



PERANCANGAN ALAT PENGUSIR HAMA PADA TANAMAN PADI MENGGUNAKAN ARDUINO NANO

Disusun dan Dajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik dari Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi

SKRIPSI

OLEH

NAMA : RAJA SALIM HARAHAP

NPM : 1824210125

PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO

PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

MEDAN

2020

LEMBAR PENGESAHAN

**PERANCANGAN ALAT PENGUSIR HAMA PADA TANAMAN
PADI MENGGUNAKAN ARDUINO NANO**

Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik dari Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi

SKRIPSI

OLEH

NAMA : RAJA SALIM HARAHAP

NPM : 1824210125

POGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO

PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK

Diketahui dan Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I


Herdianto, S.Kom., M.T

Dosen Pembimbing II


Muhammad Rizki Syahputra, S.T.,M.T

Diketahui dan Disahkan oleh:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



Hamdani, S.T.,M.T

Ketua Program Studi


Siti Anisah, S.T.,M.T

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Medan, 01 Oktober 2020



RAJA SALIM HARAHAP

1824210125

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai aktivitas akademik Universitas Pembangunan Panca Budi, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Raja salim Harahap
NPM : 1824210125
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Panca Budi **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Nonexclusive Royalty-free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

PERANCANGAN ALAT PENGUSIR HAMA PADA TANAMAN PADI MENGGUNAKAN ARDUINO NANO

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pembangunan Panca Budi berhak menyimpan, mengalih-media/ alih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 01 Oktober 2020



RAJA SALIM HARAHAP

1824210125

PERANCANGAN ALAT PENGUSIR HAMA PADA TANAMAN PADI MENGGUNAKAN ARDUINO NANO

Raja salim Harahap*

Herdianto**

Muhammad Rizky syahputra**

Universitas pembangunan Panca Budi

ABSTRAK

Makin pesatnya pertumbuhan manusia akan kebutuhan pangan akan tetapi perluasan lahan untuk bertani yang semakin berkurang dan para petani sudah tidak mampu lagi membeli kebutuhan perlengkapan bercocok tanam seperti pupuk dan pestisida pengendalian hama pengganggu tanaman maka, teknik pengolahan tanaman yang efisien sangat diperlukan, dalam hal ini tanaman padi. Untuk meningkatkan hasil panen maka pengendalian hama pada tanaman padi juga sangat penting diperhatikan. Hama merupakan musuh para petani padi terkhusus hama wereng yang menyerang tanaman padi usia muda dan hama walang sangit yang menyerang tanaman padi pada saat padi telah mulai tumbuh bulir-bulir padi muda., hingga kini para petani masih mengandalkan penggunaan pestisida kimia yang relatif mahal, dan kebutuhan ekonomi petani yang semakin meningkat pula maka petani juga mencari cepat dan murah tanpa memperhatikan dampak kesehatan pada manusia yang mengkonsumsi padi tersebut. Diantaranya para petani menggunakan cairan pengusir nyamuk yang sudah jelas tidak untuk peruntukannya. Selain itu, penggunaan pestisida sudah terbukti mencemari lingkungan, terutama jika diaplikasikan secara tidak terkendali. Dengan cara yang tidak ramah lingkungan tadi ditemukan cara lain dengan membuat lingkungan tanaman padi yang tidak nyaman diharapkan hama wereng dan walang sangit disini akan menghindari dari tanaman padi tersebut. Dengan memberikan suara ultrasonik sebesar kebutuhan diharapkan hama wereng tersebut merasa terganggu, dan menghindari dari tanaman padi tersebut. Untuk membangkitkan gelombang ultrasonik yang sesuai kebutuhan maka digunakan tweeter ultrasonik dan sensor jarak HC-SR04 yang dikendalikan oleh Arduino Nano.

Kata kunci: *Hama Wereng dan Hama Walang Sangit, Tweeter Ultrasonik, Sensor jarak HC-SR04, Arduino Nano, Motor Stepper.*

*Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro : harahapsalimraja@gmail.com

**Dosen Program Studi Teknik Elektro

DESIGN OF PEST REPELLENT TOOL FOR RICE PLANTS USING ARDUINO

NANO

Raja salim Harahap*

Herdianto**

Muhammad Rizky syahputra**

Universitas pembangunan Panca Budi

ABSTRACT

The more rapid human growth of food needs but the expansion to farming is decreasing and farmers are no longer able to buy the needs of farming equipment such as fertilizers dan pesticides controlling crop pests then, efficient crop processing techniques are needed, in this case rice plants. To increase crop yields, pest control in rice plants is also very important to consider. Pests are enemies of rice farmers, especially planthopper pests that attack young rice plants and pests of rice plants when rice has begun to grow young rice grains. Until now, farmers still rely on the use of chemical pesticides which are relatively expensive, and the increasing economic needs of farmers, farmers are also looking for fast and cheap without regard on humans who consume rice. Among them farmers use mosquito repellent fluids that are clearly not for their use. In addition, the use of pesticides has been proven to pollute the environment, especially if applied uncontrollably. In a way that was found another way by making the environment of rice plants that are not comfortable expected planthopper pests and stinking bugs here will avoid the rice plants. was found another way by making the environment of rice plants that are not comfortable expected planthoppers here will avoid the rice plants. By giving an ultrasonic sound as much as needed it is expected that the planthopper feel disturbed, and avoid the rice plant. To generate ultrasonic waves as needed, ultrasonic tweeters and HC-SR04 proximity sensors are controlled by arduino nano.

Keywords : Wereng Pests and Walang Sangit Pests, Ultrasonic Tweeter, HC-SR04 proximity sensor, Arduino Nano, stepper motor.

*Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro : harahapsalimraja@gmail.com

**Dosen Program Studi Teknik Elektro

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I_PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metode Pembahasan	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB 2_LANDASAN TEORI.....	6

2.1 Sifat – Sifat Hama.....	6
2.1.1 Karakteristik Hama Wereng	7
2.1.2 Karakteristik Hama Jangkrik.....	9
2.2 Gelombang Ultrasonik	11
2.2.1 Perambatan gelombang ultrasonik	12
2.3 Sensor HC-SR04.....	13
2.3.1 Konfigurasi Pin Sensor HC-SR04.....	17
2.3.2 Prinsip kerja Sensor HC-SR04	18
2.4 Arduino Nano.....	20
2.4.1 Konfigurasi pin Arduino Nano	22
2.4.2 Spesifikasi Arduino Nano	25
2.4.3 Sumber Daya Arduino Nano.....	25
2.4.4 Kelebihan dan Kekurangan Arduino Nano	26
2.5 Software Arduino Nano	27
2.5.1 Menginstall Software Arduino	28
2.5.2 Persetujuan Instalasi Software IDE Arduino	29
2.5.3 Pilihan Opsi Instalasi.....	30
2.5.4 Proses Extract dan Intalasi di mulai	30
2.5.5 Install USB Driver.....	31

2.5.6 Proses Instalasi Selesai.....	32
2.6 Tranducer Ultrasonik	32
2.7 <i>Oscilloscope</i> mini DSO138.....	35
2.7.1 Spesifikasi DSO138.....	36
2.7.2 Bagian-bagian DSO138	37
2.7.3 Deskripsi Fungsi Bagian DSO138:.....	37
2.7.4 Kalibrasi probe DSO138.....	38
2.8 Ultrasonik generator.....	41
2.8.1 Komponen-komponen ultrasonik generator	41
BAB 3_METODE PERANCANGAN.....	45
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	45
3.2 Metode Perancangan.....	45
3.2.1 Perancangan Perangkat Keras.....	45
3.2.2 Perancangan perangkat lunak	53
BAB 4_PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM.....	55
4.1 Pengujian nilai Frekuensi yang dihasilkan	55
4.2 Pengujian Frekuensi yang Sesuai terhadap Hama Jangkrik.	56
4.2.1 Pengujian Frekuensi Yang Dihasilkan Sensor HC-SR04 dan Tweeter Ultrasonik di dalam ruangan.....	56

4.2.2 Pengujian Frekuensi Yang Dihasilkan Sensor HC-SR04 dan Tweeter Ultrasonik di luar ruangan.....	58
4.2.3 Pengujian Pengaruh Frekuensi Yang Dihasilkan Sensor HC-SR04 dan Tweeter Ultrasonik Terhadap Siklus Hidup Jangkrik.....	61
BAB 5_KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN.....	67

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi ini dengan baik. Adapun judul skripsi ini adalah “Perancangan Alat Pengusir Hama Pada Tanaman Padi Menggunakan Arduino Nano”, laporan ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan mata kuliah Tugas Akhir pada Program Studi Teknik Elektro di Universitas Pembangunan Panca Budi.

Selesainya laporan ini tidak lepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan ungkapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. H, Muhammad Isa Indrawan, S.E, M.M selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi.
2. Bapak Hamdani, S.T.,M.T. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
3. Ibu Siti Anisah, S.T.,M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi.
4. Bapak Herdianto, S.Kom., M.T., selaku Dosen Pembimbing I Skripsi.
5. Bapak M Rizky Syahputra, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II Skripsi.
6. Bapak dan Ibu Dosen, teknisi dan tenaga administrasi Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi.
7. Orang tua, keluarga dan teman-teman yang telah memberi semangat.

Akhirnya, dengan segala kerendahan hati saya menyadari masih banyak terdapat kekurangan dalam laporan Skripsi ini sehingga saya mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan Laporan Skripsi ini.

Medan, 01 Oktober 2020

RAJA SALIM HARAHAAP

1824210125

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Makin pesatnya pertumbuhan manusia, maka kebutuhan pangan juga semakin meningkat. Sedangkan lahan pertanian yang semakin berkurang, beralih fungsi menjadi tempat tinggal. Yang membuat petani memerlukan cara yang efektif untuk meningkatkan hasil panen dengan lahan yang semakin berkurang. Pada umumnya makanan pokok masyarakat Indonesia ialah beras. Sehingga perlu perhatian khusus terhadap tanaman padi itu sendiri. Berdasarkan data produksi padi di Indonesia pada tahun 2015 oleh Badan Pusat Statistik ialah 75.397.841 ton (bps, 2015). Dalam meningkatkan hasil produksi tanaman padi digunakanlah varietas bibit unggul, pemupukan yang teratur dan pembasmian hama pada tanaman padi (bbpdi, 2009). Salah satu jenis hama yang menyerang tanaman padi ialah Hama Wereng, Walang Sangit, jangkrik dan lain-lain.

Untuk mengatasi permasalahan ini, telah dilakukan beberapa penelitian diantaranya menggunakan pertisida kimia (bbpdi, 2009), dan Alat Hibrida-LED yang dirancang oleh mahasiswa Universitas Jenderal Soedirman (Unsoed) Purwokerto, Jawa Tengah (Jateng) dari Fakultas Teknik (FT) dan Fakultas Pertanian (Faperta). Mereka adalah Hatika Rahmawan dan Ria Elsani jurusan Agroteknologi Faperta serta Imaludin Sopandi, Aris Budiyanto dan Muhammad Yusuf Fadillah, ketiganya dari jurusan Elektro FT Unsoed dengan menggunakan pengeras suara dan lampu LED untuk mengusir hama tanaman padi. (mongabay, 2018).

Upaya-upaya yang telah dilakukan petani dan peneliti masih memiliki kekurangan seperti mencemari lingkungan dan peneliti dari Universitas Jenderal Soedirman masih perlu penyempurnaan kembali. Maka dari itu penulis merancang suatu alat dengan judul “**PERANCANGAN ALAT PENGUSIR HAMA PADA TANAMAN PADI MENGGUNAKAN ARDUINO NANO**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diuraikan diatas, maka rumusan masalah adalah:

- 1) Bagaimana merancang alat pengusir hama pada tanaman padi menggunakan Arduino Nano?
- 2) Berapakah frekuensi gelombang ultrasonik yang dibutuhkan untuk membuat hama tanaman padi merasa terganggu?
- 3) Bagaimana hasil rancangan alat pengusir hama yang telah dirancang dalam mengusir hama pada tanaman padi?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan pada skripsi ini tidak terlampau luas, maka penulis perlu membatasi beberapa hal antara lain:

- 1) Hama yang digunakan pada pengujian alat ini adalah Jangkrik.
- 2) Perakitan Ultrasonik Generator yang frekuensinya dapat diatur-aturl sebagai pembanding hasil yang dihasilkan dari Sensor HC-SR04.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan skripsi ini adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk mengetahui frekuensi yang efektif yang membuat hama wereng dan hama jangkrik merasa terganggu
- 2) Untuk mengetahui seberapa besar tingkat keberhasilan alat yang telah dirancang.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat-manfaat dari Alat Pengusir Hama pada Tanaman Padi sebagai berikut ini:

- 1) Bagi penulis merupakan aplikasi praktis dalam mengamalkan ilmu yang telah diperoleh di bangku kuliah.
- 2) Bagi mahasiswa penerus sebagai referensi untuk merancang alat pengusir hama pada tanaman padi yang lebih baik lagi.
- 3) Bagi masyarakat sebagai alat pengusir hama pada tanaman padi yang ramah lingkungan.
- 4) Dapat mempermudah kerja para petani menjadi lebih hemat tenaga dan biaya.

1.6 Metode Pembahasan

Dalam menyusun laporan ini penulis melakukan metode seperti berikut:

- 1) Metode pustaka yaitu dengan mengambil dasar teori pendukung dalam pembuatan tulisan skripsi ini.
- 2) Metode pengamatan komponen-komponen pendukung perancangan alat pembasmi hama pada tanaman padi.

- 3) Mengadakan konsultasi kepada dosen pembimbing yang dijadikan sebagai acuan dalam perancangan dan pembuatan alat pembasmi hama pada tanaman padi.
- 4) Mencari data-data atau referensi lain dari internet yang digunakan sebagai pembanding dalam pemilihan komponen yang akan dipakai pada alat pembasmi hama pada tanaman padi.
- 5) Mempelajari karakteristik dari komponen yang digunakan pada alat perancangan pembasmi hama pada tanaman padi.
- 6) Mengadakan wawancara langsung kepada petani terhadap masalah yang banyak terjadi di lahan pertanian.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan, penulis membuat sistematika penulisan sebagai berikut:

- 1) Bab 1 Pendahuluan, bagian ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, metode pembahasan dan sistematika penulisan.
- 2) Bab 2 Landasan teori, bagian ini berisi tentang teori-teori pendukung Perancangan Alat Pembasmi Hama pada Tanaman Padi Menggunakan Arduino Nano.
- 3) Bab 3 Perancangan sistem, bagian ini berisi tentang Perancangan Alat Pembasmi Hama pada Tanaman Padi Menggunakan Arduino Nano.

- 4) Bab 4 Analisa dan Pengujian, bagian ini berisi analisa dampak suara ultrasonik yang dihasilkan terhadap hama wereng.
- 5) Bab 5 Penutup, bagian ini berisi kesimpulan dan saran dari Perancangan Alat Pembasmi Hama pada Tanaman Padi Menggunakan Arduino Nano.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Sifat – Sifat Hama

Salah satu kendala yang masih membayangi keberhasilan peningkatan produksi beras adalah hama Wereng dan jangkrik. Terdapat beberapa jenis hama wereng ,seperti wereng cokelat (*Nilaparvata lugens* Stal), wereng punggung putih (*Sogatella furcefera*), dan wereng hijau (*Nephotettix* spp.) serta hama jangkrik.

Jangkrik merupakan serangga berukuran kecil sampai besar yang berkerabat dekat dengan belalang. Keduanya tergolong dalam bangsa *Orthoptera*. Jangkrik termasuk dalam filum *Arthropoda*, kelas *Insecta*, ordo *Orthoptera*, famili *Gryllidae*, marga *Gryllus* (Borror *et al.*, 1996). Di dunia, jangkrik sudah tercatat sekitar 900 jenis, sedangkan di Indonesia tercatat lebih kurang ada 123 jenis. Jenis jangkrik yang banyak dibudidayakan untuk pakan burung dan ikan adalah jenis *Gryllus testaceus* Walk dan *Gryllus mitratus* Burn (Paimin *et al.*, 1999). Sedangkan menurut Widiyaningrum (2009) terdapat tiga spesies jangkrik yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia, diantaranya adalah jangkrik Tanah Terbuka (*G.mitratus*), Cendawang (*G.testaceus*) dan Kalung (*G. bimaculatus*). Tulisan ini akan memaparkan mengenai morfologi, habitat, pakan, siklus hidup dan pontensi dan nilai ekonomi dari jenis-jenis jangkrik yang potensial untuk dibudidaya di Indonesia. (“Fauna Indonesia,” 2012)

2.1.1 Karakteristik Hama Wereng

Beberapa sifat hama wereng coklat sebagai hama padi sebagai berikut:

1. Wereng coklat merupakan hama r-strategik dengan ciri: (a) serangga kecil yang cepat menemukan habitatnya, (b) berkembang biak dengan cepat dan mampu mempergunakan sumber makanan dengan baik sebelum serangga lain ikut berkompetisi, dan (c) mempunyai sifat menyebar dengan cepat ke habitat baru sebelum habitat lama tidak berguna lagi.
2. Pola perkembangan hama mengikuti jam biologi (*biological clock*) artinya wereng coklat dapat berkembang biak dan merusak tanaman padi disebabkan lingkungan yang cocok baik musim hujan maupun musim kemarau.
3. Wereng coklat mampu melemahkan kerja insektisida yang dianggap ampuh sebelumnya. Penggunaan pestisida menyebabkan resisten dan resurgensi terhadap wereng coklat. Resistensi dimaksudkan sebagai kemampuan wereng coklat menahan dosis insektisida yang tinggi dan berkembang dari spesies yang rentan. Resistensi biasanya spesifik terhadap satu insektisida atau golongan insektisida tertentu. Resurgensi adalah suatu peningkatan populasi wereng coklat pada tanaman yang diberi perlakuan insektisida melebihi populasi hama pada tanaman yang tidak diaplikasi insektisida.
4. Wereng coklat juga merupakan hama latent dan dapat mentransfer virus kerdil hampa.

5. Wereng cokelat adalah serangga yang mempunyai plastisitas genetik tinggi, sehingga akan lebih mudah dan cepat membentuk biotipe baru. Timbulnya biotipe wereng cokelat merupakan tantangan yang tidak akan mudah diatasi.
6. Wereng cokelat dipandang sebagai hama padi utama, karena wereng cokelat merupakan serangga dengan genetik plastisitas yang tinggi sehingga mampu beradaptasi dengan berbagai lingkungan pada waktu yang relatif singkat. Hal ini terbukti dengan timbulnya biotipe/populasi baru yang dapat mengatasi sifat ketahanan tanaman atau hama tersebut menjadi resisten terhadap insektisida. Sifat demikian sering menimbulkan ledakan dan menghebohkan karena menurunkan produksi padi nasional secara drastis.

Biologi hama wereng cokelat diantaranya sebagai berikut:

1. Wereng cokelat berkembang biak secara seksual, masa prapeneluran 3-4 hari untuk brakhiptera (bersayap kecil), dan 3-8 hari untuk makroptera (bersayap panjang).
2. Telur biasanya diletakkan berkelompok dalam pangkal pelepah daun, tetapi kalau populasinya tinggi, telur diletakkan diujung pelepah daun dan tulang daun. Untuk meletakkan telur tersebut hama wereng loncat dari pelepah satu ke yang lainnya pada tanaman padi tersebut.
3. Hama wereng cokelat akan diam apabila merasa terganggu dan akan loncat dan menjauhi apabila dekat dengan pemangsa. (bbpadi, 2009)

2.1.2 Karakteristik Hama Jangkrik

Jangkrik termasuk serangga yang mengalami metamorfosis tidak sempurna karena tidak melewati tahapan larva dan pupa. Jangkrik merupakan serangga ovipar, yaitu serangga dewasa mengeluarkan telur melalui *ovipositor* (Destephano, *et al.*, 1982). Kemudian telur menetas jadi nimfa dan berkembang jadi serangga dewasa. Siklus hidupnya dimulai dari telur kemudian menjadi jangkrik muda (nimfa) dan melewati beberapa kali stadium instar sebelum menjadi jangkrik dewasa (imago) yang ditandai dengan terbentuknya dua sayap (Borror *et al.*, 1992). Hasegawa dan Kubo (1996) menyatakan bahwa waktu yang dibutuhkan nimfa untuk tumbuh dewasa tergantung pada cuaca, spesies dan jenis makanannya. Stadia telur berbentuk bulat panjang berwarna kuning muda bening panjang rata-rata 2,5-3 mm. Bagian atas telur terdapat tonjolan yang disebut *operculum*, yang merupakan tempat keluar nimfa dari dalam telur. Kulit telur jangkrik sangat liat dan kuat, berfungsi melindungi bagian dalamnya. Diletakkan oleh jangkrik betina dengan alat ovipositor di dalam tanah atau pasir dengan kedalaman 2-4 cm dari permukaan tanah. Perkembangan telur selama proses penetasan dapat dibagi dalam tiga tahap, yaitu tahap telur muda, telur remaja dan telur tua. Pada jenis *G. mitratus* telur muda berusia 1-5 hari yang ditunjukkan dari warnanya yang putih kekuningan, telur remaja berusia 6-10 hari dengan warna yang sudah berubah menjadi kuning, dan telur yang berumur lebih dari 11 hari memiliki warna yang sudah menjadi kuning kehitaman, dan siap menetas (Paimin *et al.*, 1999). Setelah 6-11 hari

telur menetas menjadi jangkrik nimfa. Bentuk nimfa sama seperti jangkrik dewasa, hanya berbeda pada ukurannya. Nimfa berukuran lebih kecil dan sayap belum menutup penuh pada abdomen atau masih dalam pertumbuhan. Dalam siklus hidup ini membutuhkan waktu 2-3 bulan tergantung jenisnya. Pada semua jenis, umur jantan lebih pendek dibanding betinanya. Umur dewasa jantan jenis *G. mitratus* hanya 78 hari, sedang betina dewasanya dapat mencapai 105 hari (Paimin *et al.*,1999). Seekor induk jangkrik kalung dapat menghasilkan 1.375 butir telur (Widiyaningrum, 2009), sedangkan penelitian Fitriyani (2005) menghasilkan 3.154-4.128 butir telur/ekor. Produksi telur pada berbagai spesies jangkrik sangat bervariasi karena pengaruh berbagai faktor meliputi faktor genetik dan lingkungan, dengan proporsi 30% faktor genetik dan 70% faktor lingkungan. (“Fauna Indonesia,” 2012)



Gambar 2. 1 *Gryllus mitratus* (Cendawang).

Sumber : (“Fauna Indonesia,” 2012)

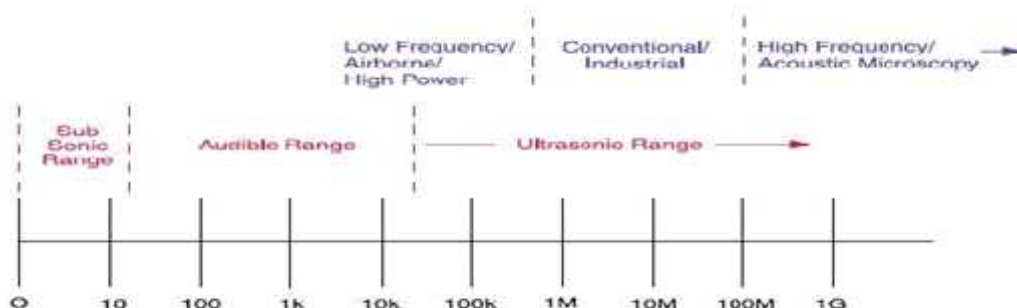
Pada gambar 2.1 merupakan jenis jangkrik yang digunakan penulis sebagai objek uji coba dari penelitian.

2.2 Gelombang Ultrasonik

Gelombang ultrasonic adalah gelombang suara yang memiliki frekuensi di atas batas pendengaran manusia. Batas pendengaran manusia berbeda-beda namun, pada umumnya frekuensi batas pendengaran manusia adalah 20 Hz – 20 kHz. Gelombang ultrasonik memiliki frekuensi 20 kHz bahkan mencapai 1 GHz, jika melebihi 1 GHz maka disebut hypersonic. Dalam buku Cheeke dan David menyebutkan setidaknya ada dua fitur unik yang dimiliki oleh gelombang ultrasonik:

1. Gelombang ultrasonik merambat lebih pelan 100.000 kali daripada gelombang elektromagnetik yang memudahkan untuk memperoleh informasi waktu, variabel delay, dan lain-lainnya pada saat gelombang ultrasonik merambat.
2. Gelombang ultrasonik dapat dimanfaatkan untuk mengetahui bentuk gambar topografi dari bahan yang tidak tembus karena gelombang ultrasonik sensitif dan dapat diandalkan. Artinya gelombang ultrasonic dapat melewati bahan yang tidak bisa dilewati oleh cahaya.(Cheeke, n.d.)

Seperti terlihat pada Gambar 2.1 batas range frekuensi ultrasonik dengan gelombang bunyi lainnya.



Gambar 2. 2 Range Frekuensi Gelombang

Sumber : https://dirgandini.files.wordpress.com/2011/03/spektrum-frekuensi-gelombang-ultrasonik_3.png

Pada Gambar 2.2 terlihat bahwa terdapat tiga buah range frekuensi yaitu range infrasonik, audiosonik, dan ultrasonik. Range infrasonik yaitu bunyi dengan frekuensi di bawah 20 Hz, contohnya adalah suaranya jangkrik dan gelombang gempa. Range audiosonik yaitu bunyi dalam jangkauan frekuensi antara 20- 20.000 Hz, contohnya adalah suara yang dapat didengar manusia. Range ultrasonik yaitu bunyi dengan frekuensi di atas 20.000 Hz, Contohnya adalah suara yang biasa digunakan oleh lumba-lumba dan anjing. (“Perambatan Suara dan Jenis-jenis Gelombang Suara _ dirgandini,” n.d.)

Dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik diharapkan disini hama pada tanaman padi merasa terganggu dan menjauhi area tanaman padi yang dirasa tidak nyaman dan hal ini diuntungkan oleh petani sehingga dapat meningkatkan hasil produksi pada tanaman padi.

2.2.1 Perambatan gelombang ultrasonik

Gelombang ultrasonik yang dihasilkan oleh transduser dapat berupa sinyal pulsa atau sinyal kontinu, tergantung pada tegangan yang diinputkan pada transduser. Karakteristik gelombang ultrasonik yang melalui medium mengakibatkan getaran partikel dengan medium amplitudo sejajar dengan arah rambat secara longitudinal sehingga menyebabkan partikel medium membentuk rapatan (strain) dan tegangan (stress). Proses kontinu yang menyebabkan terjadinya rapatan dan regangan di dalam medium disebabkan oleh getaran partikel secara periodik selama gelombang ultrasonik melaluinya (Resnick dan Halliday, 1992). Gelombang ultrasonik di dalam material dapat merambat dengan tiga macam pola gelombang yang sering digunakan, yaitu

gelombang longitudinal, gelombang transversal, gelombang permukaan atau Rayleigh waves. (Ii & Teori, 1998)

Gelombang longitudinal merupakan gelombang yang paling sering digunakan untuk pengujian ultrasonik. Kelebihan gelombang ini adalah kemampuannya yang dapat merambat di dalam zat cair dan gas, sama baiknya seperti pada material solid. Mekanisme gelombang ini adalah perambatannya sejajar dengan arah gerakan atom yang digetarkan. Gelombang transversal merupakan jenis gelombang yang juga sering digunakan, tetapi tidak seperti gelombang longitudinal, gelombang ini sulit merambat dalam zat cair dan gas, karena karakternya yang kurang elastis dan dibutuhkan gaya yang kuat pada partikel untuk berosilasi. Gelombang ini dapat terjadi apabila gelombang ultrasonik merambat pada arah yang tegak lurus, dengan vibrasi yang bergerak ke atas dan ke bawah, pada arah dan bidang gerakan atom yang digetarkan. (Ii & Teori, 1998)

2.3 Sensor HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).

Sensor ini merupakan sensor ultrasonik siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik. Alat ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm - 4m dengan akurasi 3mm. Alat ini memiliki 4

pin, pin Vcc, Gnd, Trigger, dan Echo. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk ground-nya. Pin Trigger untuk trigger keluarnya sinyal dari sensor dan pin Echo untuk menangkap sinyal pantul dari benda.

Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik nisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa. (li & Teori, n.d.)

Tabel 2. 1 Spesifikasi Sensor HC-SR04

Power Supply	+5V DC
Arus daya	15mA
Sudut efektif	<15°
Pembacaan Jarak	2cm – 400cm
Pengukuran Sudut	30°

Sumber : penulis

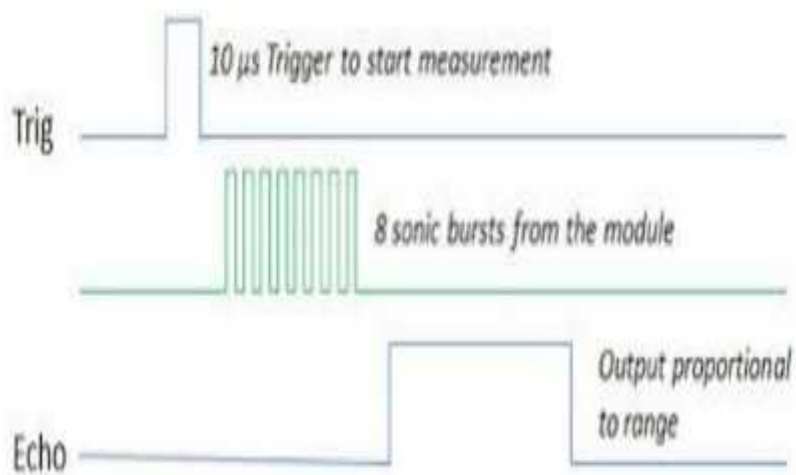
Tabel 2.1 diatas menunjukkan spesifikasi dari sensor HC-SR04 dan menunjukkan berapa besar tegangan dan arus kerja dari sensor HC-SR04 tersebut.



Gambar 2. 3 Tampak Depan Sensor HC-SR04
Sumber : (Ii & Teori, n.d.)

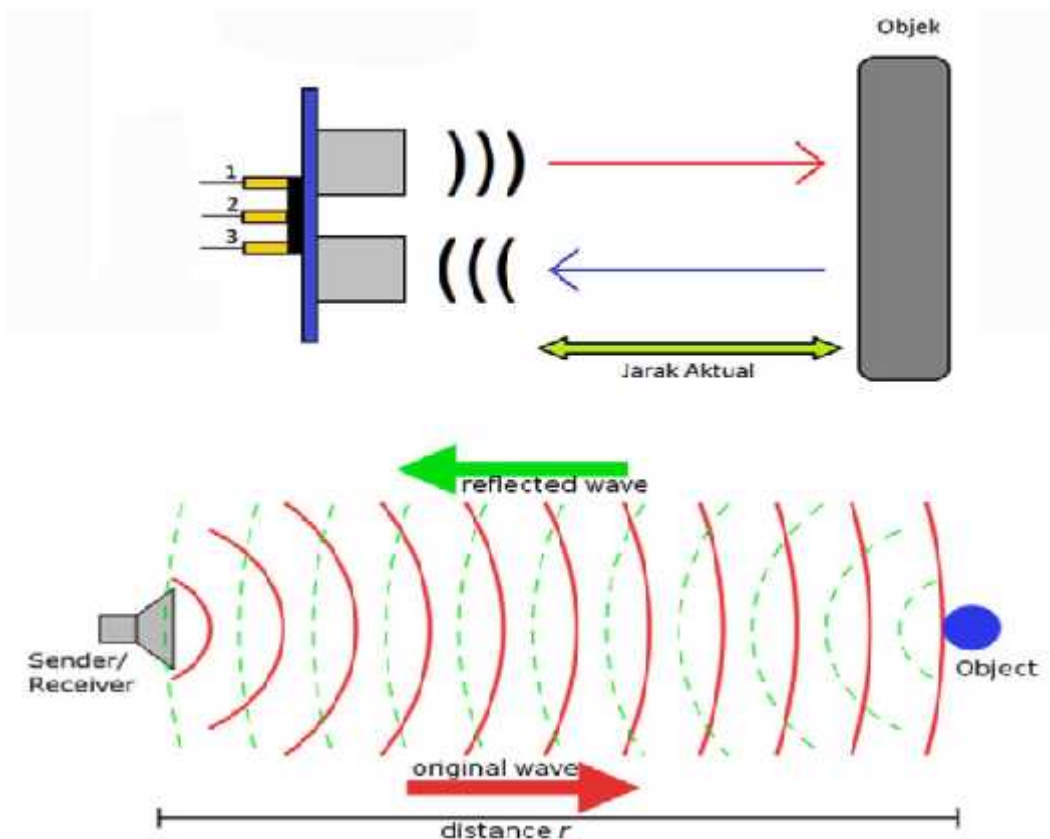
Cara menggunakan alat ini yaitu: ketika kita memberikan tegangan positif pada pin Trigger selama 10 μ S, maka sensor akan mengirimkan 8 step sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40kHz. Selanjutnya, sinyal akan diterima pada pin Echo. Untuk mengukur jarak Universitas Sumatera Utara 16 benda yang memantulkan sinyal tersebut, maka selisih waktu ketika mengirim dan menerima sinyal digunakan untuk menentukan jarak benda tersebut.

Berikut adalah visualisasi dari sinyal yang dikirimkan oleh sensor HC-SR04



Gambar 2. 4 Visualisasi dari Sinyal yang Dikirimkan sensor HC-SR04
Sumber : (Ii & Teori, n.d.)

Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima. (Ii & Teori, n.d.)

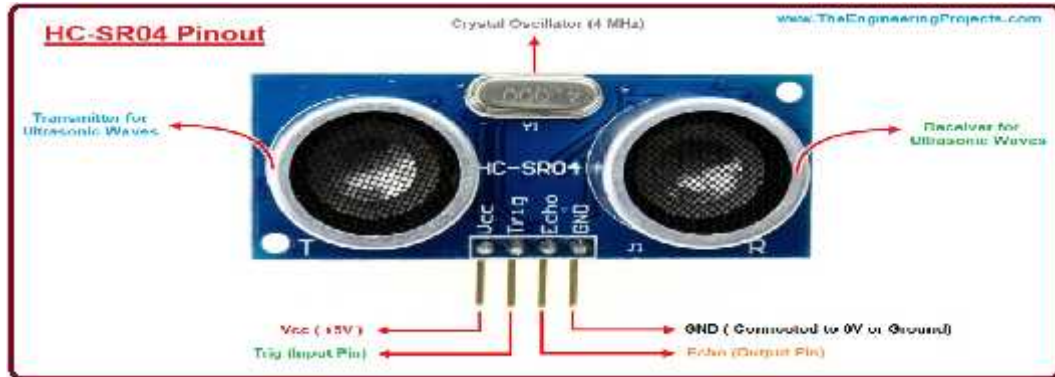


Gambar 2. 5 Visualisasi dari Gelombang Sensor HC-SR04

Sumber : (Ii & Teori, n.d.)

2.3.1 Konfigurasi Pin Sensor HC-SR04

Berikut adalah konfigurasi pin sensor HC-SR04



Gambar 2. 6 Konfigurasi pin sensor HC-SR04

Sumber : (“Introduction to HC-SR04 (Ultrasonic Sensor) - The Engineering Projects,” n.d.)

Tabel 2. 2Konfigurasi Pin Sensor HC-SR04

parameter	Keterangan
VCC	Pin catu daya dari sensor dan beroperasi pada 5VDC
Trig Pin	Untuk menginisialisasikan pengukuran untuk mengirim gelombang ultrasonik. Dan harus dijaga tetap tinggi selama 10 μ sekon untuk memicu pengukuran.
Echo Pin	Pin ini selalu tetap tinggi untuk periode waktu tertentu yang diterima gelombang ultrasonik.
Ground	Dihubungkan ke 0 volt.

Sumber : penulis

Tabel 2.2 menunjukkan konfigurasi pin dari sensor HC-SR04 dan kegunaan dari masing-masing kaki tersebut.

2.3.2 Prinsip kerja Sensor HC-SR04

Secara detail, cara kerja sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

1. Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20 kHz. Untuk mengukur jarak benda (sensor jarak), frekuensi yang umum digunakan adalah 40 kHz.
2. Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 344 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut.
3. Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Jarak benda dihitung berdasarkan rumus :

$$S = \frac{v \times t}{2} \quad (2.1)$$

Keterangan :

s = jarak (meter)

v = kecepatan suara (344 m/s)

t = waktu tempuh gelombang ultrasonik dari transmitter ke receiver (sekon)

contoh perbandingan perhitungan menggunakan rumus 2.1 dan hasil terhadap display LCD 16X2 adalah sebagai berikut:

- Pada jarak 3 cm.

$$3 \text{ cm} = \frac{3 \text{ m/s} \times t}{2} \quad (2.2)$$

$$t = \frac{2 \times 3}{3 \text{ m/s}} \quad (2.3)$$

$$t = \frac{6}{3,0 \text{ m/}\mu\text{s}} \quad (2.4)$$

$$t = 174 \mu\text{s} \quad (2.5)$$

- Pada jarak 10 cm

$$10 \text{ cm} = \frac{3 \text{ m/s} \times t}{2} \quad (2.6)$$

$$t = \frac{2 \times 10}{3 \text{ m/s}} \quad (2.7)$$

$$t = \frac{20}{3,0 \text{ m/}\mu\text{s}} \quad (2.8)$$

$$t = 580 \mu\text{s} \quad (2.9)$$

dari perhitungan rumus 2.1 dapat disimpulkan semakin cepat waktu yang diterima receiver semakin besar jarak yang ditempuh. Sedangkan jarak kemampuan maksimal sensor sensor HC-SR04 disini 4 meter sehingga waktu yang diperlukan:

$$4 \text{ m} = \frac{3 \text{ m/s} \times t}{2} \quad (2.10)$$

$$t = \frac{8 \text{ m}}{3 \text{ m/s}} \quad (2.11)$$

$$t = 0,0232 \text{ s} \quad (2.12)$$

$$t = 2,32 \times 10^{-5} \mu\text{s} \quad (2.13)$$

2.4 Arduino Nano

Arduino dikatakan sebagai sebuah platform dari physical computing yang bersifat open source. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “platform” di sini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory microcontroller. Ada banyak projek dan alat-alat dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan Arduino. Arduino berevolusi menjadi sebuah platform karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi. Salah satu yang membuat Arduino memikat hati banyak orang adalah karena sifatnya yang open source, baik untuk hardware maupun software-nya. Diagram rangkaian elektronik Arduino digratiskan kepada semua orang. Anda bisa bebas mendownload gambarnya, membeli komponen-komponennya, membuat PCB-nya dan merangkainya sendiri tanpa harus membayar kepada para pembuat Arduino. Sama halnya dengan IDE Arduino yang bisa di-download dan diinstal pada komputer secara gratis. Kita patut berterima kasih kepada tim Arduino yang sangat dermawan membagikan kemewahan hasil kerja keras mereka kepada semua orang. Saya pribadi betul-betul kagum dengan desain hardware, bahasa pemrograman dan IDE Arduino yang berkualitas tinggi dan sangat berkelas. (Dan, 2011)

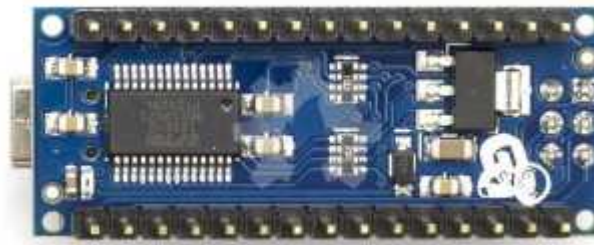
Arduino Nano adalah salah satu papan pengembangan mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan breadboard. Arduino Nano diciptakan dengan basis mikrokontroler ATmega328 (untuk Arduino Nano versi 3.x) atau ATmega 168 (untuk Arduino versi 2.x). Arduino Nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino Duemilanove, tetapi dalam paket yang berbeda. Arduino Nano tidak menyertakan colokan DC berjenis Barrel Jack, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-B. Arduino Nano dirancang dan diproduksi oleh perusahaan Gravitech. (Dan, 2011)



Gambar 2. 7 Bagian Depan Arduino Nano

Sumber : <http://laberja.wordpress.com>

Pada Gambar 2.7 dapat dilihat tampilan depan Mikrokontroler Arduino Nano.



Gambar 2. 8 Bagian Belakang Arduino Nano

Sumber : <http://ly67aberja.wordpress.com>

Pada Gambar 2.8 dapat dilihat tampilan belakang Mikrokontroler Arduino Nano.

2.4.1 Konfigurasi pin Arduino Nano

Konfigurasi pin Arduino Nano. Arduino Nano memiliki 30 Pin. Berikut Konfigurasi pin Arduino Nano.

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya digital.
2. GND merupakan pin ground untuk catu daya digital.
3. AREF merupakan Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan fungsi `analogReference()`.
4. RESET merupakan Jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada shield yang menghalangi papan utama Arduino
5. Serial RX (0) merupakan pin yang berfungsi sebagai penerima TTL data serial.
6. Serial TX (1) merupakan pin yang berfungsi sebagai pengirim TT data serial.
7. External Interrupt (Interupsi Eksternal) merupakan pin yang dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai.
8. Output PWM 8-Bit merupakan pin yang berfungsi untuk `analogWrite()`.
9. SPI merupakan pin yang berfungsi sebagai pendukung komunikasi.
10. LED merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang diset bernilai HIGH, maka LED akan menyala, ketika pin diset bernilai LOW maka LED padam. LED Tersedia secara built-in pada papan Arduino Nano.

11. Input Analog (A0-A7) merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang dapat diukur/diatur dari mulai Ground sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan fungsi `analogReference()`.

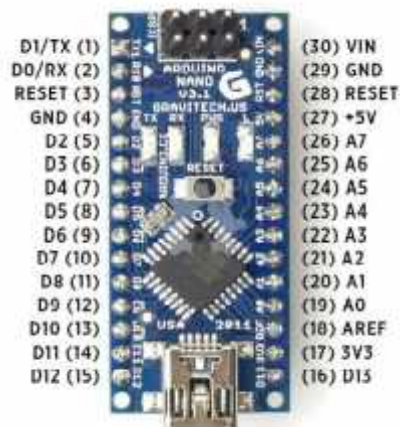
Tabel 2. 3 Konfigurasi Pin arduino Nano

Nomor Pin Arduino Nano	Nama Pin Arduino Nano
1	Digital Pin 1 (TX)
2	Digital Pin 0 (RX)
3 & 28	Reset
4 & 29	GND
5	Digital pin 2
6	Digital pin 3 (PWM)
7	Digital pin 4
8	Digital pin 5 (PWM)
9	Digital pin 6 (PWM)
10	Digital pin 7
11	Digital pin 8
12	Digital pin 9 (PWM)
13	Digital pin 10 (PWM-SS)
14	Digital pin 11 (PWM-MOSI)
15	Digital pin 12 (MISO)

16	Digital pin 13 (SCK)
18	AREF
19	Analog Input 0
20	Analog Input 1
21	Analog Input 2
22	Analog Input 3
23	Analog Input 4
24	Analog Input 5
25	Analog Input 6
26	Analog Input 7
27	VCC
30	Vin

Sumber : penulis

Tabel 2.3 diatas menunjukkan konfigurasi pin dari Arduino Nano.



Gambar 2. 9 Konfigurasi Pin Layout Arduino Nano

Sumber : <http://laberja.wordpress.com>

2.4.2 Spesifikasi Arduino Nano

Berikut ini adalah Spesifikasi yang dimiliki oleh Arduino Nano:

1. Mikrokontroler Atmel ATmega168 atau ATmega328
2. 5 V Tegangan Operasi
3. 7-12V Input Voltage (disarankan)
4. 6-20V Input Voltage (limit)
5. Pin Digital I/O 14 (6 pin digunakan sebagai output PWM)
6. 8 Pin Input Analog
7. 40 mA Arus DC per pin I/O
8. Flash Memory 16KB (ATmega168) atau 32KB (ATmega328) 2KB

digunakan oleh Bootloader

9. 1 Kbyte SRAM (ATmega168) atau 2 Kbyte (ATmega328)
10. 512 Byte EEPROM (ATmega168) atau 1 Kbyte (ATmega328)
11. 16 MHz Clock Speed
12. Ukuran 1.85cm x 4.3cm 2.1.3

2.4.3 Sumber Daya Arduino Nano

Sumber Daya Arduino Nano Arduino Nano dapat diaktifkan melalui koneksi USB Mini-B, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan belum teregulasi antara 6-20 Volt yang dihubungkan melalui pin 30 atau pin VIN, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan teregulasi 5 volt melalui pin 27 atau pin 5V. Sumber daya akan secara otomatis dipilih dari sumber tegangan yang lebih tinggi. Chip FTDI FT232L pada Arduino Nano akan aktif apabila memperoleh daya melalui USB, ketika

Arduino Nano diberikan daya dari luar (Non-USB) maka Chip FTDI tidak aktif dan pin 3.3V pun tidak tersedia (tidak mengeluarkan tegangan), LED TX dan RX pun berkedip apabila pin digital 0 dan 1 berada pada posisi HIGH.

2.4.4 Kelebihan dan Kekurangan Arduino Nano

Kelebihan Arduino Nano:

- 1) **Murah**, dibandingkan platform yang lain.
- 2) **Lintas platform**, software arduino dapat dijalankan pada sistem operasi Windows, Macintosh OSX dan linux, sementara platform lain umumnya terbatas hanya pada pada Windows;
- 3) **Sangat mudah dipelajari dan digunakan**. Processing adalah bahasa pemrograman yang digunakan untuk menulis program di dalam Arduino. Processing adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dialeknnya sangat mirip dengan C++ dan Java, sehingga pengguna yang sudah terbiasa dengan kedua bahasa tersebut tidak akan menemui kesulitan dengan Processing. Bahasa pemrograman Processing sungguh-sungguh sangat memudahkan dan mempercepat pembuatan sebuah program karena bahasa ini sangat mudah dipelajari dan diaplikasikan dibandingkan bahasa pemrograman tingkat rendah seperti Assembler yang umum digunakan pada platform lain namun cukup sulit. Untuk mengenal Processing lebih lanjut, silakan mengunjungi situs web-nya di <http://www.processing.org>.
- 4) **Sistem yang terbuka**, baik dari sisi hardware maupun software-nya.
- 5) **Dapat bekerja optimal** pada semua rentang putaran rpm.

Kelemahan Arduino Nano:

- 1) Komponen-komponenya sangat halus dan sensitif terhadap air dan debu;

2.5 Software Arduino Nano

Sehubungan dengan pembahasan untuk saat ini software Arduino yang akan digunakan adalah driver dan IDE, walaupun masih ada beberapa software lain yang sangat berguna selama pengembangan Arduino.

IDE Arduino adalah software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari:

1. Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa Processing.
2. Compiler, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa Processing) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah microcontroller tidak akan bisa memahami bahasa Processing. Yang bisa dipahami oleh microcontroller adalah kode biner. Itulah sebabnya compiler diperlukan dalam hal ini.
3. Uploader, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory di dalam papan Arduino.

Berikut ini adalah contoh tampilan IDE Arduino 1.8.5 dengan sebuah sketch yang sedang diedit.



Gambar 2. 10 Tampilan Sebuah Sketch Pada IDE Arduino
Sumber : penulis

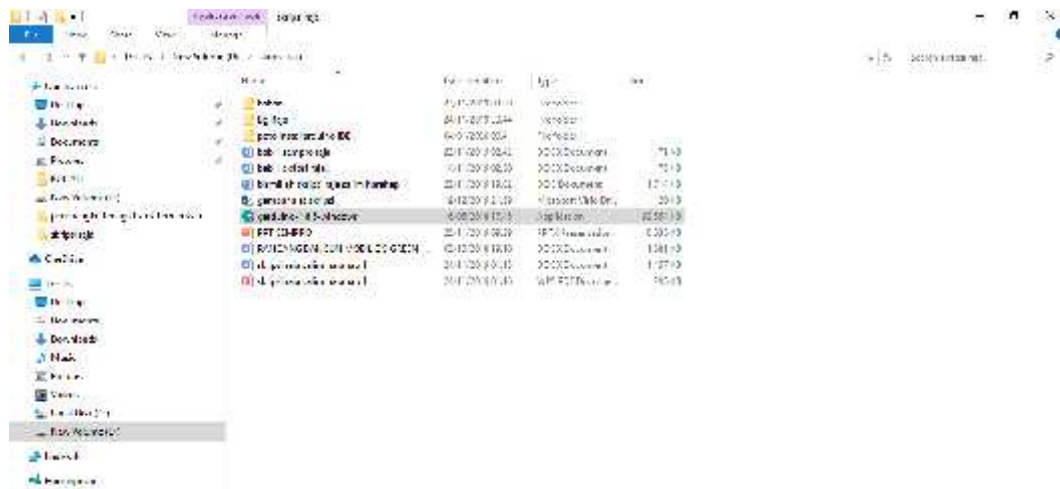
Sketch kosong dari Arduino Nano yang siap untuk diberi coding yang terdiri dari void setup dan void loop. Berikut maksud dari void setup adalah perintah yang hanya sekali diterjemahkan atau dilakukan Arduino sedangkan void loop adalah perintah yang berulang-ulang dilakukan Arduino Nano.

2.5.1 Menginstall Software Arduino

Software IDE Arduino 1.8.5 dapat di download di link:

<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>

Atau dapat di pindahkan file melalui flashdisk dengan cara sebagai berikut :

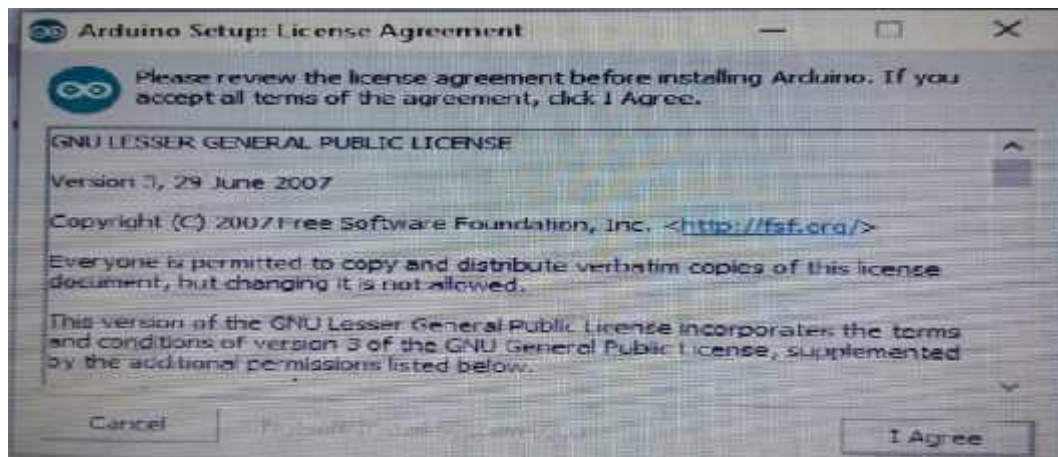


**Gambar 2. 11 Tampilan Driver Arduino yang Telah Dipindahkan
Sumber : penulis**

Pada gambar 2.11 ini penulis menyimpan file driver dari IDE Arduino di folder D dari laptop penulis. Selanjutnya *double klik* file aplikasi IDE Arduino tersebut.

2.5.2 Persetujuan Instalasi Software IDE Arduino

License Agreement atau Persetujuan Instalasi, klik tombol *I Agree* untuk memulai install software dapat dilihat pada gambar 2.12.

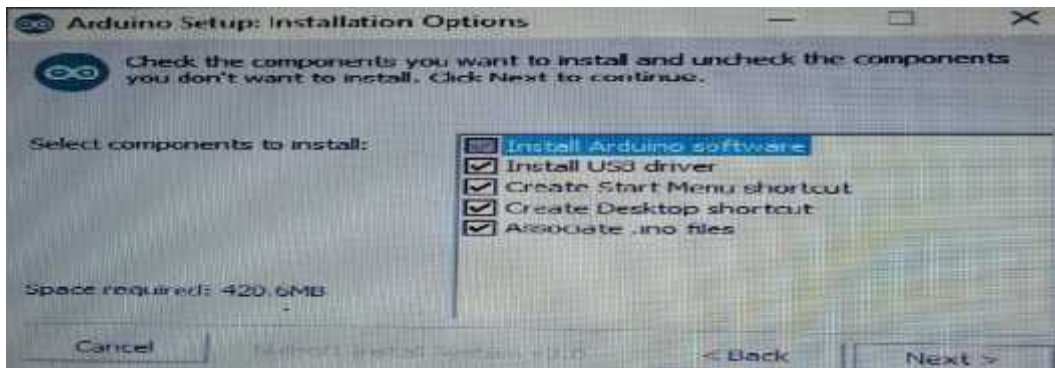


**Gambar 2. 12 Tampilan Persetujuan Instalasi IDE Arduino
Sumber : penulis**

Gambar 2.12 diatas menunjukkan lisensi dari IDE Arduino dan harus dibaca terlebih dahulu sebelum pilih perintah setuju. Selanjutnya klik pilihan *i Agree*.

2.5.3 Pilihan Opsi Instalasi

Untuk *Installation Option* pilih semua option dan klik tombol *Next*.



Gambar 2. 13 Tampilan Pilihan Opsi IDE Arduino
Sumber : penulis

Kemudian centang semua pilihan opsi dari IDE Arduino, selanjutnya klik *next*.

2.5.4 Proses Extract dan Intalasi di mulai

Proses instalasi di mulai,program di extract ke Windows.

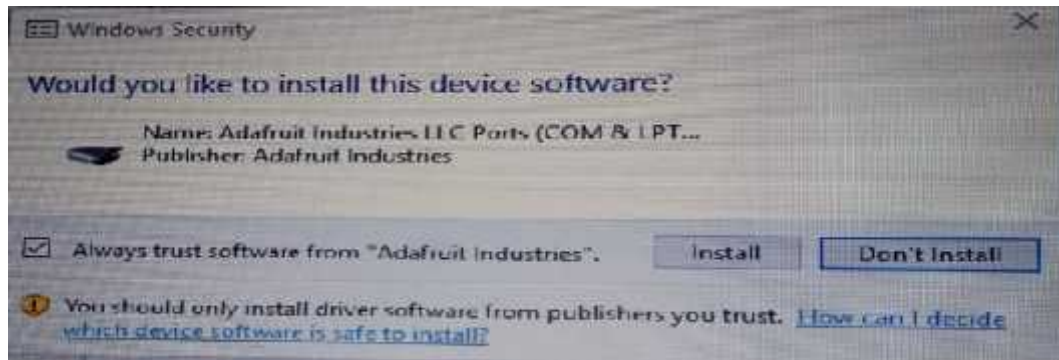


Gambar 2. 14 Tampilan Extract File IDE Arduino
Sumber : penulis

Pada gambar 2.14 driver dari IDE Arduino sedang di *extract* dan tunggu sampai selesai, kemudian klik selesai.

2.5.5 Install USB Driver

saat proses instalasi sedang berlangsung akan muncul pilihan untuk install driver, pilih tombol **instal**, proses ini untuk mengenali dan melakukan komunikasi dengan board arduino melalui port USB.



Gambar 2. 15 Tampilan Install USB Driver IDE Arduino
Sumber : penulis

Pada gambar 2.15 diatas untuk memilih port USB mana yang dipilih untuk memprogram Arduino dari *Personal Computer* (PC) atau laptop. Karna tidak semua port USB pada laptop dapat digunakan untuk memprogram Arduino sehingga harus memilih port mana yang digunakan.

2.5.6 Proses Instalasi Selesai



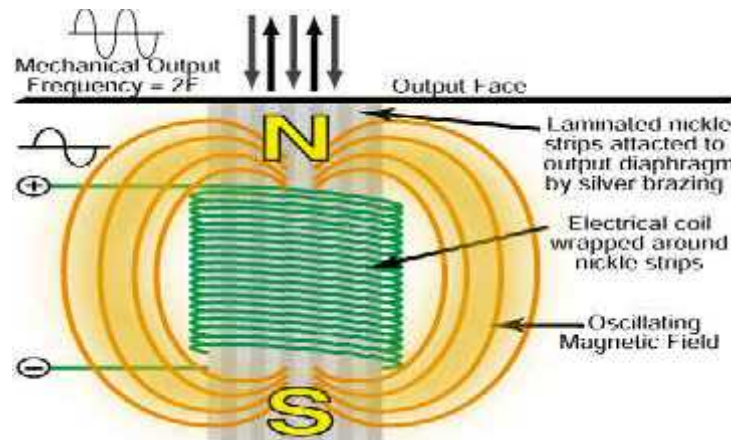
Gambar 2. 16 Tampilan Penginstalan Telah selesai IDE Arduino
Sumber : penulis

Pada gambar 2.16 tampilan penginstalan driver dari IDE Arduino telah selesai dan pilih atau klik keluar.

2.6 Transducer Ultrasonik

Transduser ultrasonik digunakan untuk merubah energi listrik bolak-balik menjadi gelombang ultrasonik. Transduser ultrasonik mempunyai dua jenis yaitu magnetostriktif dan piezoelektrik. Transduser magnetostriktif terdiri dari sebagian besar bahan nikel (material magnetostriktif) lempengan logam paralel dengan salah satu ujung dari masing-masing lempengan logam ke bagian permukaan untuk bergetar. Sebuah kumparan kawat ditempatkan sekitar bahan magnetostriktif. Ketika aliran arus listrik disuplai melalui kumparan kawat, terjadi medan magnet (seperti jaringan listrik tegangan tinggi). Medan magnet ini menyebabkan material magnetostriktif memendek atau memanjang, dengan demikian transduser magnetostriktif menghasilkan

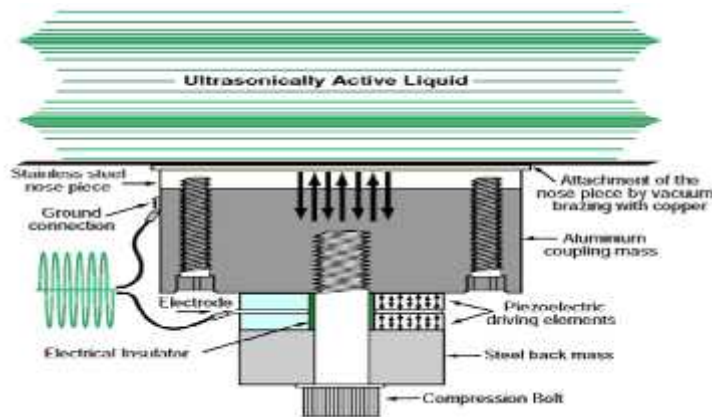
gelombang ultrasonik. Seperti namanya jenis ini bekerja dengan memanfaatkan magnetisasi seperti terlihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2. 17 Tranducer Ultrasonik Tipe Magnetostrictive

Sumber : <https://www.ctgclean.com/files/wp-content/uploads/fu-fig16.jpg>

Transduser magnetostruktif memanfaatkan prinsip magnetostruktif. Energi listrik bolak balik dari generator ultrasonik diubah menjadi medan magnet melalui penggunaan kumparan kawat. Medan magnet tersebut digunakan untuk menginduksi penggetar mekanis (diafragma yang dilapisi bahan nikel) untuk bervibrasi pada frekuensi resonansi dari penggetar mekanis. Pada frekuensi ultrasonik dalam strip resonansi nikel yang melekat pada permukaan yang akan bergetar. Magnetostruktif transduser umumnya kurang efisien daripada piezoelektrik. Hal tersebut karena transduser magnetostruktif memerlukan konversi energi ganda dari listrik ke magnet dan kemudian ke magnetik untuk mekanik. Sehingga menyebabkan beberapa efisiensi hilang dalam setiap konversinya. Berbeda dengan tipe piezoelektrik yang mampu mengatasi kekurangan-kekurangan pada transduser tipe magnetorestruktif, pada tipe piezoelektrik bekerja dengan mengubah listrik bolak-balik secara langsung menjadi energi mekanik. Prinsip kerja transduser piezoelektrik dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2. 18 Tranducer Ultrasonik Tipe Piezoelektrik

Sumber : <https://www.ctgclean.com/files/wp-content/uploads/fu-fig16.jpg>

Pada Gambar 2.18 menggambarkan inti dari sebuah transduser piezoelektrik adalah lempeng tunggal atau gandamaterial keramik piezoelektrik, biasanya material Timbal Zirkonat Titanat (PZT), terjepit di antara elektroda yang terdapat 15 sumber titik untuk kontak listrik. Perakitan keramik dikompresi antara blok logam (satu baja dan satu aluminium) untuk mengetahui kompresi dengan kekuatan tinggi. Ketika tegangan dialirkan di seluruh keramik melalui elektroda, material keramik piezoelektrik akan mengalami perubahan bentuk memanjang atau memendek (tergantung pada polaritas) karena perubahan kisi strukturnya. Perubahan tersebut dalam material keramik piezoelektrik menghasilkan gelombang suara. Transduser piezoelektrik mengkonversi energi listrik bolak-balik secara langsung menjadi energi mekanik melalui penggunaan efek piezoelektrik. Material tertentu berubah dimensi ketika energi listrik pada frekuensi ultrasonic dipasok ke transduser oleh generator ultrasonik. Energi listrik diaplikasikan pada transduser elemen piezoelektrik yang bergetar. Getaran ini diperkuat oleh massa resonansi transduser melalui lempengan material piezoelektrik. (“Transducer Ultrasonic,” n.d.)

2.7 Oscilloscope mini DSO138

Oscilloscope adalah salah satu perangkat instrumentasi yang paling banyak digunakan oleh para *engineer* khususnya di bidang elektronika. *Oscilloscope* sendiri digunakan untuk mengukur, menganalisa, dan memvisualisasikan bentuk dari sinyal-sinyal elektrik misalnya frekuensi, amplitudo, *noise* / distorsi , tegangan, dsb.

Namun umumnya *oscilloscope* memiliki ukuran yang besar, sehingga relatif sulit dibawa kemana-mana, utamanya untuk mobilitas pengukuran di lingkungan *outdoor*. Maka dari itu kita perlu menggunakan *oscilloscope portable* yang memiliki ukuran jauh lebih kecil dari *oscilloscope* reguler. Salah satu *oscilloscope portable* yang paling banyak digunakan adalah DSO138. Selain karena ukurannya yang sangat kecil, DSO138 banyak dipilih karena harganya yang cukup terjangkau dan pengoperasiannya yang sangat mudah.

DSO138 adalah sebuah *oscilloscope portable* yang didesain untuk dapat menjalankan fungsi-fungsi sederhana dari sebuah *oscilloscope*. “Otak” utama dari DSO138 adalah sebuah mikrokontroler STM32F103C8 ARM Cortex-M3 32-bit, yang mana mikrokontroler ini berfungsi untuk mengatur seluruh kinerja *oscilloscope* itu sendiri.

Sedangkan untuk menampilkan bentuk gelombang elektrik yang berhasil ditangkap, DSO138 menggunakan sebuah LCD TFT dengan bentang layar 2.4 inchi. LCD ini cukup mumpuni untuk menampilkan bentuk gelombang dengan sangat baik dan jelas. DSO138 dapat membaca bentuk gelombang *Sine Wave, Triangle, Sawtooth, Reverse Sawtooth*, dsb. *oscilloscope* DSO138 dirancang dan

diproduksi oleh perusahaan JYT Tech Ltd. (“Cara Menggunakan DSO138 Portable Oscilloscope,” n.d.)

2.7.1 Spesifikasi DSO138

Specifications	
Max realtime sample rate	1MSa/s
Analog bandwidth	0 -- 200KHz
Sensitivity range	10mV/div - 5V/div
Max input voltage	50Vpk (1X probe)
Input impedance	1M ohm/20pF
Resolution	12 bits
Record length	1024 points
Timebase range	500s/Div -- 10us/Div
Trigger modes	Auto, Normal, and Single
Trigger position range	50%
Power supply	9V DC (8 – 12V)
Current consumption	~120mA
Dimension	117 x 76 x 15mm
Weight	70 gram (without probe)

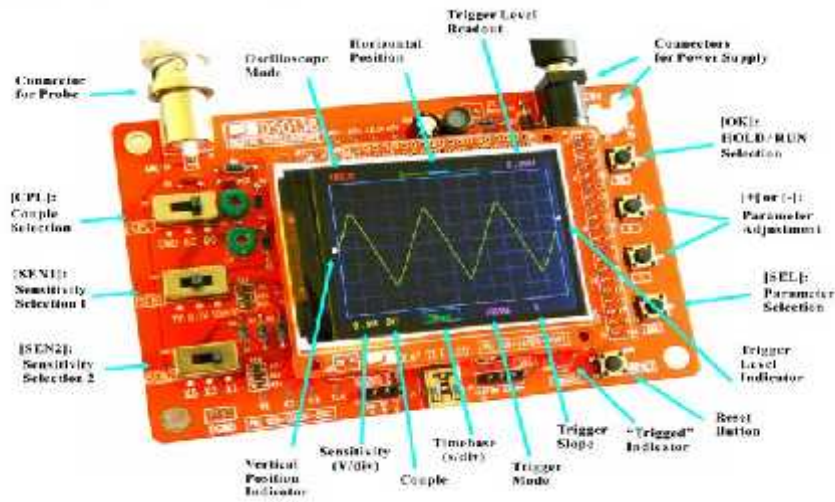


Gambar 2. 19 Spesifikasi DSO138

Sumber : <http://digiwarestore.com/img/cms/berita/menggunakan-dso138-portable-oscilloscope/2.jpg>

Tabel diatas menunjukkan spesifikasi kerja dari *oschilloscope* DSO138 dan menunjukkan kemampuan dari *oschilloscope* DSO138 tersebut.

2.7.2 Bagian-bagian DSO138



Gambar 2. 20 Tampilan DSO138

Sumber : <http://digiwarestore.com/img/cms/berita/menggunakan-dso138-portable-oscilloscope/3.jpg>

Gambar 2.20 diatas menunjukkan nama bagian-bagian dari *oscilloscope* DSO138.

2.7.3 Deskripsi Fungsi Bagian DSO138:

1. **Connector Probe:** Soket BNC untuk menghubungkan *test probe* ke DSO138.
2. **CPL Selection:** Saklar untuk memilih jenis *coupling* yang digunakan (AC/DC/GND)
3. **SEN1:** Saklar untuk mengatur sensitifitas *oscilloscope*. Pilihan sensitivitas yang disediakan yaitu 1V/0.1V/10mV.
4. **SEN2:** Saklar untuk memilih faktor pengali dari SEN1. Pilihan faktor pengali yang disediakan adalah X5/X2/X1.
5. **LCD:** LCD TFT 2.4" untuk menampilkan grafik *waveform* dan semua *parameter oscilloscope*.
6. **RESET:** Tombol *reset* untuk memulai ulang *oscilloscope*.
7. **SEL:** Tombol untuk memilih jenis menu yang ingin diatur parameternya. Mulai dari *sensitivity*, *trigger mode*, *trigger slope*, *timebase*, dan *vertical offset*.

8. **PLUS/MINUS:** Tombol untuk menambah atau mengurangi nilai dan *parameter oscilloscope*.
9. **OK:** Tombol untuk menjalankan dan menjeda fungsi *oscilloscope (RUN/HOLD)*.
10. **Connector Power Supply:** Konektor catu daya *oscilloscope* yang terdiri dari jack DC dan soket baterai. Tegangan yang direkomendasikan 9 VDC.
11. **Test Probe:** *Probe* yang digunakan untuk menghubungkan DSO138 ke sumber sinyal elektrik.

2.7.4 Kalibrasi probe DSO138

Kalibrasi *probe* perlu dilakukan karena pada *input scope* dan *ground* selalu ada sejumlah kapasitansi, sehingga untuk menghasilkan pengukuran yang lebih presisi perlu dilakukan kalibrasi probe.

Berikut langkah-langkah untuk melakukannya:

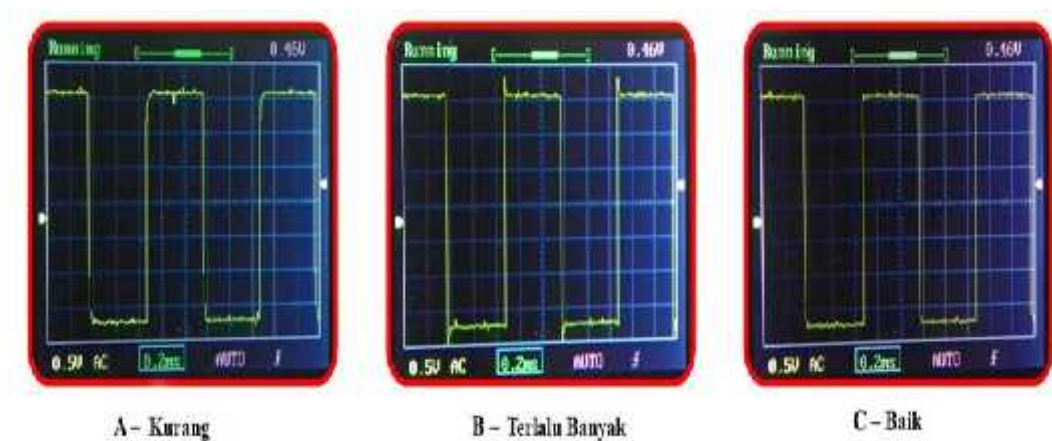
1. Hubungkan DSO138 ke sumber catu daya.
2. Hubungkan *test probe* ke *connector probe*.
3. Hubungkan probe merah ke pin tes sinyal *square wave* 1 KHz yang ada pada *board* DSO138 dan biarkan *probe* hitam tidak terhubung kemanapun.



Gambar 2. 21 Hubungan probe positif DSO138

Sumber : <http://digiwarestore.com/img/cms/berita/menggunakan-dso138-portable-oscilloscope/4.jpg>

4. Atur saklar **SEN 1** ke **0,1V** kemudian **SEN 2** ke **X5**. Kemudian ubah saklar **CPL** ke **AC/DC**.
5. Tekan tombol **SEL** dan arahkan ke menu konfigurasi *timebase*. Jika sudah tekan tombol **PLUS/MINUS** dan atur timebase ke **0.2 ms**. Apabila konfigurasi sudah benar maka Anda akan melihat bentuk gelombang seperti yang ada pada gambar di bawah. Jika pola tidak stabil, atur *trigger level* (segitiga pink di sebelah kanan layar).
6. Putar **C4** (kapasitor trimmer) menggunakan obeng kecil untuk mengurangi noise kapasitansi hingga gelombang gelombang *square wave* mendekati bentuk persegi panjang sempurna. (lihat gambar C).
7. Setelah itu atur **SEN1** ke **1V**, **SEN2** ke **X1**. Jika bentuk gelombang *square wave* tidak mendekati bentuk persegi panjang sempurna, putar **C6** untuk melakukan *offset*.



Gambar 2. 22 bentuk gelombang yang dihasilkan

Sumber : <http://digiwarestore.com/img/cms/berita/menggunakan-dso138-portable-oscilloscope/5.jpg>

Petunjuk catatan

Lampu LED di sudut bagian bawah (berlabel "triggered") adalah pertanda trigger.

Apabila LED berkedip-kedip menunjukkan trigger terdeteksi.

Ada 3 mode trigger pada DSO138 yaitu:

1. Auto mode

Dalam mode auto oscilloscope akan melakukan refresh tampilan tidak peduli pemicu terjadi atau tidak. Ketika pemicu terdeteksi, tampilan bentuk gelombang akan ditampilkan dengan referensi ke titik pemicu. Jika tidak, tampilan gelombang akan acak dari titik referensi.

2. Normal mode

Dalam mode normal oscilloscope akan melakukan refresh tampilan ketika adanya pemicu. Jika tidak ada pemicu yang terjadi, maka bentuk gelombang akan tetap atau tidak berubah.

3. Single mode

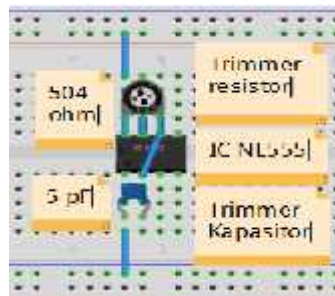
Single mode sama dengan normal mode tetapi oscilloscope akan memasuki keadaan ditahan setelah pemicu terdeteksi dan tampilan bentuk gelombang telah diperbarui.

Mode normal dan single mode berguna untuk menangkap bentuk gelombang.

2.8 Ultrasonik generator

Ultrasonik generator adalah suatu rangkaian elektronika yang dapat menghasilkan frekuensi dengan menggunakan IC NE555. Untuk memvarisikan besar frekuensi yang dihasilkan digunakan trimmer potensiometer dan trimmer kapasitor. Berikut rangkaian yang dibuat untuk menghasilkan besar frekuensi yang diperlukan. Pada rangkaian ini digunakan trimmer kapasitor yang berfungsi mengatur besar frekuensi yang diinginkan, dari rangkaian dibuat ini diperoleh semakin kecil ukuran kapasitor yang digunakan maka frekuensi yang dihasil juga semakin tinggi namun arus output yang dihasilkan dari IC NE555 di pin kaki 3 juga semakin kecil. (“Mengenal IC 555 (IC Timer) dan Konfigurasi kakinya,” n.d.)

Berikut rangkaian ultrasonik generator dapat dilihat pada gambar 2.24.



Gambar 2. 4 Rangkaian Ultrasonik Generator

Sumber : penulis

Pada Gambar 2.23 rangkaian Ultrasonik generator menggunakan IC NE555 sebagai timer untuk menghasilkan frekuensi yang dihasilkan yang nilainya dapat diatur-aturl sesuai keinginan.

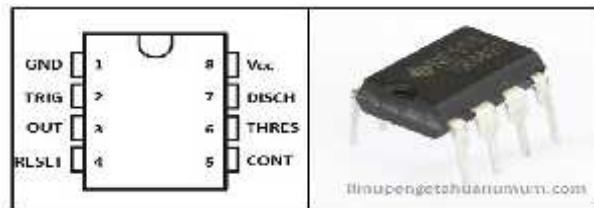
2.8.1 Komponen-komponen ultrasonik generator

Komponen-komponen diatas yang digunakan ialah:

1. IC NE555
2. Trimmer Resistor.
3. Trimmer Kapasitor.

Berikut akan dijelaskan komponen-komponen diatas

1. IC NE555 dikembangkan oleh Hans R. Camenzind yang bekerja untuk Signetic Corporation pada tahun 1970-an. Pada dasarnya, IC Timer 555 merupakan IC Monolitik pewaktu yang menghasilkan Osilasi (Oscilation) dan Waktu Penundaan (Delay Time) dengan keakuratan dan kestabilan tinggi.



Gambar 2. 23 konfigurasi pin IC NE555

Sumber : <https://teknikelektronika.com/wp-content/uploads/2015/12/Mengenal-IC-Timer-555-dan-Konfigurasi-kaknya.jpg?x52899>

Berikut ini adalah susunan dan konfigurasi Kaki IC 555 yang berbentuk DIP 8 kaki:

- **Kaki 1 (GND)** : *Terminal Ground* atau Terminal Negatif sumber tegangan DC.
- **Kaki 2 (TRIG)** : *Terminal Trigger* (Pemicu), digunakan untuk memicu Output menjadi “High”, kondisi High akan terjadi apabila level tegangan pada kaki Trigger ini berubah dari High menuju ke $<1/3V_{cc}$ (Lebih kecil dari $1/3V_{cc}$).
- **Kaki 3 (OUT)** : *Terminal Output* (Keluaran) yang memiliki 2 keadaan yaitu “Tinggi/High” dan “Rendah/Low”.
- **Kaki 4 (RESET)** : *Terminal Reset*. Apabila kaki 4 digroundkan, Output IC akan menjadi rendah dan menyebabkan perangkat ini menjadi OFF. Oleh

karena itu, untuk memastikan IC dalam kondisi ON, Kaki 4 biasanya diberikan sinyal “High”.

- **Kaki 5 (CONT)** : *Terminal Control Voltage* (Pengatur Tegangan), memberikan akses terhadap pembagi tegangan internal. Secara default, tegangan yang ditentukan adalah $2/3 V_{cc}$.
- **Kaki 6 (THRES)** : *Terminal Threshold*, digunakan untuk membuat Output menjadi “Low”. Kondisi “Low” pada Output ini akan terjadi apabila Kaki 6 atau Kaki Threshold ini berubah dari Low menuju $> 1/3V_{cc}$ (lebih besar dari $1/3V_{cc}$).
- **Kaki 7 (DISCH)** : *Terminal Discharge*. Pada saat Output “Low”, Impedansi kaki 7 adalah “Low”. Sedangkan pada saat Output “High”, Impedansi kaki 7 adalah “High”. Kaki Discharge ini biasanya dihubungkan dengan Kapasitor yang berfungsi sebagai penentu interval pewaktuan. Kapasitor akan mengisi dan membuang muatan seiring dengan impedansi pada kaki 7. Waktu pembuangan muatan inilah yang menentukan Interval Pewaktuan dari IC555.
- **Kaki 8 (Vcc)** : Terminal Positif sumber tegangan DC (sekitar 4,5V atau 16V).

2. Trimmer resistor

Trimmer resistor adalah jenis Variable Resistor yang berfungsi seperti Potensiometer tetapi memiliki ukuran yang lebih kecil dan tidak memiliki Tuas. Untuk mengatur nilai resistansinya, dibutuhkan alat bantu seperti Obeng kecil untuk dapat memutar porosnya. (“Pengertian Resistor dan Jenis-jenis Resistor,” n.d.)



Gambar 2. 24 Tampilan Trimmer Resistor

Sumber : <https://www.tokopedia.com/indogrosirelec/trimpot-trimmer-variable-resistor-vr-1k>

Gambar 2.26 merupakan tampilan trimmer resistor yang memiliki 3 pin yang mana pin 1 sebagai VCC dan pin 2 output dari variabel nilai resistansi dan pin 3 sebagai GND.

3. Trimmer kapasitor

Trimmer kapasitor adalah jenis Kapasitor Variabel yang memiliki bentuk lebih kecil sehingga memerlukan alat seperti Obeng untuk dapat memutar Poros pengaturannya. Trimmer terdiri dari 2 pelat logam yang dipisahkan oleh selembar Mika dan juga terdapat sebuah Screw yang mengatur jarak kedua pelat logam tersebut sehingga nilai kapasitansinya menjadi berubah. Trimmer dalam Rangkaian Elektronika berfungsi untuk menepatkan pemilihan gelombang Frekuensi (Fine Tune). (“Simbol dan Fungsi Kapasitor beserta Jenis-jenis Kapasitor,” n.d.)



Gambar 2. 25 Tampilan Trimmer kapasitor

Sumber : <https://www.bukalapak.com/p/elektronik/komponen-elektronik/1uc6cck-jual-trimer-kapasitor-variabel-30-pf-trimmer-capacitor-variable-30pf>

Gambar 2.27 merupakan tampilan trimmer kapasitor yang memiliki 2 pin yang mana pin 1 sebagai input dan pin 2 sebagai output.

BAB 3 METODE PERANCANGAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

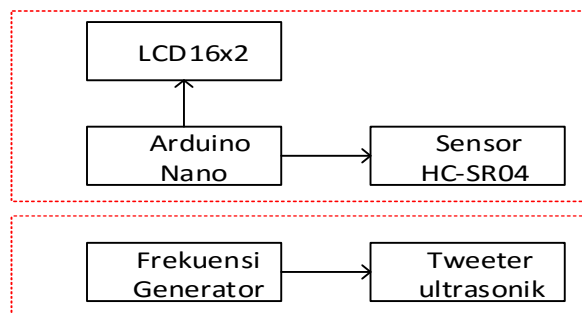
Penelitian ini dilaksanakan di dalam ruangan yang tidak terganggu kebisingan sekitar sehingga hanya gelombang ultrasonik yang dihasilkan dapat lebih efisien berpengaruh terhadap hama dan diluar ruangan yang ada gangguan dari suara kebisingan sekitar.

3.2 Metode Perancangan

Perancangan alat pembasmi hama pada tanaman padi diawali dengan pembuatan blok diagram dari sistem tersebut, dimana pernyataan gambar yang ringkas, dari gabungan sebab dan akibat diantaramasukan dan keluarandari suatu sistem tersebut. Setelah selesai pada blok diagram , maka akan berlanjut pada perancangan sistem, dimana perncangan sistem ini dibagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu perncangan pada *hardware*, dan perncangan pada *software*.

3.2.1 Perancangan Perangkat Keras

Secara umum diagram blok alat pengusir hama pada tanaman padi dapat diperlihatkan pada gambar 3.1.

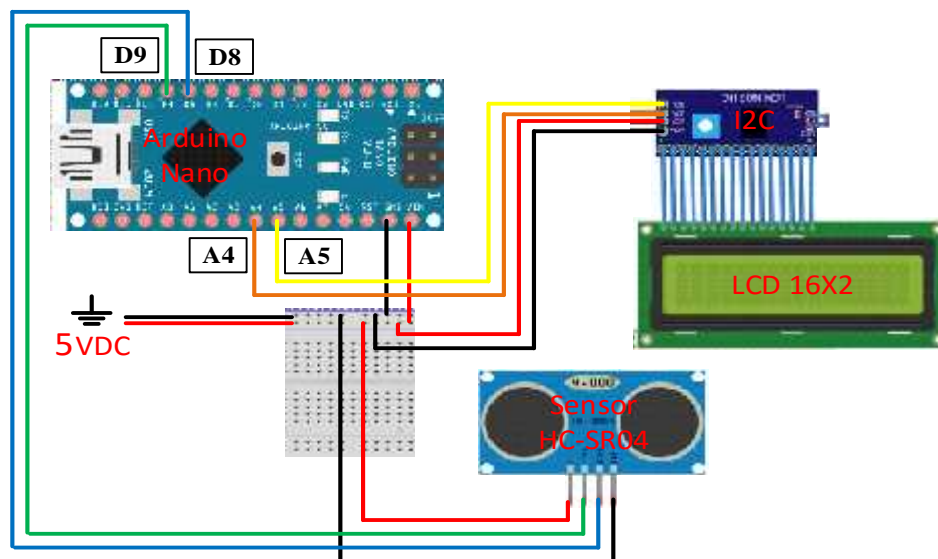


Gambar 3. 1 Blok Diagram Perangkat Keras
Sumber : penulis

Adapun fungsi dari masing-masing blok diagram tersebut adalah:

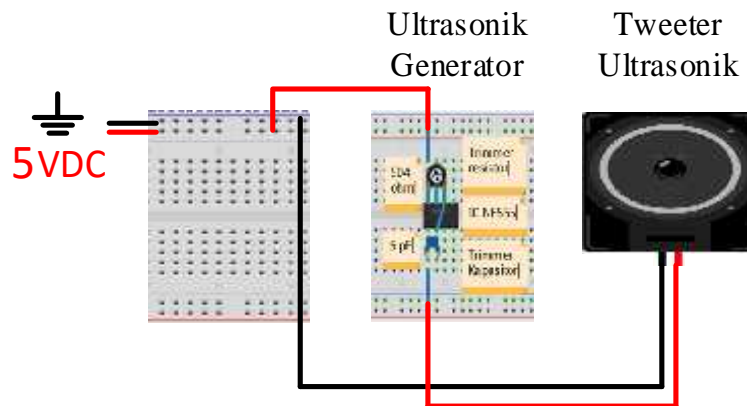
1. Blok LCD 16X2 : sebagai pemberi hasil jarak dari sensor HC-SR04 terhadap objek.
2. Blok arduino nano : sebagai pengontrol kerja dari sensor HC-SR04.
3. Blok sensor HC-SR04 : sebagai penghasil gelombang ultrasonik.
4. Blok frekuensi generator : sebagai penghasil frekuensi tinggi yang nilainya dapat diatur-atur.
5. Blok tweeter ultrasonik : sebagai penghasil gelombang ultrasonik dari frekuensi generator.

Terlihat pada blok diagram gambar 3.1 bahwa perancangan perangkat keras ini terdiri dari 2 bagian sistem, yaitu mikrokontroller Arduino Nano dengan sensor HC-SR04 yang hasilnya akan ditampilkan di LCD 16x2 serta frekuensi generator dengan tweeter ultrasonik.



Gambar 3. 2 Blok Diagram Arduino Nano dengan Sensor HC-SR04
Sumber : penulis

prinsip kerja dari blok diagram mikrokontroller Arduino Nano dengan Sensor HC-SR04 adalah arduino nano disini berfungsi untuk mentrigger Sensor HC-SR04 dimana Sensor HC-SR04 mendapat sinyal trigger dari pin trigger (kaki D9) untuk mengaktifkan *liquid cristal* yang menghasilkan frekuensi 40 kHz bersifat tetap dan tidak dapat divariasikan dari transducer transmitter sensor HC-SR04 tersebut. Dan sinyal tersebut dipantulkan kembali dan diterima transducer receiver melalui pin echo (kaki D8) dari sensor HC-SR04. Selanjutnya sinyal ini diteruskan ke Arduino Nano yang mana hasilnya akan ditampilkan pada LCD 16x2.



Gambar 3. 3 Blok Diagram Ultrasonik Generator
Sumber : penulis

Sedangkan untuk memvariasikan besar frekuensi yang efektif digunakanlah frekuensi generator dengan menggunakan IC NE555 sebagai penghasil gelombang kotak atau PWM (*pulse width modulation*). Dengan memvariasikan lebar pulsa akan membuat nilai frekuensi yang dihasilkan juga berubah. Untuk mendapatkan nilai frekuensi yang seperti diinginkan maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$f = \frac{1,4}{(R + 2) C} \quad (3.1)$$

Dari rumus diatas penulis menggunakan trimmer kapsitor yang dinilai kapasitansinya dapat divariasikan serta trimmer potensiometer untuk memvariasukan nilai resistansi sehingga diperoleh nilai frekuensi yang diinginkan.

Disini penulis menggunakan ukuran trimmer potensiometer 500 k dan 2 buah ukuran trimmer kapasitor yang berbeda yaitu 5 pF dan 60 pF sehingga melalui rumus 3.1 dapat dihitung:

$$f = \frac{1,4}{(R + 2) C} \quad (3.2)$$

$$f = \frac{1,4}{(5 \cdot 10^{-12}) 5 \cdot 10^{-1}} \quad (3.3)$$

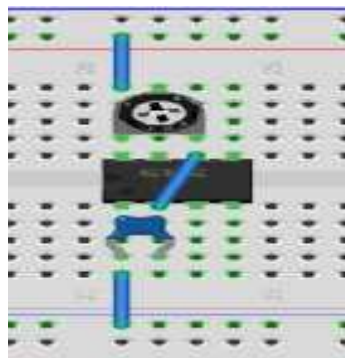
$$f = \frac{1,4}{2 \cdot 10^{-7}} \quad (3.4)$$

$$f = 0,0576 \times 10^7 \quad (3.5)$$

$$f = 576 \text{ kHz} \quad (3.6)$$

Dari hasil perhitungan rumus diatas dapat disimpulkan semakin kecil ukuran kapasitor yang digunakan maka nilai frekuensi yang didapatkan akan semakin besar pula.

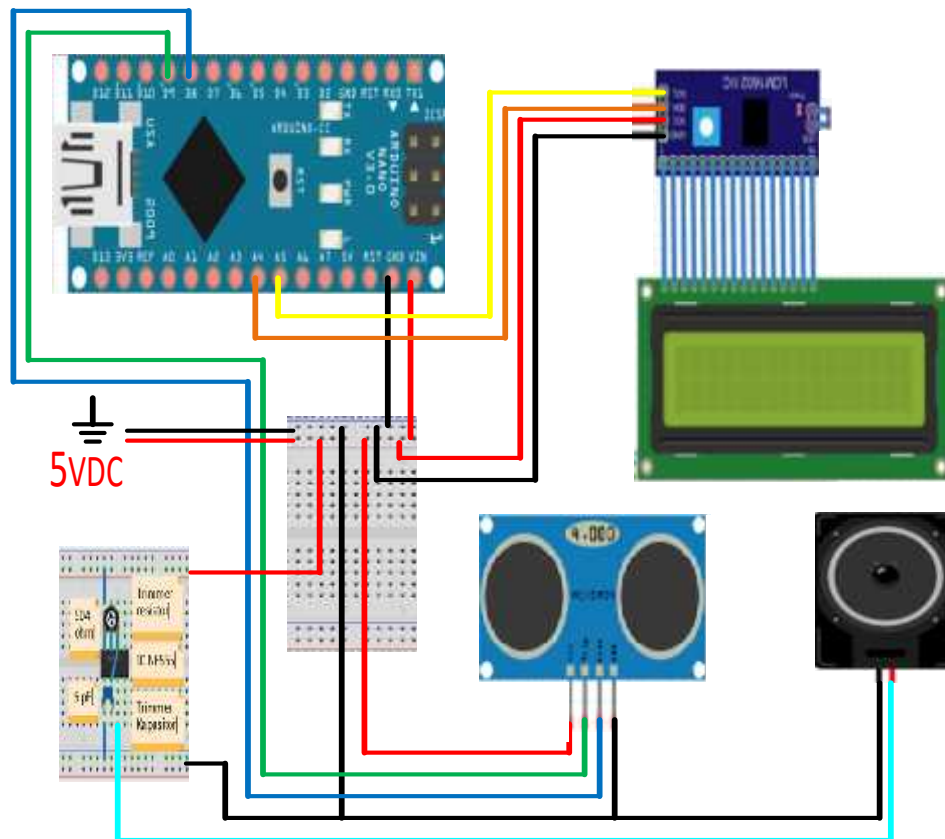
Gambar 3.4 menunjukkan rangkaian dari frekuensi generator.



Gambar 3. 4 Rangkaian frekuensi generator
Sumber : penulis

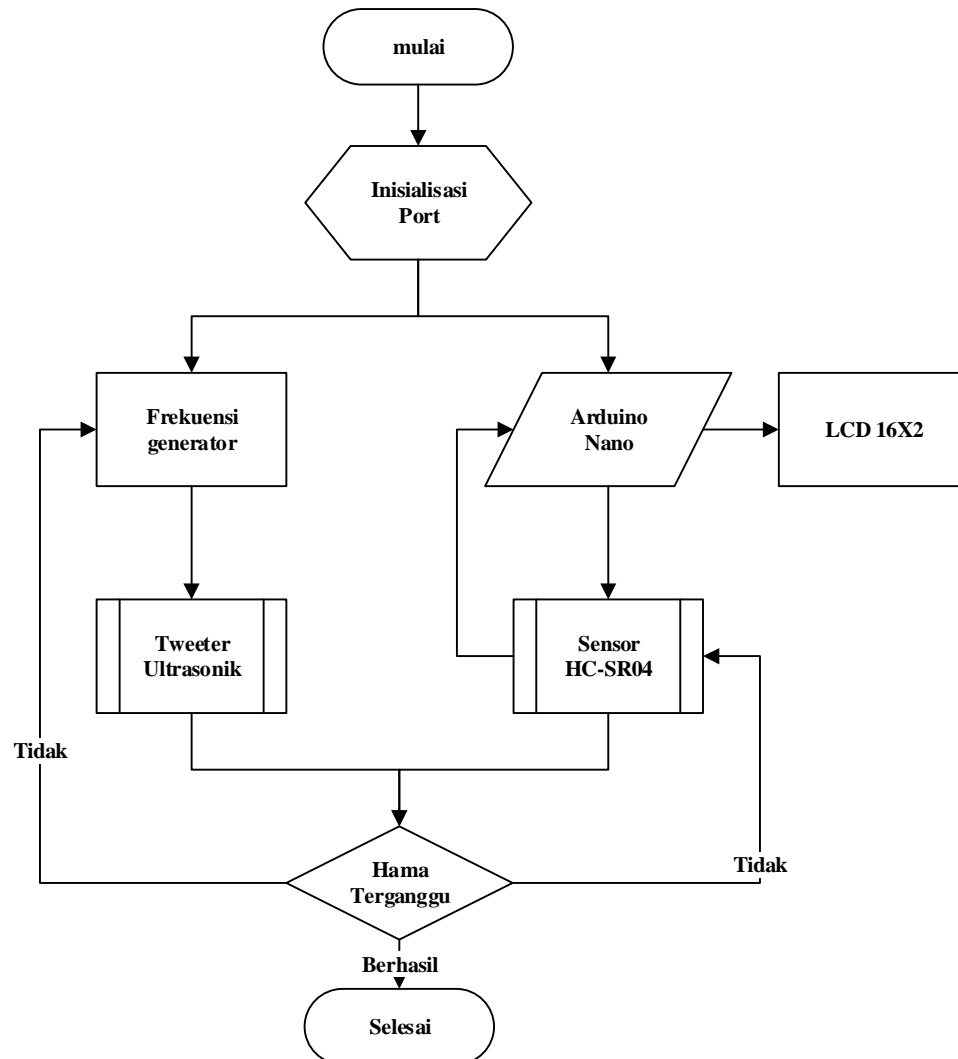
Dalam menjalankan rangkaian keseluruhan digunakan mikrokontroler Arduino Nano sebagai pusat kendali dan beberapa komponen penunjang. Arduino Nano mengolah data masukan dan keluaran pada setiap pinnya. Pengontrolan dijalankan melalui pengaktifan masing-masing pin pada Arduino, kemudian pin-pin tersebut bekerja sesuai dengan perintah pada program perangkat lunak Arduino IDE. Desain rangkaian keseluruhan diperlihatkan pada gambar 3.5. yang terdiri dari Arduino Nano, Sensor HC-SR04, LCD 16x2, rangkaian frekuensi generator dan tweeter ultrasonik.

Secara keseluruhan perancangan perangkat yang akan digunakan dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Rangkaian Keseluruhan
Sumber : penulis

Pada penelitian ini akan dilakukan beberapa prosedur penelitian sehingga hasil yang didapatkan lebih terstruktur dari awal hingga selesai penelitian. Berikut *Flowchart* penelitian dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3. 6 *Flow Chart* penelitian alat
Sumber : penulis

Dari **Gambar 3.6** perancangan perangkat keras ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu perancangan perangkat keras dengan Arduino Nano sebagai pengontrol kerja sensor

HC-SR04 untuk membangkitkan frekuensi dengan bahasa pemrograman IDE Arduino dan perancangan perangkat keras frekuensi generator yang nilai frekuensinya dapat diatur-atur dan diteruskan tweeter ultrasonik sebagai penghasil gelombang ultrasonik. Pada bagian perancangan perangkat keras dengan Arduino Nano sebagai pengontrol kerja sensor HC-SR04 dan menampilkan jarak sensor HC-SR04 terhadap objek serta jarak yang dihasilkan sensor ke arduino akan ditampilkan ke LCD 16x2, selanjutnya apabila frekuensi yang dihasilkan *liquid cristal* sensor HC-SR04 membuat hama terganggu sehingga alat pengusir hama ini telah bekerja seperti yang diharapkan. Dan selanjutnya dilanjutkan ke pembuatan frekuensi generator yang nilai frekuensinya dapat diatur-atur dengan tujuan mengetahui berapa besar nilai frekuensi yang diperlukan untuk membuat hama terganggu. Nilai frekuensi tersebut diteruskan ke tweeter ultrasonik yang menghasilkan gelombang ultrasonik. Apabila hama merasa terganggu maka frekuensi tersebut yang membuat hama terganggu dan apabila hama tidak terganggu maka nilai frekuensi diatur kembali sampai mendapatkan frekuensi yang tepat untuk membuat hama terganggu.

Pada proses pengambilan data dilakukan dengan beberapa bagian, yaitu respon hama terhadap frekuensi yang dihasilkan sensor HC-SR04 dan ditampilkan jarak terhadap objek. Serta frekuensi generator dengan memvariasikan besar frekuensi yang dihasilkan terhadap perilaku hama dengan jarak tertentu. Diharapkan penelitian ini dapat memberi manfaat yaitu sebagai sebuah solusi atau alternatif dalam pengembangan alat ini kedepannya. Setelah data diolah, maka tahap selanjutnya yaitu pembuatan laporan dan penelitian selesai.

Perancangan perangkat keras merupakan tahap awal yang harus diperhatikan dalam penelitian ini karena ini merupakan tahap dimana pengumpulan komponen dan alat-alat yang menjadi salah satu syarat berhasil dibuatnya alat pembasmi hama pada tanaman padi menggunakan arduino nano. Dalam perancangan perangkat keras ini akan dibuat dan digunakan beberapa perangkat keras yang mendukung, diantaranya sebagai berikut:

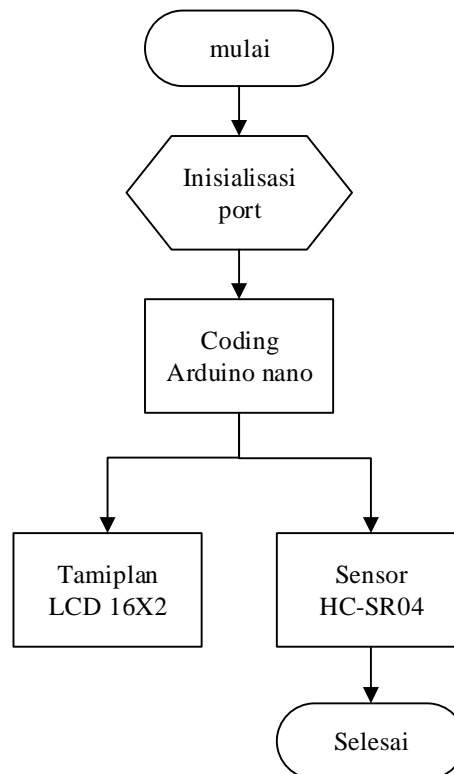
1. *Personal Computer* (PC) atau laptop untuk merancang dan *mendownload* program Arduino dan sebagai penyimpan data.
2. Mikrokontroler Arduino Nano digunakan sebagai mengatur komunikasi ke komputer dan pengontrol kerja dari sensor HC-SR04 sebagai pembangkit gelombang ultrasonik.
3. Kabel USB untuk *mendownload* program ke Arduino Nano.
4. Rangkaian frekuensi generator sebagai penghasil gelombang ultrasonik yang dapat divariasikan besar frekuensinya.
5. Sebuah perangkat alat ukur, yaitu *oscilloscope* mini DS0138 dan multimeter digital untuk mengukur frekuensi yang dihasilkan.
6. Satu paket peralatan kerja, seperti tang, obeng, dan lain-lain.

Selain alat dan bahan, penulis juga menggunakan perangkat lunak sebagai berikut.

1. Program (*sketch*) yang akan dimasukkan ke dalam mikrokontroler Arduino Nano.
2. *Microsoft office Visio* yang berfungsi sebagai media pembuatan bagan *flowchart* dan *wiring* rangkaian elektronika dalam penelitian.
3. *Fritzing* yang berfungsi membuat gambar rangkaian elektronika.

3.2.2 Perancangan perangkat lunak

Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan membuat *flow chart* terlebih dahulu agar mempermudah dalam memprogram Arduino Nano. Dapat dilihat pada Gambar 3.5 *flow chart* dalam perancangan perangkat lunak alat pengusir hama pada tanaman padi.



Gambar 3. 7 Flow Chart perancangan perangkat lunak
Sumber : penulis

Pemrograman ini berfungsi sebagai pengendali dari kerja sensor HC-SR04 sebagai penghasil frekuensi 40 kHz.

Berikut akan dilampirkan coding perograman Arduino pada halaman lampiran.

Dari coding tersebut akan menampilkan hasil jarak terhadap objek dengan sensor HC-SR04 pada LCD 16X2, karena untuk mengetahui apakah sensor HC-SR04 disini telah bekerja sekaligus memperlihatkan jarak maksimal yang dapat dijangkau frekuensi yang dihasilkan dari *liquid cristal* dari sensor HC-SR04 itu sendiri yang besarnya 40 kHz.

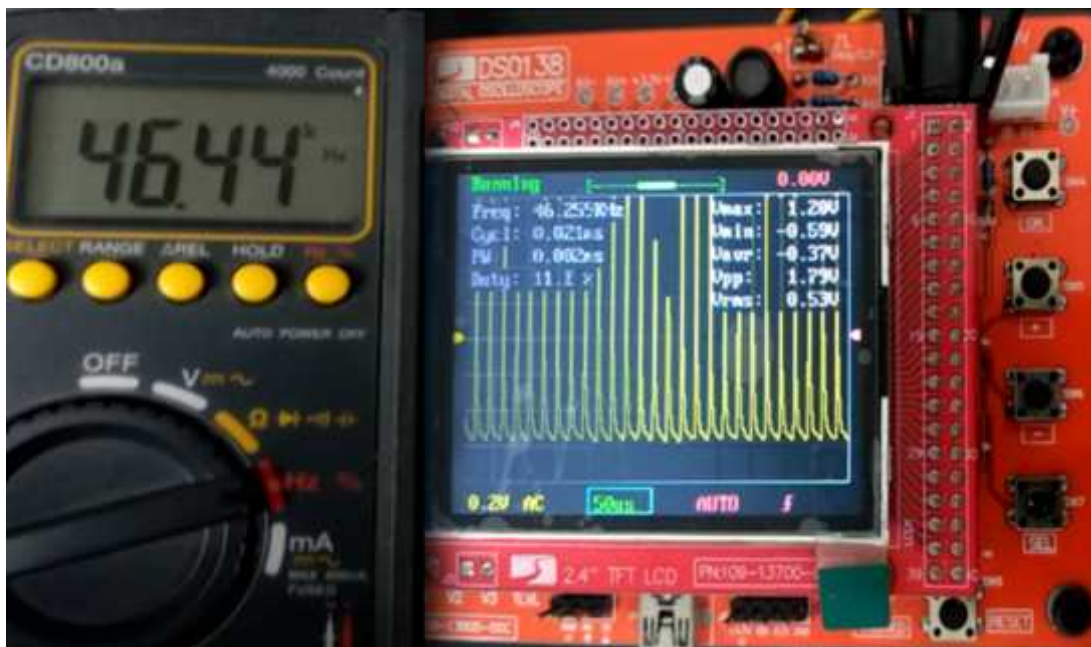
BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

Pada bab ini dijelaskan tentang alat yang telah selesai dirancangan, tahap pengujian dan analisa sistem, dimana tujuannya untuk memastikan bahwa bagian-bagian yang dirancang telah sesuai maka dari itu perlu dilakukan pengujian. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian frekuensi yang sesuai untuk membuat hama tanaman padi merasa terganggu dan jarak maksimal yang dapat dijangkau frekuensi tersebut dalam 2 kondisi keadaan yaitu keadaan dalam ruangan dan luar ruangan.

4.1 Pengujian nilai Frekuensi yang dihasilkan

Pada pengujian nilai frekuensi yang dihasilkan disini menggunakan *oschilloscope* mini DS0138 dan Alat ukur Multimeter Digital yang dapat mengukur Frekuensi, dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Hasil Pengukuran Frekuensi yang dihasilkan Dengan Alat Ukur
Sumber : penulis

Pada Gambar 4.1 dapat dilihat bagian kiri gambar adalah hasil pengukuran menggunakan alat ukur multimeter digital yang dapat mengukur frekuensi dan bagian kanan gambar hasil pengukuran menggunakan *oschilloscope* mini.

4.2 Pengujian Frekuensi yang Sesuai terhadap Hama Jangkrik.

Pada pengujian ini terbagi menjadi 2 tahap yang diuji yaitu :

4.2.1 Pengujian Frekuensi Yang Dihasilkan Sensor HC-SR04 dan Tweeter Ultrasonik di dalam ruangan

Frekuensi yang dihasilkan oleh sensor HC-SR04 adalah tetap yaitu sebesar 40 kHz. dan tidak dapat divariasikan sehingga pada pengujian kali ini saya hanya menguji pada frekuensi tersebut saja terhadap hama tanaman padi tersebut. Sedangkan Frekuensi yang dihasilkan oleh tweeter ultrasonik ini nilainya dapat divariasikan dari frekuensi rendah ke frekuensi tinggi yaitu 10 kHz, 20 kHz, 30 kHz, 40 kHz dan >50 kHz.

Tabel 4.1 Hasil pengujian pengaruh frekuensi yang dihasilkan sensor HC-SR04 terhadap jarak yang berbeda didalam ruangan tertutup yang tidak ada gangguan dari kebisingan sekitar.

Tabel 4. 1 Frekuensi yang dihasilkan sensor HC-SR04 Didalam Ruangan

No	Besar Frekuensi (kHz)	Jarak (m)	Waktu (menit)	Perilaku Hama terhadap besar frekuensi
1	40	1	3	Hanya sedikit hama bergerak dan sebagian merasa terganggu
		2	3	Hama bergerak dan sebagian merasa terganggu
		3	5	Hama bergerak dan tidak merasa terganggu
		4	6	Hama bergerak dan tidak merasa terganggu

Sumber : penulis

Tabel 4.2 Hasil pengujian pengaruh frekuensi yang dihasilkan tweeter ultrasonik terhadap jarak yang berbeda didalam ruangan tertutup yang tidak ada gangguan dari kebisingan sekitar.

Tabel 4. 2 Frekuensi yang dihasilkan Tweeter Ultrasonik Didalam Ruangan

No	Besar Frekuensi (kHz)	Jarak (m)	Waktu (menit)	Perilaku Hama terhadap besar frekuensi
1	10	1		Hama bergerak
		2		Hama bergerak
		3		Hama bergerak
		4		Hama bergerak
2	20	1	3	Hanya sedikit hama bergerak dan sebagian merasa terganggu
		2	3	Hanya sedikit hama bergerak dan sebagian merasa terganggu
		3	5	Hama bergerak dan sebagian merasa terganggu
		4	8	Hama bergerak dan tidak merasa terganggu
3	30	1	3	Hama tidak bergerak dan semua merasa terganggu
		2	3	Hama tidak bergerak dan semua merasa terganggu
		3	5	Hama tidak bergerak dan sebagian merasa terganggu
		4	8	Hama tidak bergerak dan sebagian merasa terganggu
4	40	1	2	Hama tidak bergerak dan semua merasa terganggu
		2	2	Hama tidak bergerak dan semua merasa terganggu
		3	5	Hama tidak bergerak dan semua merasa terganggu

		4	7	Hama tidak bergerak dan sedikit merasa tidak terganggu
5	>50	1	2	Hama tidak bergerak dan semua merasa terganggu
		2	2	Hama tidak bergerak dan semua merasa terganggu
		3	5	Hama tidak bergerak dan semua merasa terganggu
		4	8	Hama tidak bergerak dan sedikit merasa tidak terganggu

Sumber : penulis

Dari hasil penelitian yang dilakukan diruangan tertutup diperoleh respon hama sudah mulai terganggu di frekuensi 20 hingga 40 kHz hama melakukan gerakan pasif (hanya sedikit melakukan gerakan) dan apabila frekuensi diatas 50 kHz hama sama sekali tidak melakukan pergerakan.

4.2.2 Pengujian Frekuensi Yang Dihasilkan Sensor HC-SR04 dan Tweeter Ultrasonik di luar ruangan

Pada percobaan diluar ruangan ini terdapat beberapa faktor eksternal yang harus dipertimbangkan seperti faktor kebisingan kendaraan sekitar dan faktor arah angin. Sehingga efisiensi gelombang ultrasonik untuk mencapai objek menjadi terganggu. Tabel 4.3 Hasil pengujian pengaruh frekuensi yang dihasilkan sensor HC-SR04 terhadap jarak yang berbeda diluar ruangan.

Tabel 4. 3 Frekuensi yang dihasilkan sensor HC-SR04 diluar Ruangan

No	Besar Frekuensi (kHz)	Jarak (m)	Waktu (menit)	Perilaku Hama terhadap besar frekuensi
1	40	1	5	Hama bergerak dan sebagian merasa terganggu

		2	8	Hama bergerak dan sebagian merasa terganggu
		3	10	Hama bergerak dan tidak merasa terganggu
		4	20	Hama bergerak dan tidak merasa terganggu

Sumber : penulis

Tabel 4.4 Hasil pengujian pengaruh frekuensi yang dihasilkan tweeter ultrasonik terhadap jarak yang berbeda diluar ruangan yang adanya kebisingan kendaraan sekitar dan faktor angin.

Tabel 4. 4 Frekuensi yang dihasilkan Tweeter Ultrasonik diluar Ruangan

No	Besar Frekuensi (kHz)	Jarak (m)	Waktu (menit)	Perilaku Hama terhadap besar frekuensi
1	10	1		Hama bergerak
		2		Hama bergerak
		3		Hama bergerak
		4		Hama bergerak
2	20	1	10	Hanya sedikit hama bergerak dan sebagian merasa terganggu
		2	15	Hanya sedikit hama bergerak dan sebagian merasa terganggu
		3	18	Hama bergerak dan tidak merasa terganggu
		4	20	Hama bergerak
3	30	1	8	Hama tidak bergerak dan semua merasa terganggu
		2	10	Hama tidak bergerak dan semua merasa terganggu
		3	15	Hanya sedikit hama bergerak dan sebagian merasa terganggu
		4	18	Hama bergerak

4	40	1	6	Hama tidak bergerak dan semua merasa terganggu
		2	8	Hama tidak bergerak dan semua merasa terganggu
		3	10	Hama tidak bergerak dan semua merasa terganggu
		4	15	Hama tidak bergerak dan sedikit merasa terganggu
5	>50	1	6	Hama tidak bergerak dan semua merasa terganggu
		2	8	Hama tidak bergerak dan semua merasa terganggu
		3	12	Hama tidak bergerak dan semua merasa terganggu
		4	15	Hama tidak bergerak dan sedikit merasa terganggu

Sumber : penulis

Dari hasil penelitian yang dilakukan diruangan terbuka diperoleh respon hama sudah mulai terganggu di frekuensi >40 kHz hama melakukan gerakan pasif (hanya sedikit melakukan gerakan) hal ini disebabkan karna faktor angin yang membuat gelombang ultrasonik menjadi tidak efisien dalam membuat hama merasa terganggu. Dan jarak maksimalnya juga semakin berkurang.

Dan setelah pemancar gelombang ultrasonik dimatikan dibutuhkan waktu 10 menit untuk hama jangkrik melakukan gerakan aktif kembali pada dalam ruangan dan apabila diluar ruangan maka begitu pemancar gelombang ultrasonik dimatikan maka hama jangkrik membutuhkan waktu 2 menit.

4.2.3 Pengujian Pengaruh Frekuensi Yang Dihasilkan Sensor HC-SR04 dan Tweeter Ultrasonik Terhadap Siklus Hidup Jangkrik.

Pada pengujian frekuensi yang dihasilkan oleh kedua sumber gelombang ultrasonik didapatkan perilaku jangkrik yang melakukan gerakan pasif dan setelah sumber gelombang ultrasonik dimatikan maka jangkrik akan melakukan gerakan aktif kembali namun tidak seaktif sebelum terkena pancaran gelombang ultrasonik. Dapat dilihat pada Gambar 4.2.



**Gambar 4. 2 Keadaan Jangkrik Setelah 2 hari Uji coba
Sumber : penulis**

Pada Gambar 4.2 dapat dilihat keadaan jangkrik yang telah mati setelah 2 hari ujicoba. Kematian jangkrik disini dikarenakan jangkrik malas mencari makan dan malas melakukan pergerakan dan selanjutnya jangkrik akan mati.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa data hasil pengukuran dan pengujian terhadap sistem pada alat pengusir hama pada tanaman padi menggunakan arduino nano yang telah dirancang maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Frekuensi yang membuat hama pada tanaman padi dengan menggunakan hama jangkrik diperoleh pada frekuensi 20 kHz – 40 kHz tanpa adanya gangguan dari faktor eksternal (didalam ruangan). Sedangkan pada frekuensi > 40 kHz dengan adanya gangguan dari faktor eksternal(diluar ruangan).
2. Semakin dekat objek (hama) dengan sumber gelombang ultrasonik maka akan membuat hama merasa terganggu semakin cepat. Semakin jauh objek (hama) maka gelombang ultrasonik maka akan membuat hama terganggu semakin lama, hal ini dikarenakan semakin jauh panjang gelombang ultrasonik maka pengaruhnya juga semakin melemah.
3. Waktu yang dibutuhkan untuk hama jangkrik merasa terganggu terhadap gelombang ultrasonik didalam ruangan adalah 2 menit dan diluar ruangan adalah 6 menit. Dan membutuhkan waktu 10 menit untuk membuat hama jangkrik melakukan gerakan aktif kembali pada dalam ruangan dan 2 menit pada luar ruangan.

4. Ciri-ciri hama tersebut merasa terganggu maka hama tersebut akan melakukan gerakan pasif (sedikit melakukan pergerakan). kehilangan nafsu untuk makan nektar tanaman padi dan akhirnya akan mati.
5. Dalam merealisasikan alat pengusir hama pada tanaman padi dengan menggabungkan frekuensi generator dengan sensor HC-SR04 akan membuat waktu yang dibutuhkan hama merasa terganggu menjadi lebih cepat.
6. Karena hama jangkrik disini setelah 2 hari uji coba akan mati maka hasil produksi tanaman padi disini akan meningkat.

5.2 Saran

Penulis menyadari bahwa alat pengusir hama pada tanaman padi menggunakan arduino nano ini masih memiliki kekurangan untuk dinyatakan sebagai alat pengusir hama pada tanaman padi yang efisien. Sehingga dibutuhkan pengembangan selanjutnya untuk meningkatkan kemampuannya agar alat pengusir hama pada tanaman padi ini bisa menjadi semakin baik. Masih ada kekurangan yang harus diperbaiki untuk alat pengusir hama pada tanaman padi, diantara kekurangan tersebut yang harus diperbaiki ialah:

1. Pada alat pengusir hama menggunakan arduino nano ini, Sensor HC-SR04 dapat membuat hama merasa terganggu hanya saja frekuensi yang dihasilkan tidak dapat divariasikan dan gelombang yang dihasilkan juga masih belum cukup membuat hama begitu cepat menunjukkan respon. Karena frekuensi yang dihasilkan dari *liquid cristal* yang hanya berfungsi sebagai sinyal balik ke pin echo. Jadi untuk menyempurnakan alat pengusir hama ini digunakan frekuensi generator yang

berfungsi sebagai pembangkit gelombang ultrasonik namun IC NE555 yang digunakan juga cepat panas apabila tweeter ultrasonik yang digunakan memiliki nilai resistansi yang tinggi.

2. Pada alat pengusir hama menggunakan tweeter ultrasonik yang sebelumnya menggunakan jenis magnetostriktif yang memiliki nilai resistansi yang besar dan jarak jangkauan gelombang ultrasonik yang tidak terlalu jauh sehingga sebaiknya digunakan tweeter ultrasonik piezoelektrik dengan nilai resistansi yang kecil dan jarak jangkauan juga semakin jauh.
3. Pada alat pengusir hama tanaman padi sebaiknya dilengkapi dengan pengujian tentang pengaruh desibel (dB) terhadap pengaruh perilaku hama pada tanaman padi.

DAFTAR PUSTAKA

BUKU :

- BBPDI, ITP (2009). *Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Institut Teknologi Padang*, 13.
- Cheeke, J.D.N (2002). *Fundamentals and Applications of Ultrasonic Waves*. Florida: CRC Press LLC.
- Dan, O. (2011). *Pengenalan arduino*, 1–24.
- Widiyaningrum,P. (2009). *Pertumbuhan Tiga Spesies Jangkrik Lokal Yang Dibudidayakan Pada Padat Penebaran Dan Jenis Pakan Berbeda*. 14: 173-177.

JURNAL :

- Aryza, S., Irwanto, M., Lubis, Z., Siahaan, A. P. U., Rahim, R., & Furqan, M. (2018). A Novelty Design Of Minimization Of Electrical Losses In A Vector Controlled Induction Machine Drive. In IOP Conference Series: Materials Science And Engineering (Vol. 300, No. 1, P. 012067). IOP Publishing.
- Batubara, Supina. "Analisis perbandingan metode fuzzy mamdani dan fuzzy sugeno untuk penentuan kualitas cor beton instan." *IT Journal Research and Development* 2.1 (2017): 1-11.
- Fitriani, W., Rahim, R., Oktaviana, B., & Siahaan, A. P. U. (2017). Vernam Encrypted Text in End of File Hiding Steganography Technique. *Int. J. Recent Trends Eng. Res*, 3(7), 214-219.
- Hamdani, H., Tharo, Z., & Anisah, S. (2019, May). Perbandingan Performansi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Antara Daerah Pegunungan Dengan Daerah Pesisir. In *Seminar Nasional Teknik (Semnastek) Uisu* (Vol. 2, No. 1, Pp. 190-195).
- Hariyanto, E., Lubis, S. A., & Sitorus, Z. (2017). Perancangan prototipe helm pengukur kualitas udara. *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer)*, 1(1).
- Iqbal, M., Siahaan, A. P. U., Purba, N. E., & Purwanto, D. (2017). Prim's Algorithm for Optimizing Fiber Optic Trajectory Planning. *Int. J. Sci. Res. Sci. Technol*, 3(6), 504-509.
- Muttaqin, Muhammad. "Analisa Pemanfaatan Sistem Informasi E-Office Pada Universitas Pembangunan Panca Budi Medan Dengan Menggunakan Metode Utaut." *Jurnal Teknik dan Informatika* 5.1 (2018): 40-43.

- Rahim, R., Aryza, S., Wibowo, P., Harahap, A. K. Z., Suleman, A. R., Sihombing, E. E., ... & Agustina, I. (2018). Prototype File Transfer Protocol Application For LAN And Wi-Fi Communication. *Int. J. Eng. Technol.*, 7(2.13), 345-347.
- Rahmaniar, R. (2019). Model flash-nr Pada Analisis Sistem Tenaga Listrik (Doctoral Dissertation, Universitas Negeri Padang).
- Rossanty, Y., Aryza, S., Nasution, M. D. T. P., & Siahaan, A. P. U. (2018). Design Service Of QFC And SPC Methods In The Process Performance Potential Gain And Customers Value In A Company. *Int. J. Civ. Eng. Technol.*, 9(6), 820-829.
- Siagian, P., & Fahreza, F. (2020, February). Rekayasa Penanggulangan Fluktuasi Daya Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Vehicle To Grid (V2G). In Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS) (Vol. 1, No. 1, Pp. 356-361).
- Siagian, P., Syafruddin, H. S., & Tharo, Z. (2020, September). Pengaruh Tekanan Terhadap Inception Partial Discharge Pada Bahan Dielektrik Komposit Dan Non-Komposit. In Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU (Vol. 3, No. 1, Pp. 134-141).
- Siahaan, A. P. U., Ikhwan, A., & Aryza, S. (2018). A Novelty Of Data Mining For Promoting Education Based On FP-Growth Algorithm
- Tarigan, A. D., & Pulungan, R. (2018). Pengaruh Pemakaian Beban Tidak Seimbang Terhadap Umur Peralatan Listrik. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), 10-15.
- Wibowo, P., Lubis, S. A., & Hamdani, Z. T. (2017). Smart Home Security System Design Sensor Based On Pir And Microcontroller. *International Journal Of Global Sustainability*, 1(1), 67-73.

INTERNET :

- Digiware, (2018). *Cara Menggunakan DSO138 Portable Oscilloscope*. https://digiwarestore.com/id/digiware-news/38_cara-menggunakan-dso138-portable-oscilloscope. Diakses 8 Juni 2020.
- Dirgandini, (2020). *Perambatan Suara dan Jenis-Jenis Gelombang Suara*. [https://Perambatan Suara dan Jenis-jenis Gelombang Suara _ dirgandini](https://Perambatan%20Suara%20dan%20Jenis-jenis%20Gelombang%20Suara_%20dirgandini). Diakses 15 Juli 2020.
- Erniwati. (2012), *Fauna Indonesia*.11(2). *Elektronika Dasar*, (2013). *Transducer Ultrasonic*. Diambil kembali dari <https://elektronika-dasar.web.id/transducer-ultrasonic/#:~:text=Transducer%20ultrasonic%20adalah%20komponen%20elektronika,frekuensi%20gelombang%20ultrasonic%20diatas%2020KHz>.

- li, B. A. B., & Teori, L. (2019). Chapter II, Universitas Sumatera Utara, 15–32.
- L,Darmawan, (2018).*Gelombang Suara Gantikan Pestisida untuk Berantas Hama,Seperti Apa?* Diambil kembali dari: <https://www.mongabay.co.id/2018/07/19/gelombang-suara-gantikan-pestisida-untuk-berantas-hama-seperti-apa/>Diakses 08 september 2020.
- BPS, (2015). *Produksi Padi Menurut Provinsi (ton), 1993-2015* <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/865> Diakses kembali 8 September 2020.
- TeknikElektronika, (2015). *Mengenal IC 555 (IC Timer) dan Konfigurasi kakinya.* Diambil kembali dari: <https://teknikelektronika.com/wp-content/uploads/2015/12/Mengenal-IC-Timer-555-dan-Konfigurasi-kakinya>.
- TeknikElektronika, (2015). *Pengertian Resistor dan Jenis-jenis Resistor.* Diambil kembali dari: <https://teknikelektronika.com/pengertian-resistor-jenis-jenis-resistor/>
- TeknikElektronika, (2015). *Simbol dan Fungsi Kapasitor beserta Jenis-jenis Kapasitor.*Diambil kembali dari: <https://teknikelektronika.com/symbol-fungsi-kapasitor-beserta-jenis-jenis-kapasitor/>
- The Engineering Projects, (2018). *Introduction to HC-SR04 (Ultrasonic Sensor)* Diambil kembali dari: <https://www.theengineeringprojects.com/2018/10/introduction-to-hc-sr04-ultrasonic-sensor.html#:~:text=HC%20SR04%20is%20an%20ultrasonic,contact%20between%20sensor%20and%20object>. Diakses kembali 05 juli 2020.