

**PENGEMBANGAN SISTEM AKUAPONIK DENGAN
PENGATURAN RADIASI ENERGI MATAHARI BERBASIS
DATA *LOGGER***



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan diploma tiga
(D-3) Program Studi Teknik Konversi Energi
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang

NURHIDAYAH

342 20 025

AFDAN MULIA PRATAMA

342 20 038

**PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir ini dengan judul “Pengembangan Sistem Akuaponik Dengan Pengaturan Radiasi Energi Matahari Berbasis Data *Logger*” oleh Nurhidayah NIM 342 20 025 dan Afdan Mulia Pratama NIM 342 20 038 dinyatakan telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi D3 Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2023

Mengetahui
Pembimbing I,

Menyetujui
Pembimbing II,


Abdul Rahman, S.ST., M.T.
NIP. 19730803 200604 1 001


Nur Rahmah H. Anwar, S.T., MT
NIP. 19911220 2019032026

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Dr. Ir. Syaharuddin Rasvid, M.T.
NIP. 19680105 199403 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Pada hari ini, Selasa tanggal 19 September 2023, tim penguji laporan tugas akhir telah menerima hasil ujian sidang laporan tugas akhir oleh mahasiswa Nurhidayah NIM 342 20 025 dan Afdan Mulia Pratama NIM 342 20 038 dengan judul “Pengembangan Sistem Akuaponik Dengan Pengaturan Radiasi Energi Matahari Berbasis Data *Logger*”.

Makassar, November 2023

Tim Penguji Seminar Laporan Tugas Akhir:

Sri Suwasti, S.ST., M.T

Dr.Eng. Akhmad Taufik, S.T.,M.T.

Yiyin Klistafani, S.T., M.T

Sukma Abadi, S.T., M.T.

Abdul Rahman, S.T., M.T.

Nur Rahmah H. Anwar, S.T., MT

Ketua

Sekretaris

Anggota I

Anggota II

Pembimbing I

Pembimbing II

(.....)
(.....)
(.....)
(.....)
(.....)
(.....)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat Rahmat dan Karunia-Nyalah semata sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir penulis yang berjudul “Pengembangan Sistem Akuaponik Dengan Pengaturan Radiasi Energi Matahari Berbasis Data *Logger* “. Tugas akhir ini disusun sebagai persyaratan kelulusan pada Program Studi Teknik Konversi Energi Diploma-3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat saran, dorongan, dukungan serta keterangan-keterangan dari berbagai pihak yang merupakan pengalaman yang tidak dapat diukur secara materi. Oleh karena itu, dengan segala hormat dan kerendahan hati perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta dan seluruh keluarga yang telah memberikan bantuan baik material maupun moral sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Ilyas Mansur, M.T. Selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T. Selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Ibu Sri Suwasti, S.ST., M.T. Selaku koordinator Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Bapak Abdul Rahman, S.S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing yang telah

banyak membantu dan membimbing dalam mengerjakan tugas akhir ini.

6. Ibu Nur Rahmah H. Anwar, S.T., MT. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu dan membimbing dalam mengerjakan tugas akhir ini.
7. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2020 khususnya kelas 3B Teknik Konversi Energi atas kebersamaan dan kerjasama selama ini.
8. Seluruh teman-teman dan sahabat yang telah memberikan motivasi.
9. Semua pihak yang terlibat, tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis mohon maaf dan sangat mengharapkan kritik serta masukan yang bersifat membangun bagi penulis.

Akhir kata semoga dapat bermanfaat bagi penulis, institusi pendidikan dan masyarakat luas. Aamiin.

Makassar,

2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SIMBOL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
SURAT PERNYATAAN	xvi
RINGKASAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan	2
1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan	3
1.4.1 Tujuan Kegiatan	3
1.4.2 Manfaat Kegiatan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian	4
2.2 Akuaponik	5
2.2.1 Hidroponik	6
2.2.2 Akuakultur	7
2.3 Energi Surya	8
2.3.1 Sel Surya	9
2.3.2 Prinsip Kerja Sel Surya	9
2.3.3 Efisiensi Panel Surya	10
2.4 Alat Pendukung	11
2.4.1 Solar <i>Charge Controller</i>	11
2.4.2 Aki (Baterai)	12

2.4.3	Pompa Akuarium	13
2.4.4	Motor DC <i>Power Window</i>	15
2.4.5	Mikrokontroler.....	16
BAB III METODE KEGIATAN.....		24
3.1	Tempat dan Waktu Kegiatan	24
3.2	Alat dan Bahan.....	24
3.2.1	Alat.....	24
3.2.2	Bahan	25
3.3	Prosedur Kegiatan	26
3.3.1	Studi Literatur.....	26
3.3.2	Tahap Perancangan	26
3.3.3	Tahap Pembuatan.....	36
3.4	Langkah-Langkah Pengujian Alat.....	37
3.5	Teknik Analisis Data	38
3.6	Diagram Alir Kegiatan Pengembangan Sistem Akuaponik Dengan Pengaturan Radiasi Energi Matahari Berbasis Data <i>Logger</i>	41
3.7	Diagram Blok Sitem Kerja Alat Pengembangan Sistem Akuaponik Dengan Pengaturan Radiasi Energi Matahari Berbasis Data <i>Logger</i>	42
BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN.....		43
4.1	Hasil Perancangan Kegiatan.....	43
4.1.1	Hasil Perancangan Rangka Akuaponik	43
4.1.2	Hasil Perancangan Instalasi Pipa dan Pompa.....	45
4.1.3	Hasil Perakitan Sistem Tenaga Surya.....	45
4.1.4	Hasil Perancangan Mekanisme Atap Otomatis.....	46
4.1.5	Hasil Perancangan Sistem Kontrol.....	47
4.1.6	Hasil Budidaya Akuaponik	48
4.1.7	Hasil Pengujian Alat.....	50
4.1.8	Perhitungan Data	56
4.2	Deskripsi Hasil Kegiatan.....	62
4.2.1	Hasil Pengujian Panel Surya	62
4.2.2	Hasil Pengujian Pengisian Aki.....	63

4.2.3 Hasil Pengujian Pembebanan Aki	64
4.2.4 Hasil Pengujian Data Waktu (jam) dan Intensitas Radiasi Matahari di Luar Ruang dan pada Masing-Masing Tingkatan Rak Paralon.....	64
4.2.5 Hasil Pengujian Hubungan Antara Temperatur Air (°C) dan Temperatur Udara (°C) dengan Waktu (jam)	67
4.2.6 Hasil Pengujian Data Intensitas Radiasi Matahari, Panjang Daun, dan Lebar Daun di Luar Ruang dan pada Masing-Masing Tingkatan Rak Paralon	69
BAB V PENUTUP	72
5.1 Kesimpulan.....	72
5.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	75



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Motor DC <i>Power Window</i>	16
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino ATmega 2560.....	17
Tabel 2.3 Simbol dan Fungsi LCD 16x2	20
Tabel 3.1 Alat-alat yang digunakan pada proses pengembangan alat.....	24
Tabel 3.2 Bahan-bahan yang digunakan pada proses pengembangan alat	25
Tabel 3.3 Jumlah daya yang digunakan.....	31
Tabel 4.1 Data Hasil Pengambilan Data dan Hasil Analisis Data Keluaran Panel Surya, Senin 31 Juli 2023.....	50
Tabel 4.2 Data Hasil Pengisian Aki dan Hasil Analisis Data, Senin, 31 Juli 2023.....	51
Tabel 4.3 Data Hasil Pengambilan Pembebanan dan Aki sebagai Sumber untuk Pompa Akuarium dan Hasil Analisis Data, Selasa, 1 Agustus 2023.....	51
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengambilan Data Waktu (jam), Intensitas Radiasi Matahari, Temperatur dan Kelembapan pada Masing-Masing Tingkatan Rak Paralon Paranet 65%, Selasa, 1 Agustus 2023	52
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengambilan Data Waktu (jam), Intensitas Radiasi Matahari, Temperatur dan Kelembapan pada Masing-Masing Tingkatan Rak Paralon Paranet 60%, Sabtu 12 Agustus 2023	52
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengambilan Data Waktu (jam), Intensitas Radiasi Matahari, Temperatur dan Kelembapan pada Masing-Masing Tingkatan Rak Paralon Paranet 55%, Selasa 22 Agustus 2023	53

Tabel 4. 7 Data Hasil Perbandingan Intensitas Radiasi Matahari pada Jaringan Paranet 65%, 60%, dan 55%	53
Tabel 4. 8 Data Hasil dari Pengambilan Data dan Perhitungan Debit Fluida dan Hasil Analisis, Selasa 1 Agustus 2023.....	54
Tabel 4. 9 Data Hasil dari Motor Atap Otomatis, Selasa 1 Agustus 2023	54
Tabel 4. 10 Pertumbuhan Tanaman Kangkung	55



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Akuaponik Sederhana.....	6
Gambar 2.2 Tanaman Kangkung.....	7
Gambar 2.3 Ikan Nila.....	8
Gambar 2.4 Junction antara semikonduktor tipe-p (kelebihan hole) dan tipe-n (kelebihan elektron).....	9
Gambar 2.5 Proses Energi Matahari Menjadi Energi Listrik Pada Sel Surya	10
Gambar 2.6 <i>Solar Charge Controller</i>	12
Gambar 2.7 Aki	13
Gambar 2.8 Pompa Akuarium.....	13
Gambar 2.9 Motor DC <i>Power Window</i>	16
Gambar 2.10 Arduino Mega 2560.....	17
Gambar 2.11 <i>Real Time Clock</i> (RTC).....	18
Gambar 2.12 Sensor DHT11	19
Gambar 2.13 Sensor Suhu DS18B20 <i>Waterproof</i>	19
Gambar 2.14 LCD 16x2.....	20
Gambar 2.15 Modul I2C LCD	21
Gambar 2.16 Pemasangan LCD beserta Modul I2C	22
Gambar 2.17 <i>Modul Micro SD Card Adapter</i>	23
Gambar 2.18 <i>SD Card</i>	23
Gambar 3.1 Desain Rangka Luar Akuaponik	27
Gambar 3.2 Desain Rangka Pipa Akuaponik.....	28
Gambar 3.3 Desain Mekanisme Atap Otomatis: (a) Lama, (b) Baru	29

Gambar 3.4 Rangka Paralon Akuaponik.....	31
Gambar 3.5 Kontruksi Dudukan Panel Surya	33
Gambar 3.6 Skematik Rangkaian Kontrol Sistem Akuaponik.....	33
Gambar 3.7 (a) Skema Alat Sistem Akuaponik, (b) Transmisi Daya Pulley-v Belt	35
Gambar 3.8 Posisi Pengambilan Data Intensitas Radiasi Matahari.....	38
Gambar 3.9 Diagram Alir	41
Gambar 3.10 Diagram Blok Sistem Kerja Alat.....	42
Gambar 4.1 Hasil Perancangan Sistem Akuaponik.....	44
Gambar 4.2 Hasil Rancang Instalasi Pipa dan Pompa.....	45
Gambar 4.3 Hasil Perakitan Panel Surya	46
Gambar 4.4 Hasil Perakitan Mekanisme Atap Otomatis	46
Gambar 4.5 Hasil Perancangan Sistem Kontrol	47
Gambar 4.6 Pertumbuhan Hidroponik Tanaman Kangkung Selama 4 Minggu ...	49
Gambar 4.7 Akuakultur Ikan Nila	50
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Antara Intensitas Radiasi Matahari (W/m^2) dan Waktu (jam)	62
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Antara Daya (Watt) dan Waktu (jam) pada Aki	63
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Tegangan Aki (V) dan Waktu (jam) atau Lama Pemakaian Aki.....	64
Gambar 4.11 Grafik hubungan I_r (W/m^2) dan Waktu Paranet 65%.....	65
Gambar 4.12 Grafik Hubungan I_r (W/m^2) dan Waktu Paranet 60%.....	65

Gambar 4.13 Grafik hubungan Ir (W/m^2) dan Waktu paranet 55%.....	66
Gambar 4.14 Grafik Hubungan Antara Intensitas Radiasi Matahari dengan Waktu pada Setiap Rak.....	66
Gambar 4. 15 Grafik Hubungan Temperature Air dan Waktu Paranet 65%, 60%, dan 55%.....	67
Gambar 4. 16 Grafik Hubungan Temperature Udara dan Waktu Paranet 60%, 65%, dan 55%.....	68
Gambar 4. 17 Grafik Hubungan Pertumbuhan Tanaman dan Tingkatan Rak Paralon Minggu Ke-1	69
Gambar 4. 18 Grafik Hubungan Pertumbuhan Tanaman dan Tingkatan Rak Paralon Minggu Ke-2	69
Gambar 4. 19 Grafik Hubungan Pertumbuhan Tanaman dan Tingkatan Rak Paralon Minggu Ke-3	70
Gambar 4. 20 Grafik Hubungan Pertumbuhan Tanaman dan Tingkatan Rak Paralon Minggu Ke-4	70



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Satuan	Keterangan
P_{in}	Watt	Daya Masuk
I_r	Watt/m ²	Intensitas Radiasi Matahari
A	m ²	Luas Panel Surya
P_{out}	Watt	Daya Keluar
V	Volt	Tegangan
I	Ampere	Arus
η	%	Efisiensi
P	Watt	Daya
Q	m ³ /s	Debit Aliran
V	m ³	Volume Air
t	s	Waktu
ρ	kg/m ³	Massa Jenis
g	m/s ²	Gaya Gravitasi
H	m	Tinggi Jatuh Air

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Hasil Pengujian	76
Lampiran 2 Data <i>Logger</i>	85
Lampiran 3 Listing Program	87
Lampiran 4 Foto Kegiatan	98



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurhidayah

NIM : 342 20 025

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “**Pengembangan Sistem Akuaponik Dengan Pengaturan Radiasi Energi Matahari Berbasis Data *Logger***” merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2023



Nurhidayah
NIM. 342 20 025

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Afdan Mulia Pratama

NIM : 342 20 038

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul **“Pengembangan Sistem Akuaponik Dengan Pengaturan Radiasi Energi Matahari Berbasis Data *Logger*”** merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2023



Afdan Mulia Pratama
NIM. 342 20 038

PENGEMBANGAN SISTEM AKUAPONIK DENGAN PENGATURAN RADIASI ENERGI MATAHARI BERBASISI DATA *LOGGER*

RINGKASAN

Tanaman yang dibudidayakan pada sistem akuaponik akan sangat bergantung pada air dan radiasi matahari pada proses pertumbuhannya, air akan disirkulasikan oleh pompa dari bak penampung menuju ke tanaman, sedangkan radiasi matahari akan terfilter oleh jaring paranet. Dalam proses pertumbuhan, tanaman akan memerlukan radiasi matahari yang berbeda-beda setiap umurnya. Oleh karena itu, diperlukan teknologi yang bersifat otomatis yang dapat mengatur radiasi matahari selama proses pertumbuhan tanaman. Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu untuk mengamati pengaruh pengaturan radiasi energi matahari menggunakan atap otomatis terhadap pertumbuhan tanaman akuaponik kangkung dan untuk mengetahui keefektifan penggunaan data *logger* untuk menganalisis pertumbuhan tanaman.

Penelitian ini dimulai dengan perancangan rangka mekanik akuaponik, perancangan paralon akuaponik, perancangan instalasi pipa dan pompa, perancangan pengatur radiasi matahari akuaponik, perakitan sistem tenaga surya, dan perakitan sistem kontrol. Selanjutnya dilanjutkan dengan tahap pembuatan dan perakitan rangka dasar, media tanam, instalasi pipa dan pompa, sistem panel surya dan mikrokontroler untuk mengontrol pengaturan radiasi matahari dan penyimpanan data otomatis pada sistem akuaponik. Tahap terakhir adalah budidaya akuaponik.

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa perancangan sistem pengaturan radiasi energi matahari menggunakan atap otomatis tiga jenis jaring paranet yaitu 65%, 60%, dan 55%. Semakin tinggi persentase dari jenis paranet, maka intensitas radiasi matahari akan rendah sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lambat. Pergantian jaring ini dilakukan setiap 10 harinya dari jenis paranet 65% kemudian 60% dan terakhir 55% yang diatur menggunakan mikrokontroler. Di samping itu juga, penggunaan data *logger* efektif dalam menganalisis pertumbuhan tanaman salah satunya yaitu kangkung. Melalui pengukuran yang terus menerus dan akurat terhadap parameter lingkungan seperti suhu, kelembapan udara, kelembapan air, intensitas radiasi matahari di lingkungan pertumbuhan kangkung.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah yang kita hadapi di zaman sekarang ini salah satunya mulai kekurangan tempat atau lahan untuk perkebunan atau perikanan. Salah satu solusinya dengan adanya sistem akuaponik yang tidak memerlukan lahan atau tempat yang luas.

Sistem akuaponik merupakan kombinasi antara hidroponik (budidaya menanam) dan akuakultur (budidaya perairan), yang menciptakan suatu lingkungan yang bersifat simbiotik. Dalam pengertian singkatnya sistem akuaponik menggunakan air yang mengalir pada sistem tersebut untuk terus bersirkulasi. Pompa listrik mengalirkan air yang mengandung limbah ikan yang akan menjadi nutrisi bagi tanaman. Lalu air disaring dan dikembalikan ke kolam ikan (Nugroho & Sutrisno, 2008).

Radiasi energi matahari adalah salah satu faktor abiotik yang dapat memengaruhi metabolisme dan pertumbuhan tanaman. Radiasi energi matahari merupakan faktor utama diantara iklim yang lain, tidak hanya sebagai sumber energi tetapi karena pengaruhnya terhadap keadaan faktor-faktor yang lain, seperti suhu, kelembapan, dan angin (Hutagalung dkk, 2021).

Salah satu permasalahan yang ada adalah pencatatan data yang berubah setiap menit bahkan detik dengan cara manual tidak efisien karena memakan banyak waktu dan menyulitkan untuk mengumpulkan data-data yang akan di analisis dari

pertumbuhan tanaman, sehingga diperlukan sistem pencatatan data yang mudah dengan alat data *logger*. Data *logger* adalah rangkaian alat elektronik yang digunakan untuk mencatat dan penyimpanan data selama periode interval waktu tertentu secara terus menerus yang terintegrasi dengan sensor (Goenadi, 2018).

Untuk mendapatkan suatu sistem akuaponik yang baik dan efisien maka diperlukan pengembangan lebih lanjut dari pemeliharaan rangka akuaponik, pengaturan intensitas radiasi energi matahari, penambahan data *logger* agar penyimpanan atau perekaman data lebih efektif, mengganti tanaman yang ingin dibudiyakan agar mengetahui perkembangannya, dan mengganti gear dengan gear v belt pada atap jaring paranet agar berputar dengan baik sehingga tidak terhambat selama proses pertumbuhan tanaman. Maka dari itu penulis tertarik mengangkat judul tugas akhir yaitu “Pengembangan Sistem Akuaponik Dengan Pengaturan Radiasi Energi Matahari Berbasis Data *Logger*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh pengaturan radiasi energi matahari menggunakan atap otomatis terhadap pertumbuhan tanaman akuaponik kangkung?
2. Seberapa efektif penggunaan data *logger* untuk menganalisis pertumbuhan tanaman?

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Adapun ruang lingkup dari kegiatan ini adalah sebagai berikut:

1. Tanaman yang dibudidayakan adalah kangkung, sedangkan ikan yang dibudidayakan adalah jenis ikan nila.
2. Rancang bangun di luar ruangan menggunakan data *logger* untuk menganalisis pertumbuhan tanaman.
3. Jenis mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega 2560.

1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan

1.4.1 Tujuan Kegiatan

Tujuan dari kegiatan ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengamati pengaruh pengaturan radiasi energi matahari menggunakan atap otomatis terhadap pertumbuhan tanaman akuaponik kangkung.
2. Untuk mengetahui keefektifan penggunaan data logger untuk menganalisis pertumbuhan tanaman.

1.4.2 Manfaat Kegiatan

Adapun manfaat yang didapatkan dari kegiatan ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil perancangan ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai sistem pengaturan radiasi matahari pada rumah tanaman akuaponik.
2. Menjadi referensi tambahan dalam pembuatan maupun pengembangan alat yang berbasis otomatis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian

Pembuatan sistem akuaponik ini pernah menjadi salah satu judul tugas akhir mahasiswa D3 Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Ujung Pandang dengan judul “Rancang Bangun Sistem Akuaponik dengan Memanfaatkan Energi Matahari”, oleh Salmiaty dan Geraldly Emeline Putra Patandean pada tahun 2021. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil dimana tanaman yang dibudidayakan tumbuh tidak merata, tanaman yang berada di atas dapat tumbuh dengan baik sedangkan tanaman yang berada di bawah mengalami kekerdilan. Hal ini terjadi karena kerangka yang digunakan bukan berbahan besi dan tersusun sejajar, sehingga tanaman yang berada di bawah kurang mendapatkan radiasi matahari karena terhalang tanaman-tanaman yang berada di atas. Selain itu, sirkulasi air yang dimulai dari bak penampung dan disirkulasikan oleh pompa ke tingkat paling atas kemudian mengalir ke tingkat paling bawah membuat tanaman mendapatkan nutrisi yang tidak merata dari air.

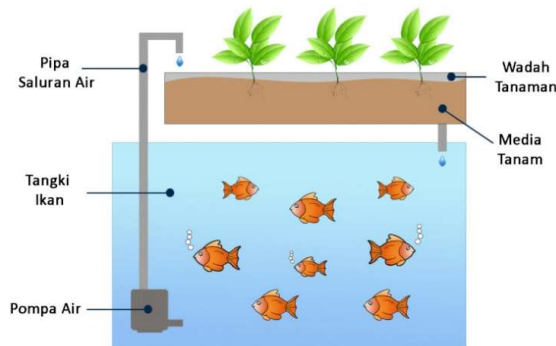
Kemudian telah dikembangkan menjadi salah satu judul tugas akhir mahasiswa D3 Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Ujung Pandang dengan judul “Pengembangan Sistem Akuaponik dengan Pengaturan Radiasi Energi Matahari” oleh Sul Fajril Mukhtar dan Tri Luthfi Yudanta Mihdar pada tahun 2022. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil dimana jaring paranet sebagai atap otomatis yang berganti setiap 10 hari sekali tidak berjalan sesuai yang

direncanakan. Dikarenakan gear roda gigi yang menggerakkan atap jaring paranet tidak semetris sehingga rantai pada gear berada pada posisi miring dan menyebabkan sulit untuk bergerak. Selain hal itu, penggabungan antara budidaya perikanan dan tanaman dalam satu wadah, yang mana diharapkan keduanya saling memberikan keuntungan atau simbiosis mutualisme, ternyata tidak memberikan nutrisi yang cukup pada tumbuhan yang ditanam (Mukhtar & Mihdar, 2022).

Maka dari itu penelitian yang akan kami kembangkan, yaitu dengan mengganti transmisi daya motor menggunakan pulley-v belt dan penambahan penyimpanan data otomatis menggunakan data *logger*.

2.2 Akuaponik

Akuaponik merupakan gabungan teknologi budidaya ikan dengan budidaya tanaman dalam satu sistem untuk mengoptimalkan fungsi air dan ruang sebagai media pemeliharaan. Selain itu, prinsip dasar yang bermanfaat bagi budidaya perairan adalah sisa pakan dan kotoran ikan yang berpotensi memperburuk kualitas air akan dimanfaatkan sebagai pupuk bagi tanaman. Jenis ikan ini tergantung pada iklim lokal dan jenis yang tersedia di pasaran, tetapi yang paling sering digunakan, yaitu ikan nila (Nugroho & Sutrisno, 2008).



Gambar 2.1 Sistem Akuaponik Sederhana
Sumber: Nugroho & Sutrisno, 2008

2.2.1 Hidroponik

1. Pengertian

Hidroponik adalah sebuah cara budidaya menanam tanpa media tanah, dengan cara memanfaatkan air. Namun, dalam kebutuhan nutrisi tanaman juga menjadi sangat penting untuk pertumbuhan tanaman yang maksimal. Dalam menanam hidroponik juga ada aspek-aspek yang perlu diperhatikan untuk menunjang tanaman hidroponik seperti air, media tanam, unsur hara dan oksigen (Istiqomah, 2007).

2. Jenis Sistem Hidroponik

A. Hidroponik Sistem *Nutrient Film Technique* (NFT)

Pada dasarnya, prinsip kerja sistem hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT) adalah air dan nutrisi yang digunakan secara berulang setelah melewati tanaman. Aliran air dalam hidroponik NFT dibantu menggunakan pompa yang memberikan nutrisi ke saluran dan setelah melewati akar, larutan nutrisi mengalir kembali ke reservoir pusat (Istiqomah, 2007).

3. Pemilihan Komoditas

Pemilihan jenis komoditas ini merupakan pertimbangan awal yang perlu ditetapkan untuk pengusahaan tanaman dengan kultur hidroponik secara komersial. Pada kegiatan kali ini media tanam yang kita gunakan yaitu, tanaman kangkung (Hutagalung dkk, 2021).

A. Kangkung

Kangkung merupakan salah satu sayuran daun yang paling populer di Asia Tenggara dan Asia Selatan. Tanaman kangkung mudah dibudidayakan, berumur pendek dan harga yang terjangkau. Kangkung biasaya siap panen selama 16-30 hari (Sofiari, 2009).



Gambar 2.2 Tanaman Kangkung
Sumber: Sofiari, 2009

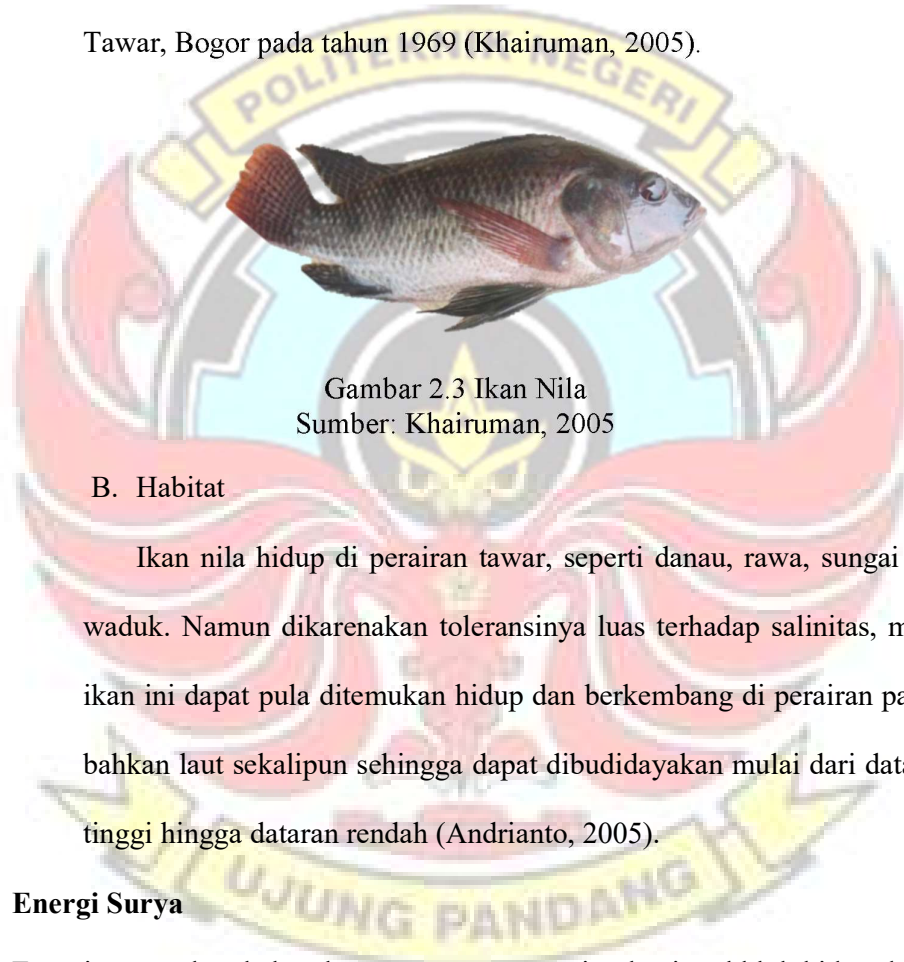
2.2.2 Akuakultur

Akuakultur dapat didefinisikan secara sederhana sebagai budidaya ikan dan lainnya (organisme air). Pada skala tradisional, akuakultur memberikan kontribusi besar bagi pasokan pangan rumah tangga, gizi dan kesehatan, penyedia lapangan pekerjaan dan pendapatan di pedesaan (Edwards, 2000).

1. Ikan Nila

A. Sejarah

Ikan nila adalah jenis ikan yang potensial untuk dikembangkan karena sangat digemari masyarakat. Menurut sejarahnya, ikan nila pertama kali didatangkan dari Taiwan ke Balai Penelitian Perikanan Air Tawar, Bogor pada tahun 1969 (Khairuman, 2005).



Gambar 2.3 Ikan Nila
Sumber: Khairuman, 2005

B. Habitat

Ikan nila hidup di perairan tawar, seperti danau, rawa, sungai dan waduk. Namun dikarenakan toleransinya luas terhadap salinitas, maka ikan ini dapat pula ditemukan hidup dan berkembang di perairan payau bahkan laut sekalipun sehingga dapat dibudidayakan mulai dari dataran tinggi hingga dataran rendah (Andrianto, 2005).

2.3 Energi Surya

Energi merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi makhluk hidup dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya adalah energi surya. Energi surya sampai ke bumi dalam bentuk paket-paket energi yang disebut foton. Dalam waktu sehari energi matahari yang tersedia mungkin tidak mencukupi kebutuhan energi secara sempurna, sehingga untuk mentransfer energi matahari menjadi energi listrik dapat

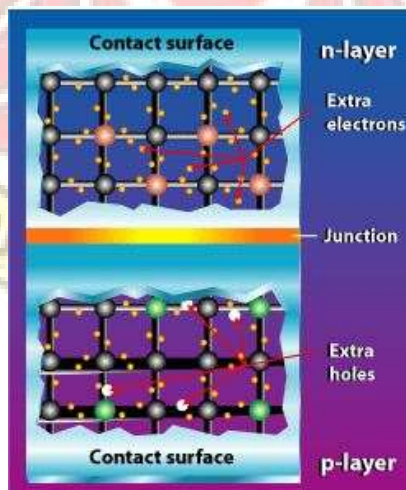
menggunakan panel surya dan dibutuhkan tempat penyimpanan energi sebagai komponen yang tidak terpisahkan dari suatu rancang bangun sistem energi matahari (Hasrul, 2021).

2.3.1 Sel Surya

Sel surya dapat menyerap gelombang elektromagnetik yang mengubah energi foton yang diserapnya menjadi energi listrik. Foton akan diserap oleh semikonduktor untuk membentuk pasangan elektron-hole. Elektron dan hole kemudian ditarik oleh medan listrik sehingga menimbulkan photocurrent (photocurrent bisa juga dinamakan sebagai arus yang dihasilkan oleh cahaya) (Santhiarsa dan Kusuma, 2005).

2.3.2 Prinsip Kerja Sel Surya

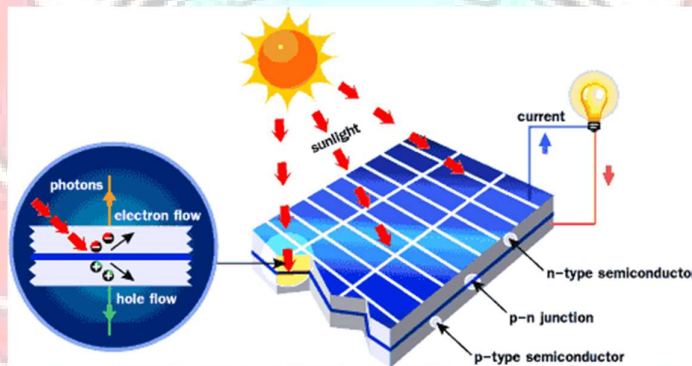
Sel surya konvensional bekerja menggunakan prinsip p-n junction, yaitu junction antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Semikonduktor ini terdiri dari ikatan-ikatan atom yang dimana terdapat elektron sebagai penyusun dasar.



Gambar 2.4 Junction antara semikonduktor tipe-p (kelebihan hole) dan tipe-n (kelebihan elektron)

Sumber: Utami, 2017

Peran dari p-n junction ini adalah untuk membentuk medan listrik sehingga elektron dan hole bisa diekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik. Akibat dari aliran elektron dan hole ini maka terbentuk medan listrik yang mana ketika cahaya matahari mengenai susunan p-n junction ini maka akan mendorong elektron bergerak dari semikonduktor menuju kontak negatif, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai listrik, dan sebaliknya hole bergerak menuju kontak positif menunggu elektron datang, seperti diilustrasikan pada gambar di bawah ini (Utami, 2017).



Gambar 2.5 Proses Energi Matahari Menjadi Energi Listrik Pada Sel Surya
 Sumber: Utami, 2017

2.3.3 Efisiensi Panel Surya

Sebuah sel surya dapat menghasilkan daya listrik, untuk keperluan aplikasi maka harus disesuaikan dengan daya yang diperoleh dengan menghitung daya keluarannya. Untuk keperluan daya yang lebih besar dapat dihasilkan dengan merangkai beberapa panel surya secara seri atau paralel (Dahliya dkk, 2021).

Sebelum menentukan efisiensi dari panel surya maka perlu diketahui:

- a. Daya Input Panel Surya

$$P_{in} = I_r \times A \text{ (Watt)} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan: P_{in} = Daya input panel surya (Watt)
 I_r = Intensitas radiasi matahari (Watt/m²)
 A = Luas panel surya (m²)

b. Daya Output Panel Surya

$$P_{out} = V \times I \text{ (Watt)} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan: P_{out} = Daya output panel surya (Watt)
 V = Tegangan (Volt)
 I = Arus (Ampere)

c. Efisiensi Panel Surya

$$\eta_{\text{panel surya}} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan: $\eta_{\text{panel surya}}$ = Efisiensi panel surya (%)
 P_{out} = Daya output panel surya (Watt)
 P_{in} = Daya input panel surya (Watt)

2.4 Alat Pendukung

2.4.1 Solar Charge Controller

Charge controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Fungsi utama *charge controller* adalah untuk menjaga atau mempertahankan baterai dari kemungkinan tertinggi *state of charge*, melindungi baterai saat menerima pengisian berlebihan (*over charge*) dengan cara membatasi pengisian energi saat baterai dalam keadaan penuh, dan melindungi baterai dari pengosongan berlebih (*over discharge*) yang dikarenakan beban yang dipikul, dengan cara memutuskan

hubungan baterai dengan beban saat baterai menjangkau keadaan *low state of charge* (Usman, 2020).



Gambar 2.6 Solar Charge Controller
Sumber: Usman, 2020

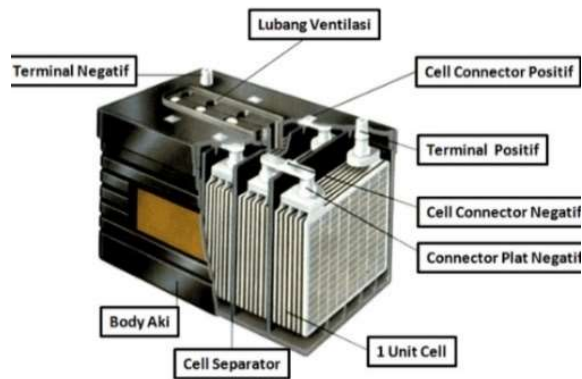
2.4.2 Aki (Baterai)

Prinsip kerja aki (baterai), yaitu pada saat aki dipakai kedua elektrode perlahan-lahan akan menjadi timbal sulfat. Jadi secara sederhana cara kerja dari aki adalah berubahnya reaksi kimia antara aktif material dan media yang menimbulkan beda potensial antara kutub positif dan negatif sehingga menghasilkan arus listrik sampai batas waktu tertentu (Muhammad, 2021).

Untuk menghitung berapa daya yang dibutuhkan untuk mengisi aki, maka digunakan persamaan sebagai berikut:

$$P = V \times I \text{ (Watt)} \dots\dots\dots (2.4)$$

- Keterangan:
- P = Daya (Watt)
 - V = Tegangan (Volt)
 - I = Arus (Ampere)



Gambar 2.7 Aki
 Sumber: Muhammad, 2021

2.4.3 Pompa Akuarium

Jenis pompa yang digunakan pada sistem akuaponik ini adalah pompa akuarium. Prinsip kerja pompa akuarium adalah menggerakkan fluida air dari akuarium untuk memberi air pada tanaman dan menyaring air dalam akuarium agar tetap terjaga kebersihannya. Sehingga ikan-ikan lebih tahan lama hidup dalam akuarium tanpa takut terkena bakteri yang dihasilkan (Mukhtar & Mihdar, 2022).



Gambar 2.8 Pompa Akuarium
 Sumber: Mukhtar & Mihdar, 2022

Parameter-parameter pompa adalah sebagai berikut:

A. Debit Aliran Fluida (Q)

Apabila suatu fluida mengalir dalam suatu pipa dengan volume air (V) dan waktu yang dibutuhkan (t), maka debit aliran (Q) dapat ditulis dengan persamaan:

$$Q = \frac{V}{t} \text{ (m}^3\text{/s)} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan: Q = Debit aliran (m³/s)
V = Volume air (m³)
t = Waktu (s)

B. Daya Input Pompa (P_{in pompa})

Daya input pompa dapat didefinisikan sebagai hasil kali antara tegangan dan arus pada beban pompa, adalah sebagai berikut:

$$P_{in \text{ pompa}} = I \times V \text{ (Watt)} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan: P_{in pompa} = Daya input pompa (Watt)
V = Tegangan (Volt)
I = Arus (Ampere)

C. Daya Output Pompa (P_{out pompa})

Energi yang secara efektif diterima oleh air dari pompa per satuan waktu disebut dengan daya air atau daya output pompa, maka persamaannya dapat ditulis sebagai berikut:

$$P_{out \text{ pompa}} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \text{ (Watt)}$$

Keterangan: P_{out pompa} = Daya output pompa (Watt)
ρ = Massa jenis (kg/s)

- g = Gaya gravitasi (m/s²)
- Q = Debit air (m³/s)
- H = Tinggi air (m)

D. Efisiensi Pompa (η_{pompa})

Efisiensi pompa adalah perbandingan antara daya output pompa dan daya input pompa, maka dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\eta_{\text{pompa}} = \frac{P_{\text{out pompa}}}{P_{\text{in pompa}}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan: η_{pompa} = Efisiensi pompa (%)

$P_{\text{out pompa}}$ = Daya output pompa (Watt)

$P_{\text{in pompa}}$ = Daya input pompa (Watt)

2.4.4 Motor DC *Power Window*

Motor DC *power window* merupakan salah satu jenis motor listrik arus searah, motor DC adalah piranti elektronik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa gerak torsi. Motor DC bekerja berdasarkan gaya Lorentz, yang menyatakan ketika sebuah konduktor beraliran arus diletakkan dalam medan magnet, maka sebuah gaya Lorentz akan tercipta secara ortogonal diantara arah medan magnet dan arah aliran arus. Arah putaran motor DC ditentukan oleh arus yang mengalir pada kumparan jangkar. Semakin besar tegangan jangkar yang diberikan maka semakin tinggi kecepatan motor (Firdaus, 2019).



Gambar 2.9 Motor DC *Power Window*
 Sumber: Firdaus, 2019

Tabel 2. 1 Spesifikasi Motor DC *Power Window*

Nama Item	Spesifikasi
<i>Item No.</i>	KR13033
<i>Rated Voltage</i>	12 V
<i>Rated Torque</i>	3.N.m (30kg.cm)
<i>No.Load Current</i>	2,8 A
<i>No.Load Speed</i>	90 Rpm (80-100)
<i>Rated Current</i>	9.0 A
<i>Noise</i>	55 B

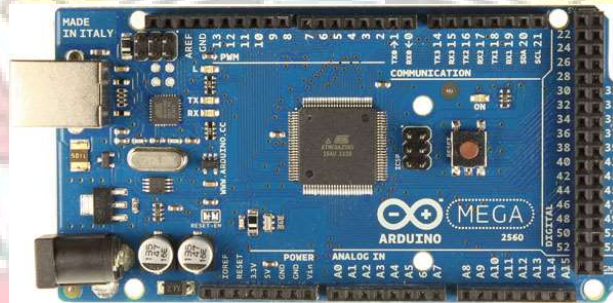
Sumber: Firdaus, 2019

2.4.5 Mikrokontroler

1. Arduino

Arduino Mega 2560 merupakan sebuah board mikrokontroler berbasis pada IC ATmega 2560. Arduino Mega 2560 dengan 54 buah pin digital yang dapat digunakan sebagai input ataupun output. Berdasarkan jumlah 54 buah pin tersebut, 15 pin diantaranya dapat digunakan sebagai keluaran *Pulse Width Modulation* (PWM), memiliki 16 pin analog input, 4 pin UART yang

berfungsi sebagai port serial untuk *hardware*, sebuah *oscillator* kristal 16 Mega Hertz (MHz), sebuah jack female untuk koneksi USB, jack female adapter, dan sebuah tombol reset. Mikrokontroler ATmega 2560 dengan kemampuan mengeksekusi terhadap intruksi program dalam satu siklus clock tunggal, sehingga ATmega 2560 mampu dioptimalkan dengan keberadaan konsumsi daya yang dibandingkan dengan kecepatan pemrosesan program (Suhendri & Goeritno, 2018).



Gambar 2.10 Arduino Mega 2560
Sumber: Suhendri & Goeritno, 2018

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino ATmega 2560

Nama Item	Spesifikasi
Tegangan Operasi	5V
Tegangan Input	7 – 12 V
Tegangan Output	6 – 20 V
Pin digital I/O	54 (14 diantaranya pin PWM)
Pin Analog	16
Arus Dc per pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3 V	50 mA
Flash Memory	256 KB (8 untuk <i>bootloader</i>)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB

Kecepatan	16 MHz
-----------	--------

Sumber: Suhendri & Goeritno, 2018

2. RTC (*Real Time Clock*)

RTC (*Real Time Clock*) adalah jam elektronik berupa chip yang dapat menghitung waktu (mulai detik, menit, jam, tanggal, bulan, hari dalam seminggu dan tahun valid hingga 2100) dengan akurat dan menjaga atau menyimpan data waktu tersebut secara real time. RTC dilengkapi dengan baterai sebagai pensuplai daya pada chip, sehingga jam akan tetap *up-to-date* walaupun komputer dimatikan (Arifin & Hidayanto, 2015).

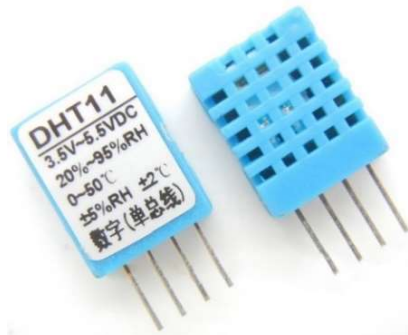


Gambar 2.11 *Real Time Clock* (RTC)

Sumber: Arifin & Hidayanto, 2015

3. Sensor DHT11

DHT-11 adalah chip tunggal kelembapan relatif dan multi sensor suhu yang terdiri dari modul yang dikalibrasi keluaran digital. Pada pengukuran suhu data yang dihasilkan 14 bit, sedangkan untuk kelembapan data yang dihasilkan 12 bit. Keluaran dari DHT-11 adalah digital sehingga untuk mengaksesnya diperlukan pemrograman dan tidak diperlukan pengkondisian sinyal atau ADC (Fathulrohman & Saepulloh, 2019).



Gambar 2.12 Sensor DHT11
Sumber: Fathulrohman & Sepulloh, 2019

4. Sensor Suhu DS18B20 *Waterproof*

Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor yang memiliki kemampuan tahan air (*waterproof*). Sensor suhu DS18B20 cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang sulit atau basah. Karena output data sensor suhu ini merupakan data digital, maka tidak perlu khawatir terhadap degradasi data ketika menggunakan untuk jarak yang jauh. Meskipun secara datasheet sensor ini dapat membaca bagus hingga 125 °C, namun dengan penutup kabel dari PVC disarankan untuk penggunaan tidak melebihi 100 °C (Sesoca dkk, 2015).



Gambar 2.13 Sensor Suhu DS18B20 *Waterproof*
Sumber: Sesoca dkk, 2015

5. LCD 16x2 I2C (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.



Gambar 2.14 LCD 16x2
Sumber: Natsir dkk, 2019

Adapun fungsi pin pada LCD 16x2 sebagai berikut:

Tabel 2.3 Simbol dan Fungsi LCD 16x2

No	Simbol	Fungsi
1	VSS	<i>Ground</i>
2	VDD	5V+
3	V0	<i>Contrast</i>
4	RS	<i>Register</i>
5	RW	<i>Read/Write</i>
6	E	<i>Enable</i>
7	D0	Data Bus
8	D1	Data Bus

9	D2	Data Bus
10	D3	Data Bus
11	D4	Data Bus
12	D5	Data Bus
13	D6	Data Bus
14	D7	Data Bus
15	A	Anode (5V+)
16	K	Cathode (GND)

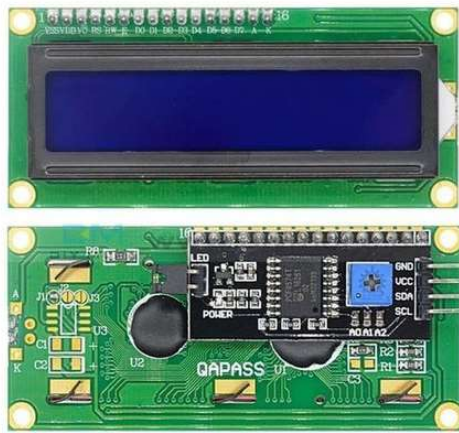
Sumber: Natsir dkk, 2019

I2C/TWI LCD, merupakan modul yang dipakai untuk mengurangi penggunaan kaki di LCD. Modul ini memiliki 4 pin yang akan dihubungkan ke Arduino. Arduino uno sudah mendukung komunikasi I2C dengan modul I2C LCD, maka dapat mengontrol LCD karakter 16x2 dan 20x4 hanya menggunakan 2 pin, yaitu *analog input pin 4* (SDA) dan *analog input pin 5* (SCL) (Natsir dkk, 2019).



Gambar 2.15 Modul I2C LCD

Sumber: Natsir dkk, 2019



Gambar 2.16 Pemasangan LCD beserta Modul I2C
Sumber: Natsir dkk, 2019

6. Data Logger

Data *logger* (perekam data) adalah sebuah alat elektronik yang mencatat data dari waktu ke waktu baik yang terintegrasi dengan sensor dan instrumen didalamnya maupun eksternal sensor dan instrumen. Biasanya ukuran fisiknya kecil, bertenaga baterai, portabel, dan dilengkapi dengan mikroprosesor, memori internal (*SD Card*) untuk menyimpan data dan sensor. Salah satu keuntungan menggunakan data logger adalah kemampuannya secara otomatis mengumpulkan data setiap 24 jam (Goenadi, 2018).

Adapter Module adalah sebagai berikut:

1. Mendukung *Micro SD Card* dan *Micro SDHC (High Capacity) Card*
2. Tegangan operasional pada tegangan 5 V atau 3.3 V
3. Arus operasional yang digunakan yaitu 80 Ma
4. Menggunakan antarmuka SPI (*Serial Paralel Interface*).



Gambar 2.17 Modul Micro SD Card Adapter
Sumber: Goenadi, 2018

Pada modul ini menggunakan SD Card untuk menyimpan data. SD adapter memungkinkan konversi fisik kartu SD yang lebih kecil untuk bekerja di slot fisik yang lebih besar dan pada dasarnya ini adalah alat pasif yang menghubungkan pin dari SD Card yang kecil ke pin adapter SD Card yang lebih besar (Goenadi, 2018).



Gambar 2.18 SD Card
Sumber: Goenadi, 2018

BAB III

METODE KEGIATAN

3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan

Lokasi pembuatan dan pengujian alat Pengembangan Sistem Akuaponik Dengan Pengaturan Radiasi Energi Matahari Berbasis Data *Logger* dilaksanakan di depan Labaratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang. Waktu pengerjaan ini dilakukan selama 8 bulan mulai dari bulan Februari 2023 sampai dengan September 2023.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Tabel 3.1 Alat-alat yang digunakan pada proses pengembangan alat

No.	Nama Alat	Keterangan		
		Penelitian 2021	Penelitian 2022	Penelitian 2023
1.	Motor DC <i>Power Window</i>	-	✓	✓
2.	PH Meter	✓	✓	✓
3.	TDS Meter	✓	✓	✓
4.	Pyranometer	✓	✓	✓
5.	Obeng	✓	✓	✓
6.	Solder	✓	✓	✓
7.	Gurindra	✓	✓	✓
8.	Mesin Bor <i>Hole Saw</i>	✓	✓	✓
9.	Spidol	✓	✓	✓
10.	Multimeter	✓	✓	✓
11.	Tang Ampere	✓	✓	✓

No.	Nama Bahan	Keterangan		
		Penelitian 2021	Penelitian 2022	Penelitian 2023
12.	Tang Kombinasi	✓	✓	✓
13.	Laptop	✓	✓	✓

3.2.2 Bahan

Tabel 3.2 Bahan-bahan yang digunakan pada proses pengembangan alat

No.	Nama Bahan	Keterangan		
		Penelitian 2021	Penelitian 2022	Penelitian 2023
1.	Pipa PVC 3 inch	✓	✓	✓
2.	Pipa PVC $\frac{3}{4}$ inch	✓	✓	✓
3.	Selang PE	-	✓	✓
4.	<i>Manifold</i>	-	✓	✓
5.	Besi Hollow 40 mm x 40 mm	-	✓	✓
6.	Lem Pipa	✓	✓	✓
7.	Dop	✓	✓	✓
8.	<i>Elbow</i>	✓	✓	✓
9.	Panel Surya	✓	✓	✓
10.	Aki 12 V	✓	✓	✓
11.	<i>Solar Charger Controller</i>	✓	✓	✓
12.	Kabel Pelangi	✓	✓	✓
13.	Arduino Mega	✓	✓	✓
14.	LCD 16 x 2	✓	✓	✓
15.	<i>I2C Interface Display</i>	✓	✓	✓
16.	RTC	✓	✓	✓
17.	Sensor Suhu	✓	✓	✓

No.	Nama Bahan	Keterangan		
		Penelitian 2021	Penelitian 2022	Penelitian 2023
18.	Sensor Kelembapan	✓	✓	✓
19.	Pompa	✓	✓	✓
20.	Netpot	✓	✓	✓
21.	Rockwool	✓	✓	✓
22.	Bibit Tanaman Kangkung	✓	✓	✓
23.	Ikan Nila	✓	✓	✓
24.	Bak Penampung	✓	✓	✓
25.	Timah	✓	✓	✓
26.	Jaring Paranet	✓	✓	✓
27.	<i>Relay 2 Chanel</i>	-	✓	✓
28.	<i>Micro SD Adapter Card</i>	-	-	✓
29.	<i>SD Card</i>	-	-	✓
30.	Pulley v-belt	-	-	✓

3.3 Prosedur Kegiatan

3.3.1 Studi Literatur

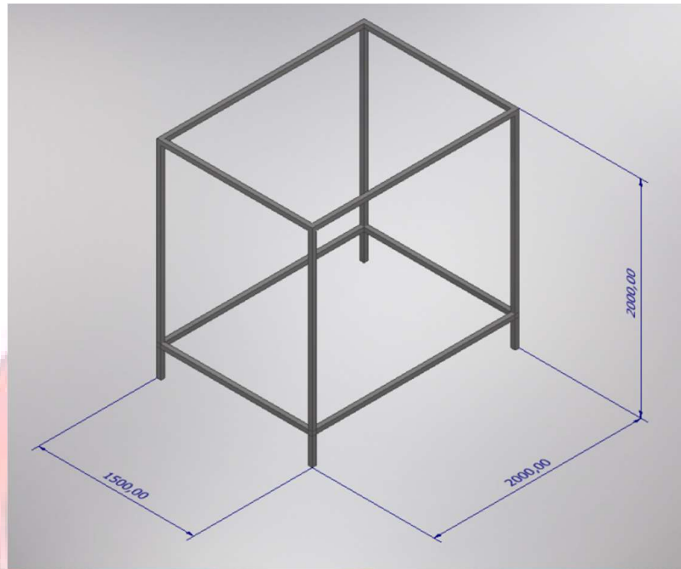
Tahap perencanaan pengembangan alat dilakukan studi literatur mengenai hidroponik, akuakultur dan penyimpanan data secara otomatis.

3.3.2 Tahap Perancangan

A. Perancangan Rangka Luar Akuaponik

Pada proses perancangan ini kami melanjutkan desain dari penelitian sebelumnya. Adapun detail desain rangka dasar dari akuaponik adalah besi *hollow* dengan ukuran 40 x 40 mm dengan tebal 2 mm, sedangkan untuk ukuran rangkanya memiliki panjang 2000 mm, lebar 1500 mm, dan tinggi

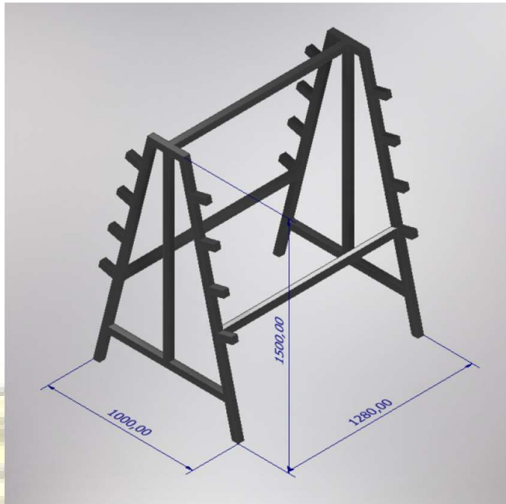
2000 mm yang nantinya sebagai tempat menempelnya jaring paranet. Adapun desain rangka luar akuaponik dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.1 Desain Rangka Luar Akuaponik
Sumber: Mukhtar & Mihdar, 2022

E. Perancangan Rangka Pipa Akuaponik

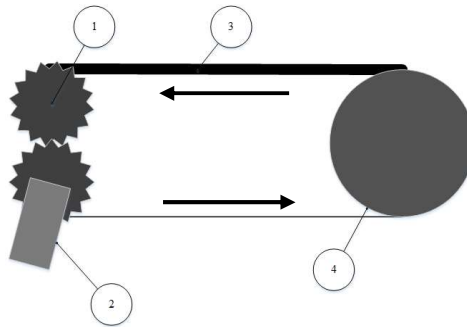
Pada proses perancangan ini kami melanjutkan desain dari penelitian sebelumnya. Adapun desain rangka pipa akuaponik juga menggunakan besi *hollow* berukuran 40 mm x 40 mm dengan ketebalan 2 mm. Desain rangka pipa akuaponik sendiri memiliki panjang 1280 mm, lebar 1000 mm, dan tinggi 1500 mm. Desain ini menggunakan sistem NFT dan memiliki bentuk seperti trapesium yang diharapkan dapat menerima intensitas radiasi matahari dengan jumlah yang sama disetiap tingkatnya. Adapun desain rangka pipa akuaponik dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.2 Desain Rangka Pipa Akuaponik
Sumber: Mukhtar & Mihdar, 2022

F. Perancangan Mekanisme Atap Otomatis

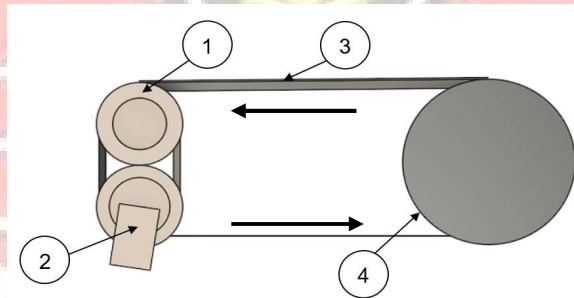
Perancangan mekanisme atap otomatis ini difungsikan untuk mengatur intensitas radiasi matahari yang masuk ke dalam akuaponik dengan memanfaatkan paranet sebagai reduser untuk intensitas radiasi matahari. Pada penelitian sebelumnya menggunakan gear roda gigi. Sedangkan desain dari atap otomatis yang kami akan gunakan, yaitu pulley-v belt. Desain dari atap otomatis itu sendiri menggunakan dua pulley-v belt yang saling terhubung dimana pada pulley-v belt tersebut terdapat 3 jenis paranet yang menggulung di bagian porosnya. Mekanisme ini diharapkan nantinya dapat mengatur intensitas radiasi matahari sesuai umur dari tanaman akuaponik. Adapun perbandingan desain dari mekanisme atap otomatis lama dan baru dapat dilihat dari gambar berikut:



(a)

Keterangan :

1. Gear Roda Gigi (mengatur kecepatan putaran)
2. Motor DC *Power Window* (alat yang menggerakkan gear roda gigi)
3. Paranet (menggulung untuk berganti 10 hari sekali)
4. Sliding (membantu untuk menggulung paranet)



(b)

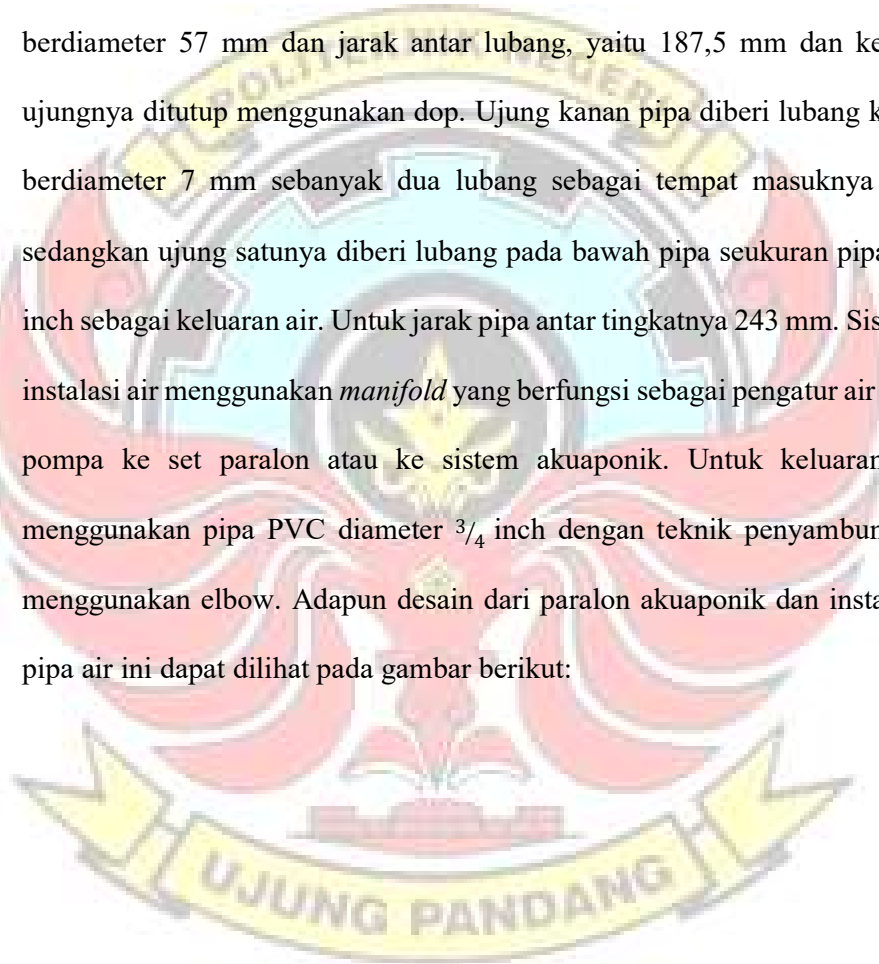
Gambar 3.3 Desain Mekanisme Atap Otomatis: (a) Lama, (b) Baru

Keterangan:

1. Pulley-v belt (mengatur kecepatan putaran)
2. Motor DC *Power Window* (alat yang menggerakkan pulley-v belt)
3. Paranet (menggulung untuk berganti 10 hari sekali)
4. Sliding (membantu untuk menggulung paranet)

G. Perancangan Paralon Akuaponik dan Instalasi Air

Pada proses perancangan ini kami melanjutkan dari penelitian sebelumnya, yang dimana perancangan paralon akuaponik digunakan pipa PVC dengan diameter 3 inch dengan panjang 1500 mm dan tebal 2 mm. Setiap pipa diberi lubang sebanyak 7 lubang yang masing-masing lubang berdiameter 57 mm dan jarak antar lubang, yaitu 187,5 mm dan kedua ujungnya ditutup menggunakan dop. Ujung kanan pipa diberi lubang kecil berdiameter 7 mm sebanyak dua lubang sebagai tempat masuknya air, sedangkan ujung satunya diberi lubang pada bawah pipa seukuran pipa $\frac{3}{4}$ inch sebagai keluaran air. Untuk jarak pipa antar tingkatnya 243 mm. Sistem instalasi air menggunakan *manifold* yang berfungsi sebagai pengatur air dari pompa ke set paralon atau ke sistem akuaponik. Untuk keluarannya menggunakan pipa PVC diameter $\frac{3}{4}$ inch dengan teknik penyambungan menggunakan elbow. Adapun desain dari paralon akuaponik dan instalasi pipa air ini dapat dilihat pada gambar berikut:





Gambar 3.4 Rangka Paralon Akuaponik
Sumber: Mukhtar & Mihdar, 2022

H. Perancangan Sistem Tenaga Surya

Pada proses perancangan ini kami melanjutkan dari penelitian sebelumnya. Sebelum melakukan desain dari sistem tenaga surya, dilakukan terlebih dahulu perhitungan beban agar dapat mengetahui jumlah panel surya yang cocok digunakan nantinya, adapun beban yang akan digunakan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.3 Jumlah daya yang digunakan

Beban PLTS	Daya
Pompa	22 W
Power Window	33,6 W
Arduino	0.48 W
Jumlah Daya: 56,08 Watt	

1. Perhitungan lamanya pemakaian

a. $P = V \times I$

$$56,08 \text{ W} = 12 \text{ V} \times I$$

$$I = \frac{56,08 \text{ Watt}}{12 \text{ V}}$$

$$I = 4,67 \text{ A}$$

b. Aki yang digunakan 12 V/34 Ah

$$\begin{aligned} \text{Waktu pemakaian} &= \frac{\text{Kapasitas Aki}}{\text{Arus Beban}} = \frac{34\text{Ah}}{4,67 \text{ A}} = 7,28 \text{ jam} - 20\% \\ &= 5,82 \text{ jam} \end{aligned}$$

2. Jumlah Panel Surya

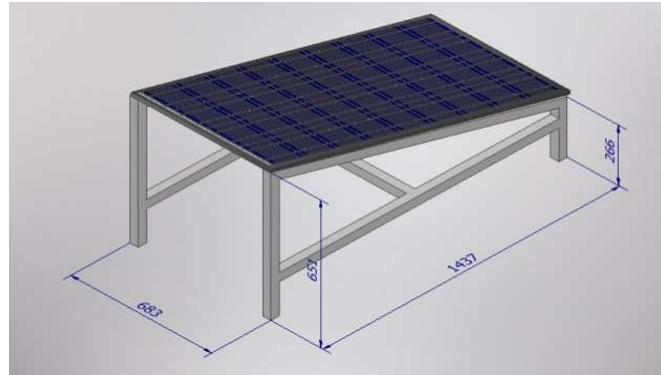
a. Daya yang harus disediakan : 12 V x 34 Ah
: 408 Wh

Jika panel surya yang digunakan adalah 150 WP dengan asumsi lama penyinaran 5 jam maka total daya yang dihasilkan, yaitu:

b. Jumlah daya = 150 WP x 5 jam
= 750 Wh

c. Jumlah panel = $\frac{\text{Jumlah Daya Beban}}{\text{Jumlah Daya Panel Surya}} = \frac{408 \text{ Watt}}{750 \text{ Watt}} = 0,54 / 1 \text{ buah}$

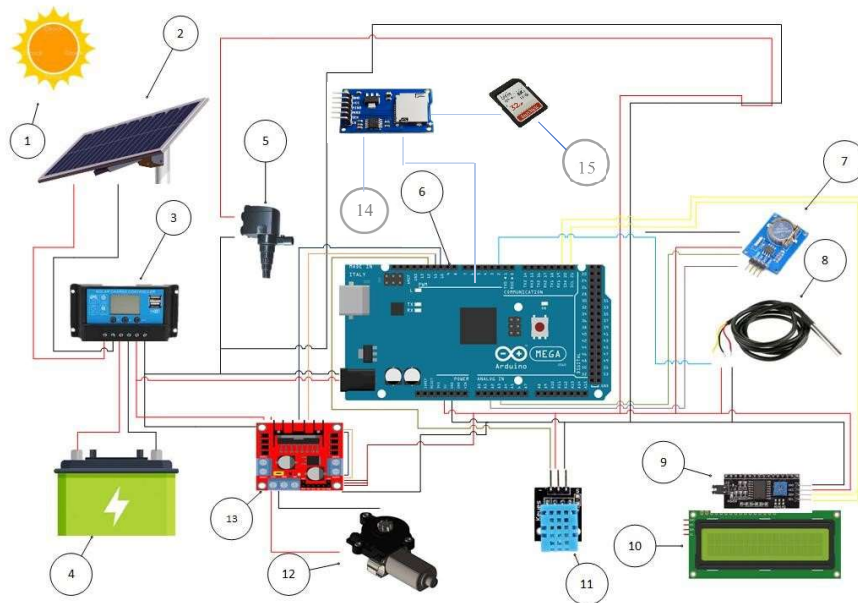
Jadi panel surya yang digunakan adalah panel surya 150 WP berjumlah 1 buah dan aki yang digunakan adalah 12 V / 45 Ah. Tahap selanjutnya, yaitu mendesain rangka mekanik dari panel surya. Panel surya diletakkan di atas rangka mekanik yang telah didesain sedemikian rupah untuk memaksimalkan kerja dari panel surya. Adapun sistem tenaga surya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.5 Kontruksi Dudukan Panel Surya
 Sumber: Mukhtar & Mihdar, 2022

I. Perancangan Sistem Kontrol

Adapun skematik rangkaian kontrol sistem akuaponik yang dirancang adalah sebagai berikut:



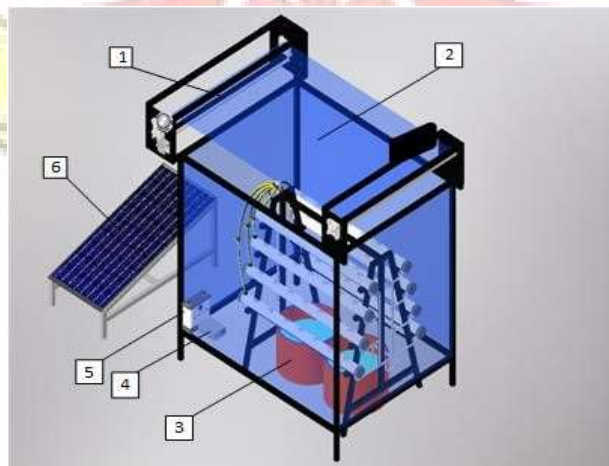
Gambar 3.6 Skematik Rangkaian Kontrol Sistem Akuaponik

Keterangan:

1. Matahari

2. Panel Surya
3. *Solar Charger Controller*
4. Aki
5. Pompa Aquarium
6. Arduino Mega
7. RTC
8. Sensor Suhu (DS18B20)
9. I2C
10. LCD
11. Sensor Suhu Udara dan Kelembapan (DHT11)
12. Motor DC *Power Window*
13. *Relay 2 Chanel*
14. Modul *Micro SD Card Adapter*
15. *SD Card*

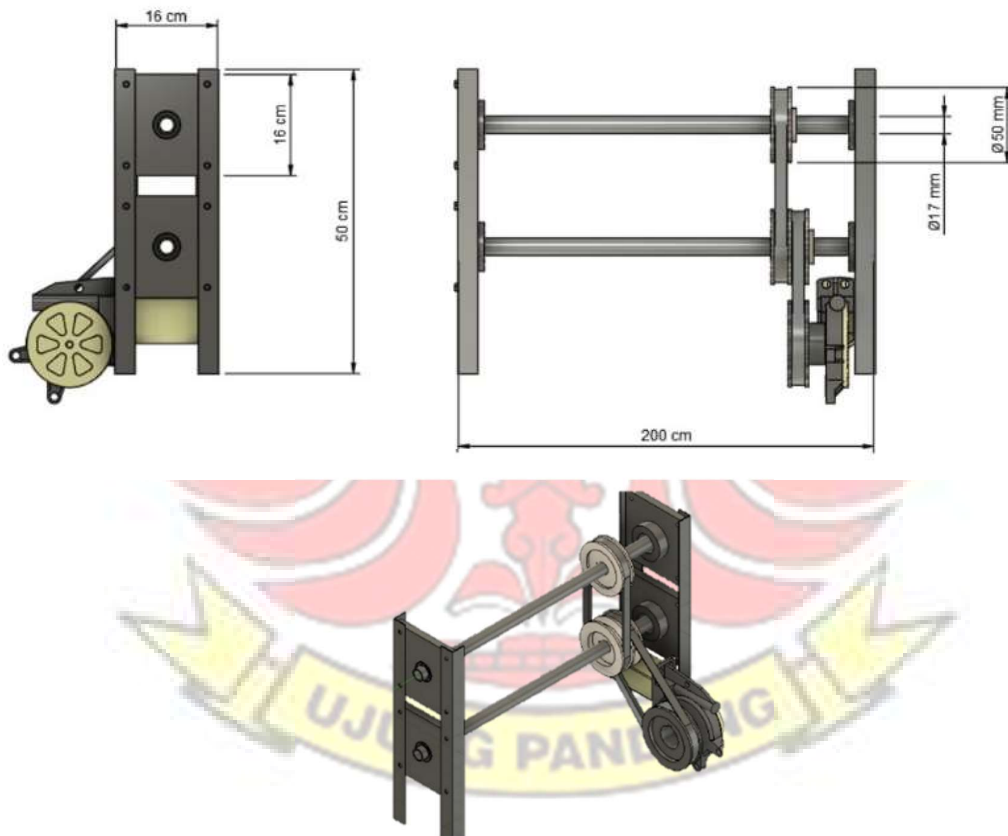
Adapun untuk gambar keseluruhan dapat dilihat pada gambar berikut:



(a)

Keterangan:

1. Transmisi Daya (Pulley-v Belt (b))
2. Jaring Paranet 55%, 60%, 65%
3. Bak Sirkulasi
4. Panel Mikrokontroler
5. Aki
6. Panel Surya yang Lama/Terpasang



Gambar 3.7 (a) Skema Alat Sistem Akuaponik,
(b) Transmisi Daya Pulley-v Belt

3.3.3 Tahap Pembuatan

Adapun langkah-langkah perakitan rangka dasar, media, tanam, instalasi air, sistem kontrol adalah sebagai berikut:

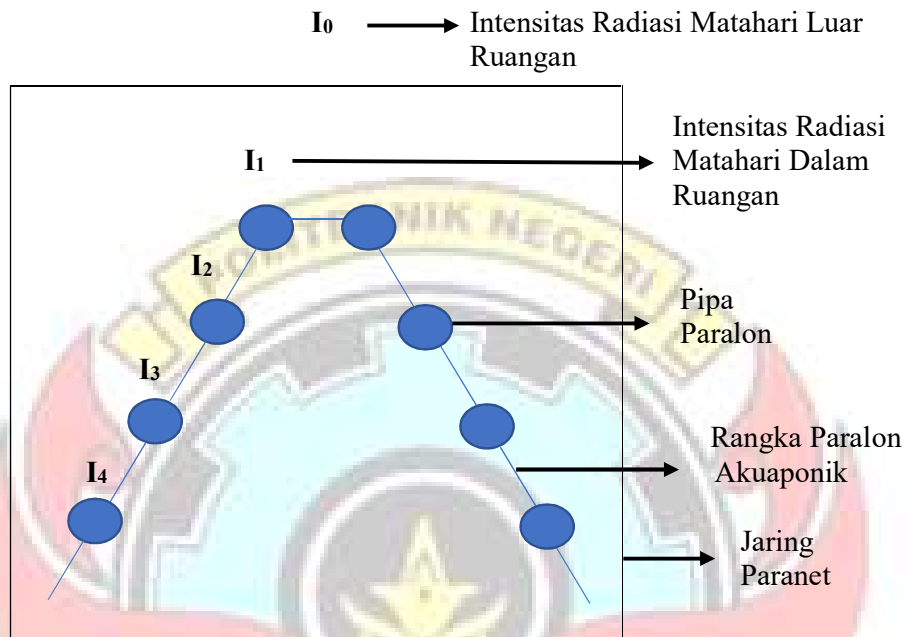
- 1) Merangkai besi hollow yang sudah dipotong sesuai desain Gambar 3.1 rangka luar akuaponik dan Gambar 3.2 rangka pipa akuaponik menggunakan teknik pengelasan.
- 2) Memasang pipa paralon PVC 3 inch ke rangka pipa akuaponik sesuai desain dari Gambar 3.4.
- 3) Merangkai mekanisme atap otomatis pada bagian atas rangka luar akuaponik.
- 4) Memasang instalasi air berupa pemasangan *manifold* dan selang PE kemudian pemasangan pipa $\frac{3}{4}$ inch ke ujung sisi keluaran pompa ke *manifold* dan setiap keluaran *paralon* menggunakan elbow dan diperkuat dengan lem pipa. Kemudian sisi masukan pompa dihubungkan ke bak penampung.
- 5) Merangkai sistem kelistrikan menggunakan kabel dari panel surya ke *solar charge controller*, kemudian disambungkan ke aki, dari aki kemudian dihubungkan ke pompa dan motor DC.
- 6) Membuat program kontrol untuk Arduino Mega.
- 7) Merangkai input suplai tegangan dari aki Arduino kemudian dihubungkan dengan rangkaian ke sensor suhu udara kelembapan, sensor suhu, RTC (Real Time Clock), dan Data *Logger*.
- 8) Menginput program ke alat kontrol.

3.4 Langkah-Langkah Pengujian Alat

Setelah rancang bangun selesai, proses berikutnya adalah melakukan pengujian alat dan pengambilan data. Pengujian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat ukur yang digunakan dalam mengambil data (Multimeter, Tang Ampere, PH Meter, PPM Meter, Pyranometer, Stopwatch, Penggaris).
2. Menghubungkan mikrokontroler ke sumber energi (Aki).
3. Melakukan pengujian pada pukul 08.00 s/d 16.00.
4. Pengambilan data dilakukan setiap 2 jam sekali, data yang akan diambil adalah:
 - a) Intensitas radiasi matahari (Watt/m^2)
 - b) Tegangan keluaran panel surya (V)
 - c) Arus keluaran panel surya (A)
 - d) Luas panel surya (m^2)
 - e) Volume air (Liter)
 - f) Tegangan pompa (V)
 - g) Arus pompa (A)
 - h) Tinggi aliran air (m)
 - i) PH air kolam
 - j) PPM air kolam
 - k) Suhu air, suhu udara kelembapan
 - l) Tinggi tanaman dan lebar daun (mm) setiap seminggu sekali
 - m) Panjang dan lebar ikan (mm) pada saat awal dan akhir pengujian.

5. Memasukkan data pada tabel.
6. Pengujian dan penyimpanan data dilakukan selama ± 30 hari.



Gambar 3.8 Posisi Pengambilan Data Intensitas Radiasi Matahari

3.5 Teknik Analisis Data

Adapun persamaan-persamaan yang digunakan untuk menganalisis data adalah sebagai berikut:

- 1) Persamaan yang digunakan dalam perhitungan panel surya:

- a. Daya input panel surya (P_{in} panel surya)

$$P_{in} = I_r \times A \text{ (Watt)}$$

Keterangan: P_{in} = Daya input panel surya (Watt)

I_r = Intensitas radiasi matahari (Watt/m²)

A = Luas panel surya (m²)

- b. Daya output panel surya (P_{out} panel surya)

$$P_{\text{out}} = V \times I \text{ (Watt)}$$

Keterangan: P_{out} = Daya output panel surya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

c. Efisiensi panel surya ($\eta_{\text{panel surya}}$)

$$\eta_{\text{panel surya}} = \frac{P_{\text{out panel surya}}}{P_{\text{in panel surya}}} \times 100\%$$

Keterangan: $\eta_{\text{panel surya}}$ = Efisiensi panel surya (%)

P_{in} = Daya input panel surya (Watt)

P_{out} = Daya output panel surya (Watt)

2) Persamaan yang digunakan dalam perhitungan aliran fluida:

a. Debit aliran fluida (Q)

$$Q = \frac{V}{t} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Keterangan: Q = Debit aliran ($\text{m}^3\text{/s}$)

V = Volume air (m^3)

A = Arus (Ampere)

b. Daya output pompa ($P_{\text{out pompa}}$)

$$P_{\text{in pompa}} = V \times I \text{ (Watt)}$$

Keterangan: $P_{\text{in pompa}}$ = Daya input pompa (Watt)

V = Tegangan (Volt)

A = Arus (Ampere)

c. Daya output pompa ($P_{\text{out pompa}}$)

$$P_{\text{out pompa}} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \text{ (Watt)}$$

Keterangan: $P_{\text{out pompa}}$ = Daya output pompa (Watt)

ρ = Massa jenis air (kg/s)

g = Gaya gravitasi (m/s^2)

Q = Debit air (m^3/s)

H = Tinggi air (m)

d. Efisiensi pompa (η_{pompa})

$$\eta_{\text{pompa}} = \frac{P_{\text{out pompa}}}{P_{\text{in pompa}}} \times 100\%$$

Keterangan: η_{pompa} = Efisiensi pompa (%)

$P_{\text{out pompa}}$ = Daya output pompa (Watt)

$P_{\text{in pompa}}$ = Daya input pompa (Watt)

3) Persamaan yang digunakan dalam perhitungan Aki:

a. Waktu pengisian aki

$$\text{Arus output aki} = \frac{\text{Kapasitas Aki}}{\text{Waktu Pengisian}} \times 100\%$$

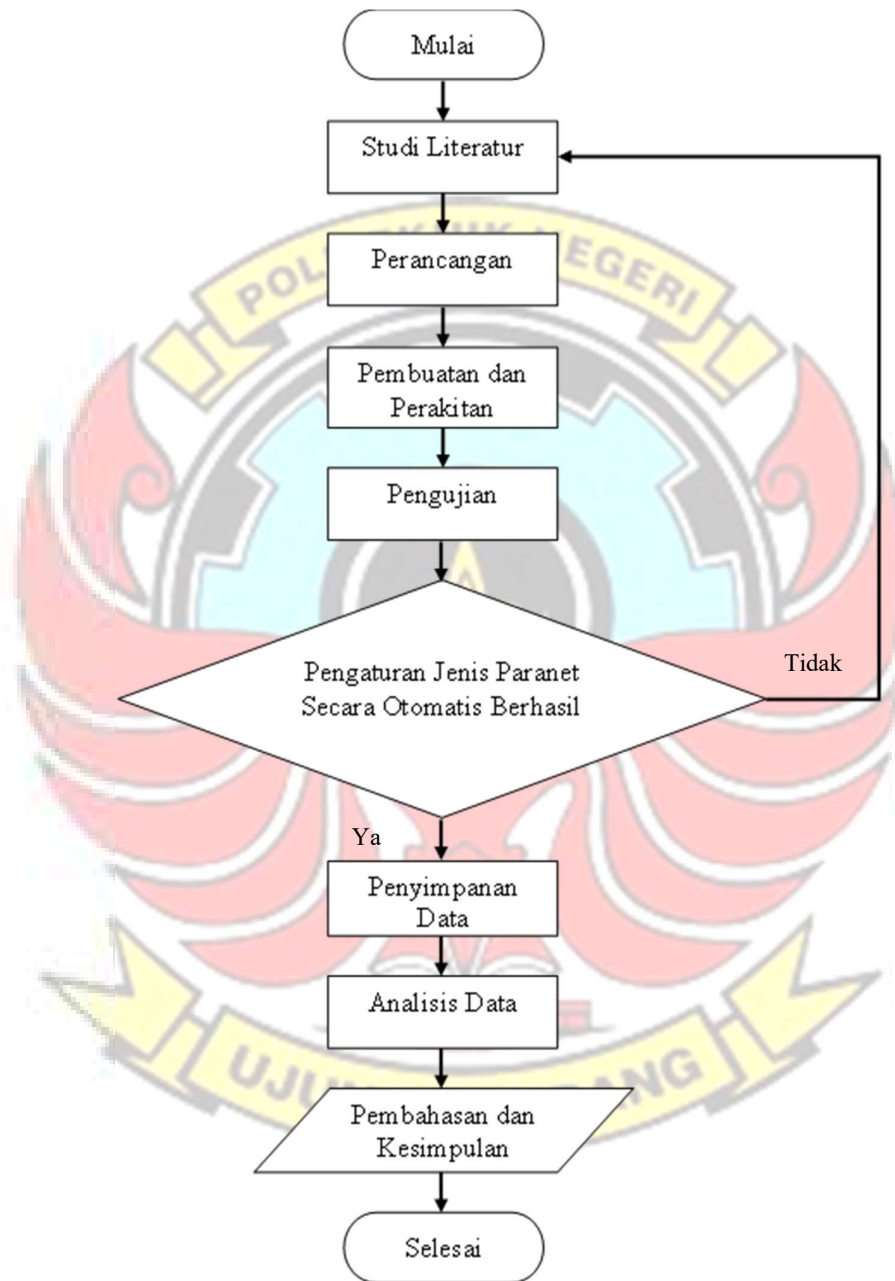
b. Waktu pembebanan aki

$$\text{Waktu pemakaian} = \frac{\text{Kapasitas Aki}}{\text{Arus Output}} \times 100\%$$

4) Persamaan menghitung efisiensi sistem

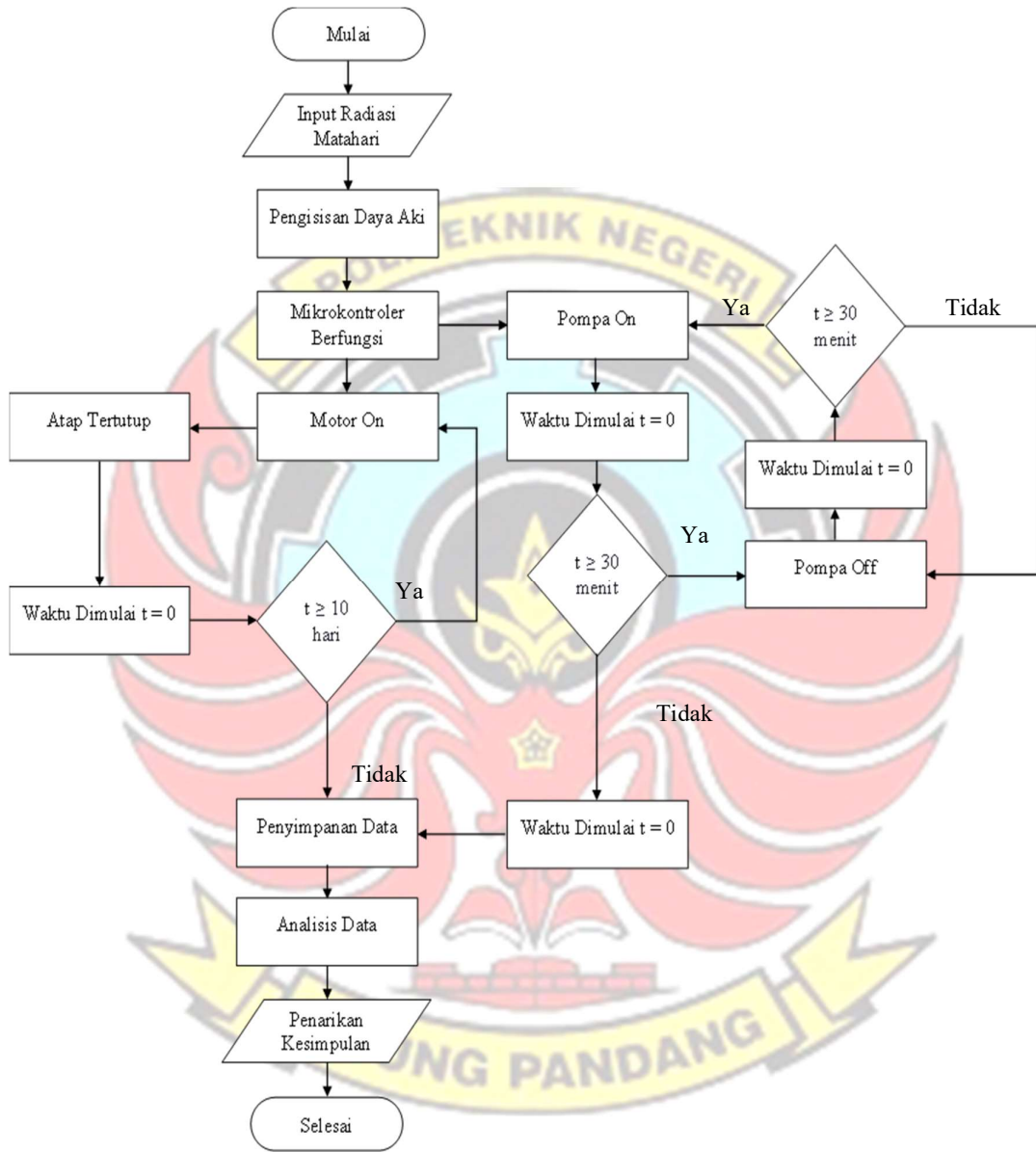
$$\eta_{\text{sistem}} = \frac{\text{Daya Output Beban}}{\text{Daya Keluaran Panel}} \times 100\%$$

3.6 Diagram Alir Kegiatan Pengembangan Sistem Akuaponik Dengan Pengaturan Radiasi Energi Matahari Berbasis Data *Logger*



Gambar 3.9 Diagram Alir

3.7 Diagram Blok Sitem Kerja Alat Pengembangan Sistem Akuaponik Dengan Pengaturan Radiasi Energi Matahari Berbasis Data *Logger*



Gambar 3.10 Diagram Blok Sistem Kerja Alat

BAB IV

HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN

4.1 Hasil Perancangan Kegiatan

4.1.1 Hasil Perancangan Rangka Akuaponik

Berdasarkan prosedur perancangan rangka Sistem Akuaponik dengan Pengaturan Radiasi Energi Matahari, maka rangka dasar alat telah selesai dibuat yang memiliki panjang 1730 mm, lebar 1570 mm, dan tinggi 1660 mm serta menggunakan jaring paranet untuk memfilter radiasi matahari langsung ke tanaman seperti Gambar 4.1 berikut.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.1 Hasil Perancangan Sistem Akuaponik

Keterangan :

- (a) Rangka Dalam
- (b) Rangka Luar
- (c) Sesudah Pemasangan Jaring Paranet

4.1.2 Hasil Perancangan Instalasi Pipa dan Pompa

Berdasarkan prosedur perancangan instalasi pipa dan pompa yang difungsikan untuk jalur mengalir air dari bak penampung menuju pipa media tanam dan diteruskan kembali ke bak penampung serta dipasang katup untuk mengatur debit aliran air telah selesai dibuat, selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Hasil Rancang Instalasi Pipa dan Pompa

4.1.3 Hasil Perakitan Sistem Tenaga Surya

Berdasarkan prosedur perakitan sistem tenaga surya dengan menggunakan 1 panel surya jenis Polycrystalline Silicon 150 WP sebagai sumber energi listrik telah selesai dibuat seperti pada Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.3 Hasil Perakitan Panel Surya

4.1.4 Hasil Perancangan Mekanisme Atap Otomatis

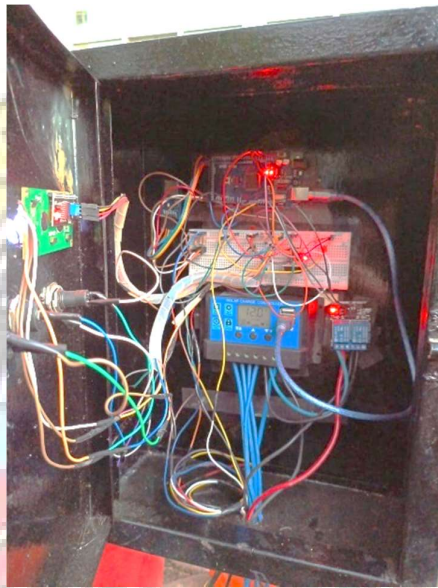
Berdasarkan prosedur perakitan mekanisme atap otomatis dengan menggunakan motor power window sebagai sumber penggerak telah selesai dibuat seperti pada Gambar 4.4 berikut.



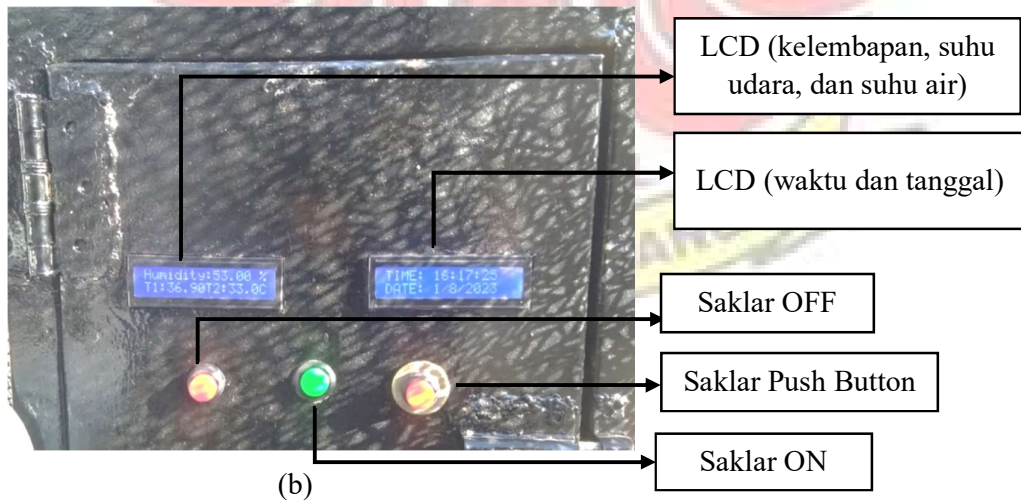
Gambar 4.4 Hasil Perakitan Mekanisme Atap Otomatis

4.1.5 Hasil Perancangan Sistem Kontrol

Berdasarkan prosedur perancangan sistem kontrol yang berfungsi mengontrol jalannya pompa dan motor, serta mengukur suhu, kelembapan dan waktu, seperti pada Gambar 4.5 berikut.



(a)



(b)

Gambar 4.5 Hasil Perancangan Sistem Kontrol

Keterangan :

(a) Tampak Dari Dalam

(b) Tampak Dari Luar

4.1.6 Hasil Budidaya Akuaponik

1. Hasil Budidaya Hidroponik (Tanaman Kangkung)



(a)

Penyemaian Umur 1 Minggu di Luar Pot



(b)

Penyemaian Umur 1 Minggu
di Dalam Pot



(c)

Umur 1 Minggu



(d)

Umur 2 Minggu



(e)

Umur 3 Minggu



(f)

Umur 4 Minggu

Gambar 4.6 Pertumbuhan Hidroponik Tanaman Kangkung Selama 4 Minggu

2. Budidaya Akuakultur (Ikan Nila)



Gambar 4.7 Akuakultur Ikan Nila

4.1.7 Hasil Pengujian Alat

Untuk pengujian alat dilakukan selama 30 hari, adapun data hasil pengujian alat dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengambilan Data dan Hasil Analisis Data Keluaran Panel Surya, Senin 31 Juli 2023

Jam	Luas Panel (m ²)	Intensitas Radiasi Matahari (W/m ²)	Panel Surya		Hasil Analisis			Ket.
			V (V)	I (A)	P _{in} (watt)	P _{out} (watt)	η (%)	
09.00	0.99	904	14.17	3.28	894.92	46.47	5.19264	Cerah
10.00	0.99	917	14.73	3.69	907.83	54.3537	5.98721	Cerah
11.00	0.99	943	15.47	4.14	933.57	64.0458	6.86031	Cerah
12.00	0.99	1029	19.26	4.26	1.018.71	82,0476	8.05407	Cerah
13.00	0.99	996	18.66	5.28	986.04	98.5248	9,99197	Cerah
14.00	0.99	981	16.34	4.96	971.19	81.0464	8.34506	Cerah
15.00	0.99	954	14.55	4.03	944.46	58.6365	6.20847	Cerah

Tabel 4.2 Data Hasil Pengisian Aki dan Hasil Analisis Data, Senin, 31 Juli 2023

Pukul	Aki		P (Watt)
	V (V)	I (A)	
09.00	12.08	2.46	29.7168
10.00	12.33	2.69	33.1677
11.00	13.02	2.81	36.5862
12.00	13.65	3.36	45.864
13.00	13.77	3.73	51.3621
14.00	13.92	3.62	50.3904
15.00	14.22	3.19	45.3618

Tabel 4.3 Data Hasil Pengambilan Pembebanan dan Aki sebagai Sumber untuk Pompa Akuarium dan Hasil Analisis Data, Selasa, 1 Agustus 2023

Jam	Pompa		V Aki (Volt)
	V (V)	I (A)	
10.00	10.98	1.36	12.84
11.00	10.84	1.31	12.72
12.00	10.88	1.35	12.43
13.00	11.02	1.38	12.15
14.00	10.93	1.26	11.82
15.00	11.06	1.29	11.61

Tabel 4.4 Data Hasil Pengambilan Data Waktu (jam), Intensitas Radiasi Matahari, Temperatur dan Kelembapan pada Masing-Masing Tingkatan Rak Paralon Paranet 65%, Selasa, 1 Agustus 2023

Jam	Intensitas Radiasi Matahari (W/m ²)					Temperatur (°C)		Kelembapan (%)	PH	Kadar Air (PPM)	Ket.
	Rak 1	Rak 2	Rak 3	Rak 4	Luar Ruangan	Air	Udara				
08.00	139	135	129	119	824	26.7	30.5	65	7.9	59	Cerah
10.00	141	139	130	128	940	29.6	38	55	7.8	48	Cerah
12.00	219	217	209	192	973	31.6	40.6	48	8.7	57	Cerah
14.00	161	133	120	102	896	33	40.7	43	8.5	61	Cerah
16.00	131	128	115	99	772	33	37.4	54	8.2	62	Cerah

Tabel 4.5 Data Hasil Pengambilan Data Waktu (jam), Intensitas Radiasi Matahari, Temperatur dan Kelembapan pada Masing-Masing Tingkatan Rak Paralon Paranet 60%, Sabtu 12 Agustus 2023

Jam	Intensitas Radiasi Matahari (W/m ²)					Temperatur (°C)		Kelembapan (%)	PH	Kadar Air (PPM)	Ket.
	Rak 1	Rak 2	Rak 3	Rak 4	Luar Ruangan	Air	Udara				
08.00	174	158	141	139	820	25.3	29.4	72	7.4	210	Cerah
10.00	221	216	204	191	935	28.3	35.2	50	7.5	215	Cerah
12.00	263	242	231	219	996	31.6	44.4	31	7.7	221	Cerah
14.00	235	228	212	202	961	33.3	45.8	26	7.9	225	Cerah
16.00	182	168	158	137	813	32.6	42.6	30	7.9	228	Cerah

Tabel 4.6 Data Hasil Pengambilan Data Waktu (jam), Intensitas Radiasi Matahari, Temperatur dan Kelembapan pada Masing-Masing Tingkatan Rak Paralon Paranet 55%, Selasa 22 Agustus 2023

Jam	Intensitas Radiasi Matahari (W/m ²)					Temperatur (°C)		Kelembapan (%)	PH	Kadar Air (PPM)	Ket.
	Rak 1	Rak 2	Rak 3	Rak 4	Luar Ruang	Air	Udara				
08.00	195	183	171	164	867	23.8	29.30	61	7.3	289	Cerah
10.00	246	231	222	211	964	29.0	33.30	54	7.6	235	Cerah
12.00	291	282	270	262	992	31.3	35.20	50	7.6	208	Cerah
14.00	278	264	251	247	960	32.8	39.50	41	7.6	223	Cerah
16.00	258	236	219	192	811	33.8	34.20	51	7.5	230	Cerah

Tabel 4.7 Data Hasil Perbandingan Intensitas Radiasi Matahari pada Jaring Paranet 65%, 60%, dan 55%

Tingkatan	Jam	Intensitas Radiasi Matahari		
		Jaring Paranet 65%	Jaring Paranet 60%	Jaring Paranet 55%
1	08.00	130	174	195
	10.00	158	221	246
	12.00	209	263	291
	14.00	154	235	278
	16.00	134	182	258
2	08.00	128	158	183
	10.00	141	216	231
	12.00	193	242	282
	14.00	147	228	264
	16.00	128	168	236
3	08.00	125	141	171
	10.00	138	204	222

	12.00	179	231	270
	14.00	130	212	251
	16.00	121	158	219
4	08.00	122	139	164
	10.00	132	191	211
	12.00	176	219	262
	14.00	126	202	247
	16.00	113	137	192

Tabel 4.8 Data Hasil dari Pengambilan Data dan Perhitungan Debit Fluida dan Hasil Analisis, Selasa 1 Agustus 2023

No.	Putaran Katup	Volume Air (ml)	Waktu (s)	Debit, Q (m ³ /s)
1.	50%	1000	23	4.34x10 ⁻⁵
2.		1000	24	4.16x10 ⁻⁵
3.		1000	23	4.34x10 ⁻⁵
4.		1000	12	8.33x10 ⁻⁵
5.	100%	1000	12	8.33x10 ⁻⁵
6.		1000	13	7.69x10 ⁻⁵

Tabel 4.9 Data Hasil dari Motor Atap Otomatis, Selasa 1 Agustus 2023

No.	Waktu (s)	Tegangan (V)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)	Jaring Paragnet (%)
1.	28	12	4	48	65
2.	25	12	4	48	60
3.	20	12	4	48	55

Tabel 4.10 Pertumbuhan Tanaman Kangkung

Pekan ke-	Tingkatan	Intensitas Radiasi Matahari (W/m ²)	Panjang daun (mm)	Lebar Daun (mm)	Jumlah Daun (Lembar)	Suhu Rata-rata (°C)	Gambar
1	Rak 1	-	-	-	-	34	
	Rak 2	-	-	-	-		
	Rak 3	-	-	-	-		
	Rak 4	-	-	-	-		
	Luar	-	-	-	-		
1	Rak 1	139.12	32	6	3	34	
	Rak 2	135.14	30	5	3		
	Rak 3	129.44	30	6	3		
	Rak 4	119	30	6	3		
	Luar	824	-	-	-		
2	Rak 1	166.7	55	13	8	34	
	Rak 2	158.8	55	10	7		
	Rak 3	135.3	54	10	7		
	Rak 4	127.2	49	10	7		
	Luar	854.9	-	-	-		
3	Rak 1	169.1	136	29	13	34	
	Rak 2	151.7	128	25	12		
	Rak 3	146.5	110	25	12		
	Rak 4	131.1	102	24	12		
	Luar	882.5	-	-	-		
4	Rak 1	188.7	155	32	30	34	
	Rak 2	175.5	143	32	29		
	Rak 3	160.8	130	31	29		
	Rak 4	151.4	123	28	28		
	Luar	852	-	-	-		

Data tambahan:

- Massa jenis air 1000 kg/m^3
- Gaya gravitasi bumi $9,81 \text{ m/s}^2$
- Tinggi aliran air 2 m

4.1.8 Perhitungan Data

1) Perhitungan Panel Surya

Pada tabel 4.1 pada pukul 09.00 diketahui:

$$I_r = 904 \text{ W/m}^2 \qquad V = 14,17 \text{ V}$$

$$A = 0,99 \text{ m}^2 = 0,99 \text{ m}^2 \qquad I = 3,38 \text{ A}$$

• Daya Input Panel Surya

$$P_{in} = I_r \times A \text{ (Watt)}$$

$$= 904 \text{ W/m}^2 \times 0,99 \text{ m}^2$$

$$= 894,92 \text{ Watt}$$

• Daya Output Panel Surya

$$P_{out} = V \times I \text{ (Watt)}$$

$$= 14,17 \text{ V} \times 3,38 \text{ A}$$

$$= 46,47 \text{ Watt}$$

• Efisiensi Panel Surya

$$\eta_{\text{panel surya}} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \%$$

$$= \frac{46,47 \text{ watt}}{894,92 \text{ watt}} \times 100 \%$$

$$= 5,19 \%$$

2) Perhitungan Aliran Fluida

Pada tabel 4.5 pada putaran 50 % diketahui:

$$V = 1000 \text{ ml} = 1 \text{ liter} = 0,001 \text{ m}^3$$

$$t = 23$$

- Debit Aliran Fluida

$$Q = \frac{V}{t} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$= \frac{0,001 \text{ m}^3}{23} = 4,34 \times 10^{-5} \text{ m}^3\text{/s}$$

- Daya Input Pompa (P_{in})

Pada tabel 4.3 diketahui:

$$V = 10,98 \text{ V}$$

$$I = 1,36 \text{ A}$$

Maka:

$$P_{in} = V \times I \text{ (Watt)}$$

$$= 10,98 \text{ V} \times 1,36 \text{ A}$$

$$= 14,93 \text{ Watt}$$

- Daya Output Pompa :

$$P_{out} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \text{ (Watt)}$$

$$= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 4,34 \times 10^{-5} \text{ (m}^3\text{/s)} \times 1,6 \text{ m}$$

$$= 6,81 \text{ Watt}$$

- Efisiensi Pompa

$$\eta \text{ pompa} = \frac{P_{out} \text{ pompa}}{P_{in} \text{ pompa}} \times 100 \%$$

$$= \frac{6,81 \text{ Watt}}{14,93 \text{ Watt}} \times 100 \%$$

$$= 45,61 \%$$

3) Perhitungan Aki

- Waktu pengisian aki

Untuk menghitung pengisian aki beberapa hal yang diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Voltase aki 12V
2. Jumlah aki 1 buah
3. Kapasitas aki 32 Ah
4. Lama waktu pengisian 6 jam

Maka:

$$\begin{aligned} \text{Arus output aki} &= \frac{\text{Kapasitas aki}}{\text{Waktu pengisian}} = \frac{34 \text{ Ah}}{6 \text{ jam}} \\ &= 5,66 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Karena umumnya isi baterai masih 20% maka tambahkan 20% untuk efisiensi aki, kuat arus yang dibutuhkan untuk pengisian selama 6 jam:

$$\begin{aligned} \text{Arus output aki} &= 5,66 \text{ Ampere} + 20\% \\ &= 6,7 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Daya charger yang dibutuhkan untuk mengisi aki 34 Ah selama 6 jam:

Diketahui tegangan standar charger aki = 13,2 Volt

Maka:

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 13,2 \text{ Volt} \times 6,7 \text{ Ampere} \\ &= 88,4 \text{ Watt} \end{aligned}$$

- Waktu aki dapat mem- *backup* beban

Diketahui:

1. Daya pompa yang digunakan 14,93 watt + Arduino 1 watt = 15,93 watt, (kondisi atap otomatis mati).
2. Daya pompa yang digunakan 14,93 watt + Arduino 1 watt + 48 watt = 63,93 Watt, (kondisi atap otomatis nyala).
3. Aki yang digunakan 12V/34 Ah

Maka pemakaian dengan kondisi motor mati :

$$P = V \times I$$

$$15,93 \text{ Watt} = 12V \times I$$

$$I = \frac{15,93 \text{ watt}}{12 \text{ Volt}}$$

$$I = 1,32 \text{ A}$$

$$\text{Waktu pemakaian} = \frac{\text{Kapasitas aki}}{\text{Arus Output}} = \frac{34 \text{ Ah}}{1,32A} = 25,7 \text{ jam}$$

Aki diefisiensikan sebesar 20 %

$$25,7 \text{ jam} - 20\% = 20,5 \text{ jam}$$

4. Pemakaian dengan kondisi motor nyala:

$$P = V \times I$$

$$63,93 \text{ Watt} = 12V \times I$$

$$I = \frac{63,93 \text{ Watt}}{12 \text{ Volt}}$$

$$I = 5,32 \text{ A}$$

$$\text{Waktu pemakaian} = \frac{\text{Kapasitas aki}}{\text{Arus Output}} = \frac{34 \text{ Ah}}{5,32A} = 6,4 \text{ jam}$$

Aki diefisiensikan sebesar 20%

8,5 jam – 20% = 6,8 jam

Motor atap otomatis hanya digunakan setiap 10 hari pada siang hari selama rata-rata waktu 20 detik maka tidak begitu berpengaruh pada pemakaian aki.

4) Perhitungan efisiensi sistem

Daya pengisian aki: 88,4 Watt

Daya output beban: 63,93 Watt

$$\begin{aligned}\eta_{\text{sistem}} &= \frac{\text{Daya output beban}}{\text{Daya keluaran panel}} \times 100\% \\ &= \frac{63,93 \text{ Watt}}{88,4 \text{ Watt}} \times 100\% \\ &= 72,31 \%\end{aligned}$$

5) Perhitungan energi yang digunakan pada sistem akuaponik selama 30 hari

- Pemakaian energi menggunakan beban pompa dalam 4jam/hari selama 27 hari

$$\begin{aligned}\text{kWh} &= \frac{(\text{Watt} \times \text{Jam})}{1000} \\ &= \frac{(14,93 \times 4)}{1000} \\ &= 0,059 \text{ kWh} \\ &= 0,059 \text{ kWh} \times 27 \text{ hari} \\ &= 1,593 \text{ kWh}\end{aligned}$$

- Pemakaian energi menggunakan beban arduino dalam 8jam/hari selama 27 hari

$$\begin{aligned}
 \text{kWh} &= \frac{(\text{Watt} \times \text{Jam})}{1000} \\
 &= \frac{(1 \times 8)}{1000} \\
 &= 0,008 \text{ kWh} \\
 &= 0,008 \text{ kWh} \times 27 \text{ hari} \\
 &= 0,216 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

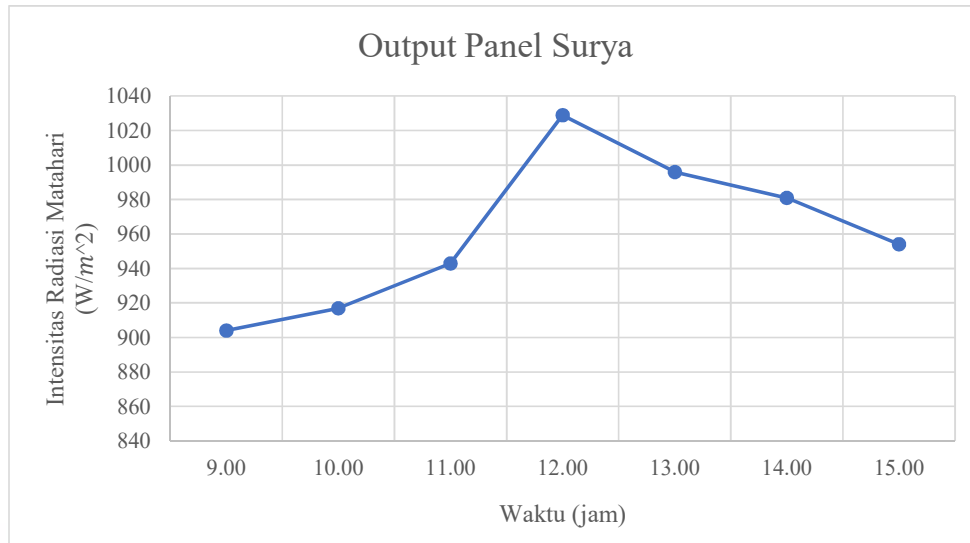
- Pemakaian energi menggunakan beban motor dalam 20 detik/hari selama 3 hari

$$\begin{aligned}
 \text{kWh} &= \frac{(\text{Watt} \times \text{Jam})}{1000} \\
 &= \frac{(48 \times 0,00556)}{1000} \\
 &= 0,0002 \text{ kWh} \\
 &= 0,0002 \text{ kWh} \times 3 \text{ hari} \\
 &= 0,0006 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Maka pemakaian energi yang digunakan dalam sistem akuaponik selama 30 hari $1,593 + 0,216 + 0,0006 = 1,8 \text{ kWh}$

4.2 Deskripsi Hasil Kegiatan

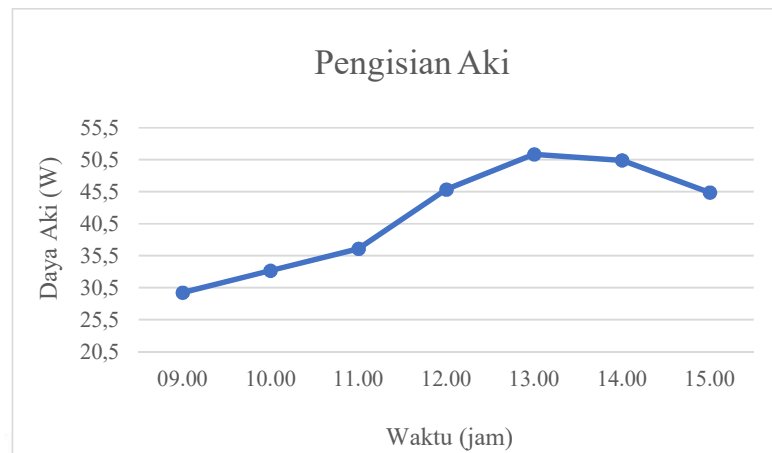
4.2.1 Hasil Pengujian Panel Surya



Gambar 4.8 Grafik Hubungan Antara Intensitas Radiasi Matahari (W/m^2) dan Waktu (jam)

Berdasarkan grafik hubungan antara intensitas radiasi matahari (W/m^2) dengan waktu (jam), pengukuran diambil selama 6 jam mulai pukul 09.00 hingga pukul 15.00 pada Senin, 31 Agustus 2023. Intensitas radiasi matahari tertinggi, yaitu didapatkan pada pukul 12.00 dengan nilai intensitas radiasi matahari, yaitu 1029 (W/m^2) sedangkan terendah pada pukul 09.00 dengan nilai 904 (W/m^2). Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa puncak radiasi matahari terjadi pada siang hari saat cahaya matahari langsung mengenai panel surya.

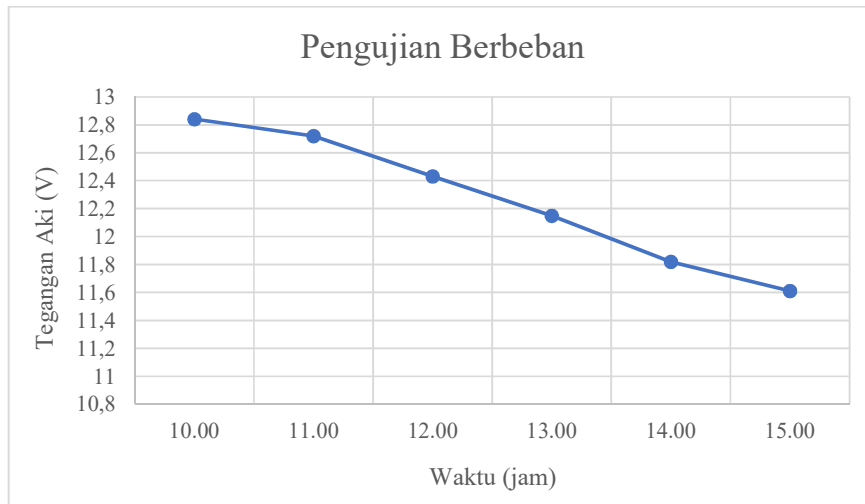
4.2.2 Hasil Pengujian Pengisian Aki



Gambar 4.9 Grafik Hubungan Antara Daya (Watt) dan Waktu (jam) pada Aki

Berdasarkan grafik di atas, yaitu hubungan antara daya (Watt) dan waktu pengisian dilakukan selama 6 jam, yaitu mulai pukul 09.00 hingga pukul 15.00 pada Senin, 31 Agustus 2023. Dari grafik tersebut didapatkan beban puncak, yaitu 51,36 (Watt) pada pukul 13.00 dan daya terendah pada 29,71 pada pukul 09.00. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa daya masukan aki berbanding lurus dengan intensitas matahari, semakin tinggi intensitas matahari, maka daya masukan pada aki akan semakin tinggi pula.

4.2.3 Hasil Pengujian Pembebanan Aki

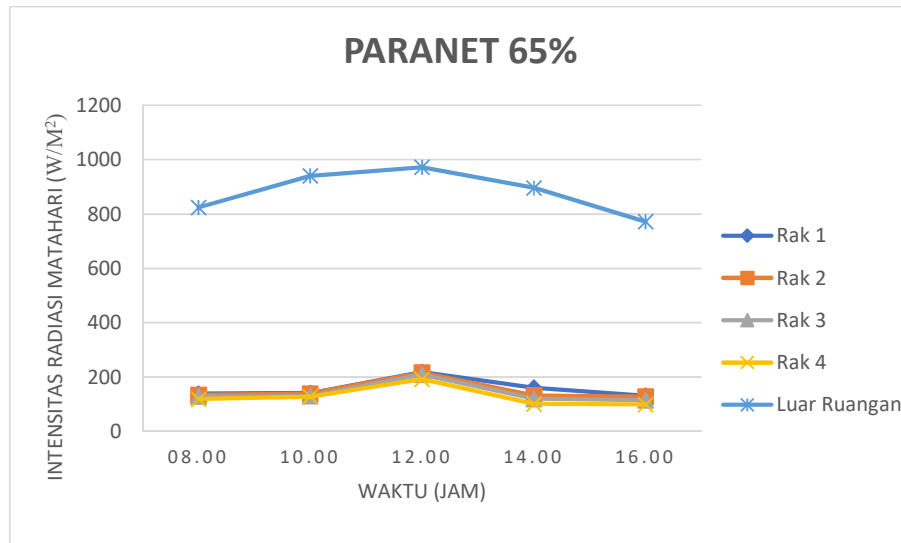


Gambar 4.10 Grafik Hubungan Tegangan Aki (V) dan Waktu (jam) atau Lama Pemakaian Aki

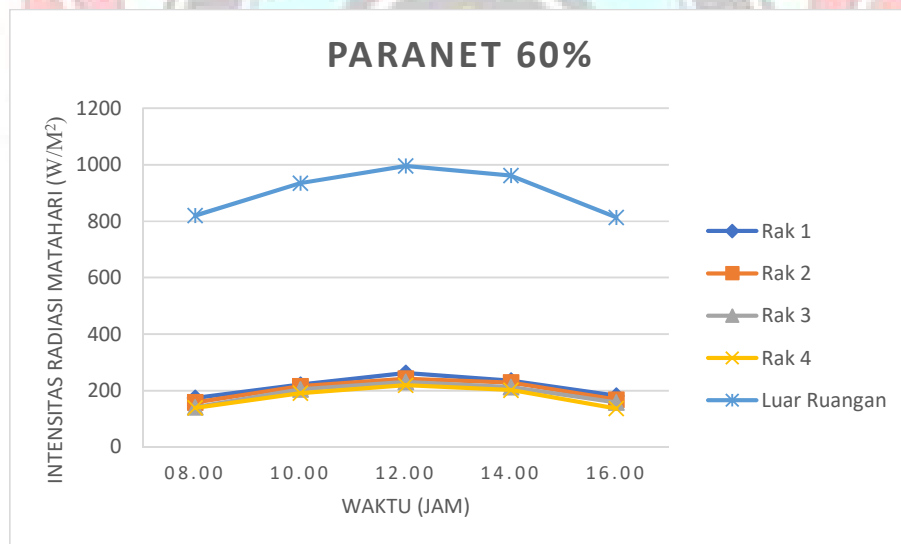
Berdasarkan grafik hubungan antara tegangan aki (V) dan waktu (jam) lama pemakaian dapat dilihat bahwa, semakin lama waktu pembebanan maka tegangan dalam aki akan semakin berkurang.

4.2.4 Hasil Pengujian Data Waktu (jam) dan Intensitas Radiasi Matahari di Luar Ruangan dan pada Masing-Masing Tingkatan Rak Paralon

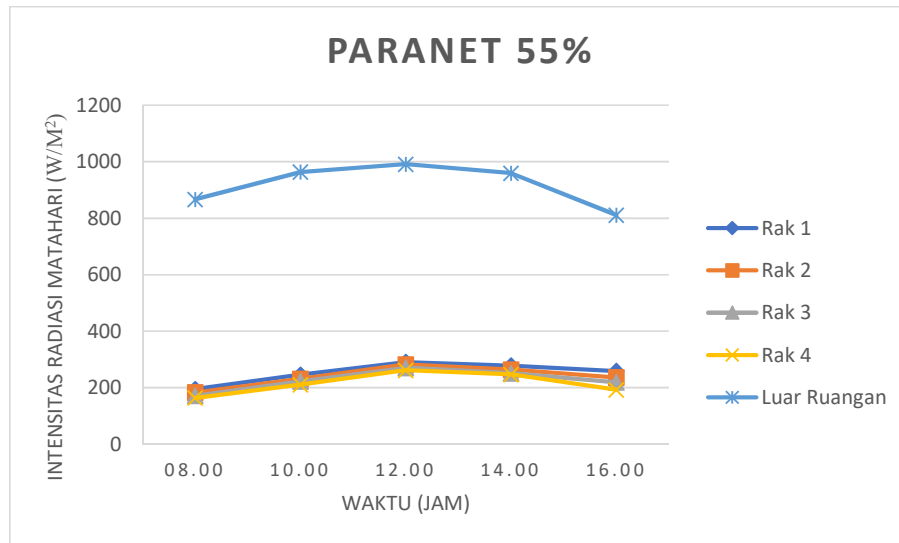
Pada pengujian ini intensitas radiasi matahari yang diukur yaitu di luar ruangan dan pada masing-masing tingkatan rak yang ditutup menggunakan jaring paranet 55%, 60%, 65%.



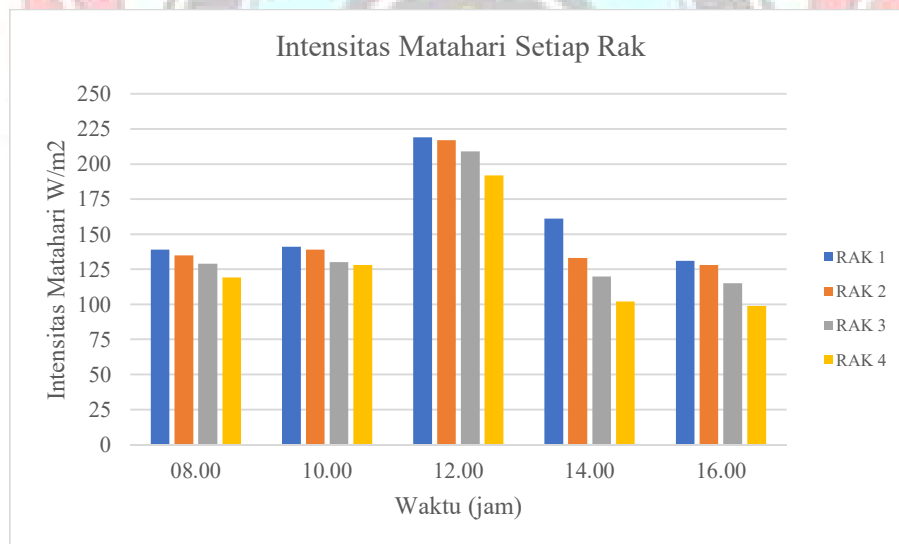
Gambar 4.11 Grafik hubungan Ir (W/m^2) dan Waktu Paranet 65%



Gambar 4.12 Grafik Hubungan Ir (W/m^2) dan Waktu Paranet 60%



Gambar 4.13 Grafik hubungan Ir (W/m^2) dan Waktu paranet 55%

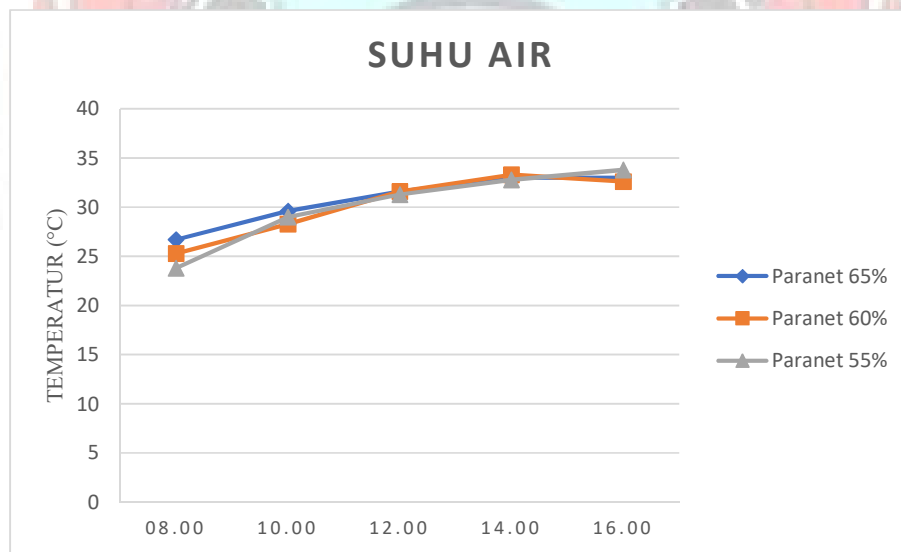


Gambar 4.14 Grafik Hubungan Antara Intensitas Radiasi Matahari dengan Waktu pada Setiap Rak

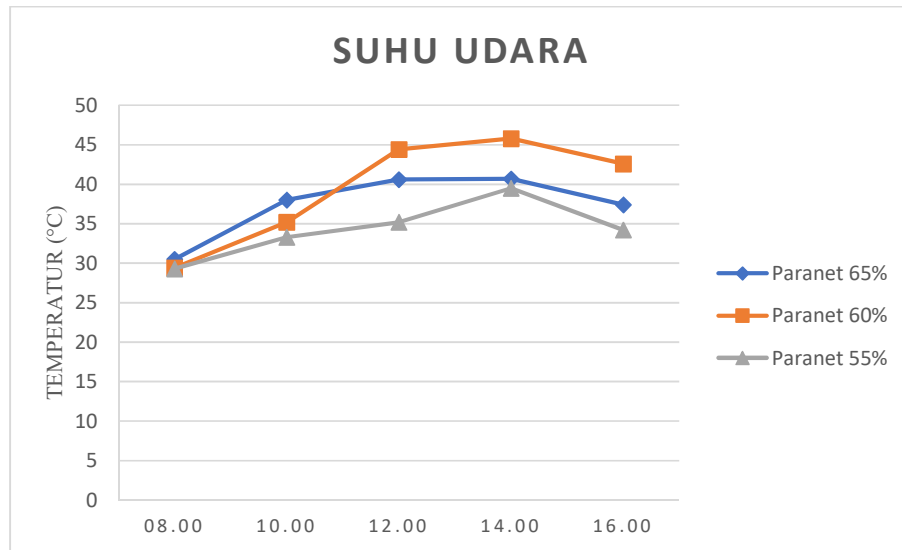
Berdasarkan ketiga grafik hubungan Ir (W/m^2) dan waktu di atas dapat dilihat perbedaan intensitas radiasi matahari di luar ruangan dan pada masing-masing tingkatan rak paralon. Hal ini disebabkan karena tingkatan rak paralon menggunakan jaring paranet sehingga matahari yang masuk ke dalam ruangan

tingkatan paralon terfilterisasi. Intensitas radiasi matahari yang masuk ke sistem akuaponik pada paranet 55% lebih tinggi dari pada 60% dan 65% dikarenakan kerapatan dari jaring paranet 65% dan 60% lebih tinggi dibandingkan jaring 55%. Sedangkan hubungan antara intensitas radiasi matahari dengan waktu pada setiap rak dapat dilihat bahwa rak 1 menerima intensitas radiasi matahari tertinggi dibandingkan rak lain dikarenakan posisi rak lebih tinggi dan tidak terhalangi oleh tumbuhan.

4.2.5 Hasil Pengujian Hubungan Antara Temperatur Air (°C) dan Temperatur Udara (°C) dengan Waktu (jam)



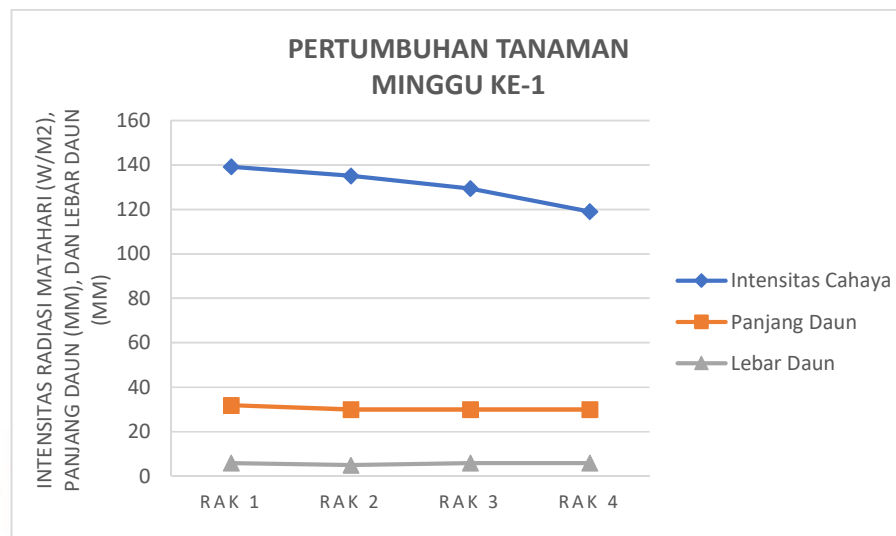
Gambar 4. 15 Grafik Hubungan Temperature Air dan Waktu Paranet 65%, 60%, dan 55%



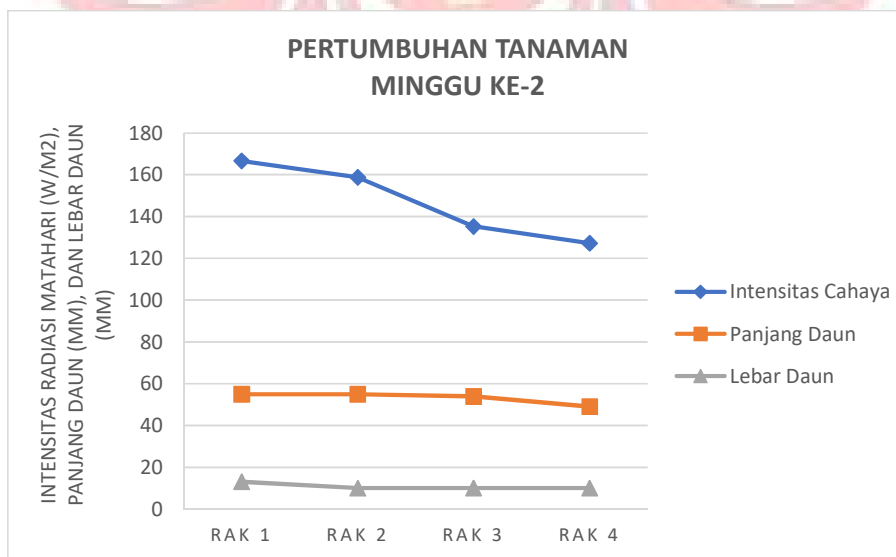
Gambar 4. 16 Grafik Hubungan Temperature Udara dan Waktu Paranet 60%, 65%, dan 55%

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat hubungan antara temperatur air (°C) dengan temperatur udara (°C) terhadap waktu. Temperatur air tertinggi terjadi pada jam 16.00 pada jaring paranet 55% yaitu 33,8°C dan terendah pada jam 08.00 pada jaring paranet 65% yaitu 29,3°C. Sedangkan untuk suhu udara tertinggi pada jam 16.00 pada jaring paranet 55% yaitu 39,5°C dan terendah pada jam 08.00 pada jaring paranet 65% yaitu 29,3°C. Hal ini terjadi selain dari suhu lingkungan saat itu, juga dikarenakan radiasi matahari yang memasuki sistem akuponik lebih besar pada jenis paranet 55% karena kerapatan jaringnya lebih rendah dari 60% dan 65%. Semakin banyak radiasi matahari yang masuk maka suhu di dalam sistem akan meningkat.

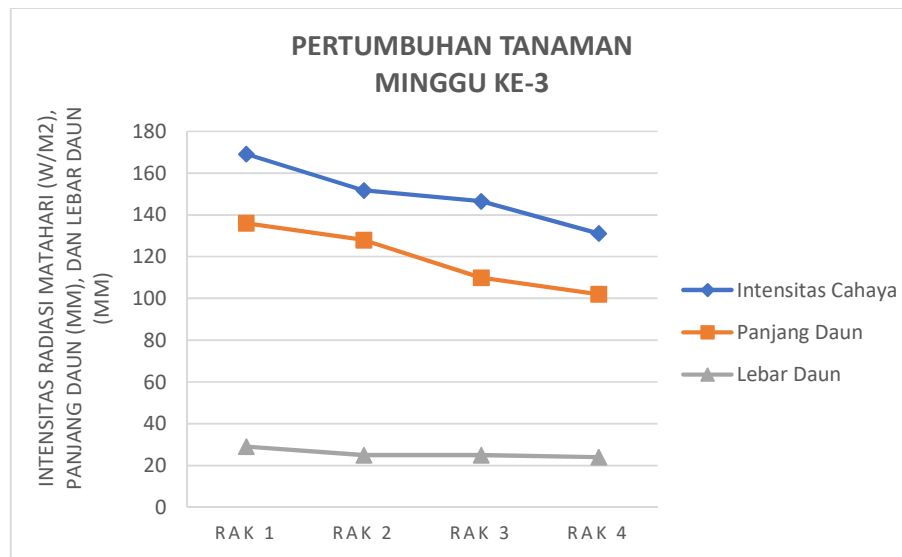
4.2.6 Hasil Pengujian Data Intensitas Radiasi Matahari, Panjang Daun, dan Lebar Daun di Luar Ruangan dan pada Masing-Masing Tingkatan Rak Paralon



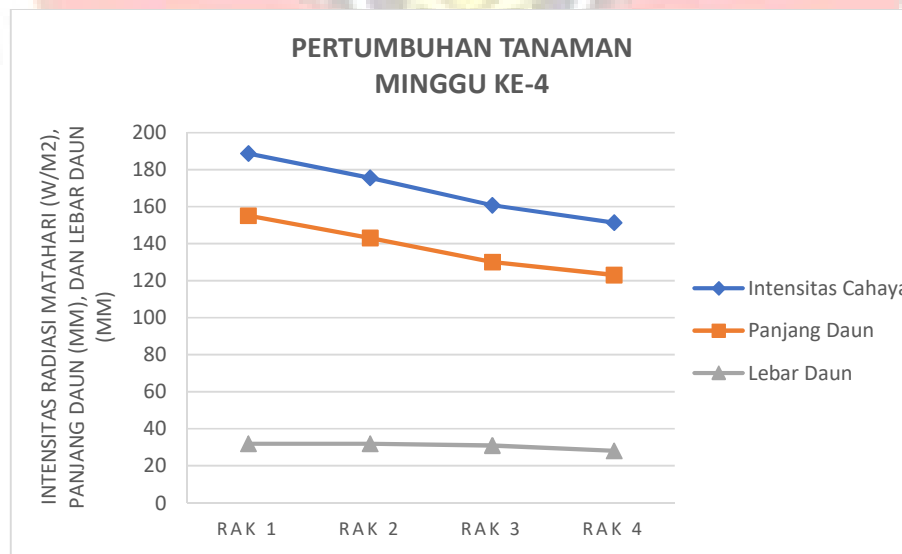
Gambar 4. 17 Grafik Hubungan Pertumbuhan Tanaman dan Tingkatan Rak Paralon Minggu Ke-1



Gambar 4. 18 Grafik Hubungan Pertumbuhan Tanaman dan Tingkatan Rak Paralon Minggu Ke-2



Gambar 4. 19 Grafik Hubungan Pertumbuhan Tanaman dan Tingkatan Rak Paralon Minggu Ke-3



Gambar 4. 20 Grafik Hubungan Pertumbuhan Tanaman dan Tingkatan Rak Paralon Minggu Ke-4

Berdasarkan ke-4 grafik di atas dapat dilihat pertumbuhan tanaman kangkung. Adanya perbedaan pertumbuhan di masing-masing rak disebabkan oleh intensitas radiasi matahari yang di dapatkan tumbuhan tersebut. Semakin tinggi intensitas radiasi yang di dapatkan maka pertumbuhan juga akan semakin besar pertumbuhannya seperti yang terlihat pada rak 1. Hal ini disebabkan karena semakin besar pertumbuhan maka akan semakin membutuhkan intensitas radiasi matahari. Semakin besar pertumbuhan daun maka akan semakin menyerap panas radiasi matahari. Begitu juga dengan pengaruh kerapatan paranet terhadap pertumbuhan, paranet dengan kerapatan 55% sangat cocok untuk tanaman berumur 4 minggu karena daun tanaman semakin lebar sehingga membutuhkan radiasi matahari lebih untuk proses pertumbuhannya.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil pembuatan dan pengujian alat maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan sistem pengaturan radiasi energi matahari menggunakan atap otomatis tiga jenis jaring paranet yaitu 65%, 60%, dan 55%. Semakin tinggi persentase dari jenis paranet, maka intensitas radiasi matahari akan rendah sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lambat. Pergantian jaring ini dilakukan setiap 10 harinya dan dikendalikan menggunakan mikrokontroler.
2. Penggunaan data *logger* efektif dalam menganalisis pertumbuhan tanaman salah satunya yaitu kangkung. Karena melalui pengukuran yang terus menerus dan akurat terhadap parameter lingkungan seperti suhu, kelembapan udara, kelembapan air, intensitas radiasi matahari di lingkungan pertumbuhan kangkung.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan variasi tanaman yang berbeda.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai penggunaan *IoT* pada pengoperasian sistem akuaponik.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan paranet yang berbeda, yaitu 45%.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto, T. (2005). *Pedoman Praktis Budidaya Ikan Nila*. Yogyakarta: Absolut.
- Arifin, R. Y., & Hidayanto, W. (2015). *Real Time Clock*. (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Dahliya, D., Samsurizal, S., & Pasra, N. (2021). Efisiensi Panel Surya. *SUTET*, 11(2), 71-80.
- Edwards, P. (2000). *Aquaculture, poverty impacts and livelihoods*. London, UK: Overseas Development Institute.
- Fathulrohman, Y. N. I., & Saepulloh, A. (2019). Alat Monitoring suhu dan kelembaban menggunakan arduino. *Jurnal Manajemen dan Teknik Informatika (JUMANTAKA)*, 2(1).
- Firdaus, H. (2019). Current (DC) Power Window Motor Gear.
- Goenadi, T. C. (2018). DATA LOGGER (LOG TEMPERATURE, HUMIDITY, TIME ON SD CARD AND COMPUTER) DALAM BUDIDAYA TANAMAN PADA GREENHOUSE. *Jurnal Khazanah Intelektual*, 2(2), 162-171.
- Hasrul, R. R. (2021). Panel Surya Sebagai Energi Alternatif. *SainETIn: Jurnal Sains, Energi, Teknologi, dan Industri*, 5(2), 79-87.
- Hutagalung, F., Timotiwu, P. B., Ginting, Y. C., & Manik, T. K. B. (2021). PENGARUH INTENSITAS RADIASI MATAHARI TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN (*Lactuca sativa* var. *Longifolia*). *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(3), 453-461.
- Istiqomah, S. (2007). *Menanam hidroponik*. Ganeca Exact.
- Khairuman, A., & Amri, K. (2005). *Budi Daya Ikan Nila Secara Intensif*. AgroMedia.
- Muhammad, N. K. (2021). Perawatan baterai di kn. Kumba pt. Citra bahari shipyard tegal. *Karya tulis*.
- Mukhtar, S.F. & Mihdar, T.Y. (2022). Pengembangan Sistem Akuaponik Dengan Pengaturan Radiasi Energi Matahari. *Tugas Akhir*. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Natsir, M., Rendra, D. B., & Anggara, A. D. Y. (2019). LCD 16x2. *Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, 6(1).

- Nugroho E. dan Sutrisno. (2008) *Budidaya Ikan dan Sayuran Dengan Sistem Akuaponik*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Santhiarsa, I. G. N. N., & Kusuma, I. G. B. W. (2005). Kajian Energi Surya Untuk Pembangkit Tenaga Listrik. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 4(1).
- Sesoca, J., Yudaningtyas, E., & Purwanto, I. (2015). *Sensor Suhu Waterproof Berbasis Atmega2560* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Sofiari, E. (2009). Karakterisasi Kangkung (*Ipomoea reptans*) Varietas Sutera.
- Suhendri, S., & Goeritno, A. (2018). Arduino ATmega 2560. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 14(3), 272824.
- Usman, M. K. (2020). Analisis intensitas cahaya terhadap energi listrik yang dihasilkan panel surya. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), 52-57.
- UTAMI, N. P. (2017). *Analisa Kondisi Optimum Panel Surya* (Doctoral dissertation, POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA).



L

A

M

P

I

R

A

N



Lampiran 1 Tabel Hasil Pengujian

Umur Tanaman	Hari / Tanggal	Jam	Intensitas Radiasi Matahari					PH	PPM	Suhu		Ket.	Jenis Paranet (%)	Kelembapan (%)
			Rak 1	Rak 2	Rak 3	Rak 4	Luar			Kolam	Udara			
I	Rabu, 2 Agustus 2023	08.00	130	128	125	122	712	8.2	87	27.3	35.20	Cerah	65	54
		10.00	158	141	138	132	893	8	88	28.6	39.50	Cerah	65	47
		12.00	209	193	179	176	997	8	86	29.3	40.10	Cerah	65	47
		14.00	154	147	130	126	904	8.5	88	32.5	41.10	Cerah	65	41
		16.00	134	128	121	113	852	8.6	89	33.8	38.50	Cerah	65	49
	Kamis, 3 Agustus 2023	08.00	140	137	129	118	865	8.5	84	26.6	35.60	Cerah	65	59
		10.00	191	161	154	146	949	8.4	88	29.7	35.60	Cerah	65	55
		12.00	215	210	198	175	981	8.3	88	32.3	41.60	Cerah	65	41
		14.00	188	176	156	147	846	8.4	89	35.5	42.50	Cerah	65	40
		16.00	165	156	137	125	794	8.4	86	34.5	39.00	Cerah	65	46
	Jumat, 4 Agustus 2023	08.00	148	138	133	120	838	8.2	84	26.7	33.30	Cerah	65	67
		10.00	170	162	157	139	921	8.1	89	29.8	36.30	Cerah	65	60
		12.00	213	195	177	161	963	8.3	85	31.0	34.70	Cerah	65	66
		14.00	181	174	164	152	938	8.1	85	32.3	35.80	Cerah	65	67

		16.00	165	153	144	128	898	8.2	82	33.8	38.50	Cerah	65	56
	Sabtu, 5 Agustus 2023	08.00	142	138	128	117	792	7.6	84	27.5	38.50	Cerah	65	54
		10.00	184	168	149	135	920	8	84	30.8	36.90	Cerah	65	56
		12.00	217	198	180	164	981	8.1	87	32.8	40.10	Cerah	65	52
		14.00	189	169	157	137	859	8.1	89	34.0	40.60	Cerah	65	46
		16.00	167	144	136	121	807	8	90	34.8	39.00	Cerah	65	48
	Minggu, 6 Agustus 2023	08.00	139	126	119	111	806	7.3	85	27.5	38.50	Cerah	65	44
		10.00	186	174	159	147	922	7.5	85	28.3	35.60	Cerah	65	47
		12.00	210	197	176	166	987	8	95	31.9	41.10	Cerah	65	45
		14.00	181	173	156	141	892	8.1	92	33.8	41.60	Cerah	65	40
		16.00	160	153	139	125	812	8.1	93	34.5	39.00	Cerah	65	46
	Senin, 7 Agustus 2023	08.00	131	125	119	113	888	7.9	92	27.6	35.60	Cerah	65	47
		10.00	187	171	160	150	935	8.1	96	30.1	36.30	Cerah	65	40
		12.00	218	196	183	173	993	8.2	96	32.2	40.10	Cerah	65	38
		14.00	145	135	127	125	958	8	104	33.5	40.60	Cerah	65	37
		16.00	115	114	113	99	790	7.8	95	33.7	37.40	Cerah	65	47
		08.00	133	128	118	113	806	7.5	98	28.5	38.40	Cerah	65	46
		10.00	188	162	148	135	933	7.8	99	29.7	39.50	Cerah	65	48

	Selasa, 8	12.00	215	192	187	170	996	8.1	90	30.6	40.60	Cerah	65	36
	Agustus	14.00	184	172	163	156	954	8.1	98	33.0	41.10	Cerah	65	33
	2023	16.00	161	156	139	124	808	8.2	96	34.1	39.00	Cerah	65	41
II	Rabu, 9	08.00	138	126	117	115	815	7.8	92	25.8	35.20	Cerah	65	49
		10.00	190	184	175	166	952	7.9	185	29.9	33.80	Cerah	65	50
		12.00	218	194	177	169	978	8	188	32.1	48.80	Cerah	65	29
		14.00	180	169	157	140	927	8	188	33.5	43.50	Cerah	65	34
		16.00	162	142	124	117	831	8.1	191	34.1	43.50	Cerah	65	39
	Kamis, 10	08.00	141	131	121	112	787	7.4	156	26.3	31.80	Cerah	65	67
		10.00	189	170	167	158	876	7.8	158	29.7	33.30	Cerah	65	55
		12.00	210	191	179	168	981	8	159	32.3	41.10	Cerah	65	41
		14.00	198	181	169	152	951	8	159	33.8	42.00	Cerah	65	37
		16.00	173	157	139	124	792	8.1	159	34.5	42.60	Cerah	65	37
	Jumat, 11	08.00	135	126	117	108	708	7.3	218	26.2	28.50	Cerah	65	76
		10.00	176	162	149	134	782	7.9	223	29.6	35.60	Cerah	65	48
		12.00	221	198	183	176	981	7.9	230	32.2	41.60	Cerah	65	39
		14.00	199	176	154	148	957	8	232	33.8	43.50	Cerah	65	33
		16.00	168	151	137	122	873	8.1	234	34.0	38.50	Cerah	65	44

	Sabtu, 12 Agustus 2023	08.00	174	158	141	139	820	7.4	210	25.3	29.40	Cerah	60	72
		10.00	221	216	204	191	935	7.5	215	28.3	35.20	Cerah	60	50
		12.00	263	242	231	219	996	7.7	221	31.6	44.40	Cerah	60	31
		14.00	235	228	212	202	961	7.9	225	33.3	45.80	Cerah	60	26
		16.00	182	168	158	137	813	7.9	228	32.6	42.60	Cerah	60	30
	Minggu, 13 Agustus 2023	08.00	176	166	159	143	734	7.2	157	25.2	26.30	Cerah	60	73
		10.00	233	225	207	192	947	7.4	163	29.5	30.70	Cerah	60	60
		12.00	258	239	220	215	988	7.5	167	31.0	43.50	Cerah	60	34
		14.00	247	228	212	208	953	7.7	171	33.1	45.70	Cerah	60	28
		16.00	191	178	159	147	807	7.8	174	31.3	41.90	Cerah	60	42
	Senin, 14 Agustus 2023	08.00	177	164	157	144	755	7.3	133	25.8	28.10	Cerah	60	77
		10.00	225	216	203	194	956	7.5	138	30.6	36.30	Cerah	60	56
		12.00	260	249	231	218	994	7.7	142	33.0	44.00	Cerah	60	36
		14.00	249	224	214	202	945	7.8	145	33.8	45.30	Cerah	60	31
		16.00	192	183	171	157	815	7.8	149	32.6	44.40	Cerah	60	35
Selasa, 15 Agustus 2023	08.00	181	173	164	150	758	7.5	127	28.8	34.80	Cerah	60	75	
	10.00	224	212	198	182	969	7.6	129	30.4	37.50	Cerah	60	63	
	12.00	298	255	209	194	989	7.7	130	31.3	39.00	Cerah	60	44	

		14.00	271	239	193	183	941	7.8	130	33.2	40.10	Cerah	60	42
		16.00	192	170	157	132	809	7.8	125	34.2	43.00	Cerah	60	38
	Rabu, 16 Agustus 2023	08.00	181	174	160	149	867	7.5	115	26.5	28.00	Cerah	60	76
		10.00	226	209	194	171	946	7.8	115	29.8	33.80	Cerah	60	56
		12.00	267	240	223	215	991	7.9	117	32.1	39.10	Cerah	60	44
		14.00	233	224	217	197	974	7.9	116	33.3	40.60	Cerah	60	41
		16.00	186	165	146	135	806	7.9	112	33.6	43.50	Cerah	60	37
	Kamis, 17 Agustus 2023	08.00	178	165	155	136	826	7.9	106	26.5	28.50	Cerah	60	75
		10.00	224	211	189	168	955	8	108	30.1	34.20	Cerah	60	62
		12.00	266	254	232	222	994	8	101	32.3	39.00	Cerah	60	51
		14.00	248	236	223	213	957	8	97	34.0	43.60	Cerah	60	42
		16.00	178	152	143	135	731	8.1	97	32.5	32.30	Cerah	60	39
	Jumat, 18 Agustus 2023	08.00	168	150	140	131	869	7.5	79	26.6	32.20	Cerah	60	71
		10.00	237	224	217	194	937	7.8	101	29.2	34.20	Cerah	60	61
		12.00	260	241	232	221	972	7.9	105	31.8	38.60	Cerah	60	47
		14.00	249	229	214	206	953	7.9	96	33.1	40.10	Cerah	60	42
		16.00	185	164	149	126	791	8	100	33.8	42.00	Cerah	60	40
		08.00	173	161	149	128	722	7.7	91	25.9	26.70	Cerah	60	83

	Sabtu, 19 Agustus 2023	10.00	237	222	214	195	828	8.1	92	28.0	33.30	Cerah	60	57
		12.00	272	252	233	227	984	8.1	91	31.0	40.60	Cerah	60	42
		14.00	257	238	227	217	964	8.1	91	33.4	43.50	Cerah	60	36
		16.00	184	169	142	125	836	7.9	135	33.9	41.50	Cerah	60	41
	Minggu, 20 Agustus 2023	08.00	191	179	155	145	748	7.5	285	26.8	28.90	Cerah	60	77
		10.00	242	199	184	162	869	7.7	292	29.9	33.30	Cerah	60	57
		12.00	286	236	214	207	979	8.1	254	31.5	34.20	Cerah	60	57
		14.00	252	210	198	144	751	8.1	305	33.0	39.00	Cerah	60	43
		16.00	183	176	172	164	615	7.8	307	33.8	43.50	Cerah	60	33
	Senin, 21 Agustus 2023	08.00	171	152	144	132	856	7.3	281	29.1	30.10	Cerah	60	79
		10.00	230	220	215	209	953	7.6	287	29.1	33.30	Cerah	60	46
		12.00	274	266	246	230	997	7.4	275	30.8	39.00	Cerah	60	44
		14.00	258	242	237	228	965	7.3	285	31.4	41.60	Cerah	60	33
		16.00	191	178	162	147	903	7.4	288	36.9	36.90	Cerah	60	45
	Selasa, 22 Agustus 2023	08.00	195	183	171	164	867	7.3	289	23.8	29.30	Cerah	55	61
		10.00	246	231	222	211	964	7.6	235	29.0	33.30	Cerah	55	54
12.00		291	282	270	262	992	7.6	208	31.3	35.20	Cerah	55	50	
14.00		278	264	251	247	960	7.6	223	32.8	39.50	Cerah	55	41	

		16.00	258	236	219	192	811	7.5	230	33.8	34.20	Cerah	55	51
1V	Rabu, 23 Agustus 2023	08.00	186	176	161	157	825	7.2	224	25.8	29.30	Cerah	55	76
		10.00	240	232	225	211	919	7.4	227	28.7	33.80	Cerah	55	56
		12.00	296	287	271	268	989	7.6	199	32.5	42.50	Cerah	55	34
		14.00	283	273	262	255	959	7.6	198	32.9	44.40	Cerah	55	33
		16.00	263	255	239	219	793	7.6	200	33.6	42.50	Cerah	55	37
	Kamis, 24 Agustus 2023	08.00	179	163	140	127	891	7.3	183	27.8	31.30	Cerah	55	75
		10.00	243	235	226	218	927	7.6	186	30.4	33.30	Cerah	55	63
		12.00	292	277	267	259	991	7.7	184	32.1	33.80	Cerah	55	56
		14.00	270	266	250	239	923	7.7	183	33.0	39.50	Cerah	55	47
		16.00	243	225	206	196	806	7.8	181	33.6	35.60	Cerah	55	58
	Jumat, 25 Agustus 2023	08.00	185	178	164	151	852	7.3	181	26.4	30.13	Cerah	55	75
		10.00	248	230	226	219	931	7.6	160	29.3	34.32	Cerah	55	56
		12.00	283	275	260	253	985	7.7	155	33.1	43.30	Cerah	55	33
		14.00	253	241	232	222	934	7.7	160	33.5	45.00	Cerah	55	32
		16.00	230	223	215	198	818	7.7	159	34.2	43.10	Cerah	55	37
		08.00	177	162	152	141	865	7.4	154	25.6	28.00	Cerah	55	82
		10.00	256	246	238	228	963	7.6	159	28.5	34.20	Cerah	55	49

	Sabtu, 26	12.00	285	273	261	250	992	7.7	134	31.3	36.90	Cerah	55	48
	Agustus 2023	14.00	266	251	244	230	952	7.7	145	32.8	41.10	Cerah	55	45
		16.00	242	233	217	189	812	7.8	135	33.5	40.10	Cerah	55	38
		08.00	192	183	171	161	855	7.4	130	25.7	27.60	Cerah	55	80
	Minggu, 27 Agustus 2023	10.00	247	235	223	212	945	7.7	132	28.8	32.80	Cerah	55	56
		12.00	288	275	264	251	990	7.8	133	31.2	35.20	Cerah	55	57
		14.00	265	252	247	231	960	7.8	127	32.8	40.60	Cerah	55	40
		16.00	241	229	210	194	882	7.9	137	33.2	41.60	Cerah	55	40
		08.00	190	184	171	166	855	7.5	134	25.7	27.60	Cerah	55	83
	Senin, 28 Agustus 2023	10.00	256	245	236	225	947	7.9	130	28.9	32.30	Cerah	55	62
		12.00	293	284	273	265	990	7.9	118	31.3	38.00	Cerah	55	49
		14.00	268	250	245	233	956	7.9	119	32.6	42.00	Cerah	55	37
		16.00	231	220	213	199	857	7.8	117	33.2	42.00	Cerah	55	33
		08.00	179	163	151	143	849	7.2	116	24.8	27.10	Cerah	55	81
	Selasa, 29 Agustus 2023	10.00	241	231	221	216	961	7.5	106	27.9	32.30	Cerah	55	60
		12.00	292	281	275	263	995	7.8	107	30.6	38.00	Cerah	55	50
		14.00	263	251	241	230	962	7.9	105	32.5	42.00	Cerah	55	39
		16.00	233	223	215	192	850	7.9	111	33.1	41.60	Cerah	55	37

	Rabu, 30 Agustus 2023	08.00	179	164	153	142	821	7.3	106	25.5	27.8	Cerah	55	82
		10.00	244	234	220	216	955	7.6	107	27.5	32.30	Cerah	55	54
		12.00	287	274	265	256	989	7.9	100	30.5	38.00	Cerah	55	48
		14.00	251	244	237	222	946	7.9	102	32.9	42.50	Cerah	55	36
		16.00	240	234	215	196	816	7.9	99	33.5	41.60	Cerah	55	35
	Kamis, 31 Agustus 2023	08.00	195	180	173	164	824	7.4	102	25.1	28.50	Cerah	55	75
		10.00	253	242	231	220	934	7.6	101	28.5	33.80	Cerah	55	54
		12.00	297	281	272	264	997	7.8	101	31.1	35.20	Cerah	55	54
		14.00	271	262	251	243	967	7.9	97	32.7	44.00	Cerah	55	31
		16.00	248	231	219	191	822	7.9	113	33.6	41.70	Cerah	55	32



Lampiran 2 Data *Logger*

DATE	01/08/2023	TIME	08:00:00	H	66.00%	T1	34.20°C	T2	27.44°C
DATE	01/08/2023	TIME	10:00:00	H	62.00%	T1	33.80°C	T2	29.44°C
DATE	01/08/2023	TIME	12:00:00	H	48.00%	T1	40.60°C	T2	31.69°C
DATE	01/08/2023	TIME	14:00:00	H	43.00%	T1	40.60°C	T2	33.06°C
DATE	01/08/2023	TIME	16:00:00	H	49.00%	T1	38.00°C	T2	33.13°C
DATE	02/08/2023	TIME	08:00:00	H	54.00%	T1	35.20°C	T2	27.31°C
DATE	02/08/2023	TIME	10:00:00	H	47.00%	T1	39.50°C	T2	28.62°C
DATE	02/08/2023	TIME	12:00:00	H	47.00%	T1	40.10°C	T2	29.25°C
DATE	02/08/2023	TIME	14:00:00	H	41.00%	T1	41.10°C	T2	32.50°C
DATE	02/08/2023	TIME	16:00:00	H	49.00%	T1	38.50°C	T2	33.81°C
DATE	03/08/2023	TIME	08:00:00	H	58.00%	T1	35.60°C	T2	26.62°C
DATE	03/08/2023	TIME	10:00:00	H	55.00%	T1	35.60°C	T2	29.75°C
DATE	03/08/2023	TIME	12:00:00	H	41.00%	T1	41.60°C	T2	32.38°C
DATE	03/08/2023	TIME	14:00:00	H	46.00%	T1	40.10°C	T2	34.00°C
DATE	03/08/2023	TIME	16:00:00	H	46.00%	T1	39.00°C	T2	26.70°C
DATE	04/08/2023	TIME	08:00:00	H	67.00%	T1	33.30°C	T2	34.56°C
DATE	04/08/2023	TIME	10:00:00	H	60.00%	T1	35.60°C	T2	29.81°C
DATE	04/08/2023	TIME	12:00:00	H	65.00%	T1	35.60°C	T2	31.06°C
DATE	04/08/2023	TIME	14:00:00	H	67.00%	T1	36.30°C	T2	32.38°C
DATE	04/08/2023	TIME	16:00:00	H	56.00%	T1	38.50°C	T2	33.81°C
DATE	05/08/2023	TIME	08:00:00	H	54.00%	T1	38.50°C	T2	27.56°C
DATE	05/08/2023	TIME	10:00:00	H	56.00%	T1	36.90°C	T2	30.94°C
DATE	05/08/2023	TIME	12:00:00	H	52.00%	T1	40.10°C	T2	32.81°C
DATE	05/08/2023	TIME	14:00:00	H	46.00%	T1	40.60°C	T2	34.13°C
DATE	05/08/2023	TIME	16:00:00	H	48.00%	T1	39.00°C	T2	34.94°C
DATE	06/08/2023	TIME	08:00:00	H	44.00%	T1	38.50°C	T2	27.50°C
DATE	06/08/2023	TIME	10:00:00	H	47.00%	T1	35.20°C	T2	28.44°C
DATE	06/08/2023	TIME	12:00:00	H	45.00%	T1	41.10°C	T2	31.94°C
DATE	06/08/2023	TIME	14:00:00	H	39.00%	T1	41.60°C	T2	33.88°C
DATE	06/08/2023	TIME	16:00:00	H	46.00%	T1	39.00°C	T2	34.50°C
DATE	07/08/2023	TIME	08:00:00	H	47.00%	T1	35.60°C	T2	27.06°C
DATE	07/08/2023	TIME	10:00:00	H	40.00%	T1	36.30°C	T2	30.12°C
DATE	07/08/2023	TIME	12:00:00	H	38.00%	T1	40.10°C	T2	32.31°C
DATE	07/08/2023	TIME	14:00:00	H	37.00%	T1	41.10°C	T2	33.50°C

DATE	07/08/2023	TIME	16:00:00	H	46.00%	T1	37.40°C	T2	33.75°C
DATE	08/08/2023	TIME	08:00:00	H	46.00%	T1	38.40°C	T2	28.50°C
DATE	08/08/2023	TIME	10:00:00	H	48.00%	T1	39.50°C	T2	29.70°C
DATE	08/08/2023	TIME	12:00:00	H	36.00%	T1	40.60°C	T2	30.62°C
DATE	08/08/2023	TIME	14:00:00	H	33.00%	T1	41.10°C	T2	33.06°C
DATE	08/08/2023	TIME	16:00:00	H	41.00%	T1	39.00°C	T2	34.13°C



Lampiran 3 Listing Program

```
//~~~~~SETUP
RTC~~~~~//
#include <TimeLib.h>
#include "RTCLib.h"
RTC_DS3231 rtc;
char daysOfTheWeek[7][12] = {"Minggu", "Senin", "Selasa", "Rabu", "Kamis",
"Jumat", "Sabtu"};
//~~~~~SETUP
RTC~~~~~//

//~~~~~SETUP
LCD~~~~~//
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x26, 16, 2); // LCD UNTUK MENAMPILKAN
WAKTU
LiquidCrystal_I2C lcd1(0x27, 16, 2); // LCD UNTUK MENAMPILKAN NILAI
SENSOR SUHU
//~~~~~SETUP
LCD~~~~~//

//~~~~~SETUP
DHT~~~~~//
#include "DHT.h" //library sensor yang telah diimportkan
#define ONE_WIRE_BUS 2
#define DHTPIN 3 //Pin apa yang digunakan
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
DHT dht (DHTPIN, DHTTYPE); //Mengenalkan pin dan tipe DHT
float h; //Variabel penampung nilai kelembaban
float t; //Variabel penampung nilai suhu
```

```

float nilai_suhu;

//~~~~~SETUP
DHT~~~~~//

//~~~~~SETUP SENSOR
SUHU~~~~~//
#include <DallasTemperature.h>
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensorSuhu(&oneWire); // inisialisasi penggunaan sensor suhu
//~~~~~SETUP SENSOR
SUHU~~~~~//

//~~~~~SETUP
RELAY~~~~~//
const int relay1Pin = 4;
const int relay2Pin = 5;
//~~~~~SETUP
RELAY~~~~~//

//~~~~~SETUP
BUTTON~~~~~//
#include <ezButton.h>
#define PB1 22 //tombol1
#define PB2 24 //tombol2
#define PB3 26 //tombol3
//~~~~~SETUP
BUTTON~~~~~//

//~~~~~SETUP
LED~~~~~//
#define LED 8

```

```

//~~~~~SETUP
LED~~~~~//

//~~~~~SETUP SD
CARD~~~~~//
#include <SD.h>
const int chipSelect = 53;
//~~~~~SETUP SD
CARD~~~~~//

void setup()
{
  digitalWrite(relay1Pin, HIGH); //Deklarasi Relay 1 untuk OFF (Normally
  Closed)
  digitalWrite(relay2Pin, HIGH); //Deklarasi Relay 2 untuk OFF (Normally
  Closed)
  Serial.begin(115200); //set komunikasi baut serial monitor pada 115200
  dht.begin(); // initialize the DHT
  lcd.init(); // initialize the LCD untuk waktu
  lcd1.init(); // initialize the LCD untuk Sensor
  lcd.backlight(); // Nyalakan Lampu LCD
  lcd1.backlight();
  delay(500);
  Wire.begin();
  rtc.begin(); // initialize the DHT

  // Mengatur waktu RTC jika perlu, uncomment code berikut dan ganti dengan
  waktu yang diinginkan
  //rtc.adjust(DateTime(2023, 8, 1, 08, 00, 00));

  pinMode(relay1Pin, OUTPUT); // Aktifkan Relay sebagai Output

```

```

pinMode(relay2Pin, OUTPUT);
pinMode(LED, OUTPUT);    // Aktifkan LED sebagai Output
//
pinMode(PB1, INPUT);    // Push Button sebagai input
pinMode(PB2, INPUT_PULLUP);
pinMode(PB3, INPUT_PULLUP);

if (!SD.begin(chipSelect)) { // Deteksi SD card
    Serial.println("Modul SD Card tidak terdeteksi!");
    return;
}

Serial.println("Modul SD Card terdeteksi!");
}

float baca_suhu() {
    sensorSuhu.requestTemperatures();
    float suhu = sensorSuhu.getTempCByIndex(0);
    return suhu;
}

void loop() {
    //digitalWrite(relay1Pin, LOW);
    DateTime now = rtc.now();
    waktu();
    suhu();

    // Tombol 1 Saat Ditekan
    if (!digitalRead(PB1)) {
        Serial.println("PB1 AKTIF");
    }
}

```

```
File dataFile = SD.open("akhir.txt", FILE_WRITE);
```

```
// Memeriksa apakah file berhasil dibuka
```

```
if (dataFile) {
```

```
    Serial.println("File berhasil dibuka.");
```

```
    // Menulis data ke file
```

```
    dataFile.print("DATE = ");
```

```
    dataFile.print(now.year(), DEC);
```

```
    dataFile.print('/');
```

```
    dataFile.print(now.month(), DEC);
```

```
    dataFile.print('/');
```

```
    dataFile.print(now.day(), DEC);
```

```
    dataFile.print(" TIME = ");
```

```
    dataFile.print(now.hour(), DEC);
```

```
    dataFile.print(':');
```

```
    dataFile.print(now.minute(), DEC);
```

```
    dataFile.print(':');
```

```
    dataFile.print(now.second(), DEC);
```

```
    dataFile.print(' ');
```

```
    dataFile.print(" H = ");
```

```
    dataFile.print("%");
```

```
    dataFile.print(" T1 = ");
```

```
    dataFile.print(" °C");
```

```
    dataFile.print("T2 = ");
```

```
    dataFile.print(" °C");
```

```
    dataFile.println(nilai_suhu);
```

```
    dataFile.close();
```

```
// Menutup file
```

```
dataFile.close();
```



```
Serial.println("Data berhasil ditulis ke file.");
digitalWrite(LED, HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(LED, LOW);
delay(1000);
digitalWrite(LED, HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(LED, LOW);
}
else {
  Serial.println("Gagal membuka file.");
  digitalWrite(LED, HIGH);
  delay(100);
  digitalWrite(LED, LOW);
  delay(100);
  digitalWrite(LED, HIGH);
  delay(100);
  digitalWrite(LED, LOW);
}
}

//Tombol 2 Saat Ditekan (Motor akan Nyala)
if (!digitalRead(PB2)) {
  Serial.println("PB2 AKTIF");
  digitalWrite(relay1Pin, LOW);
}
else {
  digitalWrite(relay1Pin, HIGH);
}
}
```



```

//Tombol 3 Saat Ditekan (Pompa akan Nyala)
if (!digitalRead(PB3)) {
    Serial.println("PB3 AKTIF");
    digitalWrite(relay2Pin, LOW);
} else {
    digitalWrite(relay2Pin, HIGH);
}

//Motor nyala tiap tanggal kelipatan 10 dan nyala 30 detik
for (int y = 0; y < 30; y = y + 1) { // nilai y<3 mengartikan motor nyala selama
30 detik , nilai 30 bisa di ganti dengan angka 1 - 59
    if (now.day() == 10 && now.hour() == 8 && now.minute() == 0 &&
now.second() == y || now.day() == 20 && now.hour() == 8 && now.minute() ==
0 && now.second() == y || now.day() == 30 && now.hour() == 8 &&
now.minute() == 0 && now.second() == y ) {
        Serial.println("Motor 1 Nyala");
        digitalWrite(relay1Pin, LOW);
    }
}

//Pompa Air nyala tiap 30 menit sekali
for (int x = 30; x < 60; x = x + 1) {
    if (now.minute() == x) {
        Serial.println("Motor 2 Nyala");
        digitalWrite(relay2Pin, LOW);
    }
}

// Tiap jam 8,10,12,14, dan 16 Menyimpan Data
if (now.hour() == 8 && now.minute() == 0 && now.second() == 0 || now.hour()
== 10 && now.minute() == 0 && now.second() == 0 || now.hour() == 12 &&

```

```
now.minute() == 0 && now.second() == 0 || now.hour() == 14 && now.minute()  
== 0 && now.second() == 0 || now.hour() == 16 && now.minute() == 0 &&  
now.second() == 0) {
```

```
    Serial.println("Menyimpan Data");
```

```
    // Membuka file di SD Card
```

```
    File dataFile = SD.open("akhir.txt", FILE_WRITE); //Tempat Ganti Nama File
```

```
    Untuk simpan data contohnya ("xxxxx")
```

```
    // Memeriksa apakah file berhasil dibuka
```

```
    if (dataFile) {
```

```
        Serial.println("File berhasil dibuka.");
```

```
        // Menulis data ke file
```

```
        dataFile.print("DATE = ");
```

```
        dataFile.print(now.year(), DEC);
```

```
        dataFile.print('/');
```

```
        dataFile.print(now.month(), DEC);
```

```
        dataFile.print('/');
```

```
        dataFile.print(now.day(), DEC);
```

```
        dataFile.print(" TIME = ");
```

```
        dataFile.print(now.hour(), DEC);
```

```
        dataFile.print(':');
```

```
        dataFile.print(now.minute(), DEC);
```

```
        dataFile.print(':');
```

```
        dataFile.print(now.second(), DEC);
```

```
        dataFile.print(' ');
```

```
        dataFile.print(" H = ");
```

```
        dataFile.print(" %");
```

```
        dataFile.print(" T1 = ");
```

```
        dataFile.print(" °C");
```

```
        dataFile.print("T2 = ");
```



```
dataFile.print(" °C");
dataFile.println(nilai_suhu);
dataFile.close();

// Menutup file
dataFile.close();

Serial.println("Data berhasil ditulis ke file.");
digitalWrite(LED, HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(LED, LOW);
delay(1000);
digitalWrite(LED, HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(LED, LOW);
}
else {
  Serial.println("Gagal membuka file.");
  digitalWrite(LED, HIGH);
  delay(100);
  digitalWrite(LED, LOW);
  delay(100);
  digitalWrite(LED, HIGH);
  delay(100);
  digitalWrite(LED, LOW);
}
}

void waktu() {
```



```

DateTime now = rtc.now();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("TIME: ");
lcd.print(now.hour(), DEC);
lcd.print(':');
lcd.print(now.minute(), DEC);
lcd.print(':');
lcd.print(now.second(), DEC);
lcd.print(" ");

lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("DATE: ");
lcd.print(now.day(), DEC);
lcd.print('/');
lcd.print(now.month(), DEC);
lcd.print('/');
lcd.print(now.year(), DEC);
lcd.print(" ");
}

void suhu() {
  nilai_suhu = baca_suhu();
  lcd1.setCursor(11, 1);
  lcd1.print(nilai_suhu);
  lcd1.print(" ");
  lcd1.write(0xDF);
  lcd1.print("C");
  lcd1.setCursor(8, 1);
  lcd1.print("T2:");
  lcd1.setCursor(15, 1);
  lcd1.print("C");

```



```
h = dht.readHumidity();
t = dht.readTemperature(); //Baca suhu
//Baca kelembaban
lcd1.setCursor(0, 1); //Koordinat text
lcd1.print("T1:");
lcd1.setCursor(3, 1);
lcd1.print(t); //Tampilkan suhu

lcd1.setCursor(0, 0);
lcd1.print("Humidity:");
lcd1.print(h); //Tampilkan kelembaban
lcd1.setCursor(15, 0);
lcd1.print("%");
}
```



Lampiran 4 Foto Kegiatan



Pengelasan Rangka Luar Sistem Akuaponik



Pengelasan Rangka Atap Otomatis



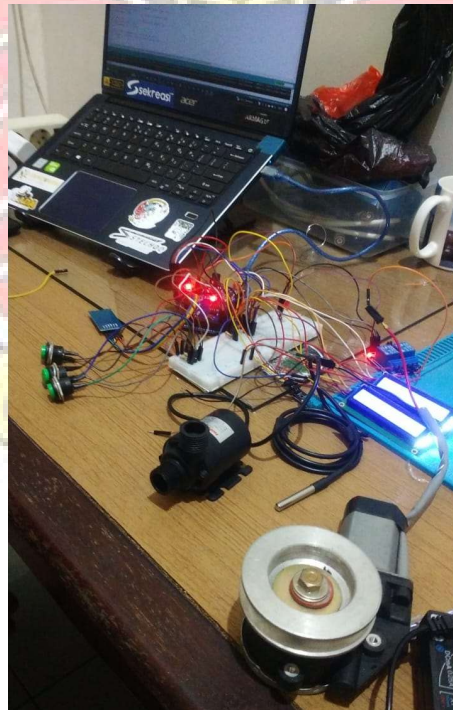
Pemasangan Pulley pada Poros Atap Otomatis



Pengecatan Rangka Sistem Akuaponik



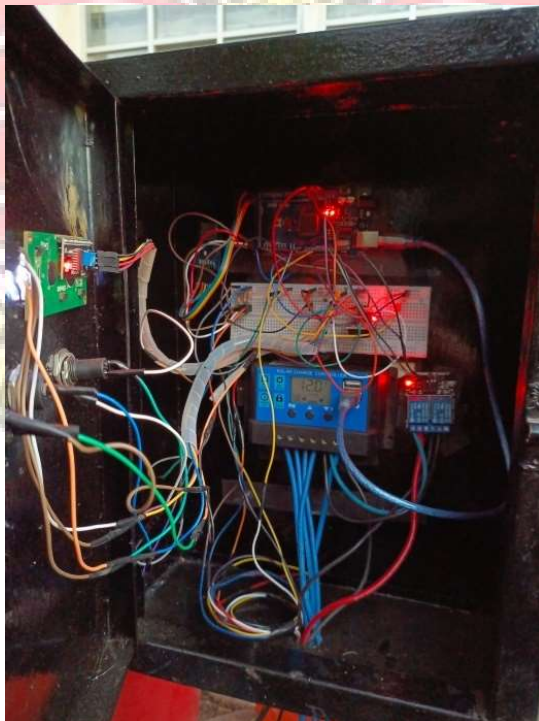
Pengecatan Panel Sistem Kontrol



Pembuatan Sistem Kontrol



Pemasangan Mikrokontroler



Sistem Kontrol



Tampilan pada LCD



Proses Pembibitan



Pengukuran Intensitas Radiasi Matahari di Luar Ruangan



Hasil Pengukuran Intensitas Radiasi Matahari di Luar Ruangan



Pengukuran Intensitas Matahari di Dalam Sistem Akuaponik



Hasil Pengukuran Intensitas Radiasi Matahari di Dalam Sistem Akuaponik



Pengukuran Tegangan Aki



Pengukuran Tegangan Panel Surya



Pengambilan Data dan Perhitungan Debit Air



Pengambilan Data untuk PH Meter Air



Pengambilan Data untuk PPM Meter Air



Pengukuran Berat Ikan Nila



Foto Bersama dengan Pembimbing





Panen Tanaman Kangkung

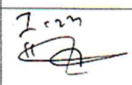


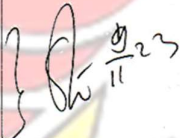


LEMBAR REVISI JUDUL TUGAS AKHIR

Nama : Nurhidayah/Afdan Mulia Pratama

NIM : 34220025/34220038

Catatan Daftar Revisi Penguji :

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1.	Sukma Abadi, ST. MT	- Hal 45 (abr 42) - Tabel 41 hal 50 A?	
2.	Miyin Kristofani, ST. MT	- Hal vii 1.4.2 ? - Tujuan penelitian & ringkasan? - LB di ringkasan & dipersingkat - Tempat dan waktu penelitian - Gbr 3.1 ukurannya tdk jelas - Gbr 3.3 - notasi gbr & berikan antara penelitian lama dan baru - Hal 35. ket gbr disatukan dg gambarannya - Tambahkan saran untuk pengujian paramet < 45 % - Tambahkan satuan pd sb y Gbr 4.18 1/2 4.21	 10/23
3.	Dr. Eng. Akhmad Taufik, ST. MT	- revisi bagian yg ditinjau	 7/11/23
4.	Sri Suwasti, S.ST. M.T	- Tambahkan pembahasan hasilnya sehingga intensitas yg sama (tabel baru) paramet yg berbeda - Hal 69 caption	 9/23

Makassar, 19 September 2023
Ketua Ujian Sidang,



Sri Suwasti, S.ST., M.T.
NIP 197411232001122001

Catatan: Jika ada perubahan Judul Tugas Akhir konfirmasi secepatnya ke bagian Akademik.