

AQUA-TECH: RANCANG BANGUN SISTEM AKUAPONIK CERDAS BERBASIS IOT TERINTEGRASI PANEL SURYA SEBAGAI TEKNOLOGI URBAN *FARMING* HEMAT ENERGI



Bidang Ilmu :

Matematika, Sains, dan Pengembangan Teknologi

Disusun oleh:

1.	Gabriel Tara Ivaldi	2034
2.	Uly Najhan Ahmad	2045
3.	Giraldo Nainggolan	2206
4.	Sigma Guntur Prastyo	2203
5.	Muhammad Hilmi Bisri	225

**UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA
TAHUN AJARAN 2023/2024**

PENGESAHAN MAKALAH PENELITIAN MYRES 2020

1. Judul Penelitian : Aqua-Tech : Rancang Bangun Sistem Akuaponik Cerdas Berbasis IoT Terintegrasi Panel Surya Sebagai Teknologi Urban *Farming* Hemat Energi
2. Bidang Penelitian : Matematika, Sains, dan Pengembangan Teknologi
3. Ketua Pelaksana Penelitian
 - a. Nama Lengkap : Gabriel Tara Ivaldi
 - b. NIS : 190411100188
 - c. Jurusan : Teknik INformastika
 - d. Kuliah : Universitas Trunojoyo Madura
 - e. Alamat Rumah/Telp/HP : 085742770972
 - f. Alamat email : gabrieltara@gmail.com
4. Anggota Pelaksana Penelitian : 5 orang
5. Pendamping
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : M. Fatah Al Alim, ST.
 - b. NIP : -
 - c. Alamat Rumah dan HP : RT/RW 01/01 Pakem Wetan, Panggih, Trowulan, Mojokerto 085895143361
6. Jangka Waktu Pelaksanaan : 4 bulan

Jombang, 24 September 2020

Menyetujui,
Guru Pembimbing

Ketua Pelaksana Kegiatan

(M. Fatah Al Alim)
NIP. -

(Sangaji Suryo Guritno)
NIS. 1034

Mengetahui
Kepala Sekolah

(Achmad Junaidi, M.S.I)
NIP. -

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Gabriel Tara Ivaldi
Tempat, Tanggal Lahir : Sungai Pinyuh, 17 Maret 2001
NIM : 190411100188
Program Studi : Teknik Informatika
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan sebenar-benarnya bahwa :

1. Proposal yang berjudul “**AQUA-TECH**: sistem akuaponik berbasis IoT yang terintegrasi panel surya sebagai teknologi urban *farming* yang hemat energi” adalah benar hasil karya tulis saya, dan bukan merupakan tiruan karya atau pendapat orang lain, kecuali sebagai acuan, referensi atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan ilmiah yang telah lazim dan disebutkan dalam sumber kutipan atau daftar Pustaka.
2. Apabila dikemudian hari terbukti dan terdapat unsur-unsur plagiarasi, Saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh dibatalkan, serta menerima sanksi atas perbuatan saya.
3. Skripsi ini dapat dijadikan sumber Pustaka yang merupakan hak bebas royalti non eksekutif. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Bangkalan,
1 Desember 2023



Gabriel Tara Ivaldi
NIM. 190411100188

ABSTRAK

Aquaponik merupakan konsep pertanian modern yang sangat potensial jika diterapkan di daerah perkotaan karena tidak membutuhkan banyak lahan dan pasokan air. Teknologi akuaponik diharapkan dapat menyuplai kebutuhan hasil pertanian di daerah perkotaan, tetapi di sisi lain terjadi kontradiksi dengan permasalahan krisis energi, penggunaan daya listrik dalam sistem akuaponik yang harus terpenuhi secara kontinyu. Oleh karena itu, dibutuhkan pemanfaatan energi tak terbatas salah satunya yaitu energi matahari. Potensi panas matahari di Indonesia sangat berlimpah yaitu sebesar 4,8 kWh/m² per hari. Di sisi lain perkembangan teknologi informasi mendorong munculnya inovasi untuk mendukung tercapainya industri 4.0 salah satunya adalah Teknologi *Internet of Things* (IoT). Salah satu bidang IoT yang paling signifikan adalah *smart agriculture*. Dalam aplikasi *smart agriculture* teknologi IoT membantu petani untuk menghasilkan keputusan yang tepat dimana para petani membutuhkan data real time tentang operasi dan proses produksi sehingga petani memiliki potensi besar untuk menghasilkan output pertanian yang optimal dan berhasil dengan data atau informasi yang lebih akurat. Oleh karena untuk merancang sistem akuaponik cerdas berbasis IoT yang hemat energi, maka tercipta sebuah inovasi Aqua-tech: sistem akuaponik berbasis IoT yang terintegrasi panel surya sebagai teknologi urban *farming* yang hemat energi. metode penelitian yang digunakan adalah rancang bangun prototype akuaponik yang dilengkapi fitur monitoring dan kontroling yaitu pH monitor dan pakan ikan otomatis. Hasil pengujian menunjukkan IoT system maupun panel surya dapat bekerja dengan baik tanpa ada gangguan. Apabila sistem direalisasikan secara makro maka diperoleh hasil perhitungan *payback periode* selama 6 bulan 7 hari.

Keyword: Aqua-tech, IoT, urban *farming*, panel surya

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT ORISINALITAS KARYA	ii
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	v
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	2
2.1 Sistem Akuaponik	2
2.2 IoT (<i>Internet of Things</i>)	3
2.3 Arduino	3
2.4 ESP8266	4
2.5 Sensor pH	4
2.6 Motor Servo	5
2.7 Aplikasi Blynk	5
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	6
3.1 Studi Literatur	6
3.2 Indikator Pengujian	6
3.3 Perancangan Desain	6
3.4 Pembuatan Prototype	7
3.5 Pengujian dan Evaluasi	7
3.6 Implementasi	7
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	9
4.1 Pengujian Perangkat Aqua-tech	10
4.1.1 Pengujian Mikrokontroler	10
4.1.2 Pengujian Motor Servo	10

4.1.3 Pengujian pH Sensor	10
4.2.4 Pengujian Panel Surya	11
4.2 Pengujian IoT System	11
4.3 Studi Kelayakan Sistem	13
4.3.1 Kelayakan Teknis	13
4.3.2 Kelayakan Operasional	13
4.4.3 Kelayakan Ekonomi	13
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	14
5.1 Kesimpulan	14
5.2 Saran	14
DAFTAR PUSTAKA	15

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengujian Board Arduino Nano dan Nodemcu.....	11
Tabel 4.2 Pengujian Motor Servo.....	12
Tabel 4.3 Pengujian Panel Surya.....	13
Tabel 4.4 Kebutuhan Energi pada Sistem Aqua-tech	13

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Akuaponik.....	3
Gambar 2.2 Board Arduino Uno.....	4
Gambar 2.3 ESP8226.....	5
Gambar 2.4 Modul Sensor pH 4502c.....	5
Gambar 2.5 Aplikasi BLYNK.....	6
Gambar 3.1 Bagan Sistem Kerja Keseluruhan.....	8
Gambar 4.1 <i>Prototype</i> Aqua-tech.....	10
Gambar 4.2 Hasil Kalibrasi Sensor pH.....	12
Gambar 4.3 Pakan ikan Otomatis pada BLYNK Apps.....	14
Gambar 4.4 pH Monitor pada BLYNK Apps.....	14

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara yang beriklim tropis mempunyai kesuburan tanah yang sangat tinggi. Dengan iklim tersebut Indonesia memiliki potensi besar dalam bidang pertanian yang menjadikan Indonesia sebagai negara Agraris. Sebagai Negara agraris, lahan pertanian tanaman pangan di Indonesia semakin terancam terutama di daerah perkotaan. Menurut data dari Kementerian Kesehatan tahun 2015, untuk wilayah Jawa dan Bali, jumlahnya telah mencapai kisaran 55%. Diperkirakan pada tahun 2035, 65% penduduk akan menghuni perkotaan, terutama di 16 kota besar di Indonesia (Badan pusat statistik, 2015). Kondisi demikian, semakin menguatkan akan perlunya pengembangan pertanian perkotaan sehingga ketergantungan terhadap pasokan bahan pangan dari luar kota dapat dieliminir.

Adanya pertanian perkotaan dapat mendukung program pemerintah dalam swasembada pangan dengan tujuan adanya ketersediaan pangan dalam jumlah yang cukup, mutu bahan pangan yang baik, serta nilai gizi yang tinggi (suara.com, 2020). Dikarenakan keterbatasan lahan dan air, perlahan dan pasti masyarakat kota mulai meninggalkan budidaya pertanian sistem konvensional dan mulai marak melakukan budidaya tanaman secara modern. Salah satunya adalah budidaya tanaman sistem akuaponik. Akuaponik merupakan sistem pertanian yang mengintegrasikan akuakultur dan hidroponik dalam lingkungan yang bersifat simbiotik. Dalam akuaponik, ekskresi hewan dapat dimanfaatkan oleh tanaman sebagai nutrisi dengan cara memecah amonia menjadi nitrit melalui proses alami. Air kemudian bersirkulasi kembali ke sistem akuakultur.

Saat ini budidaya akuaponik masih dilakukan secara konvensional yaitu monitoring tingkat pH air dan pemberian pakan ikan secara manual. Masalah yang timbul pada budidaya secara konvensional adalah pengukuran pH yang tidak akurat dan realtime sehingga tidak diketahui adanya perubahan pH secara tiba-tiba serta pemberian pakan yang dilakukan secara manual tanpa memperhatikan takaran pakan yang dibutuhkan oleh ikan sehingga menyebabkan penurunan tingkat ketahanan hidup ikan, selain itu sistem akuaponik membutuhkan energi listrik yang tinggi sehingga menghasilkan biaya listrik yang relatif mahal (Sastro, 2016).

Oleh karena itu untuk mengatasi permasalahan tersebut. Penulis mengusulkan Aqua-tech: sistem akuaponik cerdas berbasis IoT terintegrasi panel surya sebagai sumber daya hemat energi. Aqua-tech adalah rancangan sistem yang menggabungkan teknologi IoT dan panel surya yang diintegrasikan dengan mikrokontroller dan modul wifi sebagai pengontrol dan monitoring sistem. Aqua-tech ini merupakan inovasi baru dari sistem akuaponik konvensional dan memiliki banyak fitur seperti, pemanfaatan tenaga surya sebagai sumber daya pengisian aki, monitoring keadaan sistem akuaponik secara real time, dan pengontrol pakan ikan otomatis. Kedepannya, Aqua-tech ini menjadi solusi untuk sistem akuaponik yang terkendala dengan masalah energi dan juga memudahkan petani untuk mengontrol dan memonitoring kondisi terkini dari akuaponik itu sendiri. Serta akuaponik menjadi pelopor teknologi *smart agriculture* yang mampu meningkatkan produktifitas para petani di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas penulis merumuskan beberapa masalah yaitu:

1. Bagaimana merancang sistem akuaponik cerdas berbasis IoT terintegrasi panel surya sebagai sumber daya hemat energi?

2. Bagaimana sistem akuaponik cerdas yang dapat memproduksi tanaman dan hewan peliharaan yang berkualitas?

1.3 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, maka tujuan karya tulis ilmiah sebagai berikut:

1. Merancang sistem akuaponik cerdas berbasis IoT terintegrasi panel surya sebagai sumber daya hemat energi
2. Merancang metode pertanian dengan sistem akuaponik cerdas yang dapat memproduksi ikan dan sayuran yang berkualitas

1.4 Manfaat

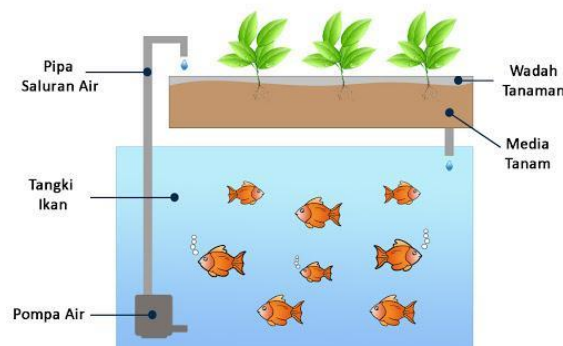
Setelah tercapai tujuan pembuatan karya tulis ilmiah ini, maka manfaat yang didapat adalah sebagai berikut:

1. Memudahkan petani dalam mengelola tanaman dan hewan peliharaan secara maksimal
2. Mewujudkan sistem urban *farming* yang hemat energi
3. Mengurangi polusi udara di daerah perkotaan
4. Mewujudkan pengelolaan pertanian dan akuakultur secara efektif dan efisien

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Akuaponik

Akuaponik merupakan kombinasi sistem akuakultur dan hidroponik yang saling menguntungkan. Akuakultur merupakan budidaya ikan, sedangkan hidroponik dapat diartikan memberdayakan air. Sistem akuaponik merupakan salah satu jawaban yang tepat dalam budidaya pertanian dimana harga tanah semakin mahal, air semakin langka, konversi lahan besar-besaran, dan isu perubahan iklim akibat pemanasan global. Sistem kerja akuaponik dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1: Sistem Akuaponik (Sumber: Sastro, 2016)

Sistem kerja akuaponik sangat sederhana. Air beserta kotoran yang berasal dari budidaya ikan disalurkan kepada tanaman karena mengandung banyak nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman. Tanaman akan menyerap nutrisi yang berasal dari air dan kotoran ikan tadi.

Sebagai gantinya, tanaman akan memberikan oksigen kepada ikan melalui air yang sudah tersaring oleh media tanam.

Dalam budidaya hewan air, limbah yang menumpuk di dalam air dapat bersifat toksik bagi ikan. Limbah tersebut terdiri dari urine dan feses ikan, serta sisa pakan ikan. Namun bagi tanaman, limbah-limbah tersebut kaya nutrisi yang dapat menjadi sumber hara dan sangat bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman. Pada mulanya, sampah organik yang berupa feses dan urine ikan berbentuk amonia (NH_4). Namun, jika dalam konsentrasi yang tinggi, amonia dapat menjadi racun bagi ikan.

Dalam akuaponik, sampah organik yang berbentuk amonia tersebut akan dimanfaatkan oleh bakteri pengurai yang hidup pada dinding kultur, media tanam, media filter, dan lain-lain sebagai makanannya. Bakteri aerob akan merubah amonia menjadi nitrit (NO_2). Lalu kemudian, bakteri anaerob merubah nitrit menjadi nitrat (NO_3). Nitrat yang umumnya disebut sebagai unsur hara makro akan dimanfaatkan oleh tanaman bagi pertumbuhannya. Tanaman akan menyumbangkan oksigen (O_2) sehingga air (H_2O) memiliki kualitas yang lebih baik untuk organisme yang hidup pada tangki kultur, baik ikan maupun bakteri pengurai. Proses tersebut akan berjalan secara terus menerus di dalam sistem (Sastro, 2016).

2.2 IoT (*Internet of Things*)

Stallings (2015: 382) mendefinisikan Internet of Things (IoT) merupakan infrastruktur global yang berfungsi sebagai informasi masyarakat dengan memungkinkan layanan yang menghubungkan benda fisik dan virtual berdasarkan teknologi informasi yang ada dan perkembangannya (Stalling, 2015). Selain itu definisi Internet of things (IoT) merupakan teknologi yang memungkinkan benda-benda (things) berupa perangkat fisik (*embedded system*) dapat bertukar informasi satu sama lain. IoT sudah berkembang pesat mulai dari penggabungan teknologi nirkabel, Micro Electromechanical Systems (MEMS) dan juga Internet. IoT menggunakan beberapa teknologi yang secara garis besar digabungkan menjadi satu kesatuan diantaranya sensor sebagai pembaca data, koneksi internet dengan beberapa macam topologi jaringan, Radio Frequency Identification (RFID), wireless sensor network dan teknologi yang terus akan bertambah sesuai dengan kebutuhan (Wang *et al.*, 2013).

Cara kerja IoT, dengan memanfaatkan suatu argumentasi pemrograman, di mana tiap tiap perintah argumen tersebut dapat menghasilkan suatu interaksi antar mesin yang telah terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan tanpa dibatasi oleh jarak yang jauh. Internet menjadi penghubung antara kedua interaksi mesin tersebut. Manusia dalam IoT tugasnya hanyalah menjadi pengatur dan pengawas dari mesin-mesin yang bekerja secara langsung tersebut (KOMINFO, 2016).

2.3 Arduino

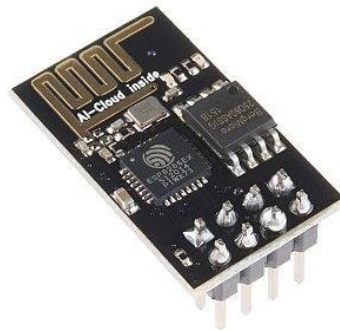
Arduino Uno 2560 merupakan board mikrokontroler berbasis ATmega2560. minimum sistem ini merupakan komponen dasar yang telah terbentuk menjadi suatu modul untuk melakukan pengontrolan. Modul ini memiliki 54 digital input/output di mana 14 digunakan untuk PWM output dan 16 digunakan sebagai analog input, 4 untuk UART, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, power jack, ICSP Header, dan tombol reset. Modul ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau power dengan adaptor AC-DC atau baterai (Dwi Aryanto, 2018). Board Arduino Uno ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2: Board Arduino Uno

2.4 ESP8266

ESP8266 merupakan Smart on Chip (SoC) Wi-Fi yang didesain berukuran minimalis dan hanya menggunakan sedikit rangkaian eksternal. Chip tersebut dapat berkomunikasi melalui infrastruktur wifi menggunakan protokol IPv4, TCP/IP, dan HTTP. Prosesor yang digunakan adalah seri Tensilica L106 diamond dengan kecepatan 32-bit dan memiliki on-chip SRAM. Blok diagram ESP8266 dapat dilihat pada gambar 2, di dalam chip tersebut memiliki Wi-Fi radio, CPU, memory, flash, dan peripheral interface. Oleh karena itu, chip ini memiliki kemampuan untuk digunakan secara sendiri (standalone) atau menjadi access point untuk mikrokontroler (System, 2018). Board ESP8226 dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3: ESP 8226

2.5 Sensor pH

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Ia didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hidrogen (H^+) yang terlarut. (Ihsanto and Hidayat, 2014)

Prinsip dasar pengukuran pH dengan menggunakan pH meter adalah potensial elektrokimia yang terjadi antara larutan yang terdapat di dalam elektroda gelas yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat di luar elektroda gelas yang tidak diketahui. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang ukurannya relatif kecil dan aktif (Barus, Louk and Pinggak, 2018).

Skema elektroda pH meter akan mengukur potensial listrik antara merkuri klorid ($HgCl$) pada elektroda pembanding dan potassium chloride (KCl) yang merupakan larutan di dalam gelas elektroda serta potensial antara larutan dan elektroda perak. Tetapi potensial antara sampel yang tidak diketahui dengan elektroda gelas dapat berubah sesuai sampelnya (Wibisana and Ferdinandus, 2015). Gambar sensor pH dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4: Modul Sensor pH tipe 4502c

2.6 Motor Servo

Motor Servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi dari Motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam Motor Servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran Servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor Servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor (Am, Sumantri and Wijayanto, 2014).

2.7 Aplikasi Blynk

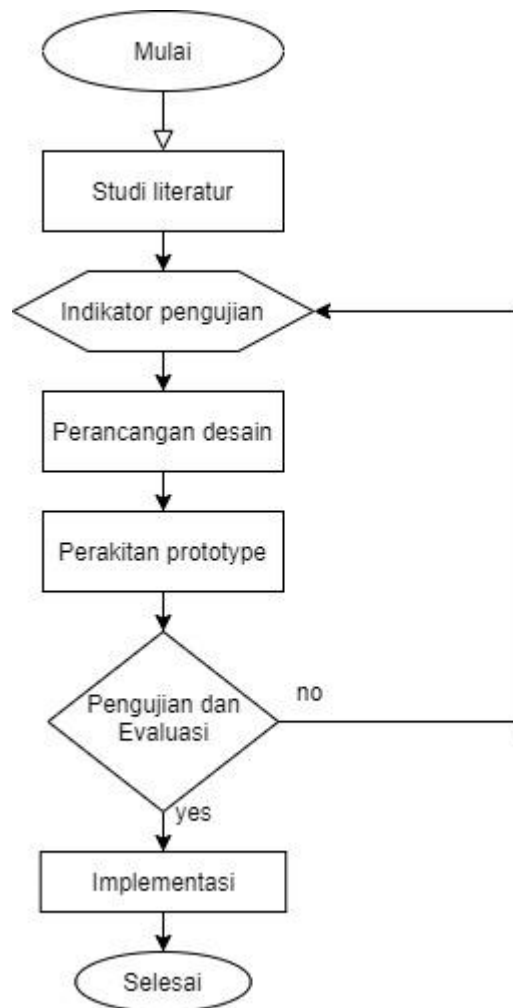
Blynk App adalah sebuah aplikasi yang didesain untuk Internet of Things. Aplikasi ini mampu mengontrol hardware dari jarak jauh. Blynk App berfungsi untuk membuat project aplikasi menggunakan bermacam variasi widget yang telah disediakan. Namun, batas penggunaan widget dalam satu akun hanya 2000 energy. Energy tersebut dapat ditambah dengan membelinya melalui playstore.



Gambar 2.5: Aplikasi BLYNK

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam merancang karya ilmiah ini, kami menggunakan metode yang ditampilkan pada Gambar berikut :



3.1 Studi Literatur

Mencari dasar teori yang tepat dalam merancang sistem akuaponik cerdas berbasis IoT terintegrasi panel surya serta melakukan studi literatur kepada berbagai macam jenis literatur yang mendasari perancangan alat ini. Terutama mengenai filter akuaponik, tanaman hidroponik, tekanan hidrostatis, hewan akuakultur, panel surya, dan sensor listrik.

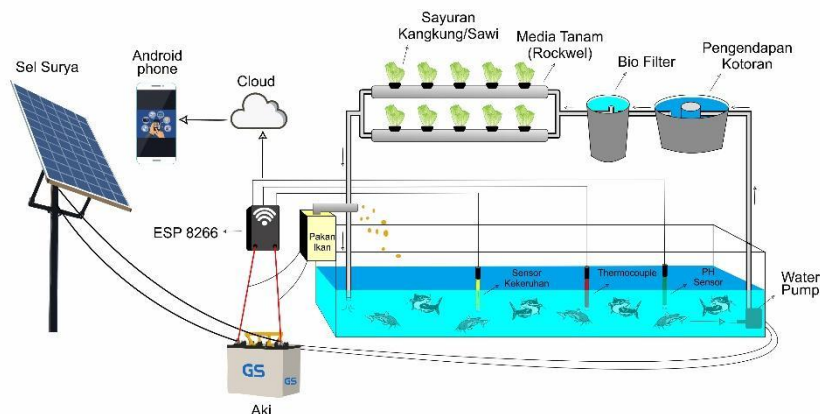
3.2 Indikator Pengujian

Menentukan indikator yang digunakan sebagai tolak ukur dalam pengujian dengan cara meneliti dan mendata kebutuhan sensing data yang ada pada akuaponik untuk realisasi sistem aquaponik cerdas dan mengamati kelemahan sistem akuaponik yang ada saat ini.

3.3 Perancangan Desain

Perancangan desain pada akuaponik cerdas terdiri dari beberapa komponen untuk memanfaatkan teknologi IoT dan panel surya. Untuk teknologi IoT memiliki 2 fungsi yaitu monitoring dan kontroling. Untuk fungsi monitoring dipasang sensor pH, sensor suhu, dan sensor nutrisi. Sedangkan pada fungsi kontroling dipasang alat pakan ikan otomatis

menggunakan motor servo dan relay mekanik sebagai saklar otomatis pada pompa air. Semua fungsi yang ada dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino dan Nodemcu. Untuk panel surya digunakan untuk suplai aki untuk kebutuhan daya sistem akuaponik. Bagan Keseluruhan Sistem dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1:

Bagan Sistem Kerja Keseluruhan

3.4 Pembuatan Prototype

Pembuatan prototype dimulai dari pembuatan kolam ikan, media tanam, dan filter. Bahan dan peralatan sebagian besar dibuat dengan barang-barang bekas seperti ember, paralon, netpot, dan rangka kolam. Selanjutnya merakit perangkat IoT yang terdiri dari sensor pH dan sensor suhu untuk fungsi monitoring. Sensor-sensor yang ada dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino dan Nodemcu sehingga bisa diakses secara online melalui *smartphone*. Pada fungsi kontroling dirancang pakan ikan otomatis menggunakan motor servo dan pompa air otomatis yang dikendalikan mikrokontroler nodemcu sehingga dapat dikendalikan secara online melalui *smartphone*. Semua input daya dari sistem akuaponik cerdas dihubungkan dengan aki yang telah terhubung ke panel surya.

3.5 Pengujian dan Evaluasi

Pengujian alat dilakukan dengan melakukan pengukuran dimensi dan parameter-parameter yang digunakan untuk menjadikan Aqua-tech lebih optimal ketika digunakan serta untuk mengetahui efisiensi dari sistem ini. Dengan diperolehnya data tersebut maka keberhasilan alat ini dapat diketahui, apabila terdapat ketidaksesuaian dengan hasil yang diharapkan, maka akan ada perbaikan dan kembali pada proses pembuatan. Selain itu dilakukan analisis kelayakan terhadap Aqua-tech ini sehingga sistem dapat bekerja lebih produktif dan maksimal.

3.6 Implementasi

Pada tahap akhir yaitu mengimplementasikan sistem yang telah dirancang. Untuk mencapai tujuan yang ditentukan, maka penulis melakukan kerjasama kepada pihak-pihak yang berkepentingan yaitu, pihak pemerintah dalam hal ini kementerian sebagai pemnagku kebijakan, lembaga-lembaga riset yang melakukan penelitian lebih lanjut, dan petani sebagai pelaku usaha dibidang *agricultur*.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Aqua-tech merupakan inovasi sistem aquaponik cerdas berbasis IoT terintegrasi panel surya sebagai sumber daya hemat energi. Prototype Aqua-tech dibuat sesederhana mungkin dengan memanfaatkan barang-barang bekas. Aquaponik pada Aqua-tech menggunakan Sistem Wolkaponik. Sistem Wolkaponik adalah yang memodifikasi teknologi akuakultur, *wall gardening*, dan hidroponik. Pada wolkaponik, bertanam sayuran dilakukan secara vertikal dengan pemeliharaan ikan ditempatkan pada bagian bawah. Cara kerja dari sistem akuaponik secara detail dijelaskan pada Subbab 2.1. Prototype Aqua-tech dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: *Prototype Aqua-tech*

Sistem Aqua-tech ini menggunakan pipa paralon PVC berdiameter 3 inci. Pada Aqua-tech versi paralon, nutrisi, pupuk, dan air yang berasal dari bak pemeliharaan ikan, akan dialiri melalui pipa PVC ½ inci kemudian masuk ke dalam paralon PVC 1 ½ inci dan nantinya akan diserap oleh tanaman. Paralon PVC 1 ½ dilubangi sebesar 6 cm dan diberikan jarak antar lubang sebesar 8 cm dengan total 190 lubang. lubang paralon ini berfungsi untuk meletakkan netpot sebagai wadah media tanam sekaligus filter alami. Di bawah susunan paralon-paralon terdapat bak fiber berukuran 120 cm x 80 cm yang diisi dengan ikan nila sebanyak 50 ekor.

Pada bagian atas kolam terpasang IoT System sebagai fungsi monitoring dan kontroling pada Aqua-tech. Komponen-komponen penyusun IoT dijelaskan sebagai berikut:

1. Sensor pH tipe 4502c yang digunakan untuk monitoring kualitas air.
2. Motor servo yang berfungsi sebagai komponen penyusun pakan ikan otomatis
3. Nodemcu Versi 12E yang berfungsi sebagai mikrokontroler pada aplikasi IoT
4. Arduino Nano yang berfungsi sebagai pengendali program yang bersifat mikro
5. Relay magnetik sebagai saklar elektrik untuk otomatisasi pompa air

Selain itu Aqua-tech juga dilengkapi catu daya hemat energi yaitu panel surya yang dilengkapi perangkat pendukung lainnya seperti AKI, Kontroler MPPT, dan Inverter.

Prinsip kerja dari Aqua-tech adalah menampilkan kondisi air yang meliputi pH, suhu, dan kandungan nutrisi akan melalui *smartphone* secara *real time* sehingga memudahkan petani dalam memonitor kondisi tanaman dan ikan dimanapun berada. Pemberian pakan ikan akan dikontrol dengan pakan ikan otomatis melalui *smartphone* sehingga tidak perlu mendatangi lokasi untuk memberi pakan ikan. Aqua-tech juga dilengkapi pompa air otomatis yang dapat dikontrol jarak jauh melalui *smartphone*. Daya listrik sistem Aqua-tech disuplai oleh aki yang di-charge secara kontinyu oleh panel surya sehingga sistem Aqua-tech lebih hemat karena tidak membebankan listrik PLN sebagai catu daya listriknya.

4.1 Pengujian Perangkat Aqua-tech

4.1.1 Pengujian Mikrokontroler

Mikrokontroler pada penelitian meliputi board arduino uno dan board nodemcu. Pengujian dilakukan dengan memprogram sistem pada masing-masing board untuk membuat led indikator bernilai positif negatif 0 dan 1 pada masing-masing board. Sehingga program yang ditanamkan pada microcontroller mampu untuk mengontrol suhu dan kelembaban ruang seperti yang diharapkan. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengujian Board Arduino Nano dan Nodemcu

Waktu (detik)	Arduino Nano	Nodemcu
1	1	1
2	0	0
3	1	1
4	0	0
5	1	1

4.1.2 Pengujian Motor Servo

Pengujian kondisi motor servo dibagi menjadi dua yaitu saat kondisi low berarti motor servo dalam kondisi mati, sedangkan saat kondisi high motor servo bergerak. Tegangan motor diukur pada jalur yang menghubungkan antara output tegangan stepdown dengan ground pada volt 6V. Tabel 16 Pengujian motor servo rata – rata kondisi low sebesar 0V, sedangkan rata – rata kondisi high 6.23V. Pengujian motor servo ditunjukkan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Pengujian Motor Servo

No	Kondisi Motor	Tegangan
1	0	0
	1	6,24
2	0	0
	1	6,21
3	0	0
	1	6,23

4.1.3 Pengujian pH Sensor

Board pada modul sensor pH memiliki nilai pH pada tegangan 0V. akibatnya nilai pH asam akan terbaca minus oleh karena itu dibutuhkan kalibrasi dengan mengubah pot offset nilai pH 7 tepat pada titik tengah nilai 0V dan 5V, yaitu 2,5V yang diukur pada pin analog arduino sehingga pH 7 berada diantara nilai pH 0 dan pH 14.

Pengujian dilakukan dengan membuat rangkaian loop tertutup pada modul pH sensor dengan cara membuat *BNC Connector* menjadi short circuit. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan multimeter digital. hasil pengukuran menunjukkan angka 2,50 V yang dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2: Hasil Kalibrasi Sensor pH

Selanjutnya dilakukan kalibrasi pada probe pH sensor. Kalibrasi memerlukan bantuan bubuk buffer pH yang digunakan untuk membaca nilai pH secara akurat. Pada kalibrasi ini digunakan bubuk pH 6,86 yang dilarutkan ke dalam air selama 2 menit. Kemudian probe sensor dicelupkan kedalam larutan tersebut. Nilai yang diharapkan antara 6,84 dan 6,88. Hasil pengukuran pH menggunakan probe sebesar 6,85.

4.2.4 Pengujian Panel Surya

Panel surya Pengujian dilakukan dengan menghitung besaran arus dan tegangan menggunakan multimeter digital. Panel surya yang digunakan adalah jenis 6V 1W. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.3

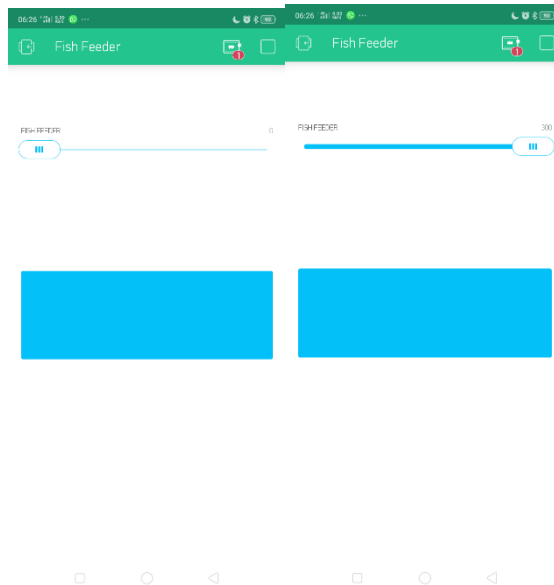
Tabel 4.3 Pengujian Panel Surya

No	Jam Pengamatan	Pengukuran		Cuaca
		Arus (mA)	Tegangan (V)	
1	8:00	43,3	12,55	Cerah
2	9:00	35,4	12,55	Cerah
3	10:00	91,3	13,01	Cerah
4	11:00	75,4	12,30	Mendung
5	12:00	76,3	12,31	Mendung
6	13:00	76,4	12,00	Mendung
7	14:00	69,8	11,23	Mendung
8	15:00	66,7	11,33	Mendung

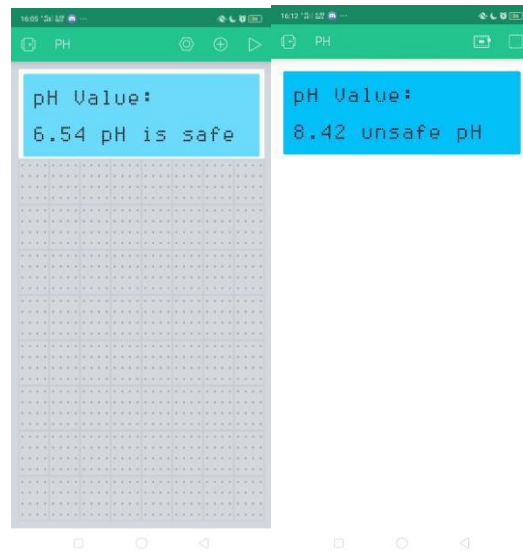
Didapatkan rata-rata arus sebesar 66,825 mA sedangkan tegangan sebesar 12,16 V.

4.2 Pengujian IoT System

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana sensor-sensor yang ada di lapangan dapat bekerja merespon perintah dari perangkat *smartphone* dan mengirimkan data *realtime* ke perangkat *smartphone*. Platform IoT yang digunakan adalah BLYNK yang berbentuk aplikasi android. Sensor yang dapat diakses meliputi motor servo sebagai komponen penyusun pakan ikan otomatis dan sensor pH sebagai monitor kualitas air. Hasil pengujian pakan ikan otomatis dapat dilihat pada Gambar 4.3 sedangkan Hasil pengujian pH sensor dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4.3: Pakan Ikan Otomatis pada BLYNK Apps



Gambar 4.4: Ph Monitor pada BLYNK Apps

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa pakan ikan otomatis dapat dikontrol melalui virtual pin berbentuk slider pada aplikasi BLYNK dengan memperimbangkan derajat sesuai dengan PWM yang ada. PWM 0 menunjukkan bahwa servo akan bergerak ke arah 0 derajat sedangkan PWM 300 menunjukkan pergerakan servo pada arah 180 derajat. Pakan ikan tersusun dari servo yang disambungkan dengan botol bekas dan dilubangi pada ujung botol. Prinsip kerjanya adalah mirip dengan jam pasir yaitu botol akan dibolak balik sehingga beberapa pakan ikan akan tumpah secara perlahan-lahan. Pakan ikan juga memiliki fitur timer yang dapat dikontrol secara otomatis dengan mengirimkan pesan ke pengguna bahwa pakan ikan telah diberikan. Gambar prototype pakan ikan otomatis dapat dilihat pada Gambar

Gambar 4.4 menunjukkan monitoring pH air yang dilengkapi dengan keterangan kualitas aman atau tidaknya air yang akan menjadi habitat ikan dan nutrisi pada tanaman. Kualitas pH yang aman untuk air memiliki *range* antara 6 sampai 7,5. Apabila pH memenuhi range yang ditentukan, maka keterangan yang muncul pada LCD yaitu “*pH is safe*” . Apabila pH keluar dari range yang ditentukan, maka akan muncul keterangan “*Unsafe pH*” dan akan muncul alarm notifikasi untuk mengirim perintah penggantian air.

Untuk menentukan penggunaan panel surya, maka harus diketahui dulu kebutuhan daya listrik total pada sistem yang harus dipenuhi. Rician kebutuhan daya listrik yang harus dipenuhi dijelaskan pada Tabel

Tabel 4.4 Kebutuhan Daya Sistem Aqua-tech

No	Peralatan listrik	Unit	Daya per unit	
1	Pompa air AC	2	38 Watt	76 Watt
2	Board nodemcu	5	2 Watt	10 Watt
3	Board Arduino	5	2 Watt	10 Watt
Total				96 Watt

Dari kalkulasi daya total pada sistem Aquaponik kebutuhan daya sebesar 96 Watt, maka pemilihan panel surya yang harus dipenuhi adalah dengan kapasitas 100 Watt. Panel Surya dengan kapasitas 100 Watt banyak terdapat di pasaran.

4.3 Studi Kelayakan Sistem

Konsevasi energi adalah penggunaan energi dengan efisiensi dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan. Dalam hal ini konservasi energi yang digunakan berupa perbaikan proses, perilaku, sistem manajemen energi, serta alternatif penggunaan hemat energi listrik.

4.3.1 Kelayakan Teknis

Aqua-tech merupakan sistem yang mudah diakses karena tersedia di smartphone. Teknologi IoT yang dibutuhkan sangat mudah dijumpai dipasaran seperti servo motor, sensor pH, dan sensor suhu . Aqua-tech menggunakan sumber energi dari panel surya yang sngat mudah instalasinya. Aqua-tech juga sangat *compatible* dengan perangkat yang digunakan. Selain itu Aqua-tech merupakan teknologi tepat guna yang sangat mudah dikembangkan dalam skala besar.Sosialisasi Gerakan Hemat Energi

4.3.2 Kelayakan Operasional

Sistem Aqua-tech dapat bekerja selama 24 jam tanpa memerlukan bantuan operator secara langsung. Pengontrolan dan monitoring data dilakukan secara real time secara jarak jauh. Sistem yang akan dibuat dapat menambah produktifitas hasil pertanian dan mengatasi permasalahan krisis energi.

4.4.3 Kelayakan Ekonomi

Pada sub bab ini, analisis ekonomi manfaat menggunakan metode payback period. Payback period adalah jangka waktu kembalinya investasi yang telah dikeluarkan melalui keuntungan yang diperoleh dari suatu proyek yang telah direncanakan. Dari hasil analisis period ini nantinya alternatif yang akan dipilih adalah alternatif dengan periode pengembalian lebih singkat. Berikut adalah rumus dari payback peride:

$$\text{Payback period} : \frac{\text{investasi}}{\text{arus kas}(\text{benefit}-O \text{ dan } M)}$$

Dimana, O dan M= *Operational* dan *Maintenace*

Dari perhitungan yang dilakukan, diketahui biaya investasi sistem sebesar Rp. 81.993.400 dengan benefit sebesar Rp 30.840.000 per bulan dan biaya operasional Rp18.585.000. Maka total arus kas sebesar Rp 12.255.000. Maka didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Payback period} &= \text{Rp. 81.993.400} : \text{Rp 12.255.000} \\ &= 6,7 \text{ bulan} \end{aligned}$$

Dari analisa diatas dapat disimpulkan bahwa balik modal dapat dicapai selama 6 bulan 7 hari.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil desain, implementasi, pengujian dan evaluasi diperoleh kesimpulan, yaitu:

1. Dari hasil pengujian didapatkan perangkat mikrokontroler, motor servo, dan sensor pH, serta panel surya dapat beroperasi dengan normal
2. *IoT System* dapat mengirimkan data/informasi pH air secara realtime dengan fitur pemberi keterangan dan alarm apabila kualitas air tidak aman bagi kesehatan tanaman maupun ikan. *IoT System* juga mengontrol pergerakan pakan ikan otomatis yang telah dilengkapi sistem *timer* dan notifikasi apabila ikan telah diberi makan.
3. Hasil perhitungan analisis ekonomi manfaat didapatkan payback period sebesar 6 bulan 7 hari.

5.2 Saran

Inovasi ini dapat diimplementasikan dengan baik apabila dilakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Adanya penelitian secara terus-menerus dalam pengembangan inovasi ini yang bertujuan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam mengatasi masalah nyata di lapangan.
2. Adanya komitmen yang serius antara stakeholder yaitu pemerintah, pihak pengembang/peneliti dan juga petani dalam mendukung pengembangan inovasi ini.
3. Sinergi antara seluruh pihak yang berkepentingan baik kementerian, teknisi, dan petani.

DAFTAR PUSTAKA

Am, R., Sumantri, B. and Wijayanto, A. (2014) 'PENGATURAN POSISI MOTOR SERVO DC DENGAN METODE FUZZY LOGIC'.

Badan pusat statistik (2015) *Indikator Kesejahteraan Rakyat*. Jakarta: Badan Pusat Statistik (BPS).

Barus, E. E., Louk, A. C. and Pinggak, R. K. (2018) 'OTOMATISASI SISTEM KONTROL pH DAN INFORMASI SUHU PADA AKUARIUM', 3(2), pp. 117–125.

Dwi Aryanto, Y. (2018) *PENGATURAN SUDUT PUTAR MOTOR CONTROL OF DC MOTOR ANGLE USING ARDUINO-BASED PID CONTROL SYSTEM*. Universitas Sanatha Dharma Yogyakarta.

ESDM (2016) *Program Strategis EBTKE dan Ketenagalistrikan*.

Ihsanto, E. and Hidayat, S. (2014) 'RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN Ph METER DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO', *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, 5(3), pp. 130–137.

KOMINFO (2016) *Implementasi Internet Of Things Untuk Sektor Kesehatan*.

Sastro, Y. (2016) *Teknologi Akuaponik Mendukung Pengembangan Urban Farming*. Edited by S. Savitri. Jakarta: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP).

Stalling, W. (2015) *Foundation of modern networking SDN, NFV, QoE, iot, and cloud*. United States: Pearson Education.

suara.com (2020) 'Mentan : Pemerintah Siap Wujudkan Swasembada Pangan'. Available at: <https://www.suara.com/bisnis/2020/01/31/151521/mentan-pemerintah-siap-wujudkan-swasembada-pangan>.

System, E. (2018) 'ESP8266EX datasheet version 6.0: Espressif Systems'.

Wang, C. *et al.* (2013) 'Guest Editorial - Special issue on internet of things (IoT): Architecture, protocols and services', *IEEE Sensors Journal*, 13(10), pp. 3505–3508. doi: <http://doi.org/10.1109/JSEN.2013.2274906>.

Wibisana and Ferdinandus (2015) *Sistem Pengendali pH pada Pembuatan Air Alkali*. Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.

Lampiran I Data Investasi dan Pendapatan

Kalkulasi Biaya Peralatan				
No	Peralatan	satuan	Harga	Harga Total
1	green house	1	55000000	55000000
2	Kolam	1	8000000	8000000
3	Arduino Mega	3	Rp150.000	450000
4	Node MCU	5	Rp80.000	400000
5	Panel surya	1	Rp1.725.000	1725000
6	MPPT	1	Rp500.000	500000
7	Inverter	1	Rp300	300
8	AKI	1	Rp450.000	450000
9	Paket Hidroponik	1	Rp14.968.100	14968100
10	lain-lain	1	Rp500.000	500000
Total biaya Peralatan				Rp81.993.400

Kalkulasi Biaya Variabel				
NO	BAHAN	HARGA	JML HARI	TOTAL HARGA
1	Benih selada	Rp30.000	30	Rp900.000
2	Sawi	Rp30.000	30	Rp900.000
3	Cabe	Rp32.500	30	Rp975.000
4	Bawang	Rp28.000	30	Rp840.000
5	benih lele	Rp69.000	30	Rp2.070.000
6	Media tanam	Rp80.000	30	Rp2.400.000
7	botol bekas	Rp36.000	30	Rp1.080.000
8	karung	Rp17.000	30	Rp510.000
9	vaksin	Rp42.000	30	Rp1.260.000
10	BBM	Rp20.000	30	Rp600.000
11	pakan lele	Rp85.000	30	Rp2.550.000
12	Transport	Rp35.000	30	Rp1.050.000
13	Pemasaran	Rp35.000	30	Rp1.050.000
14	biaya lainnya	Rp10.000	30	Rp300.000
Total				Rp16.485.000

Kalkulasi Biaya Tetap			Pendapatan dari hidroponik			
No	Kebutuhan	Nominal	Tanaman	Berat	Harga per	jml hari
			Selada	6	Rp6.000	30
1	Perawatan Hidroponik	Rp500.000	Sawi	6	Rp8.000	30
2	Perawatan Akuakultur	Rp200.000	Cabe	8	Rp30.000	30
3	Tenaga kerja	Rp1.400.000	Bawang	8	Rp38.000	30
		Rp2.100.000	Total			Rp18.840.000

Penjualan hasil panen Lele			
Ikan	Harga per kg	Hasil berat	Harga total
Lele	Rp12.000	1000	Rp12.000.000

Lampiran 2 Dokumentasi Penelitian



Gambar: Percobaan Pakan Otomatis



Gambar: Percobaan Sensor pH



Gambar: Desain Aqua-tech



Gambar: Pakan ikan Otomatis