

**PROTOTIPE SISTEM *SPRAYER* HAMA *APOGANIA* SP PADA
BIBIT KELAPA SAWIT BERBASIS IoT**

SKRIPSI

OLEH:

YOHANNES DESWAN SITANGGANG

19.812.0065



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 4/6/24

Access From (repository.uma.ac.id)4/6/24

**PROTOTIPE SISTEM *SPRAYER* HAMA *APOGONIA* SP PADA
BIBIT KELAPA SAWIT BERBASIS IoT**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh :

YOHANNES DESWAN SITANGGANG
198120065

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

ii

Document Accepted 4/6/24

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Prototipe Sistem Sprayer Hama Apogonia Sp Pada Bibit
Kelapa Sawit Berbasis IoT
Nama : Yohannes Deswan Sitanggang
NPM : 198120065
Fakultas : Teknik

Disetujui oleh
Komisi Pembimbing



Dr. Ir. Dina Maizana, M.T
Pembimbing I



Dr. Dina Maizana, M.T
Dekan



Ir. Habib Satria, M.T., IPM
Kaf. Prodi

Tanggal Lulus : 26 Maret 2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan
dibawah ini :

Nama : Yohannes Deswan Sitanggang

NPM : 19.812.0065

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : “Prototipe Sistem Sprayer Hama Apogonia Sp Pada Bibit Kelapa Sawit Berbasis IoT”.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal : 26 Maret 2024

Yang menyatakan



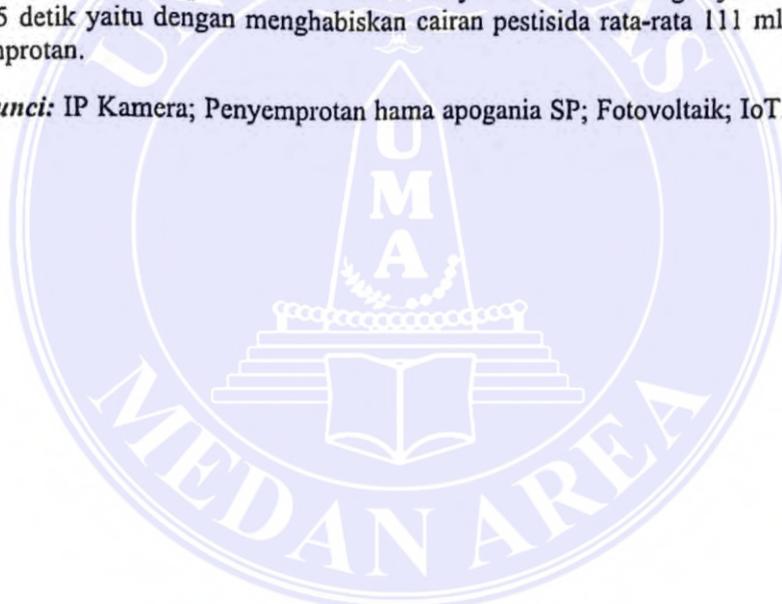
(Yohannes Deswan Sitanggang)

ABSTRAK

Yohannes Deswan Sitanggang NPM 198120065, Prototipe Sistem Sprayer Hama Apogonia SP Pada Bibit Kelapa Sawit Berbasis IoT, Dibimbing Oleh Dr. Ir. Dina Maizana, M.T

Bibit kelapa sawit merupakan hal yang penting dalam pertumbuhan kelapa sawit. Dalam pengembangan usaha budidaya tanaman kelapa sawit, masalah yang dihadapi oleh pengusaha atau petani yang bersangkutan adalah pengadaan bibit tanam. Seiring dengan perkembangan teknologi saat ini maka penyemprotan pada hama apogonia sp dapat dilakukan dengan merancang alat penyemprotan hama *apogonia* sp melalui handphone dan hasil yang didapat berupa gambar dan video yang terlebih dahulu di *scanning* oleh kamera yang terdapat pada alat. IP kamera dengan infra merah bertujuan untuk menangkap gambar hama apogonia sp pada malam hari sedangkan motor stepper sebagai pemutar agar ip kamera dapat bergerak. Fotovoltaik sebagai sumber energi listrik de dengan keluaran nilai tegangan rata-rata yaitu 18,69 volt, dan penyemprotan bibit sawit sebanyak 3 tanaman dengan jarak 50-80 cm dalam waktu 5 detik yaitu dengan menghabiskan cairan pestisida rata-rata 111 ml dalam satu kali penyemprotan.

Kata kunci: IP Kamera; Penyemprotan hama apogonia SP; Fotovoltaik; IoT.

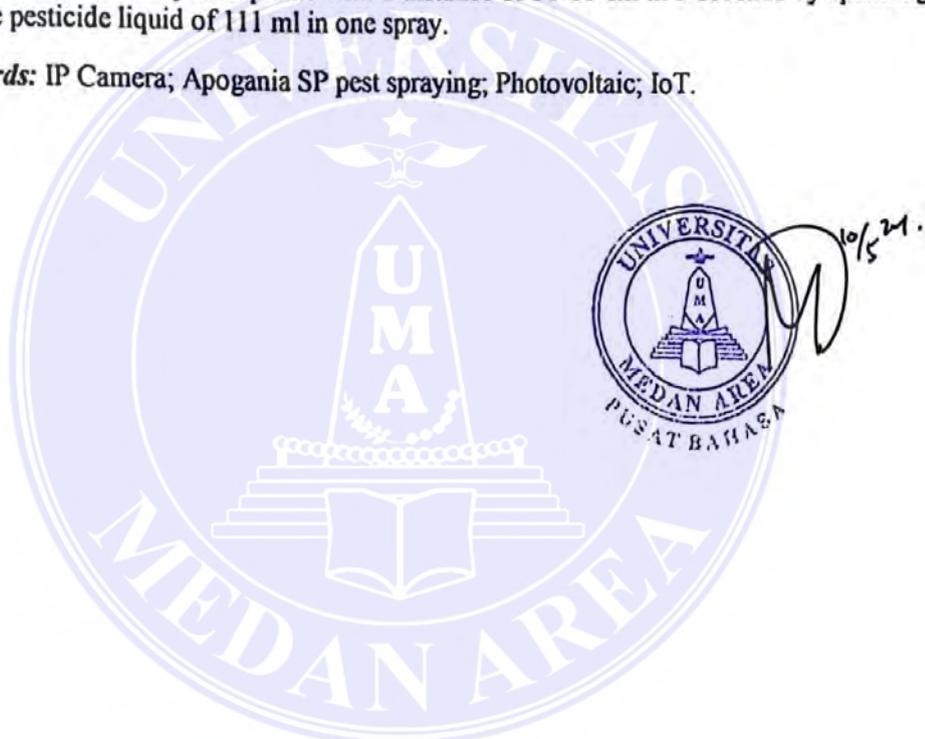


ABSTRACT

Yohannes Deswan Sitanggang NPM 198120065, Prototype of Apogonia SP Pest Sprayer System on IoT-Based Oil Palm Seedlings, Supervised by Dr Ir. Dina Maizana, M.T.

Oil palm seedlings are important in the growth of oil palm. In the development of oil palm cultivation, the problem faced by entrepreneurs or farmers concerned is the procurement of planting seeds. Along with the development of current technology, spraying on Apogonia sp pests can be done by designing a spraying tool for Apogonia sp pests via mobile phones and the results obtained in the form of images and videos that are first scanned by the camera contained in the tool. IP camera with infrared aimed to capture images of apogonia sp pests at night while the stepper motor as a player so that the IP camera could move. Photovoltaic as a source of electrical energy with an average voltage value output of 18.69 volts, and spraying palm seedlings as many as 3 plants with a distance of 50-80 cm in 5 seconds by spending an average pesticide liquid of 111 ml in one spray.

Keywords: IP Camera; Apogonia SP pest spraying; Photovoltaic; IoT.



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sidikalang pada tanggal 11 Desember 2000 dari ayah Hotland Sitanggang dan ibu Rina Erawati Br Pardosi penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara.

Tahun 2018 Penulis lulus dari SMK SWASTA YAYASAN PENDIDIKAN TEKNOLOGI (YPT) PANGKALAN BERANDAN dan pada tahun 2019 penulis mendaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area jurusan Teknik Elektro.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis menjadi lebih memahami serta memperdalam pengetahuan tentang dunia Elektro serta berbagai hal yang berhubungan dengan kelistrikan yang bisa diterapkan penulis di kehidupan sehari-hari.

Pada tanggal 01 Agustus 2022 sampai 02 September tahun 2022 Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT. PLN (PERSERO) UNIT INDUK PEMBANGKITAN SUMATERA BAGIAN UTARA UPDK BELAWAN di bawah bimbingan Supervisor Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU).

KATA PENGANTAR

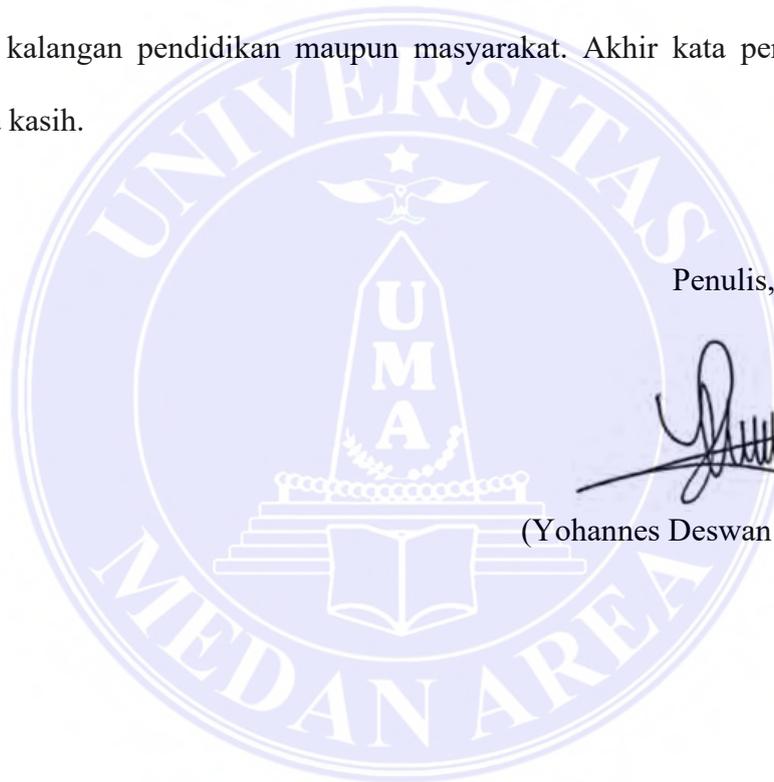
Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Mahas Esa atas segala karunia-Nya sehingga proposal ini berhasil diselesaikan. Pembuatan alat ini berjudul **"PROTOTIPE SISTEM *SPRAYER* HAMA *APOGANIA SP* PADA BIBIT KELAPA SAWIT BERBASIS IoT"**

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa materi, moral dan spiritual. Selayaknya Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua penulis yang selalu memberi doa dan dukungan secara moral maupun material.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Eng Supriatno, S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Habib Satria, M.T, IPM selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.
5. Dr, Ir Dina Maizana, M,T, selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, memberikan saran, kritik, bimbingan, pengarahan yang membangun dalam penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro dan Staff Pegawai di Fakultas Teknik Elektro Universitas Medan Area.
7. Kepada diri penulis sendiri yang telah bertahan dan dapat menyelesaikan pendidikan dengan baik.

8. Serta teman-teman seperjuangan stambuk 2019 program studi teknik elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area, serta sahabat-sahabat saya di stambuk 2019 teknik elektro yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.



Penulis,



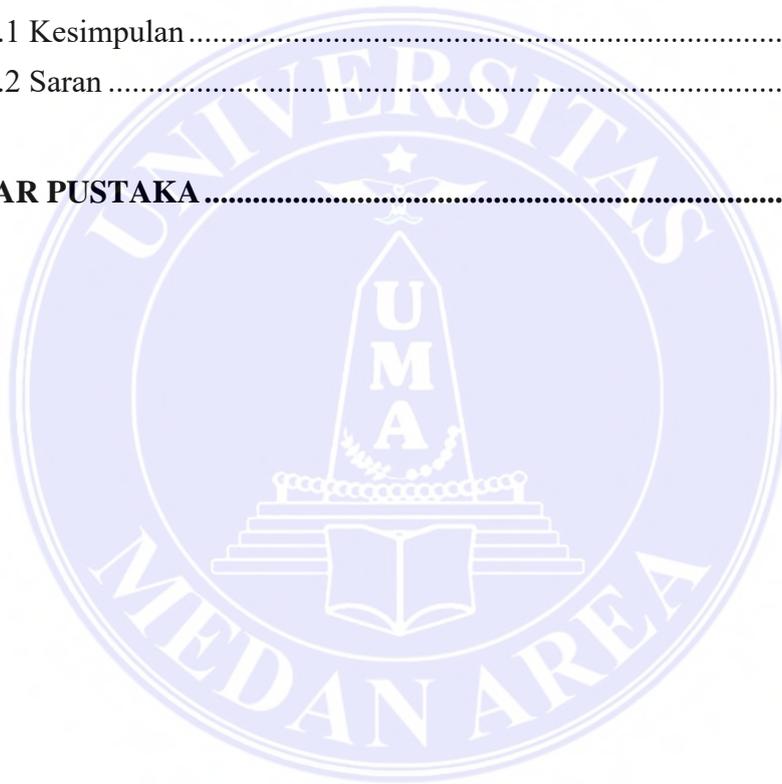
(Yohannes Deswan Sitanggang)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	2
BAB I PENDAHULUAN	3
1.1 Latar Belakang.....	3
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Bibit Kelapa Sawit.....	8
2.2 Arduino Uno	9
2.2.1 Cara Kerja Arduino Uno.....	10
2.2.2 Fungsi Dari Bagian-Bagian Arduino Uno	10
2.2.3 <i>Software</i> Arduino IDE	12
2.3 IoT (<i>Internet of Things</i>)	13
2.4 Relay	13
2.4.1 Prinsip Kerja Relay.....	14
2.5 Pompa Air DC	15
2.6 Driver Stepper A4988.....	15
2.7 Motor Stepper	16
2.8 Micro Limit Switch.....	17
2.9 IP Kamera	18

2.10 YOLO dan YOLOv5	19
2.11 Arsitektur YOLOv5	23
2.12 Android	27
2.13 Fotovoltaik	28
2.14 <i>Solar Charge Controller</i> (SCC)	29
2.15 Baterai	30
2.16 Modul LM2596 DC	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Lokasi Dan Waktu Penelitian	28
3.1.1 Lokasi Penelitian	28
3.1.2 Waktu Penelitian	28
3.2 Blok Diagram Sistem	28
3.3 Sketsa Sistem	30
3.4 Wiring Diagram Sistem	32
3.5 Spesifikasi Komponen Perancangan Alat	33
3.5.1 Arduino Uno	33
3.5.2 Relay	34
3.5.3 Pompa air	34
3.5.4 IP kamera	37
3.5.5 Driver A4988	37
3.5.6 Motor Stepper	38
3.5.7 Micro Limit Switch	42
3.5.8 Modul Fotovoltaik 10 wp	42
3.5.9 <i>Solar Charge Controller</i> (SCC)	43
3.5.10 Baterai (<i>accumulator</i>)	44
3.5.11 Modul LM2596 DC	45
3.5.12 Nosel	45
3.6 Perhitungan Pemakaian Daya Listrik	46
3.7 Jadwal Penelitian	47
3.8 Metode Pengujian Alat	47
3.9 Diagram Alir Pembuatan Alat	48
3.10 Rancangan Anggaran Biaya	50

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	51
4.1 Hasil Perancangan Sistem.....	51
4.2 Pengujian Sistem <i>Sprayer</i> Hama <i>Apogonia</i>	53
4.2.1 Pengujian IP Kamera pada Sistem	56
4.2.2 Pengujian Sistem Terhadap Pompa Air.....	57
4.2.3 Pengujian Sistem Pada Motor <i>Stepper</i>	59
4.3 Pengujian Fotovoltaik.....	60
4.4 Pengujian Baterai.....	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA.....	65



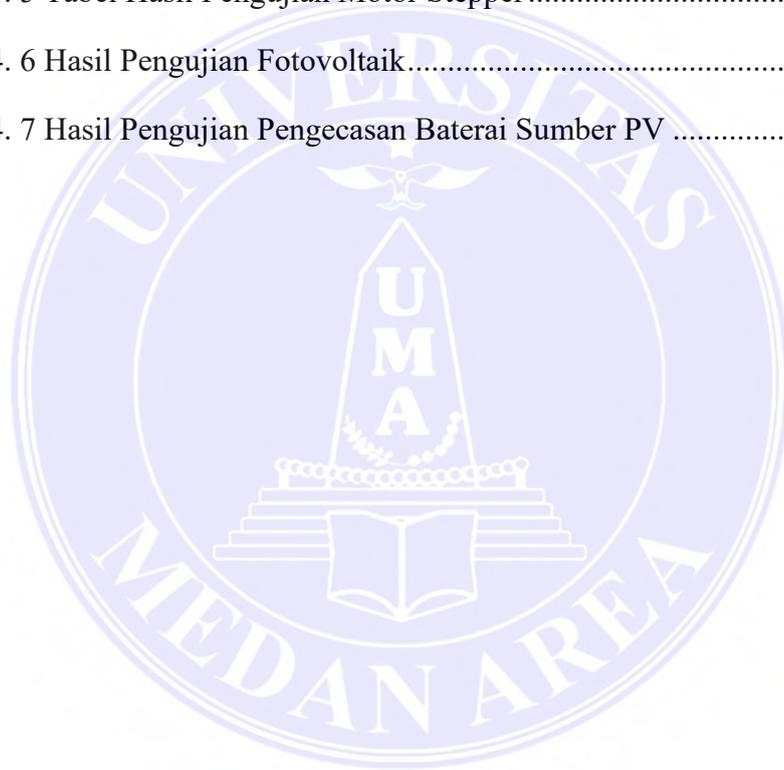
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bibit Kelapa Sawit Fase <i>Main Nursery</i>	9
Gambar 2. 2 Arduino Uno.....	9
Gambar 2. 3 Bagian-Bagian Arduino Uno.....	10
Gambar 2. 4 Tampilan Sketch Software Arduino IDE	12
Gambar 2. 5 Konsep Teknologi IoT	13
Gambar 2. 6 Relay.....	14
Gambar 2. 7 Pompa Air DC.....	15
Gambar 2. 8 Driver stepper A4988	16
Gambar 2. 9 Motor <i>Stepper</i>	17
Gambar 2. 10 Micro Limit switch.....	18
Gambar 2. 11 Ip kamera.....	18
Gambar 2. 12 Konsep Deteksi pada YOLOv5	19
Gambar 2. 13 IoU (Intersection Over Union)	21
Gambar 2. 14 Beberapa Contoh Konsep Skor IoU	21
Gambar 2. 15 Model YOLO	22
Gambar 2. 16 Arsitektur YOLOv5	23
Gambar 2. 17 Tipe dan Perbedaan Performa YOLOv5	24
Gambar 2. 18 Confusion Matrix	25
Gambar 2. 19 <i>Smartphone android</i>	28
Gambar 2. 20 Modul Fotovoltaik.....	29
Gambar 2. 21 SSC (<i>Solar charger controller</i>).....	30
Gambar 2. 22 Baterai (<i>accumulator</i>)	31
Gambar 2. 23 Modul Step Down LM2596	32

Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem Alat	28
Gambar 3. 2 Sketsa keseluruhan Alat	30
Gambar 3. 3 Sketsa Sistem penyemprotan tampak atas.....	31
Gambar 3. 4 Sketsa Alat Tampak Samping	32
Gambar 3. 5 Wiring Diagram Rangkaian	33
Gambar 3. 6 Arduino Uno.....	33
Gambar 3. 7 Relay 1 Channel	34
Gambar 3. 8 Pompa air 12V.....	36
Gambar 3. 9 IP Kamera.....	37
Gambar 3. 10 Driver stepper A4988	37
Gambar 3. 11 Motor stepper	38
Gambar 3. 12 Jumlah pulsa mewakili jumlah.....	39
Gambar 3. 13 Step normal dibagi menjadi 2 (half step)	39
Gambar 3. 14 Fotovoltaik Polycrystalline 10 wp	43
Gambar 3. 15 Solar charge controller	43
Gambar 3. 16 Baterai	44
Gambar 3. 17 Modul LM2596 DC.....	45
Gambar 3. 18 Diagram Alir Pembuatan Alat.....	48
Gambar 4. 1 Hasil perancangan prototipe.....	51
Gambar 4. 2 Tampilan pengujian Ip kamera.....	56
Gambar 4. 3 Pengukuran terhadap Fotovoltaik.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....	47
Tabel 3. 2 Rancangan Anggaran Biaya.....	50
Tabel 4. 1 Pengujian efektivitas penyemprotan.....	52
Tabel 4. 2 Pengujian Performa Baterai	55
Tabel 4. 3 Tabel Pengujian Penggunaan Penyemprotan	57
Tabel 4. 4 Pengujian Kelistrikan Pompa.....	58
Tabel 4. 5 Tabel Hasil Pengujian Motor Stepper	59
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Fotovoltaik.....	61
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Pengecasan Baterai Sumber PV	62



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit yaitu tanaman hasil perkebunan yang menjadi posisi penting dalam sektor kegiatan perekonomian pertanian dan pertanian maka daripada itu, pentingnya komoditi kelapa sawit masa sekarang dan masa yang akan mendatang, seiring meningkatnya kebutuhan-kebutuhan penduduk yang ada di dunia akan pentingnya minyak kelapa sawit, Indonesia juga termasuk sebagai negara terbesar peng-ekspor minyak sawit di dunia yang bertujuan menambah devisa negara (Galingging et al., 2021). Maka perlunya menumbuhkan bibit kelapa sawit yang sehat sebagai bentuk upaya dalam peningkatan kualitas dan kuantitas agar dapat memproduksi kelapa sawit yang bermutu terbaik.

Pembibitan kelapa sawit adalah langkah pertama pada proses pertumbuhan pada bibit kelapa sawit menjadi salah satu faktor yang menentukan sukses budidaya kelapa sawit maka daripada itu dibutuhkan fase perawatan serta pemeliharaan bibit dengan tata kelola serta kontribusi nyata agar meningkatnya pertumbuhan tanaman dan perkembangannya sehingga dapat memaksimalkan pengelolaan bibit secara intensif maka dilakukan selama tahap pembibitan berlangsung.

Kegiatan ini mempunyai beberapa persoalan diantaranya ialah serangan hama. Jenis serangga yang sering disebut sebagai hama pada bibit kelapa sawit mereka termasuk kumbang malam (*apogonia* sp) serangga ini merupakan penyakit utama pada fase pembibitan *main nursery* serangan pada serangga ini memakan daun mulai dari tepi daun yang muda hingga dapat menyebabkan daun berlubang,

dikarenakan kumbang malam ini memakan daun kelapa sawit sehingga berpengaruh pada pertumbuhan dan kesuburan bibit. Kumbang malam memiliki sifat aktif di malam hari termasuk makan dengan cara hinggap di dedaunan dan memakan daun bibit kelapa sawit (Pradana et al., 2020).

Kumbang malam dapat dikendalikan dengan secara kimiawi menerapkan aplikasi insektisida sintetis dengan metode penyemprotan pada daun yang masih dilakukan oleh pengelola bibit kelapa sawit sampai saat ini secara manual menggunakan alat semprot pestisida (*sprayer*).

Pengendalian hama kumbang malam yang selama ini dilakukan secara penyemprotan manual yaitu dengan aplikasi insektisida sintetis pada malam hari, penyemprotan dilakukan seminggu sekali apabila intensitas serangan ringan dan jika intensitas serangan tinggi maka dilakukan seminggu dua kali (Pradana et al., 2020). Bersumber dari permasalahan yang dialami maka solusi yang dapat membantu para petani yaitu membuat suatu sistem dengan teknologi yang dapat diterapkan pada pembibitan kelapa sawit dengan membuat perangkat keras yang dapat dipantau dan diatur dengan program yang terhubung ke jaringan internet serta memiliki suplai energi listrik sendiri menggunakan fotovoltaiik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah yang akan diteliti dalam studi ini, yakni:

1. Bagaimanakah merancang dan membuat sistem penyemprotan pestisida hama *apogonia* sp pada fase *main nursery* berbasis iot?

2. Bagaimanakah sistem penyemprotan pestisida hama *apogonia* dapat diimplementasikan dengan memiliki sumber energi listrik sendiri dari fotovoltaik?
3. Bagaimanakah mekanis pembuatan alat?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan Perancangan dan Pembuatan alat ini adalah:

1. Untuk mendapatkan sistem penyemprotan pestisida hama *apogonia* sp berbasis iot.
2. Agar mendapatkan sistem penyemprotan pestisida hama *apogonia* berbasis iot dengan penerapan fotovoltaik sebagai sumber energi listrik.
3. Untuk mendapatkan mekanis sistem penyemprotan pestisida berbasis iot.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada perancangan alat ini untuk menjaga fokus dan relevan dengan masalah yang diteliti adalah:

1. Perancangan alat ini berfokus kepada penyemprotan pestisida hama jenis kumbang malam (*apogonia* sp).
2. Arduino Uno ATMEGA 328P sebagai mikrokontroller yang digunakan.
3. Kamera digunakan sebagai alat untuk memonitoring penyemprotan.
4. Penyemprotan pestisida hama *apogonia* sp pada bibit kelapa sawit dilakukan fase *main nursery* pada saat malam hari.
5. Penyemprotan dilakukan dari atas daun bibit kelapa sawit.
6. IP Kamera HD resolusi 2 Mega Pixel.

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat yang diharapkan dari studi alat yang dirancang ialah:

1. Mencegah bibit kelapa sawit dari serangan hama *apogonia* sp jika diterapkan pada kasus sesungguhnya
2. Meringankan pekerjaan petani dalam melakukan penyemprotan pestisida hama *apogonia* sp.
3. Penerapan teknologi IoT dalam penyemprotan pestisida hama *apogonia* sp pada bibit kelapa sawit.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mendistribusikan deskripsi agar terlihat lebih konkrit maka materi yang dibahas dalam Tugas Akhir tersebut disusunlah metode yang disebutkan di bawah ini:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menerangkan secara singkat latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, batasan masalah, tujuan, metode penelitian dan manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memberikan penjelasan singkat tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metode penelitian, manfaat dan prosedur penulisan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Untuk memaksimalkan hasil penelitian, bab ini membahas teori-teori yang berhubungan dengan subjek penelitian.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bibit Kelapa Sawit

Bibit kelapa sawit dalam proses transformasi benih menjadi bibit agar ditanam. Maka sebagai tempat pembibitan adalah faktor utama pada bibit dalam mempengaruhi tingkat keberhasilan penanaman kelapa sawit. Masa pembibitan mempengaruhi bibit dari aspek perkembangan dan meningkatnya hasil produksi setelah tanam (Wati et al., 2022). Bibit unggul yang akan dihasilkan dari pembibitan ini, yang merupakan kunci untuk menghasilkan minyak kelapa sawit berkualitas tinggi dalam hal produktivitas dan kualitas. Tujuan membibit kelapa sawit ialah agar mendapatkan hasil bibit unggul yang harus tersedia segera setelah lahan siap untuk ditanam. Pada masa kegiatan membibit kelapa sawit terdapat 2 tipe yaitu:

a) *Pre nursery*

Pada masa tahap *pre nursery* tinggi bibit kelapa sawit 30 cm yang akan ditanam dalam *polybag* bersama dengan media tanah yang berasal dari tanah humus.

b) *Main nursery*

Proses pembibitan *main nursery* membutuhkan area yang lebih luas dengan jarak tanam yang lebih luas. Areal harus di ruang terbuka, dan menghindari gangguan serangga maupun binatang liar. Pembibitan *main nursery* pada umumnya bibit memperoleh perhatian dan perawatan yang kontinyu serta intensif (Galingging et al., 2021).

Pada perancangan alat ini, masa pembibitan kelapa sawit yang akan dipakai yaitu pada jenis pembibitan *main nursery*. Adapun bentuk fisik daripada fase pembibitan *main nursery* dapat diperhatikan seperti gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 2. 1 Bibit Kelapa Sawit Fase *Main Nursery*

(Sumber: <https://fjb.kaskus.co.id/product/51e777c33fcb17c02a00000a/jual-bibit-sawit-umur-3-bulan-baby>)

2.2 Arduino Uno

Pada desain alat penulis menggunakan seri Arduino Uno, Arduino Uno ialah mikrokontroler berbasis ATmega 328, mikrokontroler arduino uno juga dapat diaplikasikan untuk memproses suatu nilai dengan waktu yang kontinyu dan digunakan sebagai pengelola data dari sebagai PWM *output*, 6 pin sebagai *analog input*, 16 MHz *osilator kristal*, koneksi USB, *power jack*, ICSP Header, dan tombol *reset* (Area, 2021). Gambar 2.2 menunjukkan bentuk arduino uno di bawah ini.



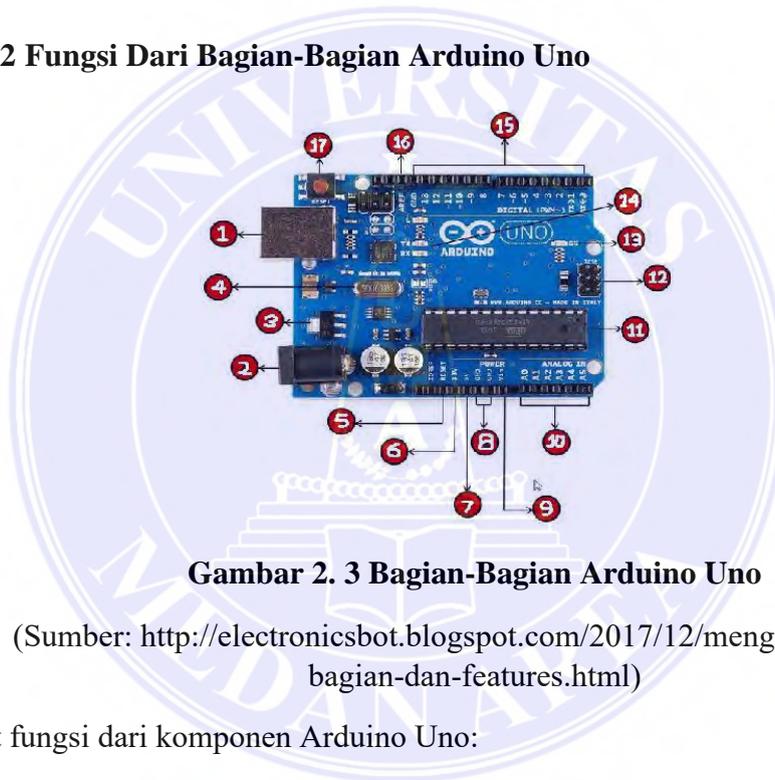
Gambar 2. 2 Arduino Uno

(Sumber: <https://www.musbikhin.com/arduino-adalah-macam-macam-arduino-dan-praktik-nya/>)

2.2.1 Cara Kerja Arduino Uno

Arduino memiliki metode penggunaan yaitu dengan pin analog pada *board* arduino uno, pin *default*-nya di gunakan sebagai *input analog*. Pada posisi pin ini dapat mendeteksi tegangan analog dimulai dari 0 sampai dengan 5 v secara kontinyu. Kemudian tegangan input dengan nilai 1v, 1.1v, 2v, 2.7 dan seterusnya hingga 5v juga dengan mudah dapat dibaca dengan menggunakan pin ini. Pada sebuah papan arduino memiliki banyak pin analog.

2.2.2 Fungsi Dari Bagian-Bagian Arduino Uno



Gambar 2. 3 Bagian-Bagian Arduino Uno

(Sumber: <http://electronicsbot.blogspot.com/2017/12/mengenal-bagian-bagian-dan-features.html>)

Berikut fungsi dari komponen Arduino Uno:

1. *Power USB*, bertindak sebagai penghubung arduino dengan komputer dengan koneksi USB. Sebagai masukan untuk memprogram arduino dan penyuplai listrik ke papan arduino uno (mikrokontroler).
2. *Power Jack*, sebagai masukan sumber energi ke arduino menggunakan range tegangan DC sebesar 5 – 12 Volt.

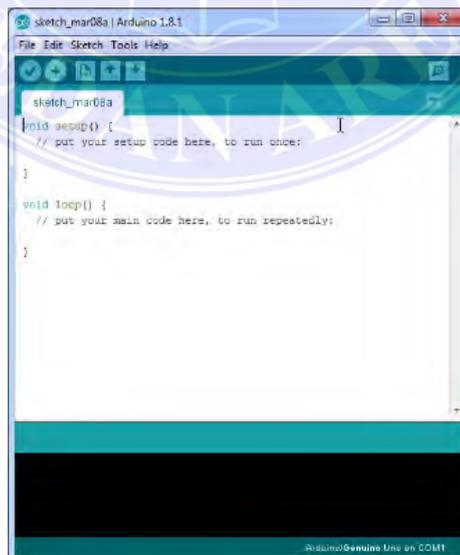
3. *Voltage Regulator*, yaitu *Integreated Circuit* yang dipakai sebagai penstabil tegangan eksternal (luar) dari *power jack* sebesar 5V yang aman dipakai oleh arduino uno.
4. *Crystal Oscillator*, berfungsi menunjukkan jumlah 16000 atau 16000 kHz, atau 16 MHz untuk penghitung atau sebagai pengatur waktu.
5. *Reset* (nomor 5 dan 17) untuk menghidupkan kembali operasi arduino dari awal, cara pertama yaitu dengan menekan tombol yang disebut "*reset*" no 17, cara kedua dengan membuat hubungan secara singkat antara *reset* pin dengan GND.
6. Nomor 6, 7, 8 dan 9: Nomor 6 sumber listrik *output* (keluaran) 3.4 Volt.
7. Tegangan keluaran (*output*) sebesar 5 Volt.
8. Pin GND (*ground*) yaitu sebagai pin negatif keluaran jalur listrik dari rangkain.
9. Pin penyuplai listrik DC dari luar sebesar 5 Volt ke *board* arduino.
10. Pin Analog yang digunakan sebagai pembacaan sinyal analog untuk ditransformasikan menjadi nilai digital dan pin analog mempunyai 6 pin (A0–A5).
11. *Integrated Circuit (IC)* Mikrokontroller, pengendali yang telah diprogram oleh arduino sebagai pengatur pin analog (10) dan pin digital (15).
12. *ICSP* pin, pada arduino terdapat 6 pin yaitu VCC, GND, RESET, SCK, MISO dan MOSI dapat dipakai menggunakan *bootloader*.
13. *LED Power Indicator*, lampu ini hidup pertanda suplai listrik dengan baik masuk ke papan arduino. Apabila lampu tidak menyala maka listrik yang masuk ke papan arduino terjadi sesuatu yang salah.

14. Pin *Digital I/O*, arduino memiliki empat belas pin digital yang berfungsi memasukkan logika (0 atau 1) dan dapat digunakan seperti saklar. Pin PWM (*Pulse Width Modulation*) bisa digunakan untuk membuat PWM.
15. ARef atau *Analog Reference* digunakan sebagai mengubah sumber tegangan diatur melalui IC ysitu tegangan berkisar 0 hingga 5 Volt.

2.2.3 Software Arduino IDE

Software (IDE) *Integrated Development Environment* dalam praktiknya pengembangan terintegrasi, ada bahasa pemrograman khusus yang disebut arduino, yang merupakan pengembangan dari bahasa C yang lebih sederhana dan mudah digunakan. Untuk meng-*compile* dan meng-*upload* program ke board arduino dapat menggunakan program arduino IDE (Cipta et al., n.d.).

Software arduino harus menghasilkan sebuah file hex yang akan diunduh pada papan sistem mikrokontroler seperti arduino, adapun gambar pada jendela sistem operasi arduino IDE seperti yang terlihat pada Gambar 2. 4 dibawah ini.



Gambar 2. 4 Tampilan Sketch Software Arduino IDE

(Sumber: <https://www.aldyrazor.com/2020/05/software-arduino-ide.html>)

2.3 IoT (*Internet of Things*)

Internet of Things atau disebut (*Internet untuk Segalanya*) merupakan gagasan bahwa item tertentu memiliki kemampuan untuk mengirim dan menerima data, yang meningkatkan manfaat dari konektivitas internet yang terhubung secara terus-menerus melalui jaringan wifi, *Internet of Things* merupakan perangkat yang dapat diawasi dari jauh dengan bantuan jaringan internet, oleh karena itu tercipta peluang untuk menggunakan perangkat sensor untuk menghubungkan dunia fisik ke sistem berbasis komputer secara langsung dengan jalur web (Alparahab et al., 2021). Untuk mempermudah konsep iot maka dapat diperhatikan seperti Gambar 2. 4 berikut ini.



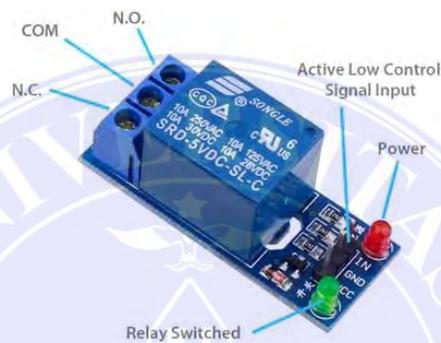
Gambar 2. 5 Konsep Teknologi IoT

(Sumber: <https://e2consulting.co.id/2020/08/27/teknologi-internet-of-things-iot-yang-membuat-benda-cerdas/>)

2.4 Relay

Relay yaitu elemen saklar elektronik yang menggunakan arus listrik, pada tugas akhir ini saklar elektronika berfungsi sebagai *on-off* penghubung antara baterai sebagai sumber dengan beban pemakian yaitu pompa air DC. Konsep relay adalah penyungkit saklar yang terhubung dengan kawat pada solenoid (batang besi) di sekitarnya. Apabila arus listrik mengalir melalui solenoid, maka karena gaya magnet solenoid, tuas akan tertarik sehingga memutus hubungan saklar. Pin COM

dihubungkan dari salah satu sisi kabel yang akan dipakai NO menghubungkan kabel yang satu apabila ingin ke kondisi awal yang terbuka dan NC sebagai menghubungkan kabel awal tertutup (tidak terhubung). Apabila arus tidak terhubung maka gaya magnet akan berakhir dan tuas akan kembali ke awal setelah itu, kontak saklar dibuka kembali (Arijaya, 2019). Bentuk daripada relay dapat dilihat pada Gambar 2. 6.



Gambar 2. 6 Relay

(Sumber: <https://www.aldyrazor.com/2020/05/modul-relay-arduino.html>)

2.4.1 Prinsip Kerja Relay

Modul relay mempunyai prinsip dasar yaitu ketika koil dialiri listrik, gaya elektromagnet akan muncul, menarik pegas, dan kontak akan tertutup, hampir serupa dengan sistem prinsip kerja kontaktor tepatnya berdasarkan kemagnetaan dibuat oleh koil, apabila belitan koil diberikan sumber listrik.

Ada dua jenis relay: relay DC dan relay AC, tegangan DC yang masuk pada koil relay berbagai ukuran tegangan sesuai dengan ukuran yang ditunjukkan pada spesifikasi setiap relay yang menghubungkan tegangan 6V, 12V, 24V, 48V, sedangkan relay terdiri dari tegangan AC sebesar 220 Volt. Relay terdiri dari koil lalu kontak, koil merupakan kumparan yang menerima aliran arus listrik, sementara kontak adalah sejenis saklar yang pergerakannya dipengaruhi oleh sumber arus

pada koil. kontak terdiri dari dua kategori: *Normally Open* (kondisi awal sebelum diaktifkan buka), dan *Normally Closed* (kondisi awal sebelum diaktifkan tutup).

2.5 Pompa Air DC

Pompa air ini digunakan untuk *sprayer* elektrik yang berfungsi sebagai penghisap cairan pestisida dari wadah air (tabung) dan mendorong/mengalirkan melalui selang ke nozzle (Utomo et al., 2021). Pompa dapat diaktifkan menggunakan rangkaian relay dan bekerja sesuai dengan instruksi dari mikrokontroler yang saling terkoneksi, pompa air dc seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. 7 berikut.



Gambar 2. 7 Pompa Air DC

(Sumber: <https://bibitbunga.com/product/pompa-air-high-pressure-dc-12v-mini-diaphragm-pump-tanpa-adaptor/>)

2.6 Driver Stepper A4988

Driver stepper yang berfungsi sebagai pengendali motor stepper bipolar. Driver A4988 memiliki lima pilihan mikro langkah, termasuk langkah penuh dan langkah setengah yaitu langkah penuh, langkah setengah, delapan dan enam belas. Potensio sebagai pengatur arus keluaran yang memiliki tegangan DC dari 3 sampai 5.5 V. Tidak ada *heat sink* untuk arus 1 amper, tetapi *heat sink* pendingin diperlukan untuk

arus maksimal 2 amper (Mulkan et al., 2020). Gambar 2. 8 menunjukkan driver stepper A4988 dibawah ini.



Gambar 2. 8 Driver stepper A4988

(Sumber: https://www.twinschip.com/A4988_Stepper_Motor_Driver)

2.7 Motor Stepper

Motor stepper yaitu penggerak listrik DC pada perancangan ini dimana berfungsi sebagai penggerak maju dan mundur yang terhubung dengan rel. Cara kerja setiap motor stepper berbeda-beda bergantung pada konstruksi rotor dan stator sesuai dengan sistem lilitan pada statornya, berputar dengan sudut langkah yang berbeda beragam langkah bergantung penggerak stepper yang dipakai dan dapat berubah setiap waktu, ukuran langkah (*step size*) bermacam variasi pada jarak sudut langkah dari $0,9^\circ$ hingga 90° , misalnya sudut step $7,5^\circ$; 15° ; 30° dan sebagainya bergantung pada pengaplikasian. Dan membutuhkan 360° dengan jumlah langkah pada setiap derajatnya. Dalam keadaan normal pada saat motor *stepper* bekerja umumnya ditunjukkan dalam jumlah langkah per-rotasi dalam satuan per- menit atau detik. Motor ini dapat berputar berbasis pada rangkaian pulsa yang diberikan terhadap penggerak (Cahyono & Magrobi Harianto, 2017). Maka agar dapat motor stepper bekerja sesuai dibutuhkan pengontrol untuk motor stepper agar dapat dibagikan. Gambar 2. 9 menunjukkan motor stepper dengan pulsa-pulsa periodik dibawah ini.



Gambar 2. 9 Motor Stepper

(Sumber: <https://www.edukasikini.com/2018/10/motor-stepper-jenis-jenisnya.html>)

2.8 Micro Limit Switch

Micro limit switch adalah saklar elektromagnetik yang membatasi memiliki tuas aktuator yang mengubah posisi kontak terminal. Ini dapat berubah dari *Normally Open* (NO) atau ke *Normally Closs* (NC) atau sebaliknya dari normally closs (NC) ke normally open (NO). Pada perancangan alat ini saklar pembatas memiliki sistem kerja yang bertujuan untuk membatasi gerak pada objek (kamera) dengan menentukan dan menghubungkan aliran listrik melalui terminal kontakannya.

Limit switch biasanya digunakan untuk menghubungkan atau memutus aliran arus listrik. Dengan kata lain, hanya memiliki kondisi ON atau OFF. Pengontrol batas biasanya digunakan untuk;

1. Memutus atau menghubungkan objek ke rangkaian.
2. Sebagai alat untuk mengidentifikasi posisi atau kondisi suatu objek.
3. Menggunakan sumber daya yang kecil untuk menghasilkan energi yang besar.

Posisi kontak diganti apabila suatu objek mendorong atau tertekan tuas aktuator. Kerja pembatas yaitu menghubungkan saat kutup ditekan pada batas penekanan tertentu, dan memutus saat kutup tidak ditekan. Termasuk dalam sensor mekanis,

limit switch adalah sensor yang memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanis pada sensor (Mega et al., 2021). Limit switch berfungsi sebagai sensor posisi pada benda yang bergerak.



Gambar 2. 10 Micro Limit switch

(Sumber: <https://www.amazon.ca/Limit-Switch-250VAC-Button-Micro/dp/B0C3VV7LBJ>)

2.9 IP Kamera

Internet Protokol Kamera merupakan kamera yang mengirimkan sinyal kendali dan data foto melalui sambungan *Fast Ethernet link*. Kamera yang mengirimkan sinyal kendali dan data gambar melalui *link ethernet* cepat menggunakan protokol internet. Oleh karena itu, kamera IP sering disebut sebagai kamera jaringan. Di Indonesia, jumlah pengguna ponsel dan kamera internet protokol sedang meningkat. Jadi, penggabungan IP kamera menggunakan *mobile phone* dimana pengguna dapat melihat kamera yang langsung terhubung (Rafiq & Yusuf, 2019). Agar mampu dipahami daripada bentuk IP kamera seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. 11.



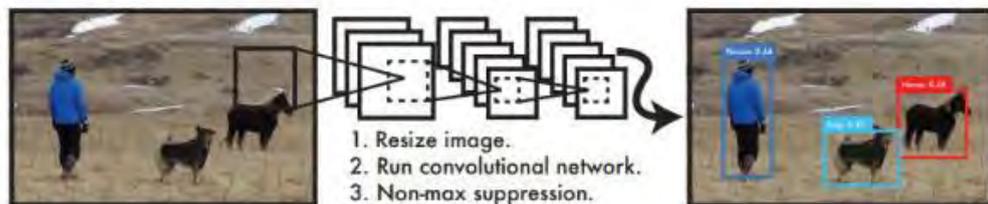
Gambar 2. 11 Ip kamera

(Sumber: <http://www.pxindonesia.co.id/product.html/20-ip-camera#.ZCxRQvZBy3A>)

2.10 YOLO dan YOLOv5

YOLO merupakan (*You only look once*) algoritma yang diimplementasikan sebagai pendeteksi objek secara langsung. *Repurpose classifier* atau *localizer* merupakan sistem pendeteksian yang dilakukan untuk mengidentifikasi. Salah satu konsep yang dipakai di suatu gambar dibeberepa skala lalu lokasi. Daerah citra yang diberi skor tertinggi maka dianggap sebagai suatu pendeteksian. Pada perancangan alat ini penulis menggunakan YOLOv5 sebagai penggunaan pendekatan JST agar mengidentifikasi suatu objek dalam gambar. Jaringan ini membagi gambar menjadi sebagian area serta dapat memproyeksikan setiap kotak pembatas dan kemungkinan untuk setiap area. Setiap probabilitas yang diprediksi kemudian dibandingkan dengan kotak (Pratama, 2023).

YOLOv5 memiliki teori algoritma yang cukup mudah dipahami. Ukuran gambar akan diubah oleh sistem masukan menjadi 448 x 448 piksel (sesuai dengan ukuran yang diharapkan saat digunakan). Kemudian sistem akan menjalankan jaringan konvolusi tunggal pada gambar. Terakhir, berdasarkan model yang dilatih sistem akan mendeteksi objek dengan tingkat kepercayaan (Redmon et al., n.d.). Pada Gambar 2.12 menjelaskan konsep dari YOLO di bawah ini.



Gambar 2. 12 Konsep Deteksi pada YOLOv5
(Sumber: <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/179/4/JURNAL.pdf>)

Berikut adalah kelebihan dari model YOLOv5 sebagai objek deteksi.

1. *Bounding box* digunakan sebagai regresi untuk menghindari penggunaan jaringan syaraf kompleks yang berulang-ulang. Model pembelajaran sebagai referensi untuk gambar uji baru untuk menghindari pembelajaran secara berulang kali agar mendeteksi pada gambar yang baru dibuat. Rata-rata presisi pendeteksian dari jaringan YOLOv5 memiliki kemampuan untuk melakukan lebih dari satu hal. YOLOv5 sangat cepat dalam proses deteksi.

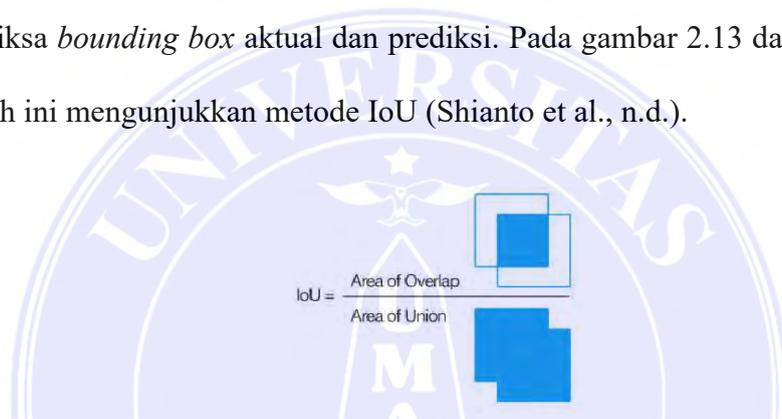
2. YOLOv5 menggunakan gambar luas ketika memproyeksikan suatu objek foto. Berbeda dengan sistem penggeseran yang metode berbasis proposal wilayah. YOLOv5 menangkap total gambar dan fitur-fiturnya selama pelatihan dan pengujian sehingga YOLOv5 secara implisit akan mengkodekan informasi kelas dan visualnya. Karena tidak dapat melihat konteks uji yang lebih besar daripada input awal, fast R-CNN, metode deteksi terbaik saat ini, memiliki kesalahan *patch* latar belakang dalam gambar. Dibandingkan dengan *Fast R-CNN*, YOLOv5 memiliki kesalahan latar belakang yang lebih rendah.

3. Objektif direpresentasikan mampu menghasilkan model yang mungkin diperlukan karena mendeteksi selanjutnya. Jika YOLOv5 dibentuk dengan foto asli selanjutnya dapat di uji coba dengan membuat gambar menjadi gambar seni, YOLOv5 mendominasi metode deteksi terkemuka seperti DPM dan R-CNN yang memiliki perbedaan nilai yang signifikan. Karenakan YOLOv5 mampu megeneralisasikan karenanya kecil potensi menyebabkan kesalahan pembacaan ketika dipakai di wilayah terbaru. YOLOv5 memiliki kelemahan di mana YOLOv5 masih ketinggalan dari segi akurasi. Program YOLOv5 dapat mengubah gambar input menjadi *grid* S x S. Apabila pusat item fokus dalam *grid*, sel *grid* mendeteksi objek. Setiap sel jaringan memperhitungkan kotak penghalang, B dan skor

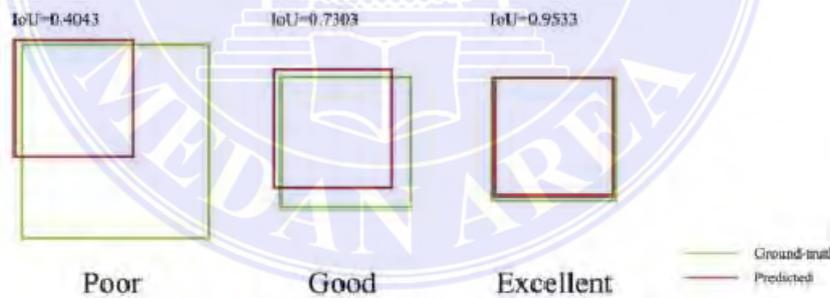
kepercayaan objeknya. Skor keyakinan ini melukiskan seberapa yakin model bahwa objek tersebut memiliki objek yang dituju dan seberapa akurat prakiraannya (Redmon et al., n.d.). Persamaan (1) berikut dapat digunakan untuk menghitung nilai kepercayaan secara matematis.

$$c = Pr(\text{Object}) * IoUPred \text{ Truth}$$

Intersection over Union (IoU) adalah cara evaluasi yang bertujuan untuk menentukan seberapa akurat objek dapat ditemukan dalam suatu dataset. IoU akan memeriksa *bounding box* aktual dan prediksi. Pada gambar 2.13 dan gambar 2.14 dibawah ini menunjukkan metode IoU (Shianto et al., n.d.).



Gambar 2. 13 IoU (Intersection Over Union)

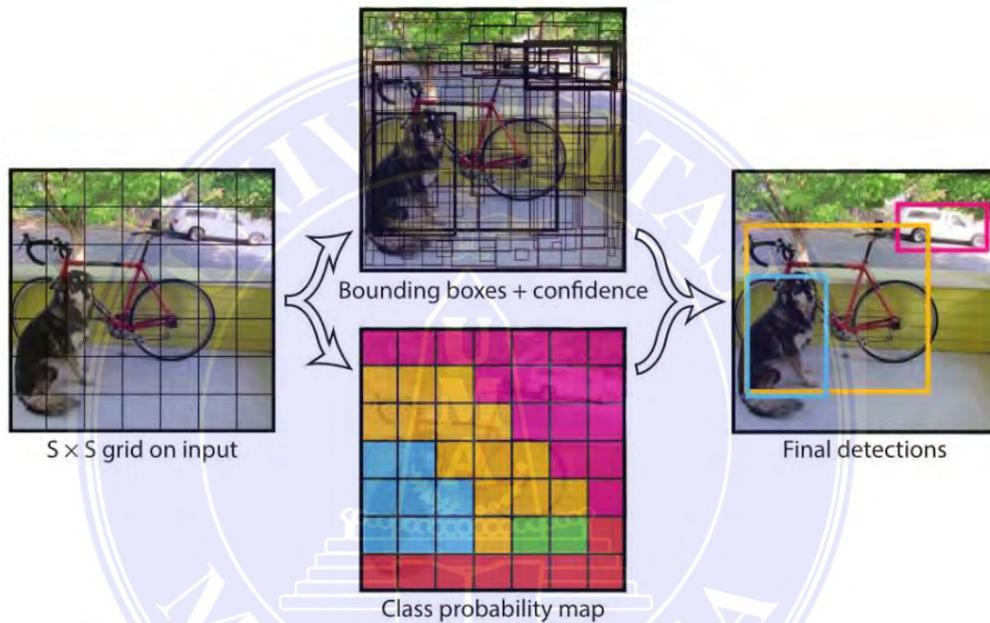


Gambar 2. 14 Beberapa Contoh Konsep Skor IoU

(Sumber: <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/179/4/JURNAL.pdf>)

Masing-masing kotak pengikat yang terdiri dari lima prediksi: x, y, w, h dan keyakinan (c). Koordinat (x, y) menunjukkan pusat kotak yang berada di dekat batas sel *grid*. Berat dan tinggi (w, h) diprediksi sehubungan dengan gambar secara keseluruhan. Selanjutnya skor kepercayaan digunakan untuk menunjukkan nilai penelitian dan pengembangan (IoU) antara kotak batas kebenaran (*ground truth*)

dan kotak batas prediksi. Selain itu, setiap sel harus memperkirakan probabilitas kelas bersyarat (C), $Pr(Object)$. Dalam konteks ini akan dicapai melalui *grid* sel yang mempunyai item. Karena terdapat kemungkinan dalam satu *grid*, Ini dilakukan mempunyai terdeteksi lebih dari satu objek. Namun YOLOv5 hanya memperkirakan satu set probabilitas kelas untuk setiap sel grid B, terlepas dari banyaknya bounding box (Redmon et al., n.d.).



Gambar 2. 15 Model YOLO
(Sumber: <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/179/4/JURNAL.pdf>)

Pada waktu pengujian, YOLOv5 mengalikan kemungkinan kelas bersyarat dengan perkiraan keyakinan batas individu sesuai persamaan (2).

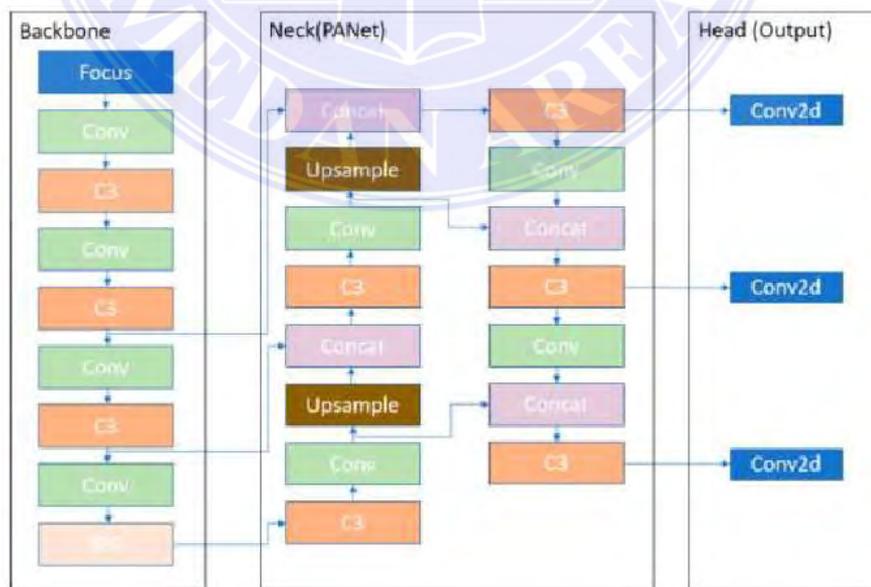
$$P_r(Class_i | Object) * P_r(Object) * IoU_{Pred}^{Truth} = P_r(Class_i) * IoU_{Pred}^{Truth}$$

Hasil dari setiap kotak, persamaan akan memberikan skor keyakinan. Skor tersebut menyandingkan beberapa baik kotak yang diprediksi, serta probabilitas kelas yang muncul didalamnya. Pada gambar 2.15 menunjukkan proses YOLOv5 untuk memberi *bounding box* dan skor keyakinan pada objek (Redmon et al., n.d.).

Prediksi final, pada nilai ini akan di dikodekan dalam format $S \times S \times (B * 5 + C)$ *tensor*. Misalkan $S = 7$, $B = 2$ dan PASCAL VOC dengan dengan 20 label untuk evaluasi YOLOv5 VOC digunakan, $B = 2$, dan PASCAL VOC dengan 20 sehingga $C = 20$, sehingga prediksi akhir *encode* adalah $7 \times 7 \times 30$ *tensor* (Redmon et al., n.d.).

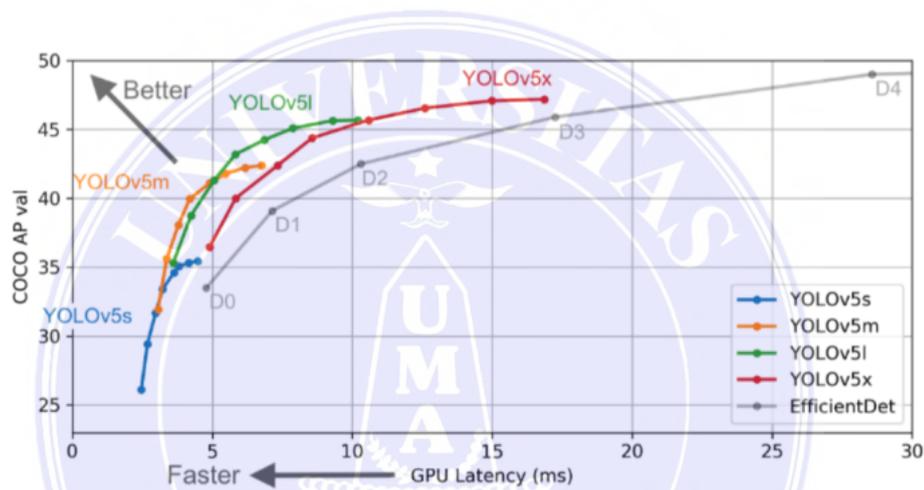
2.11 Arsitektur YOLOv5

YOLOv5 berbeda dengan YOLOv5 sebelumnya. YOLOv5 menggantikan *Darknet* dengan *PyTorch*. *CSPDarknet53* adalah *backbone* yang digunakan oleh YOLOv5. *Backbone* sebagai mengatasi pengulangan informasi *gradien* di *backbone* besar dan integrasi perubahan *gradien* ke dalam peta fitur, yang mengurangi kecepatan inferensi, meningkatkan akurasi model dan mengurangi ukurannya dengan mengubah parameternya. Untuk meningkatkan arus informasi, YOLOv5 menggunakan neck i (PANet) (Eslamiat, 2022). Gambar 2.16 menggambarkan arsitektur YOLOv5.



Gambar 2. 16 Arsitektur YOLOv5
(Sumber: <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/179/4/JURNAL.pdf>)

Konfigurasi pada gambar 2.16 lapisan konvolusi terlihat di atas. C3 terdiri dari tiga lapisan konvolusi dan modul yang mengalir melalui berbagai hambatan. Untuk menghilangkan batasan ukuran tetap pada jaringan, lapisan *Spatial Pyramid Pooling* (SPP) digunakan. Upsampling fusi lapisan sebelumnya di node terdekat menggunakan *Upsampel*. Lapisan yang digunakan untuk mengiris lapisan sebelumnya disebut *concat*. Modul *Conv2d* terakhir digunakan di *head* dari jaringan (Eslamiat, 2022).



Gambar 2. 17 Tipe dan Perbedaan Performa YOLOv5
(Sumber: <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/179/4/JURNAL.pdf>)

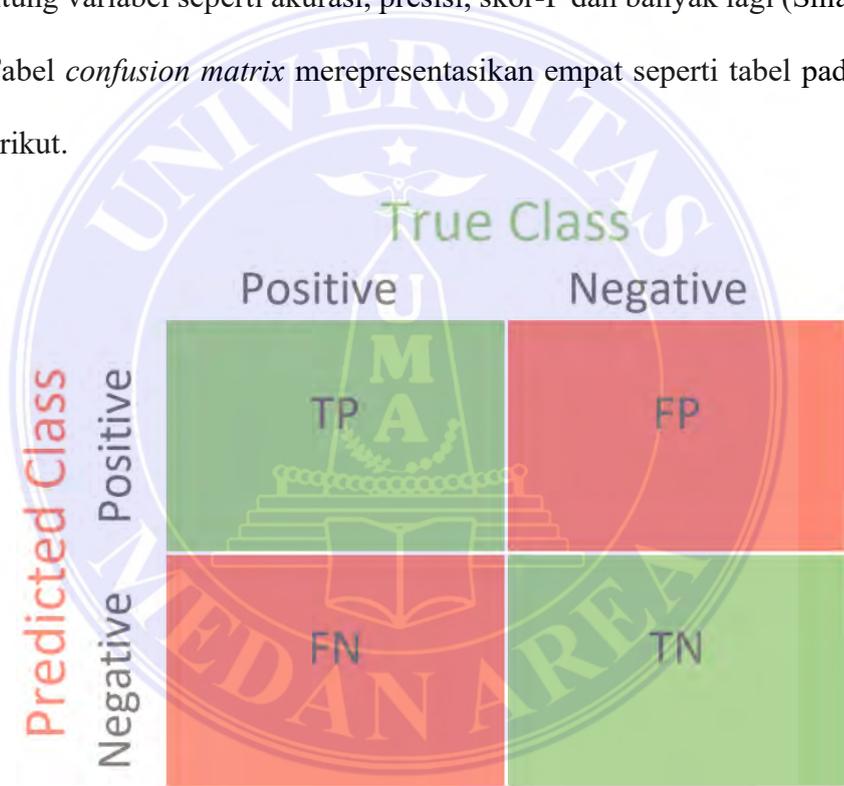
YOLOv5 memiliki berbagai jenis, dan masing-masing jenis memiliki keunggulan dalam kecepatan dan kinerja mAP-nya. Perbedaan dan kinerja masing-masing tipe YOLOv5 ditunjukkan pada Gambar 2.17. Ditunjukkan bahwa tingkat prediksi rata-rata meningkat seiring dengan naik ke atas, dan semakin ke kiri, proses deteksi meningkat.

Untuk menentukan apakah model hasil pelatihan dan validasi dari YOLOv5 berhasil atau tidak, parameter-parameter skor model biasanya akan dilihat. Model

pembelajaran YOLO memiliki parameter penilaian tertentu. Parameter-parameter berikut adalah yang biasanya digunakan dalam penilaian pembelajaran YOLO.

1. *Confusion Matriks*

Confusion matrix ialah tabel yang menunjukkan kinerja sebuah model klasifikasi dengan data jawaban yang akurat (diawasi). Berdasarkan kondisi data yang diprediksi atau diklasifikasikan, tabel yang diperoleh dapat digunakan untuk menghitung variabel seperti akurasi, presisi, skor-F dan banyak lagi (Shianto et al., n.d.). Tabel *confusion matrix* merepresentasikan empat seperti tabel pada gambar 2.18 berikut.



Gambar 2. 18 Confusion Matrix

- True Positive (TP), kondisi dimana model mengklasifikasikan data sebagai ya (TRUE) dan hasil aktualnya ya (TRUE)
- True Negative (TN), kondisi dimana model mengklasifikasikan data sebagai tidak (FALSE) dan hasil aktualnya tidak (FALSE)

- False Positive (FP), kondisi dimana model mengklasifikasikan data sebagai ya (TRUE) dan hasil aktualnya tidak (FALSE)
- False Negative (FN), kondisi dimana model mengklasifikasikan data sebagai tidak (FALSE) dan hasil aktualnya ya (TRUE)

2. Akurasi

Seberapa baik sebuah sistem dapat mengklasifikasi secara keseluruhan diukur dengan akurasi. persamaan (3) di bawah ini dapat digunakan untuk menghitung keakuratan.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN}$$

3. Presisi

Untuk mengetahui presisinya, dapat menggunakan persamaan (4) berikut untuk menghitung jumlah data kategori positif yang diklasifikasikan secara benar oleh sistem dibandingkan dengan total data yang diklasifikasikan merupakan perbandingan yang kategori positif yang diklasifikasikan positif.

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

4. Mengingat

Recall adalah ukuran untuk data yang telah diklasifikasikan secara positif oleh sistem. Persamaan (5) berikut Recall dapat digunakan menghitung kembali.

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

5. F1 Score

F1-skor akan menggunakan *harmonic mean* dari presisi dan *recall* untuk menghitung kombinasi dari presisi dan recall. Skor-F1 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (6) berikut.

$$F1 - Score = \frac{Precision \cdot Recall}{Precision + Recall}$$

6. mAP

Akurasi rata-rata detektor objek, mAP (Mean Average Precision) adalah metrik yang digunakan untuk mengukur akurasi detektor objek di semua kelas basis data tertentu. mAP hanyalah AP rata-rata di semua kelas, yang dapat di rumuskan seperti yang ditunjukkan dalam persamaan (6) berikut.

$$mAP = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N AP_i$$

Di mana AP_i merupakan AP untuk kelas ke- i dan N adalah jumlah kelas yang dievaluasi secara keseluruhan.

2.12 Android

Android, *platform mobile* generasi baru, memberi pengembang kesempatan untuk mengembangkan sesuai dengan harapan, pada perancangan alat ini android digunakan sebagai pengontrol dan memantau bibit kelapa sawit dari serangan hama *apogonia* (Wati et al., 2022). Lisensi berikut menunjukkan sistem operasi android naungan GNU *Copyleft License Version 2* (GPLv2). Namun kebanyakan *developer* membuat aplikasi dengan *Eclipse* sebagai IDE. Android seperti yang terlihat pada Gambar 2. 19 berikut.



Gambar 2. 19 Smartphone android

(Sumber: <https://www.dreamstime.com/stock-image-android-phone-image20839031>)

2.13 Fotovoltaik

Modul fotovoltaik digunakan sebagai pengubah efek fotovoltaik adalah transformasi radiasi sinar matahari menjadi energi listrik. Sinar surya yang mendekat ke permukaan fotovoltaik, foton membentur atom yang terdapat dalam semikonduktor sehingga dapat memicu energi yang cukup besar untuk membedakan elektron dari bentuk atomnya. Elektron-elektron terbagi menjadi memuat muatan akan bebas beralih ke area pita yang menghubungkan semikonduktor. Pada level semikonduktor terjadi kekosongan pada strukturnya lubang (*hole*) bersifat positif dan menerima elektron. Sementara itu pada lapisan semikonduktor yang memiliki elektron bebas memiliki sifat negatif, sehingga berfungsi sebagai pendonor elektron. Pada posisi perbedaan area semikonduktor bermuatan baik energi positif maupun negatif akan muncul menjauhi elektron pada daerah positif dan ruang negatif yang terpisah. Maka daripada itu fotovoltaik menghasilkan tegangan listrik di pada jalur dengan muatan negatif dan positif selanjutnya jika dihubungkan dengan beban, akan menghasilkan arus listrik. (Sianturi, 2021). Sebuah modul fotovoltaik terdiri dari sejumlah sel fotovoltaik

yang terhubung secara seri. Pada Gambar 2. 20 yaitu gambar dari modul fotovoltaik dapat diamati.



Gambar 2. 20 Modul Fotovoltaik

(Sumber: <https://www.sanspower.com/pengertian-dan-cara-kerja-panel-surya.html>)

2.14 Solar Charge Controller (SCC)

SCC pengisian listrik surya digunakan sebagai pengatur saat proses pengiriman energi dari sumber fotovoltaik ke baterai. Meskipun dari fungsi utama SCC berfungsi sebagai perlindungan untuk mencegah *overcharge* atau overcharging baterai dan aliran arus yang berbalik dari baterai saat modul surya OFF (Sibarani, 2022). Berdasarkan daya yang tersedia dari larik modul fotovoltaik, Perangkat ini mengatur tegangan dan arus pengisian serta status pengisian baterai (SoC, state of charge).

Agar mendapatkan arus pengisian yang lebih besar, beberapa SCC dapat dipasang secara paralel di baterai yang sama. Ini juga dapat menggabungkan daya dari baris modul fotovoltaik. Pulse width modulation (PWM) atau maximum power point tracing (MPPT) adalah dua jenis kontroler yang paling sering digunakan. Konfigurasi larik modul fotovoltaik, sistem tegangan yang digunakan dan fitur baterai membentuk spesifikasi SCC. Nilai maksimum tegangan dan arus masuk

SCC harus lebih besar daripada nilai maksimum modul fotovoltaik. Rating arus SCC tidak boleh melebihi 125% dari besar arus hubung singkat (Isc) fotovoltaik.

Gambar 2. 21 di bawah menunjukkan bentuk pengatur *Solar charger*.



Gambar 2. 21 SSC (*Solar charger controller*)

(Sumber: <https://www.pngdownload.id/png-nd7i5o/>)

SCC dihubungkan secara paralel, sehingga besarnya rating arus (Irated) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$I_{rated} \text{ (besar dari rating arus)} = (N_{bs} \times I_{sc}) \times 1,25$$

Dimana,

N_{bs} = Jumlah baterai dihubungkan seri

I_{sc} = Besar arus hubung singkat

2.15 Baterai

Baterai yang sering disebut aki (*accumulator*) digunakan sebagai komponen yang dapat menyimpan energi listrik dan penstabil tegangan serta arus listrik jenis *direct current* (DC). Secara jenis/tipe dapat dibagi yaitu: baterai *hybrid*, baterai *sealed* (tertutup), baterai MF, baterai kalsium, dan baterai basah konvensional (Bidang et al., n.d.). Maka pada Gambar 2. 22 menunjukkan bentuk fisik daripada baterai.

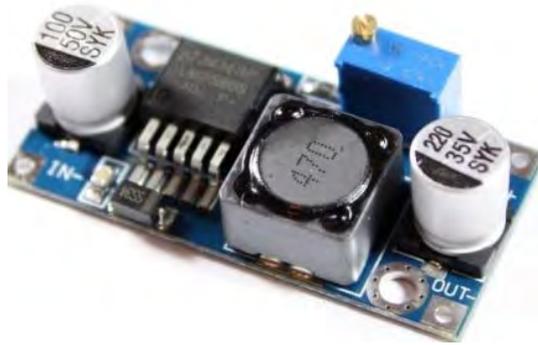


Gambar 2. 22 Baterai (*accumulator*)

(Sumber: <https://elektrologi.iptek.web.id/aki-12-volt-berapa-ampere/>)

2.16 Modul LM2596 DC

Modul LM2596 DC mempunyai 4 pin, diantara-nya 2 pin input di posisi kiri dan 2 pin output di posisi kanan. Modul LM2596 memiliki beberapa seri yang mungkin digolongkan dalam dua kelompok, masing-masing versi yang dapat disesuaikan dan tegangan keluaran-nya dapat disesuaikan, dan versi keluaran voltase tetap yaitu tegangan keluarannya tetap konstan. Dalam studi ini menggunakan modul jenis LM2596 yang digunakan untuk menurunkan voltase dc sesuai dengan kebutuhan [13]. LM2596 memiliki keunggulan dibandingkan dengan penurun tegangan dengan jenis seperti potensiometer atau resistor adalah tegangan output yang tinggi stabil (tetap) walaupun tegangan input meningkat. Penurunan *voltage* modul ini dapat dicapai melalui memutar posisi potensio dan tegangan diukur keluaran-nya menggunakan alat ukur listrik multimeter atau voltmeter DC. LM2596 ditunjukkan pada Gambar 2. 23.



Gambar 2. 23 Modul Step Down LM2596

(Sumber: <https://en.paradisetronic.com/products-1-5-35v>)



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Dan Waktu Penelitian

3.1.1 Lokasi Penelitian

Dalam pembuatan serta pengujian alat keseluruhan sistem dilaksanakan di:

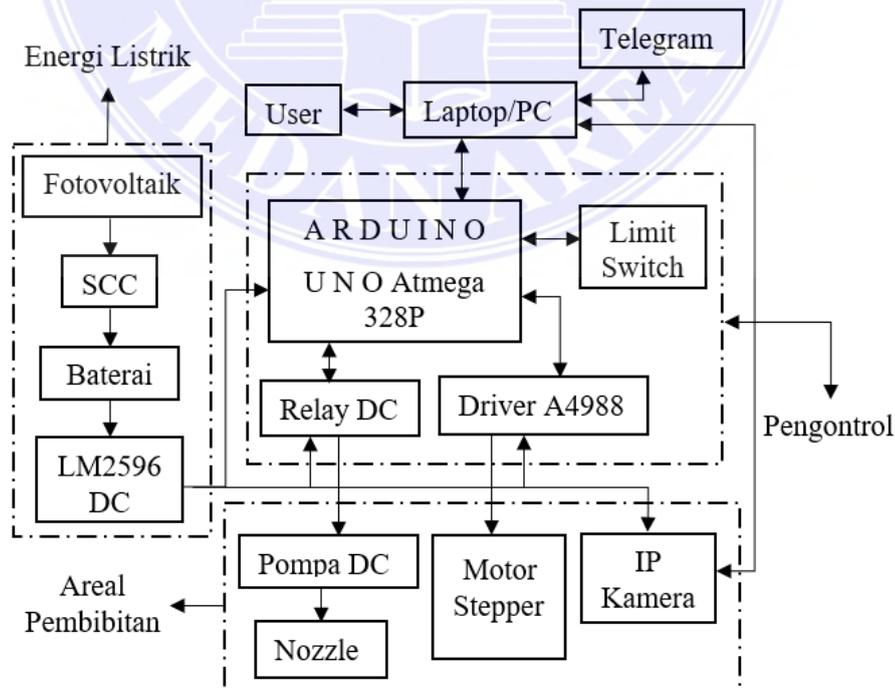
1. Nama : Koperasi Unit Desa (KUD) Sawit Makmur Mandiri-III
2. Alamat : Desa Bandar Selamat, Kec. Aek Kuo, Kab. Labuhanbatu Utara, Provinsi Sumatera Utara

3.1.2 Waktu Penelitian

Adapun waktu dalam pelaksanaan dilaksanakan kurang lebih 3 (Tiga) bulan, mulai dimulai pada bulan Juni hingga bulan September 2023.

3.2 Blok Diagram Sistem

Diagram blok sistem alat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. 1 berikut:



Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem Alat

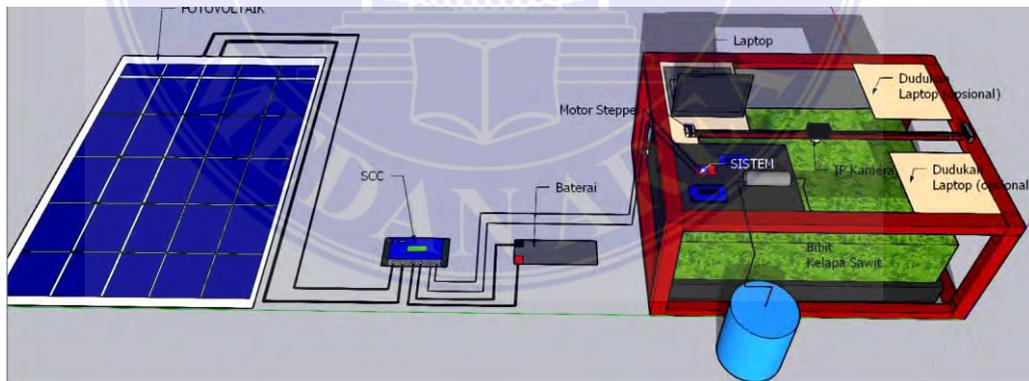
Berikut adalah penjelasan dan fungsi dari blok diagram sistem diatas:

1. Fotovoltaik digunakan untuk mengubah sumber cahaya surya ke elektrik jenis *Dirrect Current* (DC) kemudian energi listrik disalurkan ke SCC.
2. *Solar Charger Controller* (SCC) mengatur arus yang diisi ke baterai dan diteruskan dari baterai ke beban.
3. Baterai menyimpan sementara listrik DC dan kemudian disalurkan ke rangkaian.
4. LM2596 DC yaitu berfungsi sebagai konverter tegangan dapat diturunkan dari 12 volt ke rangkaian sistem yang menggunakan sumber 5 volt.
5. Arduino Uno yang berfungsi menjadi sentral kendali dari operasi yang digunakan untuk mengendalikan ke sistem kerja rangkaian secara keseluruhan mulai dari input sampai output yang digunakan dalam perancangan alat *control* dan *monitoring* hama *apogonia sprayer*.
6. Relay DC digunakan sebagai saklar untuk memutus dan menghubungkan melalui sinyal yang diberikan dari mikrokontroller.
7. Driver A4988 berfungsi mengontrol motor stepper bipolar dengan translator yang disertakan untuk kemudahan pengoperasian, dapat mengontrol operasi motor stepper dengan hanya dua pin yang pertama untuk mengatur arah putaran dan pin kedua untuk mengatur langkah motor.
8. *User* pengguna untuk mengontrol ataupun memantau bibit kelapa sawit dari serangan hama *apogonia* melalui *smartphone*.
9. Pompa air DC berfungsi sebagai menggerakkan air dari wadah yang bercampur dengan inteksida hama *apogonia* yang kemudian disalurkan ke selang agar dapat diseprotkan melalui *nozzle*.

10. Motor *stepper* terhubung dengan rel berfungsi sebagai penggerak untuk menggerakkan IP kamera dan *nozzle* dengan cara maju atau mundur sesuai dengan perintah daripada petani yang dikendalikan melalui *smartphone*.
11. IP kamera berfungsi sebagai media memantau kondisi hama *apogonia* pada bibit kelapa sawit dalam bentuk gambar/video.
12. *Nozzle* berfungsi sebagai pemecah cairan menjadi butiran-butiran halus agar cairan disemprotkan secara merata pada bibit kelapa sawit.

3.3 Sketsa Sistem

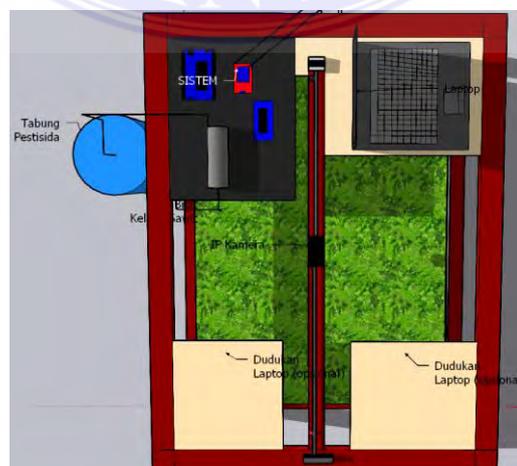
Sketsa pada alat sebagai rancangan awal, sarana eksplorasi secara lengkap agar dapat memahami tujuan dan mempermudah dalam perancangan alat. Sketsa pada alat dibawah ini merupakan sketsa keseluruhan agar mengetahui letak alat dan komponen-komponen secara keseluruhan yang terdapat pada alat. Gambar 3. 2 berikut menunjukkan sketsa secara keseluruhan.



Gambar 3. 2 Sketsa keseluruhan Alat

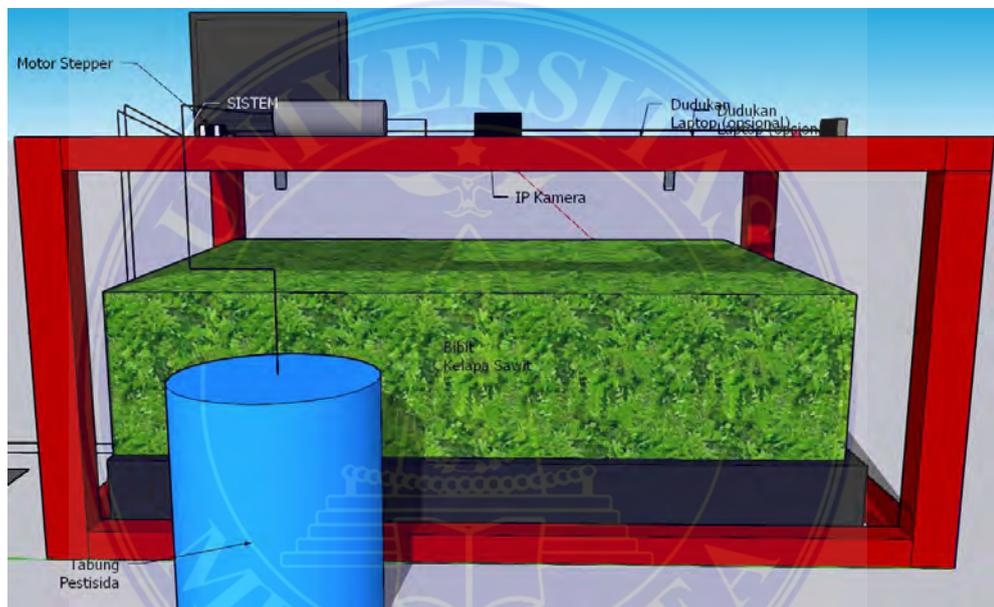
Sketsa sistem penyemprotan hama ini memiliki beberapa posisi sketsa gambar yaitu dapat dilihat dari dan sisi samping alat. Jika dilihat dari atas terdapat fotovoltaiik berkapasitas daya 50 wp dan terhubung ke *Solar Charger Controller* (SCC) memiliki batas arus yaitu 30 amper yang berfungsi sebagai pengecasan ke

baterai, yang kemudian apabila baterai sudah terisi penuh maka scc secara otomatis tidak bekerja. Apabila alat akan dipakai pada momentum ini scc secara otomatis mengalirkan energi listrik ke alat yang diunakan (beban). Ada 3 posisi dudukan laptop diletakkan secara opsional yang bertujuan sebagai memonitoring kegiatan penyemprotan. Komponen-komponen pengontrol terdapat diatas rangka agar tidak terkena percikan air sewaktu penyemprotan berlangsung, ukuran daripada dudukan komponen-komponen pengontrol secara keseluruhan memiliki panjang 40 cm dan lebar 23 cm . Kemudian terdapat motor stepper yang terhubung pada besi ulir yang memiliki panjang 99 cm dan kayu yang berada di bawah besi ulir berfungsi sebagai penopang daripada kamera menjadi dudukan daripada kamera yang bergerak. Kemudian terdapat 2 saklar sebagai titik awal dan titik akhir. Titik awal saklar berguna sebagai mulai nya kamera bergerak ke titik akhir dan apabila kamera sudah menyentuh titik akhir maka otomatis motor stepper membalikkan arah putaran sehingga kamera akan kembali mengarah ke titik awal saklar. Alat memiliki panjang panjang 105 cm, lebar 55 cm, ukuran panjang dudukan laptop 29 cm dan mempunyai lebar 25 cm, sketsa tampak atas dapat dilihat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. 3 berikut.



Gambar 3. 3 Sketsa Sistem penyemprotan tampak atas

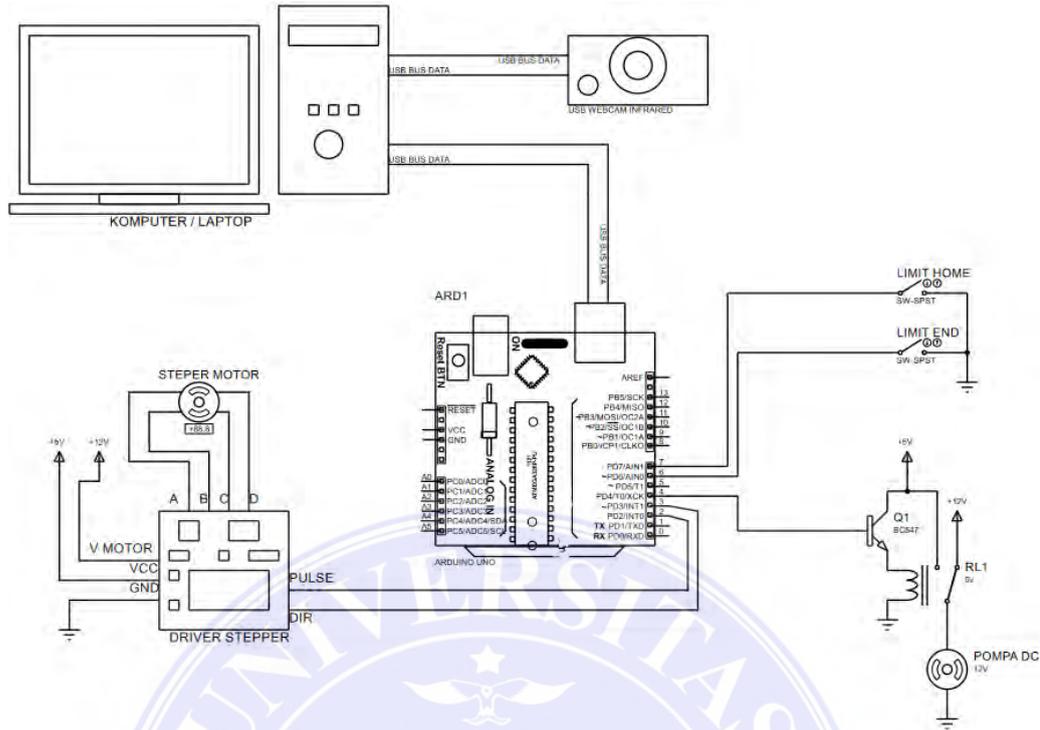
Kemudian untuk memperlengkap tampilan daripada sketsa yaitu dengan mengambil gambar desain dari samping agar lebih dapat mudah dipahami bagian-bagian daripada alat. Tampilan dari samping alat terdapat inisiasi bibit kelapa sawit, kamera, *nozzle* dan tabung pestisida sebagai media penyimpanan pestisida yang akan dihisap oleh pompa melalui selang. Ukuran daripada tinggi rangka yaitu 100 cm yang, ukuran pada rangka yaitu memiliki ukuran tinggi 100 cm. Sketsa tampak samping alat dapat dilihat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. 4 berikut.



Gambar 3. 4 Sketsa Alat Tampak Samping

3.4 Wiring Diagram Sistem

Wiring diagram atau diagram kawat merupakan gambar kerja yang menggambarkan rangkaian pengkabelan peralatan elektronik dengan bantuan simbol-simbol. Wiring diagram juga berperan untuk menggambarkan proses kontrol sekuensial. Diagram sistem ini merepresentasikan interkoneksi antara perangkat input dan perangkat output dalam suatu sistem kontrol dan saling terhubung sebagai satu rangkaian elektronik. Pada perancangan alat ini maka rangkaian wiring diagram sistem dapat dilihat seperti gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3. 5 Wiring Diagram Rangkaian

3.5 Spesifikasi Komponen Perancangan Alat

Spesifikasi komponen alat dibutuhkan agar komponen yang dipakai sesuai dengan kebutuhan yang akan digunakan oleh sistem penyemprotan hama apogonia berbasis iot. Maka dibawah ini dijelaskan spesifikasi dari setiap komponen.

3.5.1 Arduino Uno



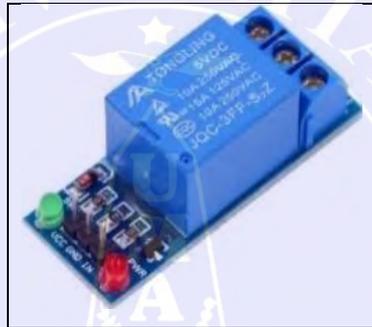
Gambar 3. 6 Arduino Uno

(Sumber: <https://ariefeeiiggeennblog.wordpress.com/2014/02/07/pengertian-fungsi-dan-kegunaan-arduino/>)

Berikut spesifikasi dari arduino uno:

- a. *Voltage* operasi 5V
- b. *Input analog pins* 6
- c. Volt: 5V, Batas tegangan 6-20V
- d. Mikrokontroler ATmega328P
- e. 14 pin I/O digital, 6 diantaranya menyediakan output PWM
- f. Tegangan masukan yang disarankan sekitar 7-12V

3.5.2 Relay



Gambar 3. 7 Relay 1 Channel

(Sumber: <https://www.aksesoriskomputerlampung-1-channel-arduino.html>)

Berikut spesifikasi dari Relay DC:

- a. Tegangan kerja 5V DC
- b. Jumlah relay 1
- c. Maksimal tegangan dan arus 250V/10A AC, 30V/10A DC
- d. Jenis relay SPDT (*Single Pole Double Throw*): 1 COMMON, 1 NC (Tertutup) dan 1 NO (Terbuka)

3.5.3 Pompa air

Pompa air dc 12 Volt berfungsi sebagai beban dan juga memindahkan air atau penghasil debit air dari satu tempat ke tempat lain maka dibutuhkan sebuah alat

berupa pompa air agar air bisa berpindah secara cepat. Pompa merupakan peralatan listrik mekanis untuk menaikkan tekanan cairan dari tempat rendah ketempat yang lebih tinggi. Berikut ialah penjelasan daripada bagian-bagian yang terdapat pada sebuah pompa air dc:

- a) *Motor* : Ialah mesin penggerak pada pompa air yang berfungsi menghasilkan daya mekanis agar dapat menjalankan seluruh mekanisme pompa. Motor memanfaatkan sumber energi listrik dan diubah menjadi energi kinetik yang kemudian diarahkan menuju komponen lain untuk mengalirkan air yang dihasilkan dengan tekanan tertentu.
- b) *Impeller* : Berbentuk seperti sebuah baling-baling berbentuk spiral yang terletak dalam pompa air, berperan penting dalam mentransfer energi kinetik dari motor ke dalam air. Dengan berputarnya impeller, gerakan ini menghasilkan gaya yang mendorong air masuk ke dalam pompa melalui saluran masuk. Kemudian, impeller mendorong air yang telah diberi energi ini keluar melalui saluran keluar pompa dengan tekanan yang diatur.
- c) *Casing* : berfungsi sebagai lapisan pelindung di sekitar pompa yang memiliki fungsi ganda dalam menjaga integritas pompa serta membimbing aliran air melalui proses pergerakan dari saluran masuk hingga ke saluran keluar. Casing secara efektif mengontrol aliran air dan mencegahnya tumpah keluar selama pompa beroperasi.
- d) *Saluran masuk dan keluar* : Saluran masuk ialah gerbang utama tempat air disedot masuk ke dalam pompa. Proses penghisapan ini kemudian mengarahkan air ke impeller. Setelah melewati impeller, air yang telah diberi energi ini mengalir melalui saluran keluar, menuju titik distribusi

yang ditentukan. Dimensi dan desain saluran masuk dan keluar sangat memengaruhi kapasitas aliran dan tekanan yang dihasilkan oleh pompa.

- e) *Seal* : merupakan penyegel memiliki fungsi mencegah air keluar dari pompa di titik masuknya yang terletak di sekitar poros motor. Dengan menjaga internal pompa, komponen berfungsi dalam melindungi motor dari kerusakan akibat air. Material yang digunakan untuk seal biasanya tahan terhadap korosi dan memiliki daya tahan terhadap gesekan yang dapat terjadi selama operasi.
- f) *Pressure switch* : berfungsi mengendalikan waktu hidup dan matinya pompa sesuai dengan tekanan air dalam sistem. Ketika tekanan air mencapai batas yang ditetapkan, *pressure switch* akan memberi sinyal untuk mengaktifkan motor pompa. Setelah tekanan air mencapai titik optimal, *pressure switch* akan mematikan pompa untuk menghindari peningkatan tekanan yang tidak diinginkan dalam sistem.

Bentuk fisik daripada pompa air dc dapat dilihat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. 8 berikut.



Gambar 3. 8 Pompa air 12V

(Sumber: <https://bibitbunga.com/product/>)

Spesifikasi dari pompa air dc sebagai berikut:

- a. Max pressure: 80 Psi / Menit
- b. Tegangan operasi 12V (maksimal 15V)
- c. Max Flow: 4.0 L / Menit
- d. Ukuran selang *in/out* 3/8 Inch atau 5/16 inch
- e. Daya / Arus: 60 Watt (disarankan pake adaptor minimal 12 Volt 5A)

3.5.4 IP kamera



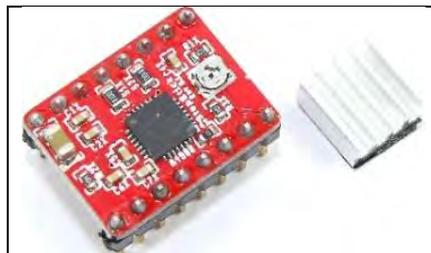
Gambar 3. 9 IP Kamera

(Sumber: <https://my-best.id/137885>)

Spesifikasi dari IP kamera sebagai berikut:

- a. Resolusi sekitar 1.080p hingga 2K
- b. Sumber daya listrik: 5 V/1A
- c. Mengandalkan internet untuk mengirim gambar/video

3.5.5 Driver A4988



Gambar 3. 10 Driver stepper A4988

(Sumber: <https://www.amazon.com/Stepper-Printer-StepStick-Envistia>)

Spesifikasi dari Driver stepper A4988 sebagai berikut:

Tegangan keluaran motor 8V – 35V

- a. Tegangan input logika 3V – 5.5V
- b. Resolusi langkah mikro penuh, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ dan $\frac{1}{16}$
- c. Arus maksimum per fasa 2A
- d. Arus kontinyu per fasa 1A

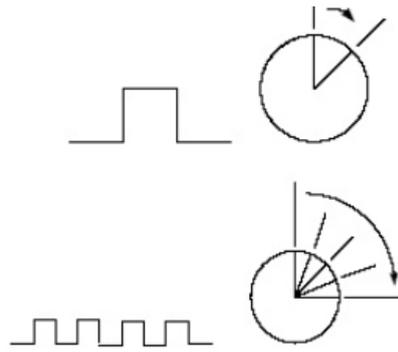
3.5.6 Motor Stepper



Gambar 3. 11 Motor stepper

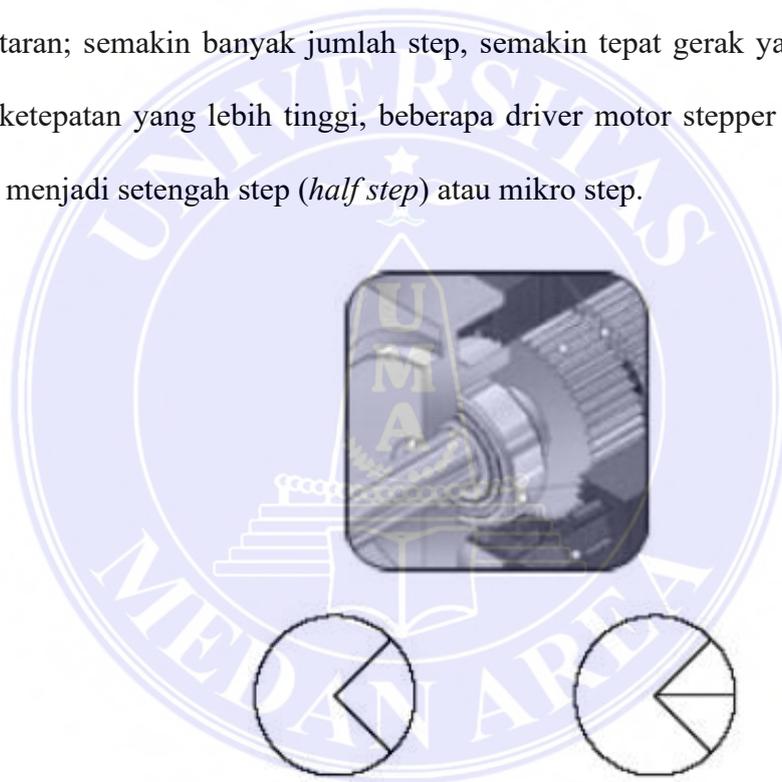
(Sumber: <https://ecadio.com/jual-stepper-motor-nema17>)

Motor stepper adalah motor listrik yang dikendalikan dengan pulsa-pulsa digital, deretan pulsa diterjemahkan menjadi putaran shaft, dimana tiap putaran membutuhkan jumlah pulsa yang ditentukan Satu pulsa menghasilkan satu kenaikan putaran atau step, yang merupakan bagian dari satu putaran penuh. Oleh karena itu, perhitungan jumlah pulsa dapat diterapkan untuk mendapatkan jumlah putaran yang diinginkan. Perhitungan pulsa secara otomatis menunjukkan besarnya putaran yang telah dilakukan, tanpa memerlukan informasi balik (feedback).



Gambar 3. 12 Jumlah pulsa mewakili jumlah

Ketepatan kontrol gerak motor stepper terutama dipengaruhi oleh jumlah step tiap putaran; semakin banyak jumlah step, semakin tepat gerak yang dihasilkan. Untuk ketepatan yang lebih tinggi, beberapa driver motor stepper membagi step normal menjadi setengah step (*half step*) atau mikro step.



Gambar 3. 13 Step normal dibagi menjadi 2 (half step)

Bagian-bagian dari motor stepper yaitu tersusun atas rotor, stator, bearing, casing dan sumbu. Sumbu merupakan pegangan dari rotor dimana sumbu merupakan bagian tengah dari rotor, sehingga ketika rotor berputar sumbu ikut berputar. Stator memiliki dua bagian yaitu pelat inti dan lilitan. Plat inti dari motor stepper ini biasanya menyatu dengan casing. Casing motor stepper terbuat dari aluminium dan ini berfungsi sebagai dudukan bearing dan stator pemegangnya

adalah baut sebanyak empat buah. Di dalam motor stapper memiliki dua buah bearing yaitu bearing bagian atas dan bearing bagian bawah.

Pada motor stepper umumnya tertulis spesifikasi N_p (= pulsa / rotasi). Sedangkan kecepatan pulsadiexpresikan sebagai pps (= pulsa per second) dan kecepatan putar umumnya ditulis sebagai ω (= rotasi / menit atau rpm). Kecepatan putar motor stepper (rpm) dapat diekspersikan menggunakan kecepatan pulsa (pps) sebagai berikut

$$\begin{aligned} \omega &= 60 \frac{pps}{N_p} \text{ [rotasi / menit]} \\ &= \frac{60}{N_p} pps \end{aligned} \quad \dots\dots(1)$$

Oleh karena 1 rotasi = 360 o, maka tingkat ketelitian motor stepper dapat diekspresikan dalam rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{o}{\text{pulsa}} \\ \delta &= \frac{1}{N_p} \text{ [rotasi / pulsa]} \times 360^\circ \\ \delta &= \frac{360^\circ}{N_p} \text{ [}^\circ \text{ / pulsa]} \end{aligned} \quad \dots\dots(2)$$

Spesifikasi dari motor stepper sebagai berikut:

- a. Tegangan suplai dc 12V
- b. Torsi motor 3.2 kg / cm
- c. *Holding torque* 500 mN.m
- d. *Detent torque* 15 mN.m
- e. Arus 3A

Motor stepper tidak merespon sinyal clock, motor stepper mempunyai beberapa lilitan dimana lilitan-lilitan tersebut harus dicatu (tegangan) dahulu dengan suatu urutan tertentu agar dapat berotasi. Membalik urutan pemberian tegangan tersebut akan menyebabkan putaran motor stepper yang berbalik arah. Jika sinyal kontrol tidak terkirim sesuai dengan perintah maka motor stepper tidak akan berputar atau tidak bergerak.

Karakteristik dari motor stepper adalah sebagai berikut:

a. Voltage

Tiap motor stepper mempunyai tegangan rata-rata yang biasanya tertulis pada tiap unitnya atau tercantum pada datasheet masing-masing motor stepper. Tegangan rata-rata ini harus diperhatikan dengan seksama karena bila melebihi dari tegangan rata-rata ini akan menimbulkan panas yang terlalu besar pada motor stepper yang menyebabkan kinerja putarannya tidak maksimal atau bahkan motor stepper akan rusak dengan sendirinya.

b. Resistance

Resistance ini akan menentukan arus yang mengalir, selain itu juga akan mempengaruhi torsi dan kecepatan maksimum dari motor stepper.

c. Degrees step by step

Derajat per langkahnya adalah faktor terpenting dalam pemilihan motor stepper sesuai dengan aplikasinya. Dalam pengoperasiannya kita dapat menggunakan 2 prinsip yaitu full-step atau half-step. Dengan full-step berarti motor stepper akan berputar sesuai dengan spesifikasi derajat step by step, sedangkan half-step berarti motor stepper akan berputar setengah

derajat step by step dari spesifikasi motor stepper tersebut. Untuk mengendalikan motor stepper tergantung pada cara kita memberikan sinyal tegangan pada lilitan tiap motor. Ada beberapa metode yang dapat kita gunakan dalam pengendalian motor stepper yaitu : metode full step dan metode half step.

3.5.7 Micro Limit Switch

Micro limit switch dengan model: V-152-1C25 yang berfungsi untuk membatasi gerak pada objek (kamera) dengan memutus dan menghubungkan aliran listrik yang dapat diakses melalui terminal kontakannya. Spesifikasi switch sebagai berikut:

- a. Tegangan: 15A 250VAC / 0.6A 125VDC / 0.3A 250VDC
- b. *Contact form*: SPDT (*Single Pole Double Throw*)
- c. *Contact type*: Momentary
- d. *Material contact*: Silver
- e. *Material tuas*: *Stainless Steel*
- f. *Jenis aktuaktor*: Tuas Engsel dan Roda
- g. *Terminal type*: *Quick Connect*
- h. *Jumlah terminal*: 3 (NC, NO dan COM)
- i. *Operating force*: max 1.23 N
- j. *Ukuran*: 28x16mm (tanpa lever dan terminal)

3.5.8 Modul Fotovoltaik 10 wp

Fotovoltaik sebagai sumber konversi dari energi yang dihasilkan oleh matahari jenis DC, *Pollycrystalline* 10 wp merupakan fotovoltaik yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 3. 14 Fotovoltaik Pollycrystalline 10 wp

(Sumber: <https://www.pixonenergy.com/poly-crystalline-pv-modules-p2->)

Spesifikasi dari Fotovoltaik jenis *Pollycrystalline* 10 wp sebagai berikut:

- a. Toleransi 0 - +5
- b. Daya puncak sebesar 10 watt
- c. 0,55 A Max. Power Current (Imp)
- d. 18,3 V Max. Power Voltage (Vmp)
- e. 0,58 A Short Circuit Current (Isc)
- f. 22,5 V Open Circuit Voltage (Voc)

3.5.9 Solar Charge Controller (SCC)

SCC yang bekerja sebagai pengatur arus searah 10A hingga 10A dan tegangan 12V hingga 24V.



Gambar 3. 15 Solar charge controller

(Sumber: <https://www.jakartanotebook. /p/taffware-charger-12v>)

Spesifikasi dari solar charge controller sebagai berikut:

- a. 14,8 V *Equalize Charging Voltage*
- b. 10 A *Rated Battery Current (A)*
- c. 12 / 24 V *Rated Voltage*
- d. 14,6 V *Boost Charging Voltage*
- e. Tegangan maks PV 50 V
- f. 11.1 V *Low Voltage Disconnect Voltage*
- g. Tegangan maksimum baterai 32 V
- h. 13,8 V *Float Charging Voltage*

3.5.10 Baterai (*accumulator*)



Gambar 3. 16 Baterai

(Sumber: <https://elektrologi.iptek.web.id/accu-12v-6ah-berapa-watt/>)

Spesifikasi dari solar charge controller sebagai berikut:

- a. Tegangan 12V
- b. Kapasitas 10 Ah
- c. Ukuran: P 15 xL 9,8 x T 9,8 cm

- d. Model YUASA YTX7L
- e. Efisiensi aki 30%

3.5.11 Modul LM2596 DC



Gambar 3. 17 Modul LM2596 DC

(Sumber: <https://www.brontoseno.com/product/lm2596-dc-converter-step-down-module-4-5v-35v-1-3v-30v/>)

Spesifikasi dari Modul LM2596 DC sebagai berikut:

- a. *Input voltage* 1,23 – 37 V
- b. Penurun tegangan (*stepdown*) listrik searah
- c. *Output voltage* 1,5 – 35 V (nilai tegangan dapat diubah-ubah)
- d. Arus maksimal keluar 3A
- e. Osilator Internal Frekuensi Tetap 150 kHz
- f. Efisiensi hingga 92%

3.5.12 Nosel

Nozzle merupakan katup yang memiliki fungsi sebagai penyebar air dari pompa melalui pipa. Air menyebar dari nozzle dipengaruhi oleh lubang kecil yang disebut sebagai (*droplet*). Cara kerja alat nozzle pada mesin ini ialah langkah pertama

pompa akan menyedot air dari tabung pestisida dan akan mengalir pada selang yang tersambung dengan nosel, setelah itu air pada selang akan menuju ke empat buah nosel dan akan terjadi penyemprotan pada areal bibit kelapa sawit.

Karakteristik nosel pada penyemprotan hama apogonia ini yang dipakai untuk insektisida secara umum yaitu *standard flat fan* dengan jarak sekitar 65°.

3.6 Perhitungan Pemakaian Daya Listrik

- Menentukan kebutuhan daya total beban:
 - Pada pompa air mini DC : 60W
 - Pada IP Kamera : 5W ($P = V \times I$, $P = 5 \times 1 = 5W$)
 - Pada motor stepper : 36W ($P = V \times I$, $P = 12 \times 3 = 36W$)

Maka daya total pada beban ialah: 101W

- Menghitung jumlah fotovoltaiik yang diperlukan:

$$\begin{aligned} \text{Total fotovoltaiik} &= \text{Total daya} : \text{waktu pengecasan} \\ &= 101W : 10 \text{ jam} \end{aligned}$$

Jumlah solar panel = 10 Wp (1 pcs solar panel)

- Menentukan lama pemakaian baterai pada beban (12Vx 10Ah)

Daya baterai: Kapasitas daya baterai / *Dept of Discharged* baterai 80%

$$: 120Wh \times 80\%$$

$$: 96 Wh$$

Lama pemakaian baterai

$$: \text{Daya total} / \text{Kapasitas daya baterai}$$

$$: 101W / 96Wh$$

$$: 1,05 Wh \text{ (dibulatkan menjadi 1 jam)}$$

3.7 Jadwal Penelitian

Jadwal penelitian dibuat agar dapat mengetahui setiap tahapan-tahapan dari jadwal yang ditentukan pada proses penelitian, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 4. 1 berikut ini.

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

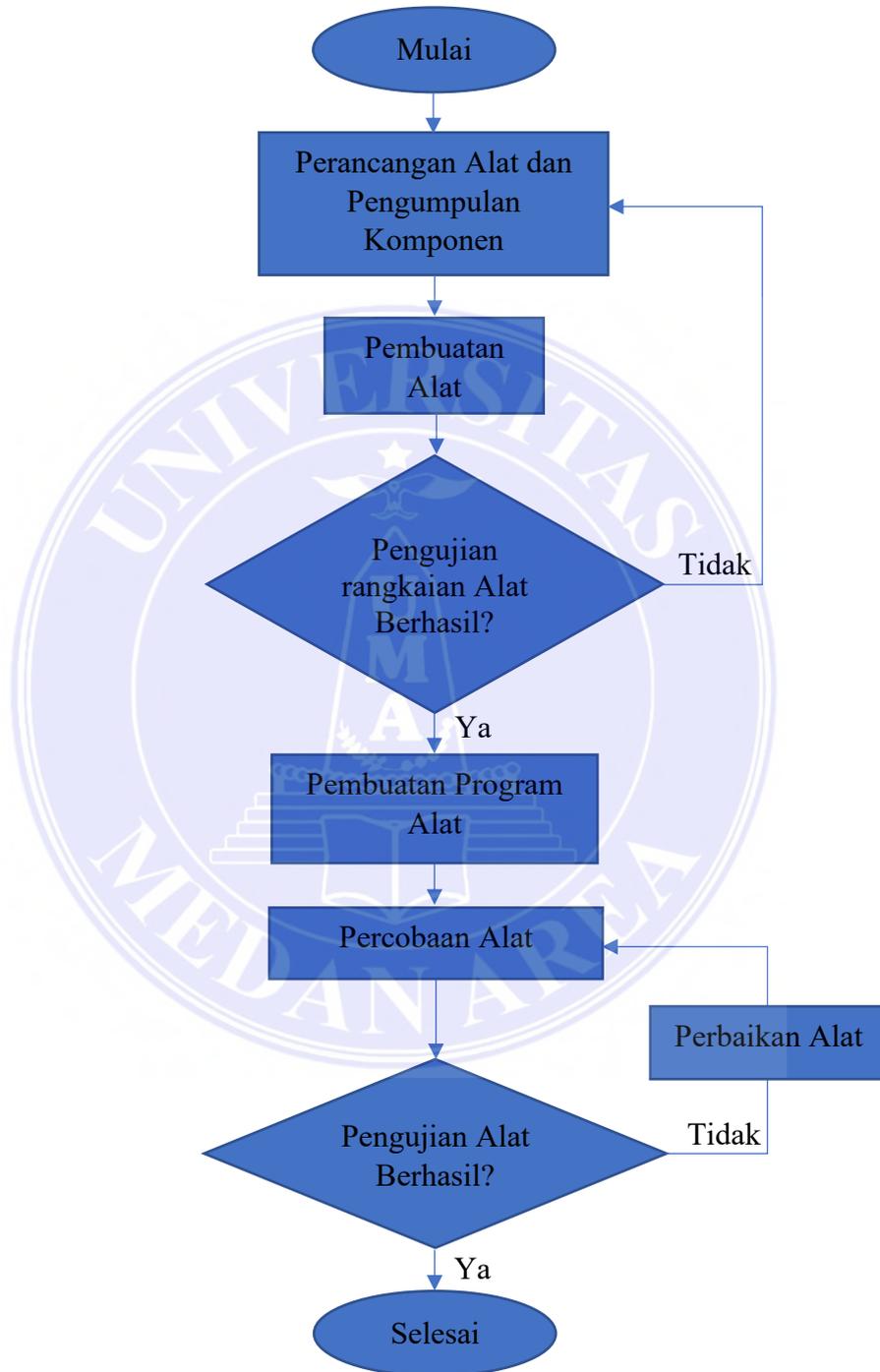
No	Nama Kegiatan	Bulan ke											
		I				II				III			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Studi Pustaka dan Perancangan	■	■										
2.	Pengumpulan Alat dan Bahan		■	■									
3.	Pembuatan Alat			■	■	■	■						
4.	Pengujian dan Perbaikan Alat					■	■						
5.	Pengumpulan Data							■					
6.	Analisa Data									■	■		
7.	Penulisan laporan Skripsi										■	■	■

3.8 Metode Pengujian Alat

Metode yang digunakan dalam penulisan ini yaitu dengan menggunakan pendekatan Metode Eksperimen. Pada pengujian alat dengan metode eksperimen memiliki tujuan agar dapat mengetahui hubungan yang tidak berubah antara sebab dan akibat, kemudian mengambil dan mendapatkan data hasil dari perancangan yang diimplementasikan.

3.9 Diagram Alir Pembuatan Alat

Gambar 3. 5 dibawah menunjukkan diagram alir pembuatan alat.



Gambar 3. 18 Diagram Alir Pembuatan Alat

Berikut penjelasan dari setiap bagian-bagian diagram alir pembuatan alat diatas sebagai berikut:

- 1) Mulai di tunjukkan sebagai awal untuk memulai pekerjaan pembuatan alat.
- 2) Perancangan alat dan pengumpulan komponen merupakan proses desain, menentukan bagian-bagian serta fungsi pada setiap komponen yang telah di persiapkan dan akan dirancang untuk menjadi sebuah alat.
- 3) Pembuatan alat yaitu kondisi dimana seluruh komponen akan digabungkan dan menjadi suatu rangkaian kompleks.
- 4) Pengujian rangkaian upaya dilakukan untuk menentukan apakah komponen-komponen yang dirancang sesuai dengan yang diinginkan sesuai dengan perancangan alat atau tidak.
- 5) Pembuatan program alat digunakan sebagai menulis program pengolahan data (*software*) dan mengunggah ke board komponen (*hardware*) yang terdapat pada alat sesuai dengan fungsi daripada setiap komponen.
- 6) Percobaan alat dibuat untuk memahami sistem kerja alat berkerja sesuai yang diharapkan.
- 7) Perbaikan alat dilakukan jika sistem kerja alat tidak sesuai dengan ketentuan-ketentuan dalam pengujian maka penulis dapat memperbaiki, setelah diperbaiki maka akan dilanjutkan masuk ke tahap percobaan alat.
- 8) Pengujian Alat dilakukan sebagai cara dimana penulis mengetahui apakah alat yang telah dirancang memiliki kemampuan untuk berfungsi sesuai dengan ketentuan-ketentuan perancangan atau tidak.
- 9) Poin selesai maka seluruh proses pembuatan alat telah berakhir.

3.10 Rancangan Anggaran Biaya

Rancangan anggaran biaya berfungsi sebagai upaya yang dilakukan guna menghitung biaya-biaya yang diperlukan untuk mengerjakan suatu pekerjaan sehingga dapat diproyeksikan berapa total biaya yang dibutuhkan banyaknya biaya yang diperlukan dalam perancangan alat ini yaitu Rp.2.430.000 terbilang (dua juta empat ratus tiga puluh ribu rupiah) adapun rancangan anggaran biaya dapat dilihat pada Tabel 3. 3 berikut.

Tabel 3. 2 Rancangan Anggaran Biaya

No.	Jenis Pengeluaran	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
1.	Arduino Uno Atmega 328P	1 Buah	Rp. 120.000	Rp. 120.000
2.	Motor Stepper	1 Buah	Rp. 150.000	Rp. 150.000
3.	Pompa Air DC	1 Buah	Rp. 200.000	Rp. 200.000
4.	Relay 1 <i>channel</i> 12V DC	1 Buah	Rp. 20.000	Rp. 20.000
5.	IP Kamera	1 Buah	Rp. 350.000	Rp. 350.000
6.	<i>Micro Limit Switch</i>	2 Buah	Rp. 30.000	Rp. 60.000
7.	Fotovoltaik 50 Wp	1 Buah	Rp. 550.000	Rp. 550.000
8.	SCC 30 A	1 Buah	Rp. 70.000	Rp. 70.000
9.	LM2596 DC	1 Buah	Rp. 10.000	Rp. 10.000
10.	Baterai (<i>accumulator</i>)	1 Buah	Rp. 250.000	Rp. 250.000
11.	Nozzle	4 Buah	Rp. 5.000	Rp. 20.000
12.	Driver A4988	1 Buah	Rp. 30.000	Rp. 30.000
13.	Bahan untuk rangka dan peralatan lainnya	1 Buah	Rp. 600.000	Rp. 600.000
Total				Rp.2.430.000

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil dari perancangan dan pengujian alat yang telah dilakukan dapat disimpulkan, adapun kesimpulan yang didapat sebagai berikut:

1. Ketika sistem di uji penyemprotan-nya terhadap bibit kelapa sawit yang diidentifikasi sebagai hama apogonia maka hasil identifikasi tersebut dikirimkan ke *smartphone* melalui aplikasi telegram dan setelah itu secara otomatis alat akan menyemprotkan pestisida ke bibit yang terdeteksi hama dalam waktu 5 menit.
2. Dalam satu kali pengecasan yaitu didapat 12,55 volt maka energi listrik yang diperlukan dalam mengoperasikan alat lama waktu yang dibutuhkan pompa yaitu 60 detik dan menjalankan sistem yang saling terhubung (motor servo, ip kamera, relay dan *mikro limit switch*) yaitu 4.680 detik atau 78 menit.
3. Mekanis sistem penyemprotan pestisida dimulai dari fotovoltaiik kemudian terhubung ke sistem pengontrolan dimana pengontrolan terhubung dengan pengguna melalui telegram untuk mendapatkan hasil berupa video yang terdeteksi hama maka alat otomatis menyemprotkan pestisida ke areal pembibitan kelapa sawit.

5.2 Saran

Beberapa rekomendasi saran yang disampaikan untuk mampu dikembangkan pada penelitian berikutnya ialah:

1. Agar IP Kamera yang digunakan dengan spesifikasi lebih tinggi.
2. Rel yang berfungsi sebagai jalur bergeraknya ip kamera dapat lebih ditingkatkan agar ip kamera tidak berguncang dan gambar yang dihasilkan lebih baik.
3. Dapat dikembangkan menjadi sebuah sistem yang lebih kompleks supaya dapat diimplementasikan dalam skala lebih besar.



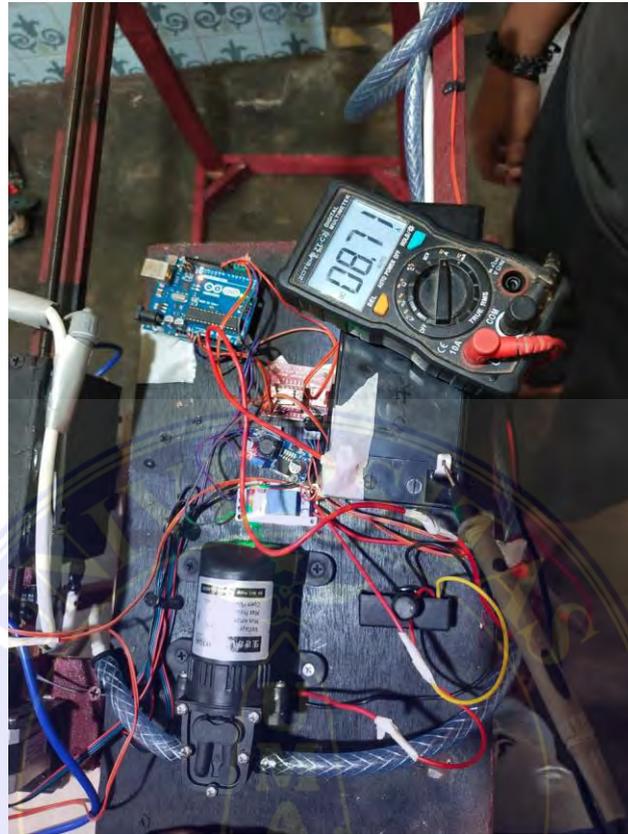
DAFTAR PUSTAKA

- Alparahab, A., Studi, P., Elektro, T., Teknik, J., & Dan, E. (2021). *Pengembangan Instrumen Monitoring Dan Penyiraman Bibit Cabai Rawit Berbasis IoT*.
- Arijaya, I. M. N. (2019). *Rancang bangun alat konveyor untuk sistem soltir barang berbasis mikrokontroler arduino uno*. 2(2), 126–135.
- Cahyono, E., & Magrobi Harianto, B. (2017). *Rancang Bangun Meja Mesin Plasma Cutting Dengan Gerak 3 Axis X, Y, Z Menggunakan Motor Stepper Berbasis Arduino*.
- Eslamiat, H. (2022). *Comparing YOLOv3, YOLOv4 and YOLOv5 for Autonomous Landing Spot Detection in Faulty UAVs*.
- Galingging, R. A., Agroteknologi, P. S., Pertanian, F., Peternakan, D. A. N., Islam, U., Sultan, N., & Kasim, S. (2021). *Respon Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq .) Pada Tahap Pre Nursery Dengan Pemberian Berbagai Dosis Kompos Ampas Tahu*.
- Mulkan, Y., Hakimah, H. F., Lazuardi, M. R., Vega, R., Basjaruddin, N. C., Rakhman, E., & Kunci, K. (2020). *Mesin Gambar Otomatis Berbasis Mikrokontroler*. 26–27.
- Pradana, M. G., Priwiratama, H., & Prasetyo, A. E. (2020). *Aplikasi Perangkat Lampu Sebagai Sarana Monitorin Dan Pengendalian Hama Kumbang Malam Di Pembibitan Kelapa Sawit*. 25(1), 23–30.
- Pratama, K. A. (2023). *Penghitung Populasi Manusia Dengan Yolov5 Serta Pengambilan Gambar Menggunakan Esp32-cam Yang Terhubung Bot Telegram*.
- Rafiq, A. A., & Yusuf, M. (2019). *Digital Image Processing Menggunakan Perangkat Lunak Ni Vision dan IP Camera dengan Rover Bogie Robot*. 6(1), 1–11.
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (n.d.). *You Only Look Once : Unified , Real-Time Object Detection*.
- Shianto, K. A., Gunadi, K., & Setyati, E. (n.d.). *Deteksi Jenis Mobil Menggunakan Metode YOLO Dan Faster R-CNN*.
- Utomo, G. D., Triyanto, D., & Ristian, U. (2021). *Sistem Monitoring Dan Kontrol Pembibitan Kelapa Sawit Berbasis Internet Of Things*. 09(02).
- Wati, S., Irawan, J. D., & Pranoto, Y. A. (2022). *Rancang Bangun Pembibitan Kelapa Sawit Berbasis IoT (Internet of Things)*. 6(1), 145–153.

Lampiran I: Proses Pengecasan Baterai Dan Pengukuran Tegangan Fotovoltaik



Lampiran II: Proses Pengukuran Arus, Tegangan Terhadap Alat Dan Mengukur Tegangan Fotovoltaik Terhadap SCC



Lampiran III: Program Alat

```
const int dirPin = 2;
const int stepPin = 3;
const int relay = 4;
const int limit_end = 7;
const int limit_home = 6;
const int stepsPerRevolution = 240;//240 = 1 cm
char kamera;
int kunci = 0;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(relay, OUTPUT);
  pinMode(limit_end, INPUT_PULLUP);
  pinMode(limit_home, INPUT_PULLUP);
  digitalWrite(relay, HIGH);
  pinMode(dirPin, OUTPUT);
  pinMode(stepPin, OUTPUT);
  back_home();
}
void loop() {
  if (kunci == 0) {
    while (digitalRead(limit_end) == HIGH) {
      digitalWrite(dirPin, HIGH);
      digitalWrite(stepPin, HIGH);
      delayMicroseconds(500);
      digitalWrite(stepPin, LOW);
      delayMicroseconds(500);
      kamera = Serial.read();
      if (kamera == '1') {
```

```
        digitalWrite(relay, LOW);
    }
    kunci = 1;
}
}
while (digitalRead(limit_home) == HIGH) {
    digitalWrite(dirPin, LOW);
    digitalWrite(stepPin, HIGH);
    delayMicroseconds(500);
    digitalWrite(stepPin, LOW);
    delayMicroseconds(500);
    kamera = Serial.read();
    if (kamera == '1') {
        digitalWrite(relay, LOW);
    }
}
digitalWrite(relay, HIGH);
}
void back_home() {
    while (digitalRead(limit_home) == HIGH) {
        digitalWrite(dirPin, LOW);
        digitalWrite(stepPin, HIGH);
        delayMicroseconds(500);
        digitalWrite(stepPin, LOW);
        delayMicroseconds(500);
    }
}
```