

SKRIPSI

RANCANG BANGUN AQUAPONIK MENGGUNAKAN SOLAR CELL

DAN INTERNET OF THINGS (IOT)



Oleh:

Imam Ardiansyah

105821107121

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2025

HALAMAN JUDUL

**RANCANG BANGUN AQUAPONIK MENGGUNAKAN SOLAR CELL
DAN INTERNET OF THINGS (IoT)**

SKRIPSI

Di Ajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
(S.T) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas
Muhammadiyah Makassar

Di susun dan di ajukan oleh :

Imam ardiansyah

105821107121

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2025



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN AQUAPONIK MENGGUNAKAN SOLAR CELL DAN INTERNET OF THINGS (IOT)**

Nama : 1. Imam Ardiansyah

Stambuk : 1. 105 82 11071 21

Makassar, 08 September 2025

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Ridwan, S.Kom., M.T

Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro



Ir. Rahmania, S.T., M.T

NBM : 1005 971



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Imam Ardiansyah** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 11071 21, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0006/SK-Y/20201/091004/2025, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu, 30 Agustus 2025.

Panitia Ujian :

Makassar,

16 Rabiul Awwal 1447 H

08 September 2025 M

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, ST., MT., IPU

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., ASEAN, Eng.

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Hj. Rossy Timur Wahyuningsih, S.T., M.T.

b. Sekretaris : Lisa Fitriani Ishak, ST, MT

3. Anggota

1. Dr. Eng. Ir. H. Zulfairi Basri Hasanuddin, M.Eng.

2. Dr. Ir. H. Antarissubhi, S.T., M.T.

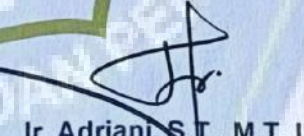
3. Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II


 Dr. Ir. Ridwan, S.Kom., M.T.


 Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM

Dekan



Dr. Muh. Syafar S. Kuba, S.T., M.T., IPM

NBM : 915 288

RANCANG BANGUN AQUAPONIK MENGGUNAKAN SOLAR CELL DAN INTERNET OF THINGS

ABSTRAK

Imam Ardiansyah¹, Ridwang², Adriani³

¹²³Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

e-mail: imam77530@gmail.com¹, ridwang@unismuh.ac.id²,

adriani@unismuhac.id³

Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem aquaponik berbasis energi surya yang terintegrasi dengan Internet of Things (IoT) sebagai solusi pertanian berkelanjutan. Sistem dikembangkan dalam bentuk prototipe yang menggabungkan panel surya sebagai sumber energi utama, mikrokontroler ESP32, sensor pH, sensor suhu air, serta pompa dan aerator untuk mendukung sirkulasi nutrisi dan oksigen. Metode penelitian yang digunakan adalah rekayasa dengan pendekatan eksperimen, meliputi perancangan, implementasi, dan pengujian prototipe. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi secara mandiri dengan energi surya, serta memungkinkan pemantauan dan pengendalian jarak jauh melalui aplikasi Telegram. Integrasi IoT terbukti meningkatkan efisiensi operasional dengan menyediakan notifikasi real-time serta kendali otomatis terhadap pompa dan aerator. Sistem ini mendukung efisiensi energi, hemat lahan dan air, serta ramah lingkungan. Kesimpulannya, aquaponik berbasis solar cell dan IoT dapat menjadi model pertanian modern yang relevan untuk diterapkan di wilayah dengan keterbatasan energi dan sumber daya air. IoT dapat menjadi model pertanian modern yang relevan untuk diterapkan di wilayah dengan keterbatasan energi dan sumber daya air.

Kata kunci: Aquaponik, Energi Surya, Internet of Things, Sensor, Pertanian Berkelanjutan

AQUAPONICS DESIGN USING SOLAR CELLS AND THE INTERNET OF THINGS

ABSTRACT

Imam Ardiansyah¹, Ridwang², Adriani³

¹²³Electrical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Muhammadiyah

University of Makassar

e-mail: imam77530@gmail.com¹, ridwang@unismuh.ac.id²,
adriani@unismuh.ac.id³

This study aims to design and develop a solar-powered aquaponic system integrated with the Internet of Things (IoT) as a sustainable agriculture solution. The system was built in the form of a prototype combining solar panels as the main energy source, ESP32 microcontroller, pH sensor, water temperature sensor, as well as pumps and aerators to support nutrient and oxygen circulation. The research employed an engineering method with an experimental approach, including design, implementation, and testing stages. The results show that the system can operate independently with solar energy, while also enabling remote monitoring and control via the Telegram application. IoT integration significantly improved operational efficiency by providing real-time notifications and automatic control of pumps and aerators. This system supports energy efficiency, land and water savings, and environmental sustainability. In conclusion, solar cell and IoT-based aquaponics can serve as a modern agricultural model applicable in areas with limited energy and water resources.

Keywords: *Aquaponics, Solar Energy, Internet of Things, Sensors, Sustainable Agriculture*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta akal pikiran sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini.

Proposal ini disusun sebagai persyaratan akademik yang harus di tempuh dalam penyelesaian studi pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir saya adalah **“Rancang Bangun Aquaponik Menggunakan Solar Sell dan IOT”**.

Tidak dapat disangkal bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini banyak kesulitan serta hambatan yang ditemui. Dari tahap persiapan, pelaksanaan serta penyelesaian . Tetapi karena adanya dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak maka tugas akhir ini dapat di selesaikan dengan baik.

Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr.Ir.Ridwang,S.Kom.,MT,IPM selaku pembimbing I dan Ibu Ir.Adriani,S.T,MT selaku pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktunya dalam memberikan bimbingan ini, tak lupa penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Dr.H.Abd. Rakhim Nanda, S.T., M.T., IPU selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Ir. Muhammad Syafaat S Kuba, S.T., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
3. Ibu Ir.Adriani, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Pegawai Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar
5. Keluarga, Kerabat dan Teman-teman yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
6. Kedua orang tua penulis, Imam Ardiansyah yang selalu memberikan doa, dukungan, nasehat, serta kesabarannya yang luar biasa dalam setiap langkah hidup penulis, yang merupakan anugrah terbesar dalam hidup. Penulis berharap menjadi anak yang bisa berbakti dan dapat di banggakan.
7. Nursafika, A.Md.Keb., yang senantiasa meluangkan waktunya dalam membantu untuk penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan penulisan ini di masa mendatang, agar tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan penulis sendiri.

Makassar, Juli 2025

Imam Ardiansyah

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Aquaponik.....	6
2.2 Internet of Things (IoT)	7
2.3 Panel Surya (Solar Sell).....	8
2.4 Mikrokontroler ESP32	9
2.5 Sensor.....	10
2.6 Pipa Pvc	13
2.7 Aquarium Ikan	14

2.8 Filter Air	15
2.9 Pompa air (<i>Water Pump</i>)	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan	17
3.3 Metode Penelitian	20
3.4 Metode Pengumpulan Data	21
3.5 Blok Diagram	22
3.6 Mekanisme Kerja Alat	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil rangkaian alat	28
4.2 Integrasi Rangkaian Alat	32
4.3 Hasil implementasi sistem	33
4.4 Pembahasan	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aquaponik	6
Gambar 2.2 Panel Surya (Solar Sell)	8
Gambar 2.3 Mikrokontroler ESP32	10
Gambar 2.5 Sensor pH	11
Gambar 2.5 Sensor Suhu DS18B20.....	12
Gambar 2.6 Pipa Pvc.....	13
Gambar 2.7 Aquarium Ikan.....	14
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem.....	22
Gambar 4.1 Perangkaian Posisi Panel.....	28
Gambar 4.2 Pemasangan Mikrokontroler ESP32.....	29
Gambar 4.3 Pemasangan Sensor pH Air(E201).....	30
Gambar 4.4 Pemasangan Pompa Dc 12v Dan Aerator 5v.....	31
Gambar 4.5 Rangkaian Alat.....	32
Gambar 4.6 Rangkaian Keseluruhan Alat.....	35
Gambar 4.7 Panel Surya.....	35
Gambar 4.8 Box Kontrol.....	36

Gambar 4.9 Pompa DC 12V.....	37
Gambar 4.10 Aerator DC 5V.....	37
Gambar 4.11 Aplikasi Telegram.....	38



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Daftar Alat.....	17
Tabel 3.2 Daftar Bahan	17
Tabel 4.1 Pengujian Alat.....	33



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem pertanian modern yang menggabungkan aquaponik dan pemanfaatan energi surya kini menjadi salah satu solusi potensial untuk menjawab tantangan ketahanan pangan dan energi di masa depan. Sistem ini menawarkan pendekatan yang efisien, hemat energi, ramah lingkungan, serta mampu meningkatkan produktivitas pangan, meskipun dalam kondisi keterbatasan lahan dan sumber daya air. (R.A. Ariyanto, M.H. Suhud, F.R. Maulana, dkk.2025)

Aquaponik merupakan metode pertanian terpadu yang menggabungkan budidaya ikan (akuakultur) dan tanaman (hidroponik) dalam satu ekosistem tertutup yang saling menguntungkan. Air limbah dari kolam ikan yang mengandung nutrisi akan dimanfaatkan oleh tanaman sebagai pupuk alami. Sebaliknya, tanaman akan membantu menyaring dan membersihkan air tersebut sebelum dikembalikan ke kolam ikan. Dengan sistem resirkulasi ini, dua komoditas, yakni ikan dan sayuran, dapat dihasilkan dalam satu sistem secara bersamaan, dengan efisiensi penggunaan air yang sangat tinggi. (S. Priyanto, Y. Setyarko, M. Laksmiwati, I. Rahayu, 2024).

Keunggulan lain dari sistem aquaponik adalah sifatnya yang ramah lingkungan. Limbah yang dihasilkan sangat minim karena sisa pakan dan kotoran ikan akan diuraikan oleh bakteri alami menjadi nutrisi bagi tanaman.

Hal ini tidak hanya mengurangi pencemaran lingkungan, tetapi juga menciptakan sistem pertanian yang berkelanjutan dan minim residu. Untuk

menjawab tantangan keterbatasan energi, sistem aquaponik dapat didukung oleh panel surya (solar cell). Energi dari cahaya matahari diubah menjadi listrik untuk mengoperasikan pompa air dalam sistem, sehingga tidak memerlukan energi listrik dari bahan bakar fosil. Penggunaan tenaga surya ini mampu mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi tak terbarukan yang selain terbatas juga menimbulkan pencemaran dan kerusakan lingkungan akibat proses eksploitasi.

Latar belakang munculnya solusi ini tidak lepas dari kenyataan bahwa perkembangan infrastruktur di Indonesia membawa dampak signifikan terhadap penyusutan lahan pertanian. Alih fungsi lahan menjadi kawasan industri, perumahan, hingga pembangunan jalan raya telah mengurangi ruang bagi kegiatan pertanian konvensional. Kondisi ini diperparah oleh terbatasnya ketersediaan air bersih di beberapa daerah yang memang telah mengalami krisis air sejak lama. Sementara itu, jumlah penduduk yang terus meningkat menyebabkan lonjakan permintaan terhadap pangan yang tidak diimbangi oleh peningkatan kapasitas produksi secara konvensional.

Dengan menggabungkan teknologi pertanian aquaponik dan energi surya, diharapkan tercipta sistem pertanian masa depan yang mampu menjawab tantangan global dengan cara yang cerdas, efisien, dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, diperoleh rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana merancang dan membangun akuaponik yang menggunakan solar cell sebagai sumber energi utama?

2. Bagaimana mengintegrasikan sistem Internet of Things (IoT) pada akuaponik agar dapat dilakukan pemantauan dan pengendalian jarak jauh?
3. Bagaimana kinerja sistem akuaponik yang dirancang dalam mendukung keberlanjutan energi dan efisiensi operasional budidaya?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membuat bentuk dasar (*prototype*) aquaponik menggunakan solar sell dan *Internet of Things* (IoT).
2. Mengintegrasikan sistem internet of things (IoT) pada aquaponik agar dapat dilakukan pemantauan dan pengendalian jarak jauh.
3. Dapat mendukung keberlanjutan energi dan efisiensi operasional budidaya.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan solusi pertanian efisien dan berkelanjutan melalui penerapan aquaponik yang hemat lahan dan air.
2. Mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil dengan memanfaatkan energi surya sebagai sumber daya utama yang ramah lingkungan.
3. Mendorong pengembangan teknologi pertanian modern yang dapat diterapkan di wilayah perkotaan atau daerah dengan keterbatasan sumber daya.
4. Menghasilkan prototipe sistem aquaponik yang dapat dijadikan model pembelajaran dan penelitian di bidang teknologi pertanian dan perikanan

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini menjadi jelas dan tidak melebar, maka di kemukakan batasan atau ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

1. Alat di buat dalam bentuk *prototype*
2. Pengembangan ini menggunakan panel surya (*solar cell*) dan pompa air DC
3. Jenis koneksi *IoT* yang di gunakan adalah jaringan Wi-Fi atau hotspot pribadi

1.6 Sistematika Penulisan

1. Bab I : Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang permasalahan yang menjadi fokus penelitian. Bab ini juga mencakup rumusan masalah, batasan penelitian dan sistematika penulisan skripsi.

2. Bab II : Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi teori-teori yang berkaitan dengan fokus penelitian. Bab ini juga menguraikan konsep-konsep yang relevan dengan penelitian.

3. Bab III : Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, termasuk komponen yang digunakan, serta perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Bab ini juga membahas mengenai desain alat dan pelaksanaan penelitian.

4. Bab IV : Hasil Dan pembahasan

Bab ini menyajikan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dan mengaitkannya dengan teori-teori yang telah dibahas sebelumnya.

5. Bab V : Kesimpulan dan saran

Bab ini menyajikan ringkasan dari semua hasil penelitian yang telah dilakukan serta memberikan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya guna meningkatkan kualitas alat ini.



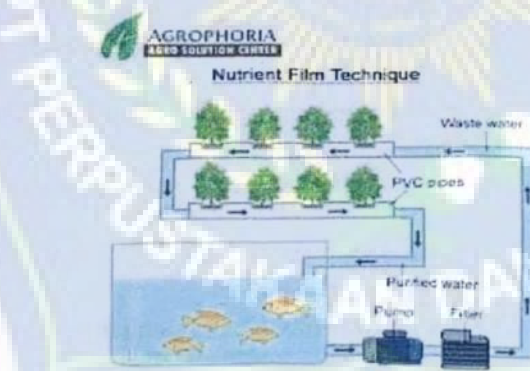
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aquaponik

Aquaponik merupakan sistem budidaya terpadu yang efisien, ramah lingkungan, dan tidak memerlukan larutan nutrisi buatan seperti AB Mix, karena tanaman memperoleh unsur hara secara alami dari limbah ikan. Sistem ini meniru sirkulasi alami dalam ekosistem dan menciptakan hubungan mutualisme antara ikan, tanaman, dan mikroorganisme. (Nailatul Farah 2023).

Dalam sistem *aquaponik*, air dari kolam ikan yang mengandung limbah organik seperti kotoran dan sisa pakan dialirkan ke media tanam hidroponik. Tanaman menyerap nutrisi dari limbah tersebut dan sekaligus membantu menyaring serta membersihkan air sebelum dikembalikan ke kolam ikan. Proses ini menjaga kualitas air bagi ikan dan kesuburan bagi tanaman.



Gambar 2.1 Aquaponik
(sumber web.facebook.com)

2.2 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah pergeseran paradigma baru dalam bidang Teknologi Informasi (TI). Istilah “*Internet of Things*” atau IoT berasal dari dua kata, yaitu “Internet” yang merujuk pada jaringan komputer global yang saling terhubung dan menggunakan protokol standar TCP/IP, serta “*Things*” yang berarti benda-benda fisik yang memiliki kemampuan untuk berkomunikasi secara digital. Internet sendiri merupakan jaringan dari berbagai jaringan komputer, mencakup skala lokal hingga global, yang terdiri dari jutaan jaringan pribadi, publik, akademik, bisnis, dan pemerintahan. Jaringan-jaringan tersebut terhubung melalui beragam teknologi jaringan elektronik, nirkabel, dan optik. (M. Yusuf, D. Julianingsih 2023).

Konsep IoT merujuk pada sistem di mana objek fisik seperti perangkat elektronik, kendaraan, serta berbagai jenis sensor dibekali teknologi yang memungkinkan mereka untuk terhubung dan bertukar data melalui internet tanpa memerlukan interaksi langsung antar manusia atau antara manusia dan komputer. Teknologi ini memungkinkan objek di sekitar kita menjadi “pintar”, karena dapat mengumpulkan, mengirimkan, dan menerima data secara real-time. Perangkat IoT umumnya terdiri atas sensor, aktuator, prosesor, dan modul komunikasi yang bekerja secara terintegrasi dalam suatu sistem otomatis.

Sensor merupakan salah satu komponen inti dalam sistem IoT. Sensor berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur perubahan dalam lingkungan fisik, seperti suhu, kelembaban, tekanan, pH, dan cahaya. Data yang diperoleh oleh sensor kemudian diubah menjadi sinyal digital, biasanya dalam bentuk sinyal

listrik, yang kemudian diproses oleh mikrokontroler atau dikirim ke server cloud untuk dianalisis. Hasil analisis tersebut digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan atau pelaksanaan tindakan secara otomatis.

Penerapan IoT memberikan dampak yang signifikan dalam berbagai sektor, termasuk pertanian, industri, transportasi, dan kesehatan. Dalam konteks pertanian modern, teknologi IoT dapat diimplementasikan dalam sistem aquaponik untuk mengendalikan secara otomatis berbagai parameter penting seperti pH air, suhu. Melalui penggunaan sensor yang terhubung ke internet, semua parameter ini dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh. Hal ini memungkinkan sistem pertanian menjadi lebih efisien, hemat energi, dan ramah lingkungan, serta meningkatkan produktivitas secara berkelanjutan. (MR Palevi, BS Rintyarna, S Ariyani 2023).

2.3 Panel Surya (Solar Sell)



Gambar 2.2 Panel Surya (Solar Sell)

(Sumber: www.hexana.co.id)

Panel surya merupakan perangkat penting dalam pengembangan energi bersih dan berkelanjutan karena mampu mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik tanpa menghasilkan emisi gas rumah kaca atau limbah berbahaya.

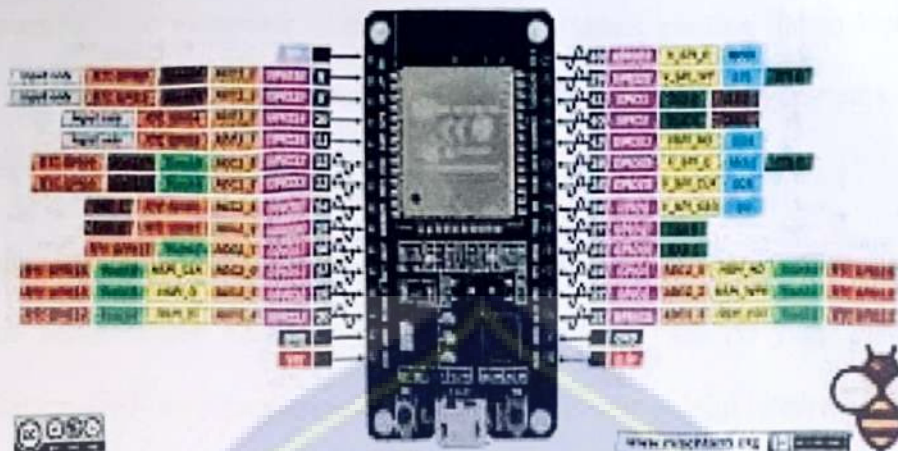
Teknologi ini bekerja berdasarkan prinsip efek *fotovoltaik*, di mana cahaya matahari yang mengenai permukaan panel akan menyebabkan elektron dalam material semikonduktor berpindah, menghasilkan arus listrik searah (DC). (Priyono & Yuliana, 2020)

Panel surya terdiri atas sejumlah sel surya (*solar cell*) yang biasanya berbahan dasar silikon, dan disusun dalam satu kesatuan yang disebut modul surya. Ketika foton dari cahaya matahari menabrak sel tersebut, elektron akan terlepas dari atom semikonduktor, menciptakan aliran listrik. Energi ini bisa langsung digunakan atau disimpan dalam baterai. (Hidayat et al., 2021)

2.4 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan salah satu produk dari Espressif Systems yang banyak digunakan dalam berbagai proyek Internet of Things (IoT) karena keunggulan fitur serta efisiensinya. ESP32 dirancang sebagai sistem-on-chip (SoC) dengan prosesor dual-core Tensilica LX6 yang mampu beroperasi hingga 240 MHz. Selain itu, mikrokontroler ini sudah dilengkapi dengan modul WiFi dan Bluetooth bawaan, sehingga memudahkan konektivitas nirkabel tanpa memerlukan perangkat tambahan (Silva et al., 2020).

ESP32 DEV KIT V1 PINOUT



Gambar 2.3 mikrokontroler ESP32

(Sumber: <https://student-activity.binus.ac.id>)

Dalam konteks sistem pemantauan dan pengendalian lingkungan akuaponik, ESP32 memiliki peran yang sangat vital sebagai otak dari keseluruhan sistem. Mikrokontroler ini mengatur pengambilan data dari sensor (seperti sensor pH, suhu air, dan tinggi air), memproses logika kontrol untuk perangkat aktuator (seperti pompa dan aerator), dan mengirimkan data ke platform IoT melalui koneksi internet. Dengan kemampuan multitasking dan konsumsi daya yang rendah, ESP32 memungkinkan operasi sistem secara berkelanjutan, baik dengan sumber listrik utama maupun sumber alternatif seperti panel surya. (salam, M.A, 2023).

2.5 Sensor

Sensor adalah perangkat yang dirancang untuk mendeteksi perubahan fisik, kimia, atau biologis di lingkungan sekitarnya, lalu mengubah perubahan tersebut menjadi sinyal atau data yang dapat dianalisis lebih lanjut. Sinyal ini biasanya

berupa sinyal listrik yang bisa dibaca dan diolah oleh sistem digital seperti mikrokontroler atau komputer. sensor memainkan peran penting dalam sistem elektronik karena dapat menjembatani dunia nyata dan sistem kendali otomatis. (A. Kumar et al. 2021).

Dalam bidang pertanian pintar, perkembangan sensor juga sangat pesat. Penelitian mengusulkan kerangka pertanian berbasis IoT dan AI yang mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air dan prediksi panen melalui integrasi sensor suhu, kelembapan, dan nutrisi tanah. Sensor *biodegradable* yang dapat ditanam di tanah atau ditempelkan pada daun juga mulai digunakan secara luas. Sensor ini dapat mengirimkan data kondisi tanaman secara real-time melalui jaringan nirkabel, dan bahkan terintegrasi dengan drone serta robot agrikultur. (Majid Nawaz dan Muhammad Babar 2025).

1. Sensor pH

Sensor pH digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air dalam sistem akuaponik. Nilai pH yang stabil sangat penting karena baik ikan maupun tanaman memiliki toleransi yang terbatas terhadap perubahan pH yang ekstrem.



Gambar 2.4 Sensor pH

(Sumber: <https://digiwarestore.com>)

Dalam sistem berbasis ESP32, sensor pH akan membaca nilai analog yang kemudian dikonversi menjadi nilai pH menggunakan rumus kalibrasi. Beberapa sensor pH yang sering digunakan dalam sistem IoT adalah model analog seperti Gravity Analog pH Sensor yang kompatibel dengan ESP32.

2. Sensor Suhu Air (DS18B20)

Suhu air merupakan parameter penting yang mempengaruhi metabolisme ikan dan penyerapan nutrisi oleh tanaman. Sensor DS18B20 merupakan sensor digital yang sering digunakan karena akurasi yang tinggi dan kemudahan integrasi dengan mikrokontroler.

Selain itu, DS18B20 dirancang dengan fitur multidrop, yang artinya beberapa sensor dapat dipasang pada satu jalur data yang sama tanpa memerlukan pin tambahan. Hal ini menjadikannya sangat efisien untuk sistem monitoring suhu di banyak titik sekaligus. Dari sisi fisik, sensor ini tersedia dalam bentuk kemasan kecil seperti TO-92 maupun versi tahan air yang dilengkapi dengan kabel pelindung stainless steel, sehingga dapat diaplikasikan di lingkungan luar ruangan maupun dalam cairan.

Karena kepraktisannya, sensor DS18B20 banyak dimanfaatkan pada aplikasi Internet of Things (IoT), sistem otomasi rumah, monitoring suhu ruangan, hingga aplikasi pertanian modern.



Gambar 2.5 Sensor Suhu DS18B20

(Sumber: <https://www.aksesoriskomputerlampung.com>)

Sensor ini sangat cocok untuk sistem akuaponik karena memiliki bentuk tahan air (waterproof) dan mampu beroperasi stabil dalam lingkungan lembab atau terendam air.

2.6 Pipa Pvc



Gambar 2.6 pipa Pvc

(Sumber: sosialita.id)

Pipa PVC (Polyvinyl Chloride) dalam sistem aquaponik adalah komponen penting yang berfungsi sebagai saluran distribusi air antara komponen utama seperti tangki ikan, biofilter, dan media tanam. Pipa ini dipilih karena memiliki sifat tahan terhadap korosi, ringan, mudah dipasang, serta memiliki harga yang relatif terjangkau. Dalam sistem aquaponik, pipa PVC digunakan untuk mengalirkan air yang kaya nutrisi dari kolam ikan ke tanaman, serta mengembalikan air yang telah disaring kembali ke kolam. (Ngainun, D. S. N. (2022).

Ukuran dan konfigurasi pipa PVC sangat menentukan efisiensi aliran air dan oksigenasi sistem, sehingga pemilihan diameter serta pemasangan yang tepat sangat penting agar sirkulasi air berjalan optimal dan mendukung pertumbuhan ikan serta tanaman secara berkelanjutan.

2.7 Aquarium Ikan



Gambar 2.7 Aquarium ikan

(sumber: id.pngtree.com)

Aquarium dalam sistem *aquaponik* adalah wadah atau tangki yang digunakan untuk memelihara ikan sebagai sumber utama nutrisi bagi tanaman. Fungsi utama akuarium ini adalah menampung ikan yang menghasilkan limbah

organik, terutama amonia, yang kemudian diolah oleh bakteri nitrifikasi menjadi nitrat yang berguna untuk pertumbuhan tanaman.

Akuarium dalam sistem *aquaponik* umumnya terbuat dari bahan tahan air seperti kaca, plastik, atau fiber, serta dirancang agar aman bagi ikan dan mendukung kualitas air yang stabil. Ukuran dan kapasitas akuarium disesuaikan dengan jenis ikan yang dibudidayakan serta kebutuhan nutrisi tanaman. Sebagai bagian dari sistem tertutup yang berkelanjutan, akuarium memegang peranan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem *aquaponik*, karena mendukung terjadinya siklus air dan nutrisi yang efisien dan ramah lingkungan. (Buckhori, A. A., & Sutabri, T. (2024).

2.8 Filter Air

Filter dalam sistem *aquaponik* adalah komponen penting yang berfungsi untuk menyaring dan membersihkan air dari limbah padat serta zat-zat berbahaya yang dihasilkan oleh ikan, sebelum air tersebut dialirkan ke media tanam. Filter ini membantu menjaga kualitas air agar tetap optimal bagi kehidupan ikan dan tanaman dengan memisahkan kotoran, sisa pakan, serta partikel lain yang dapat mengganggu sirkulasi nutrisi. Secara umum, terdapat dua jenis filter dalam *aquaponik*, yaitu filter mekanik untuk menyaring partikel padat dan filter biologis yang berisi media tempat hidup bakteri nitrifikasi. Bakteri ini mengubah amonia dari limbah ikan menjadi nitrat yang dapat diserap oleh tanaman. Keberadaan filter sangat penting untuk menjaga kestabilan ekosistem dalam sistem *aquaponik*, sehingga proses

budidaya ikan dan pertumbuhan tanaman dapat berlangsung secara efisien dan berkelanjutan. (Nugroho, A. A. S., & Dewi, E. R. S. (2022)

2.9 Pompa air (*Water Pump*)

Pompa air dalam sistem *aquaponik* adalah perangkat mekanis yang berfungsi untuk mengalirkan air dari kolam ikan menuju media tanam dan sebaliknya dalam satu sistem sirkulasi tertutup. Peran utama pompa air adalah memastikan distribusi air yang merata sehingga nutrisi dari limbah ikan dapat diserap oleh tanaman, serta menjaga keberlangsungan pertukaran oksigen dan penyaringan air. (Nugroho, A. A. S., Dewi, E. R. S., & Hadi, A. (2022)

Dalam konfigurasi ini, pompa di atur melalui *relay* yang di mana *relay* tersebut berfungsi sebagai saklar elektronik yang menghubungkan atau memutuskan arus listrik ke pompa air berdasarkan perintah dari sensor atau program yang telah ditentukan. Dengan bantuan *relay*, pompa dapat dinyalakan atau dimatikan secara otomatis sesuai kebutuhan, misalnya saat ketinggian air tertentu tercapai atau berdasarkan waktu operasional yang telah dijadwalkan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Makassar (UNISMUH MAKASSAR). Pemilihan lokasi didasarkan pada ketersediaan fasilitas laboratorium, alat ukur, dan lingkungan yang mendukung perakitan serta pengujian perangkat keras sistem berbasis mikrokontroler dan IoT. Pelaksanaan penelitian direncanakan berlangsung selama satu bulan di bulan Juli. Tahapan penelitian mencakup perancangan sistem, perakitan perangkat keras, serta pengujian dan evaluasi performa sistem secara menyeluruh.

3.2 Alat dan Bahan

Penelitian ini memanfaatkan sejumlah alat dan bahan dalam pembuatan aquaponik menggunakan solar sell dan iot. Berikut adalah daftar alat dan bahan yang di gunakan

Tabel 3.2 Daftar Alat

No	Alat	Jumlah
1.	Gergaji Lubang (Hole Cutter)	1
2.	Cutter	1

3.	Amplas	1
5.	Meteran / Penggaris	1
6.	Solder	1
7.	Gergaji	1
8.	Spidol Permanen	1
9.	Tang Potong	1
10.	Obeng	1

Tabel daftar alat berfungsi sebagai panduan teknis yang merinci seluruh peralatan yang digunakan selama proses perancangan dan pembuatan sistem. Alatalat seperti gergaji lubang (hole cutter), solder, cutter, obeng, dan tang potong menunjukkan bahwa sistem ini membutuhkan pengerjaan mekanik dan elektronik secara manual, mulai dari pemotongan pipa PVC hingga penyolderan rangkaian mikrokontroler dan sensor. Keberadaan tabel ini sangat penting untuk memastikan bahwa seluruh tahapan perakitan dapat dilakukan secara sistematis dan efisien, sekaligus memudahkan proses replikasi atau pengembangan lebih lanjut oleh peneliti lain.

Tabel 3.3 Daftar Bahan

No	Bahan	Jumlah
1.	Panel Surya (Solar Sell)	1
2.	Aquarium	1
3.	Ikan	1
4.	Tanaman	1
5.	Pipa Pvc	Secukupnya
6.	Sensor	3 Buah
7.	Kabel	Secukupnya
8.	Lem Pipa Pvc	2
9.	Selang	Secukupnya
10.	Pompa Air (Water Pump)	1
11.	Ember	1

Tabel daftar bahan berfungsi untuk merinci semua komponen utama yang diperlukan dalam membangun sistem aquaponik, baik yang bersifat biologis, mekanis, maupun elektronik. Bahan-bahan seperti panel surya, akuarium, ikan,

tanaman, pipa PVC, sensor, kabel, pompa air, dan komponen pendukung lainnya mencerminkan integrasi antara teknologi pertanian, energi terbarukan, dan *Internet of Things*. Tabel ini tidak hanya memudahkan proses perakitan alat, tetapi juga memberikan gambaran menyeluruh tentang bagaimana setiap elemen saling berperan dalam mendukung fungsi sistem secara keseluruhan. Misalnya, panel surya menyediakan sumber daya listrik ramah lingkungan, pompa air berfungsi untuk sirkulasi nutrisi dan oksigen, sementara sensor dan kabel mendukung sistem pemantauan otomatis berbasis IoT.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode rekayasa (*engineering*) dengan pendekatan eksperimen, yaitu melakukan perancangan dari bentuk aquaponik untuk mendapatkan hasil yang baik antara hewan (Ikan) dan tumbuhan (*Simbiosis Mutualisme*).

Penelitian ini diawali dengan tahap perancangan sistem, yang meliputi desain struktur fisik aquaponik, integrasi panel surya sebagai sumber energi terbarukan, serta perancangan sistem kendali otomatis berbasis IoT untuk memantau dan mengontrol parameter penting seperti suhu air, pH, dan ketinggian air. Setelah perancangan selesai, dilakukan proses implementasi dan integrasi semua komponen, termasuk sensor, mikrokontroler (seperti ESP32 atau Arduino), dan perangkat komunikasi IoT.

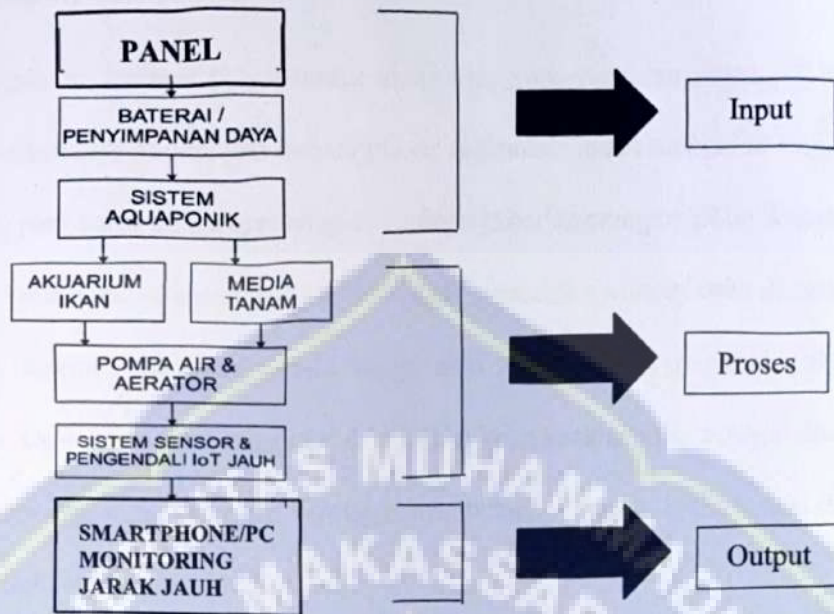
Selanjutnya, sistem diuji melalui pengamatan langsung untuk mengevaluasi kinerja dan efektivitas dalam mendukung pertumbuhan tanaman dan ikan secara

berkelanjutan. Data hasil pengujian dianalisis untuk mengetahui efisiensi penggunaan energi dari solar cell dan keakuratan sistem pemantauan berbasis IoT. Metode ini memungkinkan pengembangan sistem aquaponik yang efisien, ramah lingkungan, dan berbasis teknologi modern

3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan melalui beberapa teknik, yaitu observasi langsung terhadap kinerja sistem aquaponik, termasuk aliran air, respons sensor, dan efisiensi panel surya dalam menyuplai energi. Selain itu, data juga dikumpulkan secara otomatis melalui sensor-sensor yang terintegrasi dengan sistem IoT untuk mencatat parameter seperti suhu air, pH, intensitas cahaya, dan tegangan dari solar cell yang disimpan secara digital dan dapat diakses secara real-time.

3.5 Blok Diagram



Gambar 3.1 blok diagram sistem

Keterangan blok diagram sistem Aquaponik:

1. Input

Input merupakan elemen awal yang menyediakan energi serta data agar sistem dapat bekerja secara otomatis dan efisien. Tanpa adanya input, sistem tidak akan mampu menjalankan fungsinya secara berkesinambungan.

Salah satu input utama dalam sistem adalah panel surya (solar cell). Panel ini berfungsi sebagai sumber energi listrik dengan cara mengubah cahaya matahari menjadi listrik arus searah (DC) melalui prinsip efek fotovoltaiik. Energi yang dihasilkan kemudian digunakan untuk menyalakan pompa air, aerator, serta sistem kendali yang terdiri dari mikrokontroler dan sensor-sensor. Dengan demikian, panel

surya menjadi pusat pasokan daya agar seluruh komponen dapat beroperasi tanpa ketergantungan pada sumber listrik konvensional.

Selain itu, terdapat sensor-sensor monitoring yang berperan penting dalam mengumpulkan data lingkungan. Sensor pH air digunakan untuk mengukur tingkat keasaman, yang harus dijaga agar tetap stabil demi keberlangsungan hidup ikan dan tanaman. Sementara itu, sensor suhu air berfungsi mendeteksi kondisi suhu di dalam akuarium, karena suhu yang terlalu tinggi atau rendah dapat membahayakan ekosistem. Data dari sensor-sensor ini dikirimkan ke mikrokontroler sebagai dasar pengambilan keputusan otomatis, sehingga sistem dapat berjalan lebih cerdas dan responsif terhadap kondisi lingkungan.

2. Proses

Bagian proses merupakan inti dari sistem, karena pada tahap ini seluruh data dan energi yang masuk diolah untuk menghasilkan aksi yang sesuai. Proses ini memastikan bahwa sistem aquaponik dapat bekerja secara otomatis, efisien, dan adaptif terhadap perubahan lingkungan.

Komponen utama dalam proses adalah mikrokontroler (ESP32 atau Arduino Nano) yang bertindak sebagai otak sistem. Mikrokontroler menerima sinyal dari sensor pH dan suhu, kemudian mengolah data tersebut berdasarkan logika yang sudah diprogram. Selain itu, mikrokontroler juga mengontrol pompa air dan aerator sesuai kondisi yang terdeteksi. Tidak hanya itu, data sensor yang terkumpul juga dikirimkan ke aplikasi Telegram melalui koneksi Wi-Fi sehingga pengguna dapat memantau kondisi secara real-time.

Selanjutnya, terdapat sistem IoT yang menerima data dari mikrokontroler. Sistem ini menampilkan grafik dan status parameter utama seperti pH serta suhu, sekaligus mengirimkan notifikasi jika terjadi kondisi abnormal. Pengguna juga dapat mengendalikan sistem dari jarak jauh, misalnya menyalakan atau mematikan pompa melalui aplikasi Telegram ketika diperlukan.

Dalam proses ini, pompa air dan aerator memiliki peran vital. Pompa berfungsi mensirkulasikan air dari akuarium menuju media tanam lalu kembali lagi, sementara aerator menambahkan oksigen ke dalam air untuk menjaga kualitas hidup ikan. Aktivasi pompa berjalan otomatis berdasarkan hasil deteksi sensor, sehingga sirkulasi dan kualitas air selalu terjaga.

Selain itu, terdapat baterai sebagai penyimpanan energi yang berasal dari panel surya. Baterai memastikan sistem tetap beroperasi saat malam hari atau ketika cuaca mendung, sehingga aliran energi tidak terputus dan sistem tetap berjalan stabil.

3. Output

Output merupakan hasil akhir dari kerja sistem aquaponik, yaitu gabungan manfaat nyata yang diperoleh dari proses otomatisasi, monitoring, dan penggunaan energi ramah lingkungan. Hasil ini menunjukkan bagaimana sistem dapat berjalan secara efisien sekaligus berkelanjutan.

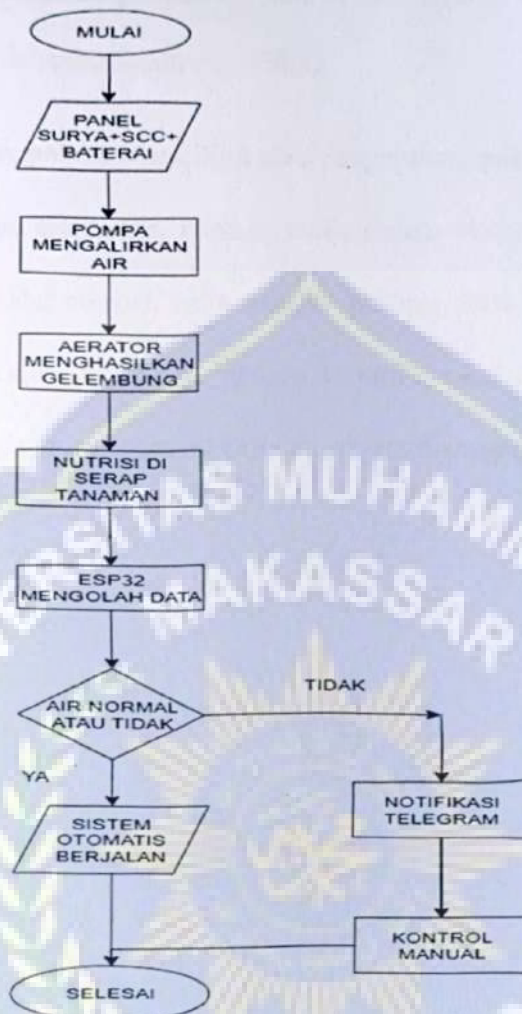
Salah satu output utama adalah sistem pertanian otomatis dan berkelanjutan. Tanaman memperoleh nutrisi alami dari limbah ikan, sementara ikan tetap hidup sehat karena air yang digunakan selalu bersih berkat proses resirkulasi dan filtrasi

oleh akar tanaman. Dengan adanya pengaturan otomatis, air terus bersirkulasi tanpa pemborosan, sehingga siklus pertanian dan perikanan dapat berlangsung selaras.

Selain itu, terdapat monitoring dan notifikasi jarak jauh yang memberikan kenyamanan bagi pengguna. Data penting seperti suhu, pH, dan ketinggian air dapat dipantau melalui smartphone kapan saja. Apabila kondisi tidak ideal, pengguna menerima notifikasi otomatis melalui Telegram, sekaligus memiliki opsi untuk mengendalikan sistem secara manual lewat aplikasi.

Output berikutnya adalah efisiensi energi dan ramah lingkungan. Sistem bekerja sepenuhnya dengan tenaga surya tanpa ketergantungan pada listrik PLN. Limbah ikan tidak terbuang sia-sia, melainkan dimanfaatkan sebagai nutrisi tanaman. Selain itu, penggunaan sistem sirkulasi tertutup membuat sistem ini hemat air dan tidak menghasilkan limbah berbahaya bagi lingkungan.

3.6 Mekanisme Kerja Alat



Dari mekanisme kerja di atas di berikan keterangan sebagai berikut:

Proses dimulai dari panel surya yang terhubung dengan SCC dan baterai sebagai sumber daya utama. Energi yang dihasilkan digunakan untuk menyediakan daya ke sistem, sehingga pompa dapat berfungsi mengalirkan air. Pada tahap berikutnya, aerator menghasilkan gelembung oksigen untuk menjaga kualitas air bagi ikan dan tanaman. Selanjutnya, nutrisi dari kotoran ikan terserap oleh tanaman,

sementara air bersih kembali mengalir ke tanaman untuk mendukung pertumbuhan. Sistem kemudian melakukan pembacaan data pH dan suhu air melalui sensor, yang selanjutnya diolah oleh mikrokontroler ESP32.

Dari hasil pengolahan data, dilakukan pengecekan apakah kondisi air dalam keadaan normal atau tidak. Jika normal, maka sistem otomatis berjalan dengan stabil. Namun, jika tidak normal, maka terdapat dua opsi, yaitu pengguna menerima notifikasi melalui Telegram atau melakukan kontrol manual untuk menyesuaikan kondisi sistem. Setelah semua proses berjalan, sistem dianggap selesai



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil rangkaian alat

Rancangan aquaponik berbasis solar cell dan IoT yang dibuat pada penelitian ini merupakan sebuah prototipe yang mengintegrasikan aspek pertanian, energi terbarukan, dan teknologi digital. Sistem ini dirancang untuk mampu bekerja secara otomatis, efisien, serta ramah lingkungan sehingga mampu menghasilkan sebuah prototipe dengan beberapa rangkaian elektronik utama yang terintegrasi.

Rangkaian tersebut terdiri atas:

1. Rangkaian Sumber Energi (Panel Surya)



Gambar 4.1 Perangkaian Posisi Panel

Panel surya berfungsi sebagai komponen utama yang mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Energi yang dihasilkan berupa arus searah (DC) dengan tegangan keluaran rata-rata antara 12–18

V, tergantung pada intensitas cahaya matahari.

Agar energi yang dihasilkan dapat digunakan secara stabil, panel surya dihubungkan dengan solar charge controller. Perangkat ini berperan penting dalam mengatur proses pengisian dan pemakaian energi pada baterai, sehingga baterai terlindungi dari risiko overcharging maupun overdischarging.

Energi listrik yang sudah diatur kemudian disimpan dalam baterai aki/accu. Penyimpanan ini memungkinkan sistem tetap beroperasi pada malam hari maupun saat kondisi cuaca mendung, sehingga ketersediaan daya tetap terjamin.

2. Rangkaian Mikrokontroler (ESP32)



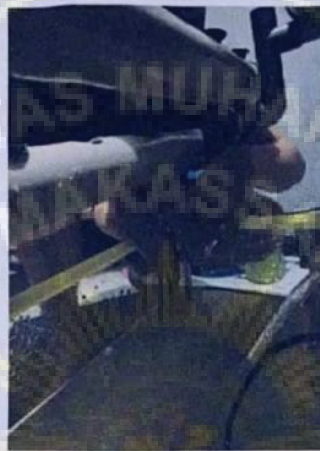
Gambar 4.2 Pemasangan Mikrokontroler ESP32

Pada rancangan ini digunakan satu mikrokontroler utama, yaitu ESP32. Pemilihan ESP32 didasarkan pada keunggulannya yang memiliki dual core processor, konsumsi daya yang rendah, serta telah dilengkapi

dengan modul Wi-Fi internal sehingga dapat langsung digunakan untuk komunikasi berbasis Internet of Things (IoT).

Selain itu, seluruh komponen sensor dan aktuator pada sistem ini terhubung langsung ke pin I/O ESP32. Dengan demikian, rancangan menjadi lebih sederhana, efisien, dan mudah diintegrasikan.

3. Rangkaian Sensor



Gambar 4.3 Pemasangan sensor pH Air (E201)

Sensor pH air tipe E201 berfungsi untuk mendeteksi tingkat keasaman air. Output dari sensor ini berupa sinyal analog yang kemudian dibaca langsung oleh pin ADC pada mikrokontroler ESP32.

Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan sensor suhu air DS18B20 yang terhubung melalui pin digital ESP32. Data suhu yang diperoleh digunakan untuk memantau kondisi air agar tetap sesuai dengan kebutuhan tanaman dalam sistem aquaponik.

4. Rangkaian Aktuator (Pompa Air, Aerator)



Gambar 4.4 Pemasangan Pompa Dc 12v dan Aerator 5v

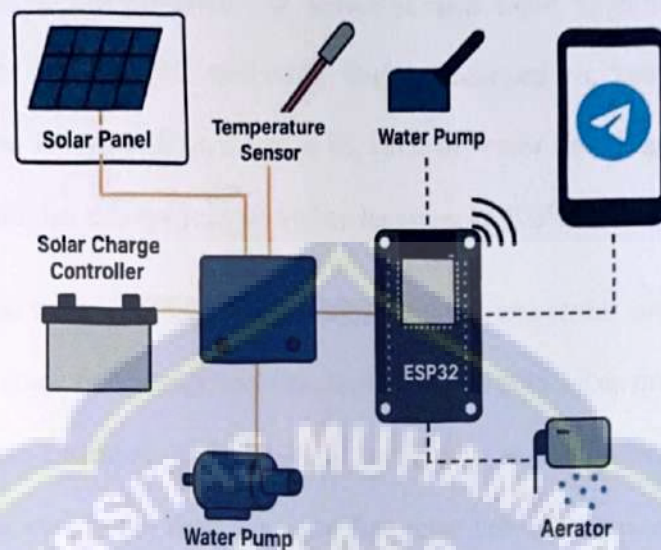
Pada sistem aquaponik ini digunakan pompa air DC yang berfungsi untuk mensirkulasikan air dari akuarium menuju media tanam. Selain itu, terdapat aerator yang berperan menambahkan oksigen ke dalam air sehingga kualitas air tetap terjaga bagi ikan dan tanaman.

Pengendalian pompa air dilakukan dengan menggunakan saklar dan juga dapat dioperasikan melalui Telegram bot sebagai kendali jarak jauh. Sementara itu, aerator dikendalikan secara otomatis serta dilengkapi dengan saklar manual sebagai alternatif.

5. Rangkaian Komunikasi IoT

Mikrokontroler ESP32 memiliki modul Wi-Fi internal yang memungkinkan perangkat ini terhubung langsung ke jaringan internet. Dengan fitur tersebut, data yang dibaca dari sensor dapat dikirimkan ke aplikasi monitoring Telegram tanpa memerlukan mikrokontroler tambahan, sehingga sistem menjadi lebih praktis dan efisien.

4.2 Integrasi Rangkaian Alat



Gambar 4.5 Rangkaian Alat

1. Sumber Energi

Solar panel berfungsi menangkap energi matahari dan mengubahnya menjadi listrik arus searah (DC). Energi listrik yang dihasilkan kemudian dialirkan ke solar charge controller yang berperan mengatur proses pengisian baterai agar terhindar dari kondisi overcharge maupun overdischarge. Selanjutnya, energi disimpan di dalam battery sehingga sistem tetap dapat beroperasi pada malam hari maupun saat cuaca mendung.

2. Mikrokontroler (ESP32)

Sistem ini menggunakan tiga sensor sebagai input ke mikrokontroler ESP32. Sensor pH berfungsi mendeteksi tingkat keasaman air, kemudian hasil pengukurannya dikirim ke ESP32. Selain itu, terdapat sensor suhu yang mengukur kondisi suhu air dan datanya juga diteruskan langsung ke ESP32 untuk diproses.

Sebagai output, ESP32 mengendalikan aktuator yang terdiri dari pompa air dan aerator. Pompa air berfungsi mensirkulasikan air dari kolam ikan menuju media tanam, kemudian kembali lagi ke kolam. Sedangkan aerator digunakan untuk menambahkan oksigen ke dalam air agar ikan tetap sehat, dengan sistem kerja otomatis maupun sesuai perintah dari ESP32.

Dalam hal komunikasi IoT, ESP32 mengirimkan data hasil pembacaan sensor pH dan suhu melalui jaringan Wi-Fi menuju aplikasi Telegram di smartphone. Dengan cara ini, pengguna dapat memantau kondisi air sekaligus mengendalikan pompa dari jarak jauh.

4.3 Hasil implementasi sistem

Tabel 4.1 pengujian alat

No	Tahap	Komponen yang di gunakan	Skenario/Alur	Indikator keberhasilan
1.	Penyediaan energi	Panel Surya → Solar Charge Controller	Panel surya menghasilkan energi DC, disalurkan melalui SCC untuk mengisi baterai	Tegangan baterai pada 12V mampu menyuplai daya

		(SCC) → Baterai		
2.	Distribusi energi	Baterai → ESP32, Pompa, Aerator, Sensor	Baterai menyuplai daya ke seluruh komponen alat	Semua komponen menyala sesuai kebutuhan
3.	Input data	Sensor pH (E201), Sensor Suhu (DS18B20) → ESP32	Sensor membaca kondisi air (pH dan suhu), dikirim ke ESP32	Data sensor terbaca dan mengirimkan notifikasi ke telegram
4.	Proses kendali	ESP32	Mengolah data dari sensor, memutuskan kapan aerator aktif, serta menyiapkan data untuk dikirim ke Telegram	Logika kendali berjalan sesuai perancangan
5.	Output mekanik	ESP32 → Pompa Air DC, Aerator 5V	ESP32 mengaktifkan/mematikan pompa dan aerator sesuai kondisi	Air bersirkulasi dan oksigen tersedia
6.	Output informasi	ESP32 → Telegram	Data sensor dikirim ke aplikasi Telegram melalui Wi-Fi	Data tampil real-time di smartphone
7.	Integrasi Sistem	Seluruh komponen	Semua input-proses-output bekerja bersamaan dalam sistem	Sistem mandiri, efisien, dan berfungsi sesuai rancangan

Setelah proses perakitan dan pemrograman selesai, sistem diuji coba. Hasil implementasi ditunjukkan melalui dokumentasi foto sebagai berikut:

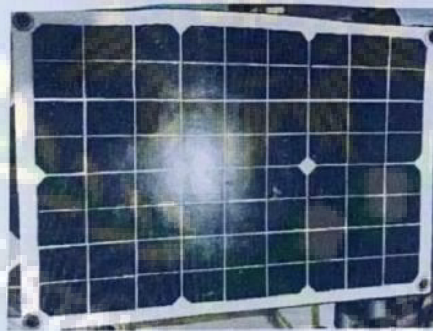
1. Rangkaian keseluruhan alat



Gambar 4.6 Rangkaian keseluruhan alat

Foto rangkaian keseluruhan menampilkan solar sel, rangkaian pipa Hidroponik, filter air, akuarium, serta penempatan box kontrol yang terletak di bawah panel surya.

2. Panel Surya



Gambar 4.7 Panel Surya

Memperlihatkan penempatan posisi panel surya di luar ruangan dengan posisi strategis agar dapat menangkap cahaya matahari lebih optimal.

3. Box kontrol



Gambar 4.8 Box Kontrol

Pada gambar box kontrol berisi rangkaian ESP32, relay, dan beberapa kabel penghubung. Box ini di rancang agar posisi nya strategis untuk terhubung dengan pompa, aerator dan beberapa sensor yang di gunakan.

4. Pompa DC 12V



Gambar 4.9 Pompa DC 12V

Dari gambar ini memperlihatkan pompa DC 12V yang terhubung ke wadah aquaponik/ aquarium.

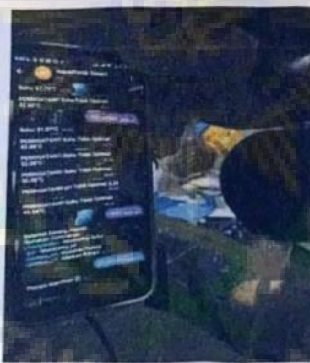
5. Aerator DC 5V



Gambar 4.10 Aerator DC 5V

Tampilan aerator tersebut berfungsi untuk mengontrol suhu pada air aquarium serta menimbulkan gelembung ketika di nyalakan untuk memberikan oksigen kepada ikan.

6. Foto aplikasi IoT (Telegram)



Gambar 4.11 Aplikasi Telegram

Tampilan aplikasi di smartphone yang di gunakan untuk mengontrol pompa dan aerator secara manual maupun otomatis.

4.4 Pembahasan

Berdasarkan implementasi dan uji coba yang telah dilakukan, sistem akuaponik ini menunjukkan kinerja yang baik. Sistem mampu beroperasi secara terus-menerus dengan aliran air yang stabil, di mana kombinasi pompa air dan aerator berhasil menjaga keseimbangan ekosistem akuaponik. Sirkulasi air yang teratur berperan penting dalam distribusi nutrisi dari ikan ke tanaman.

Dari sisi energi, pemanfaatan solar cell menjadikan sistem mandiri dari sumber listrik PLN. Energi yang dihasilkan tidak hanya dapat digunakan secara langsung, tetapi juga disimpan dalam baterai untuk mendukung operasi pada malam hari maupun saat cuaca mendung. Hal ini membuat sistem lebih ramah lingkungan dan efisien biaya.

Integrasi IoT menambah nilai signifikan karena pengguna dapat melakukan pemantauan dan pengendalian sistem dari jarak jauh melalui smartphone. Dengan cara ini, status sistem dapat dipantau, pompa dapat dinyalakan atau dimatikan, serta notifikasi kondisi tertentu dapat diterima tanpa harus berada di lokasi.

Selain itu, sistem ini masih fleksibel dan dapat dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan sensor lain, seperti sensor pH tambahan, suhu, atau kekeruhan air. Integrasi dengan penyimpanan data berbasis cloud juga memungkinkan analisis jangka panjang yang lebih mendalam.

Manfaat lingkungan dan pertanian pun sangat terasa. Ikan memperoleh suplai oksigen yang cukup, sementara tanaman memanfaatkan nutrisi dari limbah organik

ikan. Dengan demikian, sistem ini mendukung konsep pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan, hemat air, dan efisien dalam penggunaan lahan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem akuaponik berhasil dirancang dan dibangun dengan menggunakan solar cell sebagai sumber energi utama, sehingga sistem dapat beroperasi secara mandiri tanpa bergantung pada listrik konvensional.
2. Integrasi Internet of Things (IoT) pada sistem memungkinkan pengguna melakukan pemantauan dan pengendalian secara jarak jauh melalui perangkat digital, sehingga meningkatkan kemudahan operasional.
3. Sistem akuaponik yang dirancang mampu mendukung efisiensi energi serta memberikan kontribusi terhadap penerapan konsep pertanian berkelanjutan, karena memanfaatkan energi terbarukan dan sistem budidaya terpadu antara ikan dan tanaman.

5.2 Saran

Demi meningkatkan kualitas dan kebermanfaatan dari alat aquaponik berbasis solar cell dan IoT ini, penulis berharap adanya pengembangan lebih lanjut.

Beberapa saran yang dapat menjadi bahan pertimbangan adalah:

1. Pada penelitian selanjutnya, sistem akuaponik dengan sumber energi solar cell dapat dikembangkan dengan penambahan baterai berkapasitas lebih besar agar mampu menyimpan energi dalam jangka waktu lebih lama.
2. Integrasi IoT dapat diperluas dengan menambahkan lebih banyak sensor, misalnya sensor kekeruhan air atau sensor oksigen terlarut, agar kualitas pemantauan lingkungan akuaponik lebih menyeluruh.
3. Sistem dapat dikombinasikan dengan metode kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) untuk melakukan prediksi kebutuhan energi dan kondisi lingkungan, sehingga pengendalian dapat dilakukan secara lebih efisien dan adaptif.



DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, R. A., Suhud, M. H., Maulana, F. R., dkk. (2025). *Sistem Pertanian Terpadu Berbasis Energi Surya dan IoT*.
- Priyanto, S., Setyarko, Y., Laksmiwati, M., & Rahayu, I. (2024). *Aquaponik Berbasis Sirkulasi Tertutup untuk Ketahanan Pangan*.
- Farah, N. (2023). *Aquaponik sebagai sistem budidaya terpadu berbasis ekosistem alami*.
- Yusuf, M., & Julianingsih, D. (2023). *Internet of Things dan Aplikasinya dalam Sistem Informasi Modern*. Jurnal Teknologi Informasi, 17(2), 110–120.
- Palevi, M. R., Rintyarna, B. S., & Ariyani, S. (2023). *Internet of Things (IoT) dalam Pertanian Modern*. Jurnal Teknologi Informasi, 18(1), 25–31.
- Priyono, A., & Yuliana, D. (2020). *Pengenalan Energi Surya dan Aplikasinya*. Jurnal Energi Bersih, 7(1), 8–17.
- Hidayat, R., Sudrajat, S., & Nurul, F. (2021). *Konversi Energi Terbarukan Menggunakan Panel Surya*. Jurnal Energi dan Teknologi, 9(2), 45–53.
- Kumar, A., Rahman, M., & Singh, R. (2021). *Smart Agriculture Using Sensors and IoT*. International Journal of Agricultural Innovation.
- Nawaz, M., & Babar, M. (2025). *Sensor Pintar dan IoT dalam Pertanian Presisi*. Journal of Smart Agriculture Technology.
- Ahmad, A., Wahid, A., & Nurhayati, N. (2017). *Pengembangan Platform Blynk dalam Sistem Monitoring Jarak Jauh*. Retrieved from www.researchgate.net
- Ngainun, D. S. N. (2022). *Penerapan Pipa PVC dalam Sistem Irigasi Aquaponik*. Jurnal Teknik Pertanian, 11(3), 77–83.

Buckhori, A. A., & Sutabri, T. (2024). *Pemanfaatan Akuarium dalam Sistem Aquaponik Berkelanjutan*.

Nugroho, A. A. S., & Dewi, E. R. S. (2022). *Peran Filter dalam Kualitas Air Aquaponik*. Jurnal Agroindustri, 15(2), 113–122.

Nugroho, A. A. S., Dewi, E. R. S., & Hadi, A. (2022). *Otomatisasi Pompa Air Berbasis Sensor dan Relay dalam Sistem Aquaponik*.



LAMPIRAN

L

A

M

P

I

R

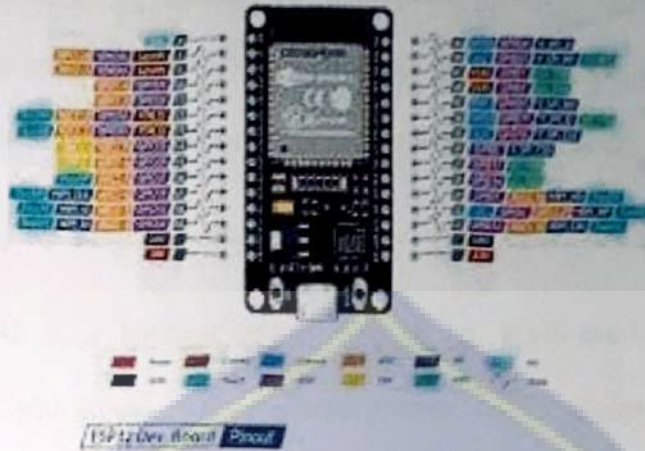
A

N

1



Data Sheet ESP32



1. OVERVIEW

ESP32 is a single 2.4 GHz Wi-Fi-and-Bluetooth combo chip designed with the TSMC ultra-low-power 40 nm technology. It is designed to achieve the best power and RF performance, showing robustness, versatility and reliability in a wide variety of applications and power scenarios.

The ESP32 series of chips includes ESP32-D0WDQ6, ESP32-D0WD, ESP32-D2WD, and ESP32-S0WD. For details on part numbers and ordering information, please refer to Part Number and Ordering Information.

1.1. Featured Solutions

1.1.1. Ultra-Low-Power Solution

ESP32 is designed for mobile, wearable electronics, and Internet-of-Things (IoT) applications. It features all the state-of-the-art characteristics of low-power chips, including fine-grained clock gating, multiple power modes, and dynamic power scaling. For instance, in a low-power IoT sensor hub application scenario,

ESP32 is woken up periodically and only when a specified condition is detected. Low-duty cycle is used to minimize the amount of energy that the chip expends. The output of the power amplifier is also adjustable, thus contributing to an optimal trade-off between communication range, data rate and power consumption.

1.1.2. Complete integration solution

ESP32 is a highly-integrated solution for Wi-Fi-and-Bluetooth IoT applications, with around 20 external components. ESP32 integrates an antenna switch, RF balun, power amplifier, low-noise receive amplifier, filters, and power management modules. As such, the entire solution occupies minimal Printed Circuit Board (PCB) area.

ESP32 uses CMOS for single-chip fully-integrated radio and baseband, while also integrating advanced calibration circuitries that allow the solution to remove external circuit imperfections or adjust to changes in external conditions. As such, the mass production of ESP32 solutions does not require expensive and specialized Wi-Fi testing equipment.

1.2. Wi-fi key features

- 802.11 b/g/n
- 802.11 n (2.4 GHz), up to 150 Mbps
- WMM
- TX/RX A-MPDU, RX A-MSD
- Immediate Block ACK
- Defragmentation Automatic Beacon monitoring (hardware TSF)

- 4 × virtual Wi-Fi interfaces
- Simultaneous support for Infrastructure Station, SoftAP, and Promiscuous modes Note that when ESP32 is in Station mode, performing a scan, the SoftAP channel will be changed.
- Antenna diversity

1.3. Bt key features

- Compliant with Bluetooth v4.2 BR/EDR and BLE specifications
- Class-1, class-2 and class-3 transmitter without external power amplifier
- Enhanced Power Control
- • +12 dBm transmitting power
- NZIF receiver with -97 dBm BLE sensitivity
- Adaptive Frequency Hopping (AFH)
- Standard HCI based on SDIO/SPI/UART
- High-speed UART HCI, up to 4 Mbps
- Bluetooth 4.2 BR/EDR BLE dual mode controller
- Synchronous Connection-Oriented/Extended (SCO/eSCO)
- CVSD and SBC for audio codec
- Bluetooth Piconet and Scatternet
- Multi-connections in Classic BT and BLE
- Simultaneous advertising and scanning

1.4. MCU And Advanced Features

1.4.1. CPU and Memory

- Xtensa® single-/dual-core 32-bit LX6 microprocessor(s), up to 600 MIPS (200 MIPS for ESP32-S0WD, 400 MIPS for ESP32-D2WD)
- 448 KB ROM
- 520 KB SRAM
- 16 KB SRAM in RTC
- QSPI supports multiple flash/SRAM chips

1.4.2. Cloks and Timer

- Internal 8 MHz oscillator with calibration
- Internal RC oscillator with calibration
- External 2 MHz ~ 60 MHz crystal oscillator (40 MHz only for Wi-Fi/BT functionality)
- External 32 kHz crystal oscillator for RTC with calibration
- Two timer groups, including 2×64 -bit timers and $1 \times$ main watchdog in each group
- One RTC timer
- RTC watchdog

1.4.3. Advanced peripheral interfaces

- $34 \times$ programmable GPIOs
- 12-bit SAR ADC up to 18 channels
- 2×8 -bit DAC
- $10 \times$ touch sensors
- $4 \times$ SPI
- $2 \times$ PC

- 3 × UART
- 1 host (SD/eMMC/SDIO)
- 1 slave (SDIO/SPI)
- Ethernet MAC interface with dedicated DMA and IEEE 1588 support
- CAN 2.0

- IR (TX/RX)
- Motor PWM
- LED PWM up to 16 channels
- Hall sensor

1.4.4. Security

- Secure boot
- Flash encryption
- 1024-bit OTP, up to 768-bit for customers
- Cryptographic hardware acceleration:
 - AES
 - Hash (SHA-2)
 - RSA
 - ECC

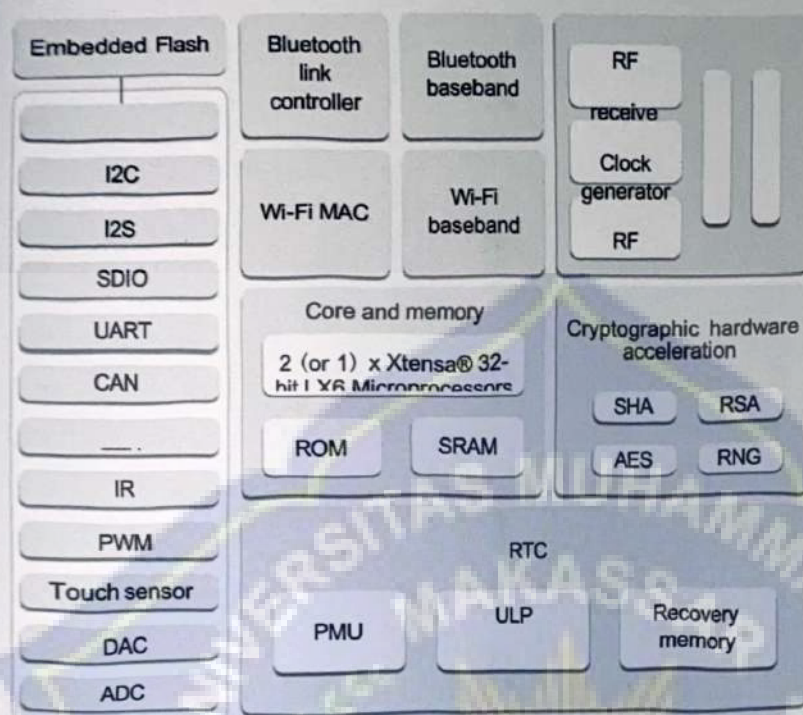
1.5. Application (A Non-exhaustive life)

- Generic Low-power IoT Sensor Hub
- Generic Low-power IoT Data Loggers
- Cameras for Video Streaming
- Over-the-top (OTT) Devices

- Speech Recognition
- Image Recognition
- Mesh Network
- Home Automation
 - Light control
 - Smart plugs
 - Smart door locks
- Smart building
 - Smart lighting
 - Energy monitoring
- Industrial automation
 - Industrial wireless control
 - Industrial robotics
- Smart Agriculture
 - Smart greenhouses
 - Smart irrigation
 - Agriculture robotics
- Audio Applications
 - Internet music players
 - Live streaming devices
 - Internet radio players

- Audio headsets
- Health Care Applications
 - Health monitoring
 - Baby monitors
- Wi-Fi-enabled Toys
 - Remote control toys
 - Proximity sensing toys
 - Educational toys
- Wearable Electronics
 - Smart watches
 - Smart bracelets
- Retail & Catering Applications
 - POS machines
 - Service robots

1.6. Blok diagram



L

A

M

P

I

R

A

N

II





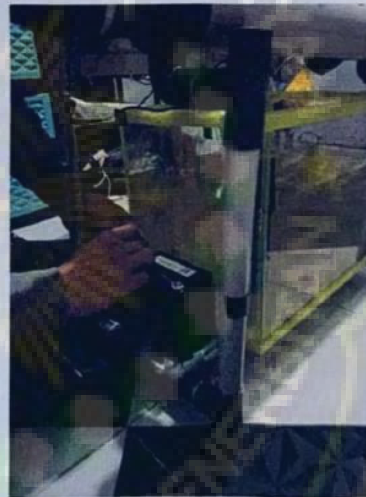
Pemasangan mikrokontroler
ESP32



Pemasangan sensor pH



Pemasangan pompa Dc 12v



Pemasangan Aki



Pemasangan panel surya



Pemasangan LCD



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN**

Alamat Kantor: Jl. Sultan Alauddin NO.259 Makassar 90221 Tlp.(0411) 866972,881593, Fax.(0411) 865588

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

**UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:**

Nama : Imam Ardiansyah

Nim : 105821107121

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	9%	10 %
2	Bab 2	10%	25 %
3	Bab 3	8%	10 %
4	Bab 4	5%	10 %
5	Bab 5	4%	5 %

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 29 Agustus 2025

Mengetahui,

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,


Nursinah, S.Hum., M.I.P

NBM: 964 591