan adanya alat ini, diharapkan para petani dapat mengelola dan memanfaatkannya secara optimal untuk kepentingan masyarakat Desa Ngronggot. Melalui sosialisasi ini, diharapkan para petani di Desa Ngronggot dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mereka dalam mengelola pertanian. Dengan penggunaan alat pengusir hama otomatis yang tepat, diharapkan hasil panen para petani dapat meningkat dan kesejahteraan mereka semakin membaik.

3.7 | Monitoring dan Evaluasi

Monitoring dan Evaluasi dilaksanakan dengan membandingkan kondisi produksi antara sebelum dan sesudah penerapan alat pengusir hama pertanian otomatis berbasis *Solar Cell*. Kegiatan ini dilaksanakan dengan melakukan survei kepada kelompok tani terkait kinerja alat, dan juga permasalahan terkait alat tersebut. Monitoring dan evaluasi dilakukan dengan cara membandingkan kondisi pra kegiatan dan pasca kegiatan sekitar 3 bulan hingga masa panen padi untuk melihat keandalan dan kebermanfaatan alat pengusir hama pertanian otomatis terhadap hasil panen para petani padi. Upaya tersebut dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh adanya alat pengusir hama otomatis yang telah dimanfaatkan oleh para petani Dusun Dingin, Kec. Ngronggot, Kabupaten Nganjuk

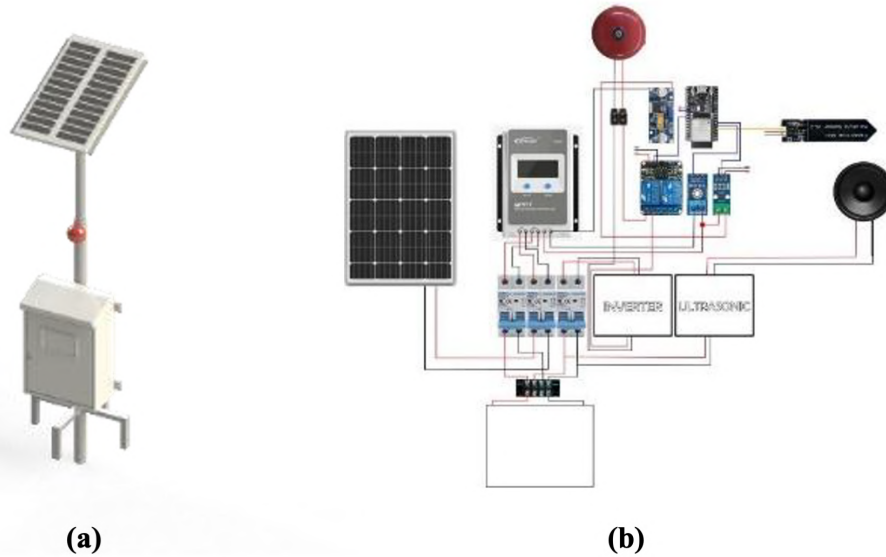
4 | HASIL DAN DISKUSI

4.1 | Desain Alat Pengusir Hama

Komponen utama sistem PLTS terdiri dari panel surya, *solar charge controller*, inverter dan baterai. Dengan beban berupa modul ultrasonic, sensor kelembaban dan bel. Bel dan modul ultrasonik merupakan beban utama alat ini dengan konsumsi daya berkisar 7 W ditambah dengan kebutuhan listrik untuk komponen mikrocontroller sebesar 5 W, sehingga diperkirakan total daya listrik yang perlu disediakan adalah sekitar 12 W. Berdasarkan hal tersebut, alat pengusir hama ini akan menggunakan panel surya dengan rating 50 Wp sebanyak 1 unit. Desain sistem PLTS ini mampu menyuplai alat pengusir hama kurang lebih selama 24 jam operasi. Desain dari alat pengusir hama ini dibagi ke dalam 2 jenis yaitu desain elektrik dan desain mekanik. Penentuan desain elektrik didasarkan pada sistem PLTS yang mengacu pada kebutuhan beban dari alat. Komponen elektrik tersebut nantinya akan berada dalam suatu panel box yang berada pada bagian bawah alat seperti pada gambar 5a. Kemudian, komponen elektrik dalam panel box dirakit sehingga dapat bekerja sesuai dengan skema kerja alat yang telah dibuat seperti pada gambar 5b.

Kemudian, penentuan desain mekanik dari alat pengusir hama disesuaikan dengan kondisi lapangan serta permintaan dari mitra agar alat dibuat portable agar lebih fleksibel. Oleh karena itu agar alat dapat berdiri dengan kuat tanpa disertai pondasi yang permanen maka diperlukan suatu besi yang akan menopang dan mencengkram tanah dari empat sisi seperti pada Gambar 5a. Selain itu, alat pengusir hama nantinya akan dapat dikontrol jarak jauh melalui suatu aplikasi berbasis IoT sehingga memudahkan petani

dalam mengoperasikan alat tersebut. Adapun tampilan aplikasi yang digunakan untuk pengoperasian alat tersebut dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 5 (a) Desain Alat Pengusir Hama; (b) Skema Kerja Alat Pengusir Hama



Gambar 6 Tampilan Aplikasi Alat Pengusir Hama

4.2 | Uji Coba Alat Pengusir Hama

Setelah proses perakitan alat pengusir hama otomatis selesai, langkah berikutnya adalah melakukan uji coba untuk mengevaluasi kinerja alat. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat berfungsi sesuai dengan harapan dan spesifikasi yang telah ditentukan. Pengujian akan melibatkan pemantauan menyeluruh terhadap efektivitas alat dalam berbagai kondisi lingkungan di lokasi pemasangan, termasuk variabilitas cuaca dan perubahan intensitas cahaya. Selama uji coba, data kinerja akan dikumpulkan dan dianalisis secara rinci untuk mengidentifikasi area yang memerlukan penyempurnaan. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dilakukan penyesuaian pada komponen atau pengaturan sistem untuk mengoptimalkan performa alat. Tujuannya adalah agar alat pengusir hama otomatis dapat bekerja dengan konsisten dan efektif di berbagai situasi dan kondisi lingkungan di lokasi pemasangan. Dengan demikian, alat ini tidak hanya dapat diandalkan dalam jangka panjang tetapi juga dapat memberikan perlindungan maksimal terhadap gangguan hama. Setelah dilakukan uji coba alat pengusir hama dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem noise generator berupa bel listrik dapat bekerja maksimal dalam radius 7 meter.
2. Sistem *Ultrasonic Wave Generator* dapat bekerja maksimal dalam radius 5 meter.
3. Jangkauan radius sinyal mi-fi maksimal sebesar 10-15 m sehingga jarak pemasangan antar alat tidak boleh melebihi radiusmaksimal tersebut.
4. Sensor arus, tegangan, kelembaban, dan Lokasi dapat bekerja dengan akurat dan sesuai antara data yang tertera pada LCDpanel box dengan aplikasi pengusir hama.
5. Delay pada aplikasi pengusir hama dalam mengatur penyalaan dan mode alat berkisar di 3 detik.



Gambar 7 Pengujian Alat Pengusir Hama

4.3 | Commissioning Alat pada Area Persawahan

Setelah perakitan alat selesai dilakukan, perlu dilakukan *Commissioning* alat dilapangan untuk memastikan bahwa alat ini dapat bekerja sesuai yang diharapkan. *Commissioning* alat pengusir hama otomatis dimulai dengan memeriksa lokasi persawahan yang dipilih, memastikan area tersebut memenuhi syarat seperti akses sinar matahari yang memadai untuk panel surya, minimnya gangguan, dan posisi strategis untuk efektivitas pengusiran hama. Pada proses ini akan dilakukan uji coba secara total di area persawahan dari sistem baik dari elektrik, mekanik hingga IoT. Tim teknis akan memastikan bahwa semua komponen

utama, seperti panel surya, baterai, kontroler pengisian, sensor, dan modul ultrasonik, terpasang sesuai standar. Setelah itu, dilakukan pengujian awal dengan mengaktifkan sistem untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik. Pengujian ini mencakup pemantauan kinerja alat selama beberapa siklus operasional, serta kalibrasi yang diperlukan untuk menyesuaikan sensitivitas sensor dan frekuensi ultrasonik agar efektif mengusir hama tanpa merusak tanaman.

Pelaksanaan perakitan dan pemasangan alat pengusir hama otomatis memerlukan perencanaan yang matang serta integrasi komponen yang presisi. Tahap awal dimulai dengan identifikasi lokasi terbaik untuk pemasangan panel surya, memastikan bahwa area tersebut mendapatkan paparan sinar matahari yang optimal sepanjang hari. Berdasarkan survey yang telah dilakukan sebelumnya diketahui bahwa Lokasi pemasangan bebas dari shading sepanjang hari karena berada pada aera terbuka. Kemudian luas area persawahan yang menjadi Lokasi kegiatan pengabdian masyarakat ini bervariasi dari 350 m² hingga 2800 m². Setelah lokasi ditentukan, langkah berikutnya adalah pengadaan komponen utama, seperti panel surya, baterai, *solar charge controller*, sensor, modul ultrasonic, sistem IoT hingga bel listrik. Dalam proses perakitan ini, pemasangan kabel perlu dilakukan dengan teliti dan penuh hati – hati agar tidak terjadi hubung singkat pada sistem. Selain itu, untuk mengantisipasi adanya gangguan hubung singkat maupun sambaran petir maka dalam sistem pengusir hama ini dipasang MCB dan *surge protection device* untuk melindungi komponen yang terhubung dengan rangka yang tertancap ke tanah.



Gambar 8 Commissioning Alat di Area Persawahan

4.4 | Sosialisasi dan Serah Terima Alat Pengusir Hama pada Mitra

Sosialisasi alat pengusir hama otomatis dilaksanakan pada Minggu, 4 Agustus 2024 kepada kelompok tani “Hidup Bersama” di Dusun Dingin, Kecamatan Nggrogot, Kabupaten Nganjuk. Kegiatan ini bertujuan untuk memperkenalkan fungsi, cara penggunaan, dan metode pemeliharaan alat secara lengkap kepada para petani. Untuk mendukung pemahaman yang lebih baik, disediakan pula buku panduan yang berisi informasi detail dan langkah-langkah operasional yang mudah dipahami. Selain pemberian materi secara teoritis, dilakukan juga demonstrasi langsung penggunaan alat di lapangan seperti pada Gambar 9. Melalui demonstrasi ini, petani dapat melihat secara nyata bagaimana alat bekerja dan mempraktikkan cara pengoperasiannya. Salah satu kelompok tani tersebut juga diberi kesempatan untuk mengoperasikan alat tersebut secara langsung. Pada akhir acara dilakukan serah terima alat secara simbolik oleh kepala laboratorium Bapak Dr. I Gusti Ngurah Satriadi, S.T., M.T. selaku ketua pengabdian masyarakat (sebelah kiri) dan Bapak M. Kholid selaku kepala desa (sebelah kanan). Tanggapan mitra saat sosialisasi dan serah terima alat ini cukup baik sehingga proses tanya jawab berlangsung secara efektif. Adanya alat yang dipasang setelah serah terima alat ini dapat meningkatkan produktivitas panen padi daerah setempat hingga 100 kg – 200 kg Jumlah tersebut

cukup banyak dan dapat membantu petani setempat dalam memaksimalkan hasil panennya. Namun, jumlah tersebut masih jauh apabila dibandingkan dengan hasil panen petani setempat yang bisa mencapai 10 ton tiap kali panen. Hal tersebut dikarenakan jumlah alat yang terbatas dan juga area persawahan yang sangat luas sehingga tidak terlalu efisien. Kedepannya,



Gambar 9 Sosialisasi dan Serah Terima Alat

5 | KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 | Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah:

1. Pembasmian hama menjadi hal mutlak yang harus dilakukan oleh para petani di Desa Ngendut untuk memaksimalkan hasil pertaniannya.
2. Pemanfaatan gelombang ultrasonik, suara bising, dan energi surya, alat ini mampu mengusir hama secara otomatis tanpa menambah beban biaya bagi petani.
3. Perancangan alat pembasmi hama portable yang terdiri atas *Ultrasonic Wave Generator* dan bel listrik dilakukan berdasarkan kondisi lokasi pemasangan beserta jenis hama yang ada pada daerah persawahan tersebut.

5.2 | Saran

Adapun saran atas pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini yaitu:

1. Kegiatan pengabdian masyarakat harus dilakukan secara berkelanjutan agar manfaat dari alat pembasmi hama dapat dirasakan karena jumlah alat dan luas area persawahan tidak sebanding.
2. Pada saat sosialisasi lebih diperbanyak visualisasi, cara penggunaan hingga hal – hal praktis mengenai alat sehingga lebih menarik perhatian dan tidak membuat bosan warga sekitar.
3. Warga yang mencoba menggunakan alat secara langsung diharapkan dapat berbagi ilmu dengan warga yang lain karena hanya ada beberapa orang yang mencoba alat pengusir hama secara langsung saat sosialisasi alat.

6 | UCAPAN TERIMA KASIH

Laboratorium Tegangan Tinggi Teknik Elektro ITS mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat ITS yang telah mendukung terselenggaranya kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Tidak lupa kami juga mengucapkan terima kasih kepada Kelompok Tani “Hidup Bersama” yang telah bersedia menjadi mitra dan berkolaborasi dengan kami dalam menyelenggarakan kegiatan pengabdian masyarakat ini. Selain itu, kami juga mengucapkan terima kasih kepada Warga Desa Ngendut atas antusiasme dan ketersediaannya dalam menyambut kami.

Referensi

1. Alhan M, Finayani Y, Haryawan A, Hanafi MH. Pengusir Hama Tikus Sawah Berbasis Gelombang Ultrasonik. *Politeknosains* 2021;20(1).
2. Sani A, Razali M, Putriani C. Analisis Pengaruh Bentuk Gelombang Ultrasonik Terhadap Efektivitas Alat Pengusir Tikus. In: *Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK)*, vol. 6; 2023. p. 99–106.
3. Suryana D. Pengaruh temperatur/suhu terhadap tegangan yang dihasilkan panel surya jenis monokristalin (studi kasus: Baristand Industri Surabaya). *Jurnal teknologi proses dan inovasi industri* 2016;1(2).
4. Hamid S, Jamaaluddin J, Saputra DHR, Wisaksono A. Analysis of DC MCB Usage Characteristics for AC and DC Load Usage. *Procedia of Engineering and Life Science* 2022;2(2).
5. Santoso L, Imron AMN, Kaloko BS. Perancangan Inverter Satu Fasa Berbasis Arduino Menggunakan Metode SPWM. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika* 2023;22(1):85–96.
6. Kaware D, Tumbelaka HH, Santoso M. Analisa Efisiensi Penggunaan MPPT Pada Solar Cell. *SinarFe7* 2018;1(1):276–280.
7. Prasetyo Y. Otomatisasi Sistem Pengisian Baterai Pada Sistem Tenaga Surya. *Jurnal Geuthèè: Penelitian Multidisiplin* 2021;4(3):153–159.
8. Purnomo B, Pratama I. Edukasi Masyarakat Terhadap Proteksi Bahaya Sistem Kelistrikan Pada Rumah. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sains dan Teknologi* 2023;2(3):205–211.
9. Jumasa HM, Saputro WT. Prototipe Penyiram Tanaman Dan Pengukur Kelembaban Tanah Berbasis Arduino Uno. *INTEK: Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi* 2019;2(2):47–54.
10. Siregar FA. Pengaruh Penggunaan Pestisida Nabati Dalam Pengendalian Hama Dan Penyakit Tanaman 2023;p. 1–11.
11. Nofrialdi R, Saputra EB, Saputra F, Rinanda Y. Pengaruh Internet of Things: Analisis Efektivitas Kerja, Perilaku Individu dan Supply Chain. *Jurnal Manajemen Dan Pemasaran Digital* 2023;1(1):1–13.

Cara mengutip artikel ini: Hernanda, I. G. N. S., Negara, I. M. Y., Asfani, D. A., Fahmi, D. Suryani, T. Kuswidiastuti, D. (2025), Pemanfaatan *Ultrasonic Wave Generator* Berbasis *Solar Cell* serta Monitoring Kelembaban Tanah untuk Membasmi Hama Pertanian Guna Meningkatkan Kualitas Hasil Panen Kelompok Tani Desa Ngronggot, *Sewagati*, 9(1):32–46, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v9i1.2206>.